

UNIVERSIDAD SAN FRANCISCO DE QUITO

Colegio de Ciencias e Ingeniería

**Desarrollo de un pastel de chocolate a base
de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.)**

Leandro Baldomero Monar Espinoza

Michael Koziol, DPhil., Director de Tesis

Tesis de grado presentada como requisito para la obtención del título de
Ingeniero en Alimentos

Quito, mayo de 2015

Universidad San Francisco de Quito

Colegio de Ciencias e Ingeniería

HOJA DE APROBACIÓN DE TESIS

Desarrollo de un pastel de chocolate a base de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.)

Leandro Baldomero Monar Espinoza

Michael Koziol, DPhil.,
Director de la tesis

Javier Garrido, MSc.,
Miembro del Comité de Tesis

Lucía Ramírez, Ph.D.,
Miembro del Comité de Tesis

Ximena Córdova, Ph.D.,
Decano de la Escuela de Ingeniería
Colegio Ciencias e Ingeniería

Quito, mayo de 2015

© Derechos de autor

Por medio del presente documento certifico que he leído la Política de Propiedad Intelectual de la Universidad San Francisco de Quito y estoy de acuerdo con su contenido, por lo que los derechos de propiedad intelectual del presente trabajo de investigación quedan sujetos a lo dispuesto en la Política.

Asimismo, autorizo a la USFQ para que realice la digitalización y publicación de este trabajo de investigación en el repositorio virtual, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Firma: _____

Nombre: Leandro Baldomero Monar Espinoza

C. I.: 0925635260

Fecha: Quito, mayo de 2015

AGRADECIMIENTOS

Agradezco a mis padres por haberme apoyado, guiado y aconsejado en todos estos años de estudios. Agradezco a mi hermana María Elena, por haberme ayudado en mis años de carrera y a lo largo de toda mi vida. Agradezco a mi director de tesis Michael Koziol por todo su apoyo durante el desarrollo del proyecto y a lo largo de mi formación académica. Finalmente, agradezco a mis profesores de la carrera: Javier Garrido, Lucía Ramírez y Francisco Carvajal por todas las enseñanzas y ayudas que me brindaron durante todos mis años de estudio universitario.

RESUMEN

Se trabajó en la elaboración de un pastel de chocolate a base de frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) con el objetivo principal de desarrollar un pastel libre en gluten y bajo en grasa. Se quiso elaborar este alimento debido a que en estudios preliminares no se encontraron muchos productos para celíacos de venta en los supermercados del Ecuador. Existen grupos o asociaciones de personas con intolerancia al gluten que han declarado en medios públicos el abandono que sienten por parte del gobierno al no poder encontrar productos de panificación aptos para el consumo de ellos. Se realizaron varias formulaciones hasta obtener una que fue parcialmente aceptada por su sabor, color y olor. Sin embargo, un 38% de los entrevistados mencionaron que se debía mejorar la consistencia y dureza del producto. Se decidió usar lecitina en concentraciones de 0.3% y 0.5% en conjunto con goma xantana en concentraciones de 0.1%, 0.4% y 0.7%. Se usó un Diseño Completamente al Azar con arreglo factorial de 2 x 3 con 3 repeticiones por tratamiento. Para cada unidad experimental se midió el contenido de humedad, penetrabilidad y altura para detectar cambios en la consistencia y dureza del producto final. Los resultados obtenidos fueron estudiados con un análisis de la varianza con un α de 5% y en caso de encontrar diferencia significativa entre los tratamientos se realizaba un prueba de diferenciación de medias de Tukey con α de 5%. Se encontró que el factor que más influenciaba en la textura era la goma xantana y luego de los análisis realizados se escogió como mejor tratamiento el lecitina al 0.5% con goma xantana a 0.4%. Una vez elegido este tratamiento se realizaron análisis bromatológicos y elaboró un plan HACCP.

ABSTRACT

Studies in the production of a black bean chocolate cake were done with the goal of developing a gluten free and low fat chocolate cake. This study was conducted because of the lack of gluten free products that are currently produced and sold on the market today. In addition, gluten intolerant associations have stated that they feel overlooked by their government, because of the dearth of gluten free products found in supermarkets. Studies were performed in order to develop a product that has an acceptable taste, smell and color. Around 38% of the people in the sensory study said that they would prefer a product that was more consistent and firm. To do this lecithin was used in concentrations of 0.3% and 0.5% with xanthan gum in concentrations of 0.1%, 0.4% and 0.7%. A completely random design was used, with a factorial arrangement of 2 x 3 with 3 repetitions per treatment. Each experimental unit measured moisture content, penetrability and height of cake, to detect any change in the cakes consistency or firmness. The results were analyzed using a variance analysis with α of 5%, if a significant difference between treatments was found, the median of the treatments was studied using a median difference analysis of Tukey with α of 5%. After analysis, it was concluded that xanthan gum had the highest influence on the consistency and firmness of the product. The best treatment was found to be the treatment with 0.5% lecithin and 0.4% xanthan gum. A semi industrial production study was then created for the 0.5% lecithin and 0.4% xanthan gum treatment, which included bromatological analysis and a HACCP plan.

Tabla de contenidos

1	Introducción	10
1.1	Justificación	11
2	Definición del producto.....	14
3	Objetivos	15
3.1	Objetivo Principal	15
3.2	Objetivos Secundarios	15
4	Formulación	16
4.1	Materias primas.....	16
5	Formulación Inicial	19
5.1	Estudio preliminar.....	19
5.2	Elaboración de prototipos	20
6	Diseño experimental.....	22
6.1	Resultados y discusión.....	23
6.2	Selección de mejores tratamientos.....	27
7	Producción semi industrial	29
7.1	Ingredientes.....	29
7.2	Plan HACCP.....	31
8	Conclusiones finales.....	33
9	Recomendaciones.....	34
10	Referencias	35
11	Anexos.....	39
11.1	Anexo 1. Análisis de Puntos Críticos de Control	39
11.2	Anexo 2. Métodos de análisis.....	44

Lista de Tablas

Tabla 1. Pasteles de chocolate de origen nacional.....	13
Tabla 2. Formulación Inicial.	20
Tabla 3. Tratamientos.	22
Tabla 4. Análisis de varianza (ANOVA) del contenido de humedad de los tratamientos. .	23
Tabla 5. Contenido de humedad, de los tratamientos.....	24
Tabla 6. Análisis de Varianza (ANOVA) de la penetrabilidad de los tratamientos.....	25
Tabla 7. Penetrabilidad de los tratamientos.....	25
Tabla 8. Análisis de Varianza (ANOVA) de la altura de los tratamientos.....	26
Tabla 9. Altura de los tratamientos.....	26
Tabla 10. Tabla de ponderación.	27
Tabla 11. Ingredientes utilizados por lote.	29
Tabla 12. Plan HACCP.....	31

Lista de Figuras

Figura 1. Flujograma del proceso de producción.	30
Figura 2. Plan HACCP	32

1 Introducción

La intolerancia a los alimentos es causada por la incapacidad de la persona en metabolizar o detoxificar algún compuesto bioquímico del alimento (Emsley & Fell, 2002). La intolerancia alimentaria no debe ser confundida con la alergia alimentaria. La intolerancia ocurre a nivel gastrointestinal al no poder digerir algún compuesto por la falta o baja cantidad de enzimas digestivas, mientras que la alergia está relacionada con el sistema inmune del paciente (Holford & Braly, 2005). En el caso de las alergias alimentarias, el sistema inmune de la persona reacciona de forma adversa al detectar algún compuesto de un alimento en específico; dicho compuesto por lo general se trata de una proteína, tanto animal como vegetal o polen de planta. La severidad con la que reacciona el sistema inmune no está relacionada con la cantidad del alimento ingerida y una pequeña cantidad del alérgeno puede resultar letal para el paciente (Emsley & Fell, 2002). Por otra parte la intolerancia alimentaria solo ocurre a nivel gastrointestinal y puede ser por deficiencia enzimática. La intolerancia alimentaria por deficiencia enzimática impide que la persona digiera algún nutriente del alimento, haciendo que el paciente tenga síntomas de toxicidad como dolor abdominal, vomito, problemas en el hígado, entre otros (Dean, 2000).

Uno de los tipos de intolerancia alimentaria es la del gluten o también conocida como enfermedad celíaca. Esta enfermedad es hereditaria se caracteriza por una sensibilidad a las proteínas de los cereales como la glutenina del trigo y algunas promalaminas de estructura similar que se encuentran en el centeno, la cebada y otros cereales (Barone & Auricchio, 2008). Al ingerir uno de estos cereales, se activa una respuesta inmune que lastima el revestimiento del intestino delgado y hace que se hinche. El hinchamiento del intestino delgado impide que este absorba macronutrientes y micronutrientes como carbohidratos, proteínas, grasa, vitaminas y minerales. La baja absorción de minerales puede causar constipación, diarrea, pérdida de peso, anemia y debilitamiento de huesos (Thompson,

2006). No existe cura o medicamento que pueda eliminar esta enfermedad, la mejor forma en que puede ser tratada es mediante un control en la dieta. El paciente debe tener una dieta controlada que carezca de cereales que poseen glutenina. Algunas alternativas de granos libres en gluten son el amaranto, maíz, arroz, quínoa y mijo (Picco, 2012).

1.1 Justificación

La mayoría de pasteles o cakes que se encuentran de venta en los supermercados son elaborados con harina de trigo. La harina de trigo posee las proteínas gliadina y glutenina que conforman el gluten, para dar elasticidad y textura a la mayoría de productos de panificación (Wieser, 2007). Sin embargo, no todas las personas pueden consumir el gluten. En el Ecuador, el Ministerio de Salud no posee datos sobre el porcentaje de personas que padecen de enfermedad celiaca (El Universo, 2010), pero en otros países europeos y de América se tienen registrado que alrededor del 1% de la población padece de esta enfermedad hereditaria (Chella & Murray, 2010); (UOC Celiac Disease Center, 2005). Se puede considerar que el Ecuador no es la excepción y que el porcentaje de personas que padecen de enfermedad celiaca se encuentran cercano al valor mencionado anteriormente. En el Ecuador no existen una cantidad suficiente de productos libres en gluten, que logren satisfacer a la demanda generada por este 1% de la población (El Universo, 2010). En el Diario el Universo de Ecuador, se menciona que las personas con enfermedad celiaca se sienten ignoradas por el gobierno y otras instituciones, debido a la falta de productos libre en gluten en los supermercados.

Por otra parte, la mayoría de pasteles o productos de naturaleza similar se caracterizan por tener un alto contenido de grasa. Cada porción posee más del 20% del Valor Diario Recomendado de grasa total y en la etiqueta semáforo todos estos pasteles califican con rojo para la categoría de grasa (Tabla 1). Al remplazar la harina de trigo con frejo

(*Phaseolus vulgaris* L.), se puede reducir la necesidad de utilizar tanta grasa para elaborar el producto (Mahan *et al.*, 2013). Al mismo tiempo, también se puede realizar una mejor selección de lípidos para elaborar el producto. Como mencionan sus etiquetas nutricionales, la mayoría de pasteles posee entre 6 a 8 gramos de grasa saturada por porción, lo que representa del 30 al 40% del Valor Diario Recomendado de grasa saturada (Tabla 1). Esto es un valor muy elevado para un alimento tan pequeño que solo va a ser utilizado como un bocadillo. Para reducir la cantidad de ácidos grasos saturados se puede utilizar una fuente de lípidos de mejor calidad nutricional como lo es el aceite de canola (Ackman, 1990).

Al eliminar la harina de trigo en la formulación de productos de panificación, se pierde la red de gluten que mantiene unida a la masa, da textura y elasticidad. Para compensar la pérdida de la red de gluten se pueden utilizar aditivos alimenticios como la goma xantana. La goma xantana es un polisacárido que se utiliza para ayudar en la formación de emulsiones, aumentar la viscosidad y mejorar las características reológicas de productos alimenticios. En panificación, la goma xantana ayuda a que los ingredientes se mezclen de forma adecuada y otorguen textura al alimento (Bennion & Bamford, 1997). También se puede añadir lecitina, que es uno de los emulsificantes más utilizados en la industria de alimentos, para ayudar a que todos los ingredientes se repartan a través de la masa de forma homogénea y de esta manera el alimento posea una superficie lisa y consistente (Dijkstra, 2007).

2 Definición del producto

Los productos de panificación, galletería y pastelería transforman materia prima en productos terminados con una vida útil mayor a 48 horas, poseen registro sanitario y son distribuidos en envases alimenticios. Los productos de pastelería pueden ser dulces o salados, con o sin relleno, tortas, tartas, empanadas y similares (NTP206, 1981). El producto que se desarrolló es un pastel de chocolate libre de gluten que es elaborado a base de frejol negro, aceite de canola, cacao en polvo, chispas de chocolate, azúcar, polvo para hornear, sal, esencia de vainilla, huevo, lecitina, goma xantana y sorbato de potasio. Es horneado a 177 °C durante 30 minutos y recortado en pedazos 7.5cm x 5.5 cm x 2.2 cm con un peso de 45g. Además de ser libre en gluten el producto tiene otros beneficios nutricionales como un alto contenido de fibra y una cantidad media de grasa total.

3 Objetivos

3.1 Objetivo Principal

Elaborar un pastel de chocolate libre de gluten, usando frejol (*Phaseolus vulgaris* L.) y bajo en grasa.

3.2 Objetivos Secundarios

1. Mejorar la mala consistencia causada por la ausencia de la red de gluten.
2. Apoyar a los consumidores con enfermedad celiaca y enfermedad de Crohn.
3. Disminuir el contenido de grasa que suele encontrarse en un pastel.

4 Formulación

4.1 Materias primas

Frejol (*Phaseolus vulgaris* L.)

El frejol negro es una leguminosa de alto valor nutritivo que tiene altas concentraciones de carbohidrato, fibra y proteína. En promedio una porción de 100 gramos de frejol negro maduro crudo posee 21g de proteína, 63g de carbohidratos, 15g de fibra y 2g de azúcar (USDA, 2015). Los frejoles tienen un alto contenido de aminoácidos, pero tienen baja cantidad de metionina, para dar un mejor balance de aminoácidos se puede añadir a la dieta algún cereal. Los cereales tienen altas cantidades metionina y le da un mejor balance de aminoácidos a los alimentos con leguminosas (Ensminger & Ensminger, 1994). En cuanto a los carbohidratos en leguminosas, la mayoría de ellos son complejos como el almidón que son de mayor aporte nutritivo y de lenta absorción en comparación a los carbohidratos simples como la glucosa (Torija & Diez, 1999). La alta concentración de fibra es una de las características nutricionales más importantes de este alimento. La fibra no da una cantidad apreciable de energía al consumidor ni puede ser metabolizada, pero puede prevenir enfermedades cardiovasculares, diabetes y cáncer de colon (Turner & Lupton, 2011). Existen diversos mecanismos por los que la fibra da estas características al alimento. La prevención de diabetes puede darse cuando las fibras solubles se solubilizan en el estómago y espesan su contenido. Cuando el contenido del estómago se espesa la absorción de nutrientes se desacelera y una lenta absorción de nutrientes va a disminuir la velocidad de absorción de azúcares y esto puede prevenir la diabetes (Tharanathan & Mahadevamma, 2003). El mecanismo para la reducción de colesterol se da por varias formas, como la quelación de ácidos biliares o la inhibición de la síntesis hepática del colesterol que se puede dar cuando las fibras solubles se fermentan en el intestino grueso,

creando ácidos grasos de cadena corta como propionato, butirato y acetato (Brown *et al.*, 1999). Las fibras también aceleran el tránsito intestinal y hace que el material fecal permanezca menos tiempo en el intestino. La reducción del tiempo que las heces permanecen en el intestino disminuye la probabilidad de que los compuestos cancerígenos sean absorbidos en el intestino y esto reduce la probabilidad de contraer cáncer de colon (Tharanathan & Mahadevamma, 2003).

Aceite de canola

Se eligió el aceite de canola como fuente de lípidos por ser considerada de alto valor nutricional y así poder aumentar el valor nutricional del producto final (White, 2008). También se consideró las características fisicoquímicas del aceite para determinar si resiste todas las etapas del procesamiento del pastel. Este aceite tiene un punto de humo de 204 °C que supera a la temperatura de horneado de 177 °C, por este motivo se considera que es seguro de usar para la elaboración del pastel (Rousseau, 2004). Este alimento es de origen vegetal que se caracteriza por tener una baja concentración de ácidos grasos saturados y una alta concentración de ácidos grasos monoinsaturados y polinsaturados (White, 2008). Una de las características más importantes de este aceite es que posee una concentración de 59% ácido oleico, que es una de las concentraciones más altas que se pueden encontrar en aceites de origen vegetal (Hawrysh, 1990).

Huevo

Fue importante tener una alta cantidad de huevo, porque con la eliminación de la harina de trigo también se elimina la red de gluten que mantiene unido, da elasticidad y consistencia a los productos de panificación. Hasta este punto, el huevo era el único encargado de ligar los ingredientes de la formulación (Mine, 2008). Uno de sus compuestos más nombrados es la lecitina que es un emulsificante que puede ser utilizado durante la elaboración de

salsas para dar viscosidad y textura al producto final (Li-Chan *et al.*, 1994). Además de emulsificar, la lecitina del huevo también puede ayudar a ligar agua, causando un descenso en la velocidad de pérdida de humedad durante el almacenamiento de productos de panificación (Yamamoto *et al.*, 1997). Dentro de los productos de panificación, el huevo también es utilizado para añadir agua a la masa antes del horneado, con un contenido de humedad de 88% el huevo puede brindar una cantidad considerable de agua (Mine, 2008). Durante el procesos de horneado es importante tener una concentración de agua adecuada, para que el almidón de la harina pueda absorber el agua e hincharse (Belitz & Grosch, 1999).

Sacarosa

El endulzante es uno de los ingredientes más importantes es la producción de pasteles. Su importancia se debe a sus características organolépticas y a la cantidad de productos que se pueden realizar a partir de esta materia prima. En este caso se analizara la sacarosa y sus propiedades funcionales. La sacarosa ayuda a la retención de agua, coloración marrón y fermentación (Bloom, 2007). La sacarosa se comercializa en dos presentaciones, la primera es la sólida o en grano y la segunda es una presentación líquida donde la sacarosa se encuentra en una concentración de 60%. Las distintas presentaciones de azúcar se usan dependiendo del uso al que se le va a dar. Por ejemplo, la azúcar granulada suele ser más utilizado para elaborar rellenos mientras que el azúcar en polvo se utiliza más como aderezo en panes, tortas y galletas. Una de las ventajas de la sacarosa con otros endulzantes es su amplio uso en productos de panificación, puede servir como sustrato para fermentación, para relleno, leudante químico y aderezo (Ponte, 1990) .

5 Formulación Inicial

5.1 Estudio preliminar

Se decidió elaborar un pastel de chocolate que sea libre de gluten para apoyar a las personas con enfermedad celiaca. Se seleccionó frejol negro para remplazar la harina de trigo. Se decidió usar frejol cocinada en vez del crudo porque resultaba más fácil de manejar, triturar, mezclar y se tiene la reducción de los factores anti nutricionales del frejol. De las distintas variedades de frejol se eligió este porque después del triturado se puede visualizar los trozos de la cascara. Solo esta variedad se logró camuflar con el color oscuro del pastel de chocolate; si se usaba otra variedad de frejol en el producto terminado se veían los trozos de la cascara que contrastaban con el color del pastel y daban una apariencia desagradable. Con la falta de red de gluten se decidió agregar huevo a la formulación para ayudar en la ligación de ingredientes (Mine, 2008). Con una 88% de humedad el huevo también ayuda a dar humedad a la masa durante el procesamiento del producto y hace que la masa se más manejable. La lecitina del huevo también ayuda a que crear una emulsión y a ligar agua, lo que evita que el producto final pierda agua durante el almacenamiento (Li-Chan *et al.*, 1994). Se realizaron pruebas agregando otros ingredientes como bicarbonato de sodio, azúcar, sal, esencia de vainilla, para mejorar el sabor del producto y llegar a una formulación inicial (Tabla 2).

Tabla 2. Formulación Inicial.

Formulación inicial por lote		
Materia prima	Gramos	Concentración (g/100g)
Frejol negro	230	32.31
Azúcar moreno	133	18.68
Aceite de canola	42.6	5.98
Chispas de chocolate	90	12.64
Huevo	150	21.07
Cocoa en polvo	59	8.29
Extracto de vainilla	4.33	0.61
Polvo para hornear	2	0.28
Sal (NaCl)	0.5	0.07
Sorbato de Potasio	0.525	0.07
Total	711.96*	100.00

Producto luego de ser horneado pesa 525g

(Stone, 2013)

5.2 Elaboración de prototipos

Luego de tener una formulación inicial, se realizó un análisis con dos grupos focales para determinar la aceptabilidad del producto y determinar que mejoras se le deberían de realizar. Cada grupo focal constó de 4 personas con 22 a 25 años de edad que probaron el producto y dieron sus comentarios acerca de este. Las calificaciones de sabor, color y apariencia fueron excelentes; sin embargo 3 de los 8 entrevistados declararon que ellos preferirían un cambio en la consistencia del producto. Estos 3 entrevistados, opinaron que el pastel estaba muy arenoso, suave y quebradizo para el gusto de ellos y preferirían un producto más duro y consistente. Se examinó el pastel y se determinó que si tenía un regusto arenoso. Probablemente solo 3 de 8 entrevistados lograron detectar esta característica, por tener un umbral de detección más agudo o quizás los otros 5 entrevistados era consumidores menos exigentes.

Con los resultados obtenidos en los grupos focales, se decidió trabajar en la textura del pastel para mejorar su consistencia y dureza. Luego de realizar un análisis bibliográfico se decidió utilizar dos aditivos alimentarios para mejorar la textura del pastel, que fueron goma xantana y lecitina. La goma xantana es uno de los aditivos más utilizados en productos libres de gluten, se lo usa para unir a todos los ingredientes de la formula, brindar elasticidad y textura a los alimentos de panificación libres en gluten (Panda, 2002). La lecitina fue utilizada para crear una emulsión y mejorar la mezcla homogénea de ingredientes. Muchos productos de panificación usan bicarbonato de sodio para darle volumen al producto durante el horneado. La lecitina ayuda en este proceso para homogenizar la repartición de las partículas de aire en el producto y ayudar a que se forme un producto homogéneo (ADM, 2015). Basado en esta información se realizaron 6 tratamientos para analizar el efecto de la lecitina y goma xantana en la consistencia del alimento(Tabla3).

6 Diseño experimental

El estudio se realizó usando un diseño completamente al azar con un arreglo factorial de 2x3. El primer factor fue la concentración de lecitina y el segundo factor la concentración de goma xantana, se usaron 2 y 3 niveles respectivamente. Para cada tratamiento se realizaron 3 repeticiones y 18 unidades experimentales (Tabla 3).

Tabla 3. Tratamientos.

Tratamientos	Lecitina (g/100g)	Goma Xantana (g/100g)
1	0.30	0.10
2		0.40
3		0.70
4	0.50	0.10
5		0.40
6		0.70

Los niveles seleccionados para cada factor se basaron en información obtenida en el CODEX Alimentarius y en fuentes bibliográficas. Las normas descritas en el CODEX Alimentarius no ponen límites de toxicidad para lecitina y goma xantana; solo especifica que estos aditivos alimentarios deben ser usados bajo buenas prácticas de manufactura. Para productos de panificación libres de gluten, se suele utilizar concentraciones entre 0.10% y 0.70% de goma xantana (Stauffer, 1990). Se consideró este rango para elegir los tres niveles de goma xantana que se iban a utilizar. Para lecitina, las concentraciones usadas en productos de panificación varían entre el 0.2% y 0.5% (ADM, 2015). Para este factor se utilizaron dos niveles, no se utilizó la mínima cantidad sugerida porque la cantidad de lecitina que posee el huevo le da a la formulación inicial una concentración cercana a 0.2% (Rister, 2012). Para mantener la misma cantidad de producto crudo en cada tratamiento se varió la cantidad de azúcar. Las variables a medir fueron: humedad, penetrabilidad y altura.

6.1 Resultados y discusión

Humedad

Se midió el contenido de humedad de los tratamientos usando el método especificado en la norma INEN-ISO 712 que expresa la humedad en gramos de agua para 100 gramos de producto (INEN-ISO, 2013). Con los resultados obtenidos se realizó un análisis de varianza con significancia de 0.05 para determinar si se encontraba diferencia significativa entre los tratamientos, los factores en estudios y la interacción de factores. En este análisis se determinó que existía diferencia significativa entre los tratamientos y que la goma xantana si influyó en la humedad de los tratamientos, pero ni la lecitina ni la interacción de factores influyeron en esta variable (Tabla 4). El coeficiente de variación fue de 1.69% y le da una mayor credibilidad a los resultados obtenidos, porque en análisis de laboratorio no se debería tener un coeficiente de variación mayor al 5% (Sanchez, 2012) . En el análisis de medias se observó que todos los tratamientos con el mismo contenido de goma xantana tuvieron un contenido de humedad significativamente igual (Tabla 5).

Tabla 4. Análisis de varianza (ANOVA) del contenido de humedad de los tratamientos.

<i>Fuente de variación</i>	<i>gl</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>F crit</i>
Total	17	176.8431			
Tratamientos	5	172.4834	34.4967	94.953*	3.11
Lecitina (A)	1	0.91125	0.9113	2.508 ^{NS}	4.747225
Goma Xanatana (B)	2	169.7959	84.8980	233.682*	3.885294
Interacción AxB	2	1.776233	0.8881	2.445 ^{NS}	3.885294
Error	12	4.359667	0.3633		

- *Existe diferencia significativa al 5% de probabilidad de la prueba F.
- ^{NS} No existe diferencia significativa al 5% de probabilidad de la prueba F.
- CV = 1.69%

Tabla 5. Contenido de humedad, de los tratamientos.

Tratamiento	Humedad (g/100g) *
6	31.35 ±0.57 a
3	31.53 ±0.61 a
2	35.85 ±0.68 b
5	37.16 ±0.50 bc
1	38.68 ±0.71 cd
4	38.90 ±0.67 d

* Media ± Desviación estándar

Las medias con las mismas letras son significativamente iguales basados en una prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Todos los tratamientos cumplieron con un máximo de 40g/100g de humedad según la Norma peruana NTP 206 para Bizcochos (NTP206, 1981).

Penetrabilidad

Para medir la dureza del producto se midió la penetrabilidad usando un penetrómetro modelo K19500 marca Koehler con pesas de 100g. Las unidades experimentales fueron medidas en mm/10mm. Como se observó en el Análisis de Varianza (Tabla 6) hubo diferencia significativa al 5% entre los tratamientos y solo la concentración de goma xantana influyó en la penetrabilidad de los tratamientos. Por otro lado, todos los tratamientos con la misma concentración de goma xantana fueron significativamente iguales con excepción de los tratamientos 3 y 6 que tienen una concentración de goma xantana de 0.7%.

Tabla 6. Análisis de Varianza (ANOVA) de la penetrabilidad de los tratamientos.

<i>Fuente de Variación</i>	<i>gl</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>F crit</i>
Total	17	1798.0000			
Tratamientos	5	1325.3333	265.0667	6.7295*	3.1100
Lecitina (A)	1	3.5556	3.5556	0.0903 ^{NS}	4.7472
Goma Xantana (B)	2	1241.3333	620.6667	15.7574*	3.8853
Interacción AxB	2	80.4444	40.2222	1.0212 ^{NS}	3.8853
Error Experimental	12	472.6667	39.3889		

- *Existe diferencia significativa al 5% de probabilidad de la prueba F.
- ^{NS} No existe diferencia significativa al 5% de probabilidad de la prueba F.
- CV = 7.75%

Tabla 7. Penetrabilidad de los tratamientos.

Tratamiento	Penetrabilidad (1/10mm)*
3	66.3 ±10.26 a
6	73.0 ±7.00 b
5	82.3 ±3.51 c
2	85.7 ±3.06 cd
4	89.0 ±6.56 d
1	89.7 ±4.16 d

*Media ± Desviación estándar

Las medias con las mismas letras son significativamente iguales basados en una prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Los mejores tratamientos fueron 3 y 6 por que tuvieron menor penetrabilidad que la muestra control que tuvo entre 86.8 ±6.7 mm/10mm que representa un rango entre 80.1 y 93.5 mm /10mm. Se deseaba una menor penetrabilidad porque esto sugeriría que hubo un aumento en la consistencia y dureza (Bennion & Bamford, 1997). La alta variabilidad en los resultados se observa en el coeficiente de variación de 7.75%, que para pruebas de laboratorio no debería ser mayor a 5% (Sanchez, 2012). Este resultado se debe a la porosidad que tienen los productos de panificación (Datta et al., 2007). Puede ser que en ocasiones el penetrómetro se encontró con más poros que en otras.

Altura

La altura se midió en cm usando una regla graduada con una capacidad de medición entre 0.1 y 30 cm. En el Análisis de Varianza (Tabla 8) se observa que existió diferencia significativa entre los tratamientos. Además, la concentración de lecitina y goma xantana influyeron en la altura de los tratamientos. El coeficiente de variación fue de 3.13% y le da una mayor credibilidad a los resultados obtenidos, porque en análisis de laboratorio no se debería tener un coeficiente de variación mayor al 5% (Sanchez, 2012). Por otro lado, en el análisis de medias se determinó que todos los tratamientos con la misma concentración de goma xantana, tenían una altura significativamente igual (Tabla 9).

Tabla 8. Análisis de Varianza (ANOVA) de la altura de los tratamientos.

<i>Fuente de variación</i>	<i>gl</i>	<i>SC</i>	<i>CM</i>	<i>F</i>	<i>F crit</i>
Total	17	2.704444			
Tratamientos	5	2.664444	0.532889	159.86667*	3.11
Lecitina (A)	1	0.035556	0.035556	10.66667*	4.75
Goma Xantana (B)	2	2.614444	1.307222	392.16667*	3.89
Interacción AxB	2	0.014444	0.007222	2.16667 ^{NS}	3.89
Error	12	0.040000	0.003333		

- *Existe diferencia significativa al 5% de probabilidad de la prueba F.
- ^{NS} No existe diferencia significativa al 5% de probabilidad de la prueba F.
- CV = 3.13%

Tabla 9. Altura de los tratamientos.

Tratamiento	Altura (cm)*
6	1.3 ± 0.10 a
3	1.5 ± 0.06 a
4	1.8 ± 0.00 b
1	1.9 ± 0.06 b
2	2.3 ± 0.06 c
5	2.3 ± 0.00 c

*Media ± Desviación estándar

Las medias con las mismas letras son significativamente iguales basados en una prueba de Tukey al 5% de probabilidad.

Los mejores tratamientos fueron los tratamientos 1, 2, y 5 que fueron los que superaron la altura del control que era 1.7 ± 0.11 cm que representa un rango entre 1.6 y 1.8 cm. Este aumento en la altura representa una mejor estabilidad del producto luego de haber sido estirado durante el horneado (Bennion & Bamford, 1997). Los tratamientos 6 y 3 perdieron altura por tener una masa muy elástica que se volvió a encoger luego del enfriamiento.

6.2 Selección de mejores tratamientos

Tabla 10. Tabla de ponderación.

Tabla de ponderación				
Tratamientos	Humedad (3)	Altura (2)	Penetrabilidad (1)	Total
1	3	2	0	5
2	3	2	0	5
3	3	0	1	4
4	3	0	0	3
5	3	2	0	5
6	3	0	1	4

La importancia de las variables en la tabla de ponderación fue dada desde el punto de vista del productor. La humedad fue la variable más importante porque es la única de las tres que es controlada por una norma (NTP206, 1981). La altura tiene el segundo rango de importancia porque indica una mejor estabilidad de la masa luego de ser estirada durante el horneado. La penetrabilidad ocupa el tercer rango de importancia porque indica la dureza en un punto en específico, mas no en todo el producto y la dureza de los productos de panificación varia de sitio en sitio dependiendo de la porosidad (Datta et al., 2007). Los tratamientos 1, 2 y 5 tuvieron las calificaciones más altas en comparación al resto de tratamientos (Tabla 10). Sin embargo, el tratamiento 1 fue descartado por que la masa de estos pasteles se rompió durante la cocción y se formaron grietas inaceptables. Los

tratamientos 2 y 5 tuvieron características fisicoquímicas similares, pero se eligió al tratamiento 5 por que posee una actividad de agua menor. La actividad de agua del tratamiento 5 fue de 0.856 mientras que del tratamiento 2 fue de 0.884. Esta diferencia en la actividad de agua posiblemente se dé por la concentración de lecitina, que es un emulsificante que liga agua y reduce el agua libre del alimento (Li-Chan *et al.*, 1994). Considerando esta situación, se optó por seleccionar al tratamiento 5 por que proporcionará una mejor seguridad alimentaria al producto (FDA, 2015).

7 Producción semi industrial

7.1 Ingredientes

Basados en los análisis realizados, se determinó que el mejor tratamiento era el 5 con una contracción de lecitina de 0.5% y una concentración de goma xantana del 0.4%. Basado en esta información se tiene una nueva formulación del producto (Tabla 11).

Tabla 11. Ingredientes utilizados por lote.

Formulación final por lote		
Materia prima	gramos	concentración (g/100g)
Frejol negro	230	32.31
Azúcar moreno	126.6	17.78
Aceite de canola	42.6	5.98
Chispas de chocolate	90	12.64
Huevo	150	21.07
Cocoa en polvo	59	8.29
Extracto de vainilla	4.33	0.61
Polvo para hornear	2	0.28
Sal (NaCl)	0.5	0.07
Sorbato de Potasio	0.525	0.07
Goma xantana	2.85	0.40
Lecitina	3.55	0.50
Total	711.96	100.00

*Luego de hornear el producto final tiene 550g de masa.

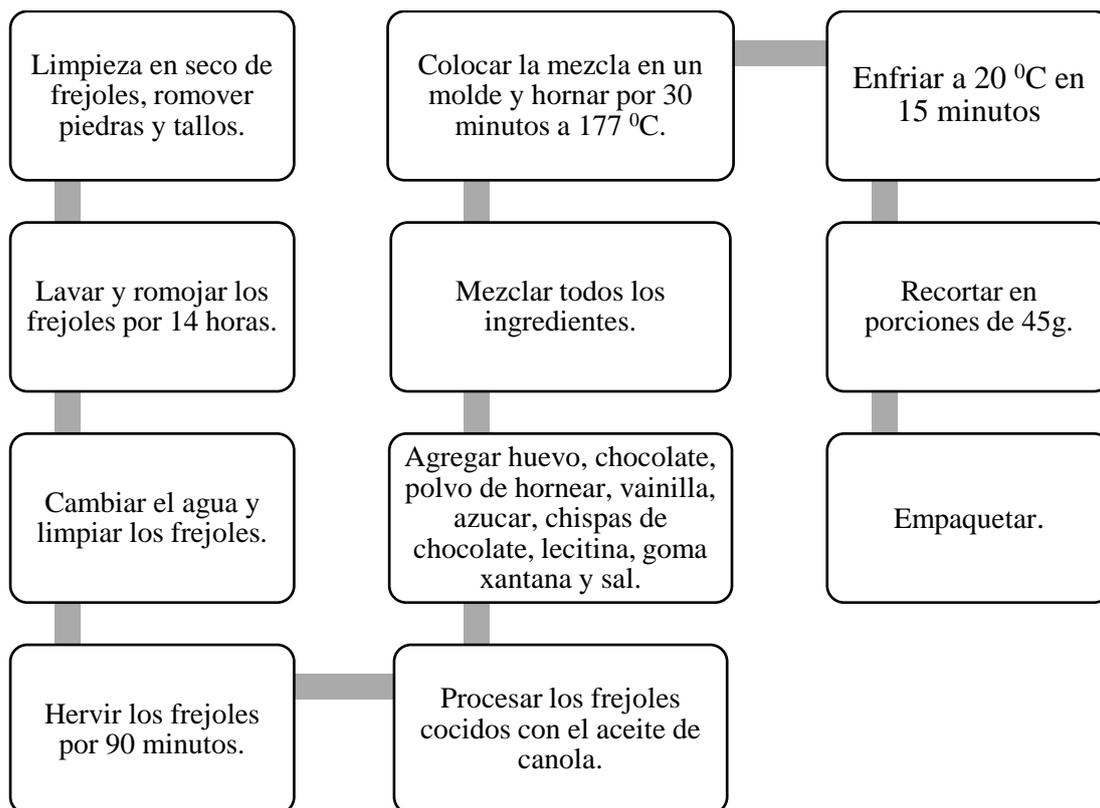


Figura 1. Flujograma del proceso de producción.

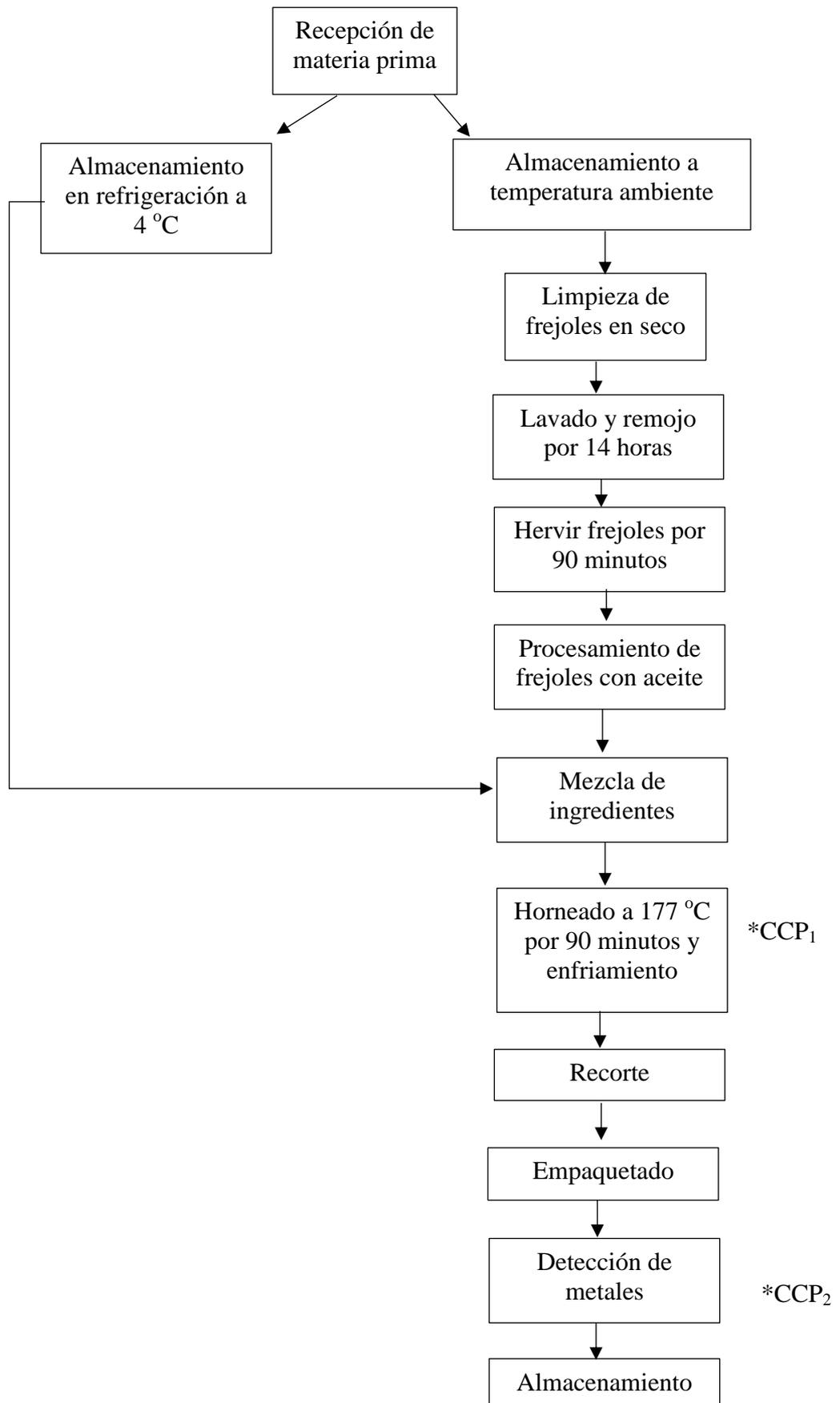
7.2 Plan HACCP

Se analizó cada una de las etapas del proceso para determinar riesgo presente en cada etapa y determinar cuáles son los puntos críticos de control (Anexo 1).

Tabla 12. Plan HACCP

Punto Crítico de Control (PCC)	Peligro(s)	Limite Critico	Monitoreo				Medida Correctiva
			¿Que?	¿Como?	¿Frecuencia?	¿Quien?	
PCC1	L. monocytogenes, C. botulinum, Salmonella	Se hornea el producto a 177 °C por 30 minutos y se enfría a 20 °C en 15 minutos.	Pastel de chocolate, para controlar la presencia de patógenos	Control de la temperatura con termómetro	Cada 10 minutos	Encargado de calidad	Corregir temperatura del proceso.
PCC2	Pedazos de metal entre 7 a 25 mm	Detector de metales detecta pedazos de metal mayores a 5mm	El producto envasado pasa por un detector de metales para controlar la presencia de metales	Personas controlan que todos los productos pasen por el detector de metales y utilizan envases de prueba	Cada 10 minutos	Encargado de calidad	Reparar falla técnica / envases vuelven a ser examinadas

Figura 2. Plan HACCP



8 Conclusiones finales

- Se logró elaborar un pastel de chocolate reemplazando la harina de trigo con frejol negro (*Phaseolus vulgaris* L.) para eliminar la red de gluten.
- Con la adición de lecitina y goma xantana se logró mejorar la consistencia del pastel que se pierde con la eliminación de la red de gluten.
- Se obtuvo producto que declara 10 % del VDR para grasa total por porción de producto y una etiqueta semáforo con calificación media en grasa.
- Se desarrolló una formulación y proceso para elaborar un producto libre de gluten que puede ser de ayuda para las personas con enfermedad celíaca y enfermedad de Crohn.

9 Recomendaciones

- Se puede reformular el producto y añadir algún cereal sin gluten, como el arroz. Debido a que las leguminosas poseen una baja concentración de metionina y alta concentración de lisina, mientras que los cereales poseen una alta concentración de metionina y baja concentración de lisina. Al mezclar estos dos ingredientes, los alimentos se complementan entre si y se tiene un mejor balance de aminoácidos.
- Se podría reformular el producto y realizar pruebas bajando la concentración de azúcar en el producto para llegar a la calificación mediano en azúcar de la etiqueta semáforo.
- El producto fue realizado con chocolate amargo, pero se podría realizar nuevas formulaciones chocolate de leche, vainilla, naranja u otros sabores para satisfacer los gustos de otros consumidores.
- Se puede realizar nuevos estudios usando nuevos niveles de goma xantana para desarrollar un pastel con mejores características organolépticas.

10 Referencias

- Ackman, R. G. (1990). Canola Fatty acids - An Ideal Mixture for Health Nutrition and Food Use. En F. Shahidi, *Canola and Rapeseed* (págs. 81-98). New York : Van Nostrand Reinhold.
- ADM. (2015). *Lecithin Bakery*. Obtenido de ADM: <http://www.adm.com/en-US/products/food/lecithin/Documents/Lecithin%20for%20Bakery%20Applications.pdf>
- Barone, M., & Auricchio, S. (2008). Biochemistry and biological properties of gliadin peptides. En A. Fasano, R. Troncone, & D. Branski, *Frontiers in Celiac Disease* (págs. 57-65). Switzerland: S Karger.
- Belitz, H., & Grosch, W. (1999). Cereal and Cereal Products. En H. Belitz, & W. Grosch, *Food Chemistry* (págs. 631-693). Springer: New York.
- Bennion, E. B., & Bamford, G. S. (1997). *The Technology of Cake MAKing* . Gran Bretania : Chapman & Hall.
- Bloom, C. (2007). Baking Essentials. En C. Bloom, *The Essential Baker* (págs. 1-45). New Jersey: John Wiley & Sons.
- Brown, L., Rosner, B., Willett, W., & Sacks, F. (1999). Cholesterol-lowering effects of dietary fiber: a meta-analysis. *Am J Clin Nutr*, 69:30-42.
- Chella , D., & Murray, J. (2010). *Mayo Clinic*. Obtenido de Celiac Disease: On the Rise: <http://www.mayo.edu/research/discoverys-edge/celiac-disease-rise>
- Datta, A., Sahin, S., Sumnu , G., & Keskin, O. (2007). Porous media characterization of breads baked using novel heating modes. *Journal of Food Engineering*, 79:106-116.
- Dean, T. (2000). Introduction. En T. Dean, *Food Intolerance and the Food Industry* (págs. 1-10). Boca Raton: CRC Press.
- Dijkstra, A. J. (2007). Modification Process and Food Uses. En F. D. Gunstone, J. L. Harwood, & A. J. Dijkstra, *The Lipid Handbook* (págs. 263-355). Boca Raton: CRC Press.
- El Universo . (20 de 12 de 2010). El Universo . *Enfermos de celiaquía reclaman por falta de apoyo del Gobierno*.

Emsley, J., & Fell, P. (2002). Introduction. En J. Emsley, & P. Fell, *Was It Something You Ate?* (págs. 1-5). New York: Oxford University Press Inc.

Ensminger, M., & Ensminger, A. (1994). *Foods & Nutrition Encyclopedia, Two Volume Set*. Boca Raton: CRC Press.

FAO. (9 de Enero de 2015). *Examen de los métodos de análisis*. Obtenido de FAO: <ftp://ftp.fao.org/docrep/fao/009/y4705s/y4705s02.pdf>

FDA. (27 de Enero de 2015). *Water Activity (aw) in Foods*. Obtenido de U. S. Food and Drug Administration: <http://www.fda.gov/ICECI/Inspections/InspectionGuides/InspectionTechnicalGuides/ucm072916.htm>

Hawrysh, Z. (1990). Stability of Canola Oil. En F. Shahidi, *Canola and Rapeseed: Production, Chemistry, Nutrition, and Processing Technology* (págs. 100-105). New York : Van Nostrand Reinhold.

Holford, P., & Braly, J. (2005). Is what you eating making you ill? En P. Holford, & J. Braly, *Hidden Food Allergies: Is what you eat making you ill?* London: Hachette Digital .

INEN 0520. (2013). *NTE INEN 0520:2013 Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalizacion.

INEN 521. (2013). *NTE INEN 521:2013 Harinas de Origen Vegetal Determinacion de la acidez titulable*. . Quito: Instituo Ecuatoriano de Normalizacion. .

INEN266. (2013). *NTE INEN 266:2013 Azúcar. Determinación del azúcar reductor*. Quito : Instituto Ecuatoriano de Normalizacion .

INEN334. (2011). *NTE INEN 334-2:2011 Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos*. Quito : Instituo Ecuatoriano de Normalizacion .

INEN51. (2012). *NTE INEN 51:2012 Sal Común. Determinación Del Cloruro De Sodio*. Quito : Instituo Ecuatoriano de Normalizacion .

INEN535. (1980). *INEN 535 Cacao (Productos derivados). Determinación del contenido de grasa. Método de extracción por Soxhlet*. Quito : Instituto Ecuatoriano de Normalizacion .

INEN-ISO. (2013). *NTE INEN-ISO 712 Granos Y Cereales. Determinación Del Contenido De Humedad*. Quito: Instituto Ecuatoriano de Normalizacion.

INEN-ISO20483. (2013). *NTE INEN ISO 20483:2013 Cereales y leguminosas. Determinación del contenido en nitrógeno y cálculo del contenido de proteína bruta. Método de Kjeldahl*. Quito : Instituto Ecuatoriano de Normalizacion .

Li-Chan, E., Powrie, W., & Nakai, S. (1994). The Chemistry of Egg and Egg products. En W. Stadelman, D. Newkirk, & L. Newby, *Egg Science and Technology* (págs. 105-177). New York: The Haworth Press.

Mahan, L., Foster, L., & Dahl, W. (16 de 1 de 2013). *University of Florida*. Obtenido de Frijoles, guisantes, y lentejas: Beneficios de la Salud: <http://edis.ifas.ufl.edu/fs240>

Mine, Y. (2008). *Egg Bioscience and Biotechnology*. New Jersey: Wiley.

NTP206. (1981). *NTP 206.002.1981.BIZCOCHOS*. Lima : Norma Tecnica Peruana.

Panda, H. (2002). Tamarind Gum. En H. Panda, *The Complete Technology Book On Natural Products* (págs. 122-152). Delhi: National Institute of Industrial Research.

Picco, M. (9 de Agosto de 2012). *Celiac Disease*. Obtenido de Mayo Clinic: <http://www.mayoclinic.org/diseases-conditions/celiac-disease/expert-answers/celiac-disease/FAQ-20058118?p=1>

Ponte, J. (1990). Sugar in Bakery Food. En N. Pennington, & C. Baker, *Sugar: User's Guide To Sucrose* (págs. 130-135). New York : Van Nostrand Reinhold.

Rister, S. (2012). What Foods to Eat and What to do to. En S. Rister, *Gotta Wanta* (págs. 44-83). Bloomington: Xlibris Corporation.

Rousseau, D. (2004). Chemical and Physical Properties of canola oil and rapeseed oil. En F. Gunstone, *Rapeseed and Canola Oil: Production, Processing, Properties and Uses* (págs. 79-105). Boca Raton: Blackwell Publishing .

Sanchez, J. (2012). Analisis Funcional. En J. Sanchez, *Introduccion al diseno experimental* (págs. 40-47). Quito: SPSS.

Stauffer, C. E. (1990). Functional Additives for Bakery Foods. En C. E. Stauffer, *High Molecular Weight Additives* (págs. 157-189). New York : Van Nostrand Reinhold.

- Stone, M. (2013). *Gluten-free Living: Simple, Delicious, Gluten-free Recipes for the Modern Family*. Los Gatos: Smashwords.
- Tharanathan, R., & Mahadevamma, S. (2003). Grain legumens-a boon to human nutrition . *Food Science & Technology*, 14:507–518.
- Thompson, T. (2006). *Celiac Disease Nutrition Guide*. Estados Unidos de America: American Dietetic Association.
- Torija, M., & Diez, C. (1999). Legumbres. En M. Hernández , & A. Sastre , *Tratado de nutrición* (págs. 425-429). Madrid: Diaz de Santos.
- Turner, N., & Lupton, J. (2011). Dietary Fiber. *Adv Nutr*, 2:151-152.
- UOC Celiac Disease Center. (2005). *The University of Chicago Medicine* . Obtenido de http://www.uchospitals.edu/pdf/uch_007937.pdf
- USDA. (2015). *Basic Report: 16016, Beans, black turtle, mature seeds, raw*. Obtenido de National Nutrient Database for Standard Reference: <http://ndb.nal.usda.gov/ndb/foods/show/4730?fgcd=&manu=&lfacet=&format=&count=&max=35&offset=&sort=&qlookup=black+bean>
- White, P. (2008). Fatty Acids and Oilseeds. En C. Kuang , *Fatty Acids in Foods and their Health Implications* (págs. 227-252). Boca Raton : Taylor & Francis Group, LLC.
- Wieser, H. (2007). Chemistry of gluten proteins. *Food Microbiology*, 115–119.
- Yamamoto, T., Raj , L., Hatta, H., & Kim, M. (1997). *Hen Eggs: Basic and Applied Science*. Boca Raton : CRC Press.

11 Anexos

11.1 Anexo 1. Análisis de Puntos Críticos de Control

Ingredientes o etapa del procesamiento	Identificación de riesgos potenciales en esta etapa del procesamiento		¿Es probable que esto ocurra en el procesamiento?	¿Por qué?	¿Qué medidas de control se puede aplicar para reducir o controlar este riesgo?	¿Es esto un punto crítico de control?
Recepción de materia prima almacenada a temperatura ambiente (Azúcar, chocolate, aceite, sal, extracto de vainilla, polvo para hornear, aditivos alimentarios)	Biológico	N/A	No	La presencia de m.o. no es probable en estos ingredientes	Proveedores certificados y buenas prácticas de manufactura	No
	Físico	Pedazos de plástico o material de envoltura	No	Los ingredientes son obtenidos de proveedores certificados que cumplen con nuestras especificaciones	Proveedores certificados y buenas prácticas de manufactura	
	Químico	Presencia de materiales no alimenticios	No	Los ingredientes son obtenidos de proveedores certificados que cumplen con nuestras especificaciones	Proveedores certificados y buenas prácticas de manufactura	
Recepción de materia prima almacenada a refrigeración 4 °C	Biológico	L. monocytogenes, C. botulinum, Salmonella	Si	Estos m.o. pueden estar presentes en granos y productos avícolas	Hay un proceso de horneado en procesamiento.	No

(Huevos)	Físico	Pedazos de plástico o material de envoltura	No	Los ingredientes son obtenidos de proveedores certificados que cumplen con nuestras especificaciones	Proveedores certificados y buenas prácticas de manufactura	
	Químico	Presencia de materiales no alimenticios	No	Los ingredientes son obtenidos de proveedores certificados que cumplen con nuestras especificaciones	Proveedores certificados y buenas prácticas de manufactura	
Recepción de material de empaque	Biológico	N/A	No	La presencia de m.o. no es probable en estos ingredientes	Proveedores certificados y buenas prácticas de manufactura	No
	Físico	No existe	N/A	N/A	N/A	
	Químico	No existe	N/A	N/A	N/A	
Limpieza es seco de frejoles	Biológico	L. monocytogenes, C. botulinum, Salmonella	Si	Estos m.o. pueden estar presentes en granos y productos avícolas	Hay un proceso de horneado en procesamiento.	No
	Físico	No existe	N/A	N/A	N/A	
	Químico	No existe	N/A	N/A	N/A	
Limpieza de frejoles con agua	Biológico	L. monocytogenes, C. botulinum, Salmonella	Si	Estos m.o. pueden estar presentes en granos y productos avícolas	Hay un proceso de horneado en procesamiento.	No

	Físico	No existe	N/A	N/A	N/A	
	Químico	No existe	N/A	N/A	N/A	
Remojo de frejoles	Biológico	L. monocytogenes, C. botulinum, Salmonella	Si	Estos m.o. pueden estar presentes en granos y productos avícolas	Hay un proceso de horneado en procesamiento.	No
	Físico	No existe	N/A	N/A	N/A	
	Químico	No existe	N/A	N/A	N/A	
Cocción de frejoles	Biológico	L. monocytogenes, C. botulinum, Salmonella	Si	Estos m.o. pueden estar presentes en granos y productos avícolas	Hay un proceso de horneado en procesamiento.	No
	Físico	No existe	N/A	N/A	N/A	
	Químico	No existe	N/A	N/A	N/A	
Procesamiento de frejoles y aceite	Biológico	L. monocytogenes, C. botulinum, Salmonella	Si	Estos m.o. pueden estar presentes en granos y productos avícolas	Hay un proceso de horneado en procesamiento.	No
	Físico	Pedazos de cuchillas	Si	Pedazos de metal entre 7 a 25 mm pueden desprenderse de los equipos	Luego se va a realizar un proceso de detección de metales	
	Químico	No existe	N/A	N/A	N/A	
Mezcla de ingredientes	Biológico	L. monocytogenes, C. botulinum, Salmonella	Si	Estos m.o. pueden estar presentes en granos y productos avícolas	Hay un proceso de horneado en procesamiento.	No

	Físico	Pedazos de cuchillas	Si	Pedazos de metal entre 7 a 25 mm pueden desprenderse de los equipos	Luego se va a realizar un proceso de detección de metales	
	Químico	No existe	N/A	N/A	N/A	
Horneado y enfriamiento	Biológico	L. monocytogenes, C. botulinum, Salmonella	Si	Estos m.o. pueden estar presentes en granos y productos avícolas	Se hornea el producto a 177 °C por 30 minutos. Luego se enfría el producto a 20 °C en 15 minutos	Si
	Físico	No existe	N/A	N/A	N/A	
	Químico	No existe	N/A	N/A	N/A	
Cortado	Biológico	No existe	N/A	N/A	N/A	
	Físico	Pedazos de cuchillas	Si	Pedazos de metal entre 7 a 25 mm pueden desprenderse de los equipos	Luego se va a realizar un proceso de detección de metales	No
	Químico	No existe	N/A	N/A	N/A	
Empaquetado	Biológico	No existe	N/A	N/A	N/A	
	Físico	Pedazos de cuchillas	Si	Material no alimenticio con un tamaño entre 7 a 25 mm puede desprenderse de los equipos	Luego se va a realizar un proceso de detección de metales	No
	Químico	No existe	N/A	N/A	N/A	
Detección de	Biológico	No existe	N/A	N/A	N/A	Si

metales	Físico	Pedazos de cuchillas	Si	Pedazos de metal entre 7 a 25 mm pueden desprenderse en el licuado	Se utiliza un detector de metales que detecta y desecha todos los envases que tengan metales mayores a 7mm	
	Químico	No existe	N/A	N/A	N/A	
Almacenamiento	Biológico	No existe	N/A	N/A	N/A	No
	Físico	No existe	N/A	N/A	N/A	
	Químico	No existe	N/A	N/A	N/A	

11.2 Anexo 2. Métodos de análisis.

Determinación	Porcentaje	Porción /g	VDR/g	% VDR	Método de análisis
Grasa total	13.93%	6.269	65	9%	INEN 535 Cacao (Productos derivados). Determinación del contenido de grasa. Método de extracción por Soxhlet (INEN 535, 1980).
Sodio proveniente de NaCl	0.115%	0.052	2.4	2%	NTE INEN 51:2012 Sal Común. Determinación Del Cloruro De Sodio (INEN 51, 2012).
Carbohidratos	40.11%	18.048	300	6%	Determinación de Carbohidrato por Diferencia (FAO, 2015).
Azúcares	25.45%	11.455	-	-	NTE INEN 266:2013 Azúcar. Determinación del azúcar reductor (INEN 266, 2013).
Proteína	7.42%	3.340	50	6%	NTE INEN ISO 20483:2013 Cereales y leguminosas. Determinación del contenido en nitrógeno y cálculo del contenido de proteína bruta. Método de Kjeldahl (INEN-ISO 20483, 2013).
Humedad	37.17%	16.727	-	-	NTE INEN-ISO 712 Granos Y Cereales. Determinación Del Contenido De Humedad (INEN-ISO, 2013).
Cenizas	1.37%	0.617	-	-	NTE INEN 0520:2013 Harinas de origen vegetal. Determinación de la ceniza (INEN 0520, 2013).
Acidez/ ácido láctico	0.47%	0.212	-	-	NTE INEN 0521:2013 Harinas de Origen Vegetal. Determinación de la Acidez Titulable (INEN 521, 2013).

Determinación	Macronutriente	g/45g porción	Aporte kcal/g	kcal/ 45g porción	kJ/ 45g porción	Método
Energía calórica total y proveniente de grasa	Grasa total	6.269	9	56.421	236.07	NTE INEN 334-2:2011 Rotulado de productos alimenticios para consumo humano. Parte 2. Rotulado nutricional. Requisitos (INEN 334, 2011).
	Carbohidrato	18.048	4	72.192	302.05	
	Proteína	3.340	4	13.36	55.90	
	Total	-	-	141.973	594.02	

Determinación	Concentración (g/100g)	Baja	Media	Alto	Calificación
Grasa total	13.93	$\leq 3\text{g}/100\text{g}$	$> 3 \text{ a } < 20 \text{ g } /100\text{g}$	$\geq 20\text{g}/100\text{g}$	Media
Sodio proveniente de NaCl	0.115	$\leq 120 \text{ mg } / 100\text{g}$	$> 120 \text{ a } < 600 \text{ mg } /100\text{g}$	$\geq 600 \text{ mg } /100\text{g}$	Baja
Azúcares	25.45	$\leq 5 \text{ g } /100\text{g}$	$> 5 \text{ a } < 15 \text{ g } /100\text{g}$	$\geq 15 \text{ g } /100\text{g}$	Alta