



Universidad de San Carlos de Guatemala
Facultad de Ingeniería
Escuela de Ingeniería Química

**FORMULACIÓN Y MANUFACTURA DE UNA PREMEZCLA PARA PAN INTEGRAL A NIVEL
DE LABORATORIO PARA MINIMIZAR TIEMPOS DE FABRICACIÓN**

Alexandra Carola Esther García Herrera

Asesorado por el Inga. Mercedes Esther Roquel Chávez

Guatemala, octubre de 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA



FACULTAD DE INGENIERÍA

**FORMULACIÓN Y MANUFACTURA DE UNA PREMEZCLA PARA PAN INTEGRAL A NIVEL
DE LABORATORIO PARA MINIMIZAR TIEMPOS DE FABRICACIÓN**

TRABAJO DE GRADUACIÓN

PRESENTADO A LA JUNTA DIRECTIVA DE LA
FACULTAD DE INGENIERÍA
POR

ALEXANDRA CAROLA ESTHER GARCÍA HERRERA
ASESORADO POR EL INGA. MERCEDES ESTHER ROQUEL CHAVEZ

AL CONFERÍRSELE EL TÍTULO DE

INGENIERA QUÍMICA

GUATEMALA, OCTUBRE DE 2016

UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA



NÓMINA DE JUNTA DIRECTIVA

DECANO	Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
VOCAL I	Ing. Angel Roberto Sic García
VOCAL II	Ing. Pablo Christian de León Rodríguez
VOCAL III	Inga. Elvia Miriam Ruballos Samayoa
VOCAL IV	Br. Raúl Eduardo Ticún Córdova
VOCAL V	Br. Henry Fernando Duarte García
SECRETARIA	Inga. Lesbia Magalí Herrera López

TRIBUNAL QUE PRACTICÓ EL EXAMEN GENERAL PRIVADO

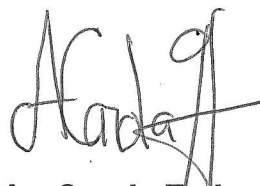
DECANO	Ing. Murphy Olympto Paiz Recinos
EXAMINADOR	Ing. Federico Guillermo Salazar Rodríguez
EXAMINADOR	Ing. Carlos Salvador Wong Davi
EXAMINADOR	Ing. Jaime Domingo Carranza Gonzáles
SECRETARIA	Inga. Marcia Ivónne Véliz Vargas

HONORABLE TRIBUNAL EXAMINADOR

En cumplimiento con los preceptos que establece la ley de la Universidad de San Carlos de Guatemala, presento a su consideración mi trabajo de graduación titulado:

FORMULACIÓN Y MANUFACTURA DE UNA PREMEZCLA PARA PAN INTEGRAL A NIVEL DE LABORATORIO PARA MINIMIZAR TIEMPOS DE FABRICACIÓN

Tema que me fuera asignado por la Dirección de la Escuela de Ingeniería Química, con fecha 4 de marzo de 2015.



Alexandra Carola Esther García Herrera

Guatemala, 15 de octubre de 2015

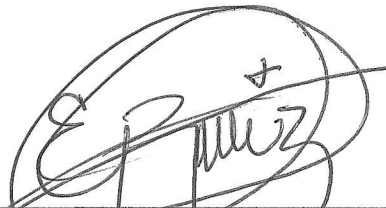
Ing. Víctor Manuel Monzón
Director Escuela de Ingeniería Química
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería
Universidad San Carlos de Guatemala

Estimado Ing. Monzón:

Por este medio hago constar mi aprobación del Informe Final con título, **FORMULACIÓN Y MANUFACTURA DE UNA PREMEZCLA PARA PAN INTEGRAL A NIVEL DE LABORATORIO PARA MINIMIZAR TIEMPOS DE FABRICACIÓN**, elaborado por la estudiante de la carrera de Ingeniería Química, Alexandra Carola Esther García Herrera, quien se identifica con número de carné 2000-10585.

Agradeciendo la atención prestada a la presente, me suscribo de usted.

Atentamente,



Mercedes Esther Roquel Chavez

Ingeniera Química
Colegiada No. 1,451





Guatemala, 26 de noviembre de 2015.
Ref. EIQ.TG-IF.087.2015.

Ingeniero
Víctor Manuel Monzón Valdez
DIRECTOR
Escuela de Ingeniería Química
Facultad de Ingeniería

Estimado Ingeniero Monzón:

Como consta en el registro de evaluación del informe final EIQ-PRO-REG-007 correlativo **110-2014** le informo que reunidos los Miembros de la Terna nombrada por la Escuela de Ingeniería Química, se practicó la revisión del:

INFORME FINAL DE TRABAJO DE GRADUACIÓN

Solicitado por la estudiante universitaria: **Alexandra Carola Esther García Herrera**.
Identificada con número de carné: **2000-10585**.
Previo a optar al título de **INGENIERA QUÍMICA**.


Siguiendo los procedimientos de revisión interna de la Escuela de Ingeniería Química, los Miembros de la Terna han procedido a **APROBARLO** con el siguiente título:

FORMULACIÓN Y MANUFACTURA DE UNA PREMEZCLA PARA PAN INTEGRAL A NIVEL DE LABORATORIO PARA MINIMIZAR TIEMPOS DE FABRICACIÓN

El Trabajo de Graduación ha sido asesorado por la Ingeniera Química: **Mercedes Esther Roquel Chávez**.

Habiendo encontrado el referido informe final del trabajo de graduación **SATISFACTORIO**, se autoriza al estudiante, proceder con los trámites requeridos de acuerdo a las normas y procedimientos establecidos por la Facultad para su autorización e impresión.

"ID Y ENSEÑAD A TODOS"


Inga. Hilda Piedad Palma de Martini
COORDINADORA DE TERNA
Tribunal de Revisión
Trabajo de Graduación



C.c.: archivo



Ref.EIQ.TG.054.2016

El Director de la Escuela de Ingeniería Química de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer el dictamen del Asesor y de los Miembros del Tribunal nombrado por la Escuela de Ingeniería Química para revisar el Informe del Trabajo de Graduación de la estudiante, **ALEXANDRA CAROLA ESTHER GARCÍA HERRERA** titulado: **"FORMULACIÓN Y MANUFACTURA DE UNA PREMEZCLA PARA PAN INTEGRAL A NIVEL DE LABORATORIO PARA MINIMIZAR TIEMPOS DE FABRICACIÓN"**. Procede a la autorización del mismo, ya que reúne el rigor, la secuencia, la pertinencia y la coherencia metodológica requerida.

"Id y Enseñad a Todos"

Ing. Carlos Salvador Wong Davi
Director
Escuela de Ingeniería Química



Guatemala, septiembre 2016

Cc: Archivo
CSWD/ale



El Decano de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de San Carlos de Guatemala, luego de conocer la aprobación por parte del Director de la Escuela de Ingeniería Química, al trabajo de graduación titulado: **FORMULACIÓN Y MANUFACTURA DE UNA PREMEZCLA PARA PAN INTEGRAL A NIVEL DE LABORATORIO PARA MINIMIZAR TIEMPOS DE FABRICACIÓN**, presentado por la estudiante universitaria: **Alexandra Carola Esther García Herrera**, y después de haber culminado las revisiones previas bajo la responsabilidad de las instancias correspondientes, se autoriza la impresión del mismo.

IMPRÍMASE.

Ing. Pedro Antonio Aguilar Polanco
Decano



Guatemala, octubre de 2016

/cc

ACTO QUE DEDICO A:

Dios	“Te alabaré, oh Señor, con todo mi corazón; Contaré todas tus maravillas. Me alegraré y me regocijaré en ti; Cantaré a tu nombre, oh Altísimo.” Salmos 9: 1-2
Mis padres	Camilo García y Gladys de García, por su amor, sacrificio, entrega y fidelidad desde el primer día de mi vida.
Mi esposo	Cefv Velarde, por ser un ejemplo real en mi vida de amor, paciencia, fidelidad y alegría.
Mis hijos	Marcos Sebastián y Ana Jimena Valverde García, ustedes son la representación viva del amor de Dios.
Mi hermano	Sergio García Herrera, tu compañía y cariño, hizo que todo este camino fuera más fácil.
Mis abuelos	Camilo García (q. e. p. d.) sé que este día, hubiera sido de gran alegría y orgullo; Esther de García, por su cariño y oraciones constantes.

Mi abuela

Consuelo Hernández, la culminación de este camino, empezó con su trabajo, persistencia, lucha y honradez. Gracias por todo.

Mi familia

Tíos, tías y primos, por su apoyo, sus consejos y por hacerme sentir en todo momento parte de su familia.

Mis amigos

“En todo tiempo ama el amigo, y es como un hermano en tiempo de angustia.” Proverbios 17:17

AGRADECIMIENTOS A:

**Universidad de San
Carlos de Guatemala**

Por ser la casa que me formó académica y profesionalmente.

Facultad de Ingeniería

En especial a la Escuela de Ingeniería Química.

Inga. Esther Roquel

Por asesorar mi trabajo de graduación y apoyarme incondicionalmente.

ÍNDICE GENERAL

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES.....	V
LISTA DE SÍMBOLOS	VII
GLOSARIO	IX
RESUMEN.....	XI
OBJETIVOS.....	XIII
INTRODUCCIÓN	XV
1. ANTECEDENTES	1
2. MARCO TEÓRICO.....	3
2.1. Premezclas.....	3
2.2. Harina.....	4
2.2.1. Proceso de elaboración de la harina	4
2.2.2. Harina integral	6
2.2.2.1. El endosperma.....	7
2.2.2.2. El germen	7
2.2.2.3. El salvado	7
2.3. Levadura.....	7
2.3.1. Levadura para panificación.....	8
2.4. Grasa vegetal	8
2.4.1. Grasa de coco	9
2.4.2. Grasa de palmiste.....	10
2.5. Emulsificantes	10

3.	DISEÑO METODOLÓGICO.....	13
3.1.	Variables	13
3.2.	Delimitación de campo de estudio	14
3.3.	Recursos humanos disponibles	14
3.4.	Recursos materiales disponibles.....	14
3.4.1.	Instalaciones	14
3.4.2.	Equipo de medición.....	14
3.4.3.	Cristalería	15
3.4.4.	Materias primas.....	15
3.4.5.	Equipo y utensilios auxiliares	15
3.5.	Técnica cualitativa o cuantitativa.....	16
3.6.	Recolección y ordenamiento de la información.....	16
3.6.1.	Formulación y manufactura de la premezcla pan integral.....	17
3.6.2.	Manufactura de pan francés integral	17
3.6.3.	Análisis fisicoquímico de la premezcla de pan integral y test organoléptico para el pan integral	18
3.7.	Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información.....	19
3.8.	Análisis estadístico.....	24
4.	RESULTADOS.....	27
5.	INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS	33
	CONCLUSIONES.....	37
	RECOMENDACIONES	39
	BIBLIOGRAFÍA.....	41
	APÉNDICES.....	43

ANEXOS..... 47

ÍNDICE DE ILUSTRACIONES

FIGURAS

1.	Partes del cereal integral.....	6
2.	Premezcla de pan integral.....	27
3.	Comparación de apariencia pan integral premezcla <i>versus</i> pan integral artesanal	28
4.	Comparación de olor pan integral premezcla <i>versus</i> pan integral artesanal	29
5.	Comparación de sabor pan integral premezcla <i>versus</i> pan integral artesanal	29
6.	Comparación de suavidad pan integral premezcla <i>versus</i> pan integral artesanal	30

TABLAS

I.	Determinación de variables.....	13
II.	Determinación del porcentaje de levadura y grasa en polvo para una premezcla de pan integral	19
III.	Determinación cantidad de agua para premezcla de pan integral A (5 min).....	20
IV.	Determinación de la cantidad de agua para premezcla de pan integral A (8 min)	20
V.	Determinación cantidad de agua para premezcla de pan integral A (10 min)	21

VI.	Determinación cantidad de agua para premezcla de pan integral B (5 min).....	21
VII.	Determinación cantidad de agua para premezcla de pan integral B (8 min).....	22
VIII.	Determinación cantidad de agua para premezcla de pan integral B (10 min).....	22
IX.	Determinación cantidad de agua para premezcla de pan integral C (5 min).....	23
X.	Determinación cantidad de agua para premezcla de pan integral C (8 min).....	23
XI.	Media aritmética características pan integral artesanal	24
XII.	Media aritmética características pan integral premezcla pan integral B.....	25
XIII.	Datos finales para la premezcla de pan integral B	28
XIV.	Tiempo de manufactura de pan integral/premezcla B.....	30
XV.	Análisis microbiológico premezcla pan integral B	31

LISTA DE SÍMBOLOS

Símbolo	Significado
As.	Arsénico
Cd.	Cadmio
°C	Grado Celsius
g.	Gramo
kg.	Kilogramo
mL.	Mililitro
min.	Minuto
Pb.	Plomo
UFC/g.	Unidades Formadoras de Colonias

GLOSARIO

Emulsificante	Aditivos para la panificación que son incorporados en las fórmulas para mejorar, tanto las características de manejo de la masa como la calidad en general del pan.
Grasa	Lípido sólido de origen animal o vegetal empleado como alimento.
Harina	Polvo fino que se obtiene del cereal molido u otros alimentos ricos en almidón.
Harina de trigo blanca	Harina que el proceso de refinamiento de los cereales solo se usa la parte interior del grano; las secciones externas e internas se descartan, junto con muchos nutrientes del cereal.
Harina de trigo integral	Harina que contiene todas la partes del cereal y tiene más nutrientes.
INE	Instituto Nacional de Estadística.
Intecap	Instituto Técnico de Capacitación y Productividad
Lecitina de soya	Emulsificante que contiene una mezcla de fosfolípidos naturales que ha sido ampliamente

utilizado en el segmento de panificación, para mejorar la elasticidad.

Levadura	Hongos microscópicos unicelulares que son importantes, por su capacidad, para realizar la descomposición mediante fermentación de diversos cuerpos orgánicos. Principalmente los azúcares o hidratos de carbono, produciendo distintas sustancias.
Mohos	Hongo que se encuentra tanto al aire libre como en lugares húmedos y con baja luminosidad.
Pan integral	Alimento que está compuesto de harina no refinada y que posee una gran cantidad de fibra dietética.
Premezcla	Conjunto de ingredientes en seco premezclados, perfectamente medidos, que tan solo con la añadidura de uno o más ingredientes, darán el mismo resultado sin importar condiciones exteriores.
RTCA	Reglamento Técnico Centroamericano.

RESUMEN

Se formuló y manufacturó una premezcla para pan integral, a la cual se le añadió únicamente agua, para obtener panes integrales.

Para realizar las pruebas se sustituyeron los ingredientes (levadura fresca y grasa vegetal) del proceso artesanal de pan integral, por ingredientes en polvo (levadura instantánea y grasa de coco y palmiste). Además se añadió un emulsificante (lecitina de soya), que permitió que la premezcla se unificará al contacto con el agua y que mejorará la masa del pan integral. De esta manera se obtuvo una premezcla homogénea, la cual puede ser usada por cualquier persona que desee hacer pan integral.

Se realizaron tres fórmulas patrón con porcentajes diferentes de levadura y grasa. Luego de varias pruebas se encontró la formulación correcta y la cantidad necesaria de agua para obtener panes integrales parecidos a los de la receta artesanal. Estos fueron comparados con panes integrales artesanales, por medio de un test sensorial a una población de 40 personas.

En la prueba hedónica se comparó apariencia, olor, sabor y suavidad de los panes integrales de la premezcla y de la receta artesanal. La tendencia fue favorable para los panes de la premezcla, ya que la aceptación en los cuatro atributos fue igual o mayor a la de los panes de la receta artesanal.

Para finalizar se analizó microbiológicamente la premezcla de pan integral, en un laboratorio independiente; en donde se aseguró que es un producto apto para el consumo humano y cumple con el criterio de inocuidad.

OBJETIVOS

General

Formular y manufacturar una premezcla para pan integral a nivel de laboratorio para minimizar los tiempos de fabricación.

Específicos

1. Sustituir la levadura y grasa de la receta artesanal, por las mismas materias primas en polvo.
2. Formular los porcentajes de leudante y grasa, para la premezcla de pan integral.
3. Determinar la cantidad de agua, que necesita la premezcla para que pueda ser utilizada.
4. Manufacturar con la premezcla panes integrales, que den como resultado final, panes con las mismas características de olor, sabor, suavidad y apariencia que la receta artesanal.
5. Realizar una evaluación microbiológica de mohos y levaduras, a la premezcla de pan integral.

6. Realizar un test organoléptico-sensorial de 5 puntos, comparando los panes integrales de la premezcla y de la receta artesanal, evaluando olor, sabor, suavidad y apariencia.
7. Determinar el tiempo en el proceso de manufactura de los panes integrales, hechos a base de la formulación de pan integral.

INTRODUCCIÓN

El pan tiene su origen en las primeras épocas de la historia del hombre, su evolución en la alimentación ha ido paralelamente relacionada con el uso de los cereales. Las primeras civilizaciones conocían las propiedades nutritivas de los cereales (ingrediente básico del pan), procesándolos hasta obtener harinas. Estas se convirtieron en una de las primeras aplicaciones alimenticias de la humanidad.

El concepto de harinas y pan han ido tomando importancia a medida que la responsabilidad alimentaria y nutricional han cobrado auge en la vida diaria del ser humano. En la actualidad el pan es considerado como un alimento básico en el consumo diario del hombre, tanto así, que se encuentra en la base de la pirámide nutricional. Este es rico en hidratos de carbono (carbohidratos) siendo estos uno de los tres mayores macronutrientes que suplen al cuerpo humano de energía.

En Guatemala el consumo de pan es importante, según el Instituto Nacional de Estadística (INE), el pan está entre los alimentos esenciales de la canasta básica alimentaria de los guatemaltecos. Esto no solo por su gran contenido nutricional, sino también por la cultura del país. La demanda de consumir pan integral crece cada día. Por ello es necesario crear soluciones que ahorren tiempo y dinero en los procesos de panificación, sin sacrificar calidad, nutrición y accesibilidad.

Actualmente, la industria panificadora ha ido tecnificando los procesos de elaboración de pan desde las materias primas, hasta los diferentes tipos de panes que hay en el mercado.

En los procesos de panificación existen algunas situaciones en las cuales es deseable o necesario utilizar mezclas, que tengan parte o todos los ingredientes a utilizar, en la elaboración de determinado producto. Las premezclas para panadería son un conjunto de ingredientes en seco, perfectamente homogenizados. Estos solo, con la añadidura de uno o más ingredientes, dará el mismo resultado de un pan fabricado tradicionalmente, sin importar las condiciones exteriores.

Estas mezclas representan una gran conveniencia para panaderías manufactureras tradicionales, de tamaño industrial, también para cadenas de comida rápida y consumidores finales. Las mismas, ahorran tiempo, energía, reducen el trabajo que normalmente acompaña el mezclado en las materias primas y permiten una preparación rápida de productos.

Durante los últimos años se ha determinado que los alimentos integrales, producidos con harinas de cereales no refinados. Estos son más ricos en nutrientes, (como vitaminas, minerales y fibras), que los alimentos de cereales refinados. El consumo regular de alimentos integrales (pan, pasta, arroz, cereales del desayuno) contribuye a la reducción de los factores de riesgo relacionados con enfermedades crónicas, en especial de enfermedad cardiovascular, diabetes tipo 2 y ciertos tipos de cáncer, así como varias enfermedades gastrointestinales.

Tratar acerca de alimentos integrales hoy en día es sinónimo de salud y nutrición. Los cereales integrales poseen la ventaja de ser ricos en

micronutrientes y fibra, ya que no están refinados y contienen todas las partes del grano. Estas ayudan a mejorar el metabolismo de las personas.

Por lo tanto, el objetivo de formular y manufacturar una premezcla para pan integral, beneficiará a panificadores y consumidores. Esto debido a que el único ingrediente que se utilizará es el agua, dando como resultado pan saludable y rico en nutrientes.

1. ANTECEDENTES

Las premezclas para especialidades de panadería se han desarrollado, para obtener, con menor esfuerzo, productos que mantengan el estilo personal que distingue a los productos artesanales en la panificación. Las premezclas simplifican el trabajo, eliminan errores de producción minimizando variaciones en el producto terminado, evitan el pesado de ingredientes, generan masas más tolerantes durante la elaboración y reducen el tiempo total empleado, dando como resultado pan de óptima calidad a través del sistema directo de panificación.

La mayoría de las empresas panificadoras en Guatemala cuentan con premezclas para pan. Sin embargo, esta información no está disponible al público, por estar protegidos con el derecho de propiedad intelectual y por la inversión económica que han realizado en investigaciones.

A nivel universitario no se encontró ningún estudio; para premezclas de pan integral, ni de ningún otro tipo de pan. Es por eso que toda la investigación, que se realizará en este estudio, favorecerá a que la información esté disponible a todo público y especialmente a la población estudiantil que quiera conocer e investigar más de este tema.

2. MARCO TEÓRICO

2.1. Premezclas

Las mezclas en la panadería son un conjunto de ingredientes en seco premezclados, perfectamente medidos. Solo con la añadidura de uno o más ingredientes darán el mismo resultado sin importar condiciones exteriores.

Esto disminuye errores muy comunes en la panadería, tales como la medición, la disponibilidad de los ingredientes y la capacitación o entrenamiento de la mano de obra. Con las mezclas se obtiene una disminución significativa en los tiempos de producción, dando disponibilidad a los panaderos a trabajar en la elaboración de más productos.

Las mezclas para panadería se dividen en tres grupos generales: mezclas completas, masa base y masa concentrada. Cada una varía ampliamente en composición, ofreciendo distintas ventajas. Las mezclas completas o premezclas consisten en una mezcla seca, tienen todos los ingredientes incluidos y lo único que requiere es la adición de agua, formar o amasar la mezcla resultante y hornear. Las mezclas parciales o masa base son mezclas que requieren el uso de agua y algunos otros ingredientes líquidos como huevo y aceite o grasa vegetal. Las masas concentradas son mezclas que contienen grasa vegetal, acondicionadores, surfactantes, huevos deshidratados, sabores y otros ingredientes; es decir casi todo, excepto la levadura y casi toda la harina a utilizar. Permite a las industrias panificadoras de nivel industrial y a las cadenas de comida rápida, la conveniencia de comprar su propia harina o fórmula, lo cual representa una ventaja de tipo costo competitividad.

2.2. Harina

Es el polvo fino que se obtiene del cereal molido u otros alimentos ricos en almidón. Por tanto, el denominador común de todas las harinas es el almidón. Se puede conseguir harina de varios cereales, como el centeno, cebada, maíz o avena. Sin embargo, la más habitual es la procedente del trigo. Su elaboración no es sencilla: en ella intervienen varios factores que controlados, permiten obtener una gran variedad de alimentos seguros. Estos son pan, pasta o cereales.

La harina de trigo posee un nutriente esencial. Este es el gluten, que la hace apta para la formación de una gran variedad de alimentos. Está formado por dos proteínas básicas: las gluteninas, encargadas de proporcionar fuerza y tenacidad, y las gliadinas, responsables de la elasticidad. Al añadir agua, el gluten hace posible la formación de una masa consistente, tenaz y resistente a la que se le puede dar la forma deseada. Esta sirve de base para la elaboración de una amplia variedad de alimentos.

Existen harinas blandas, procedentes de la variedad de trigo blando, y harinas duras, procedentes del trigo duro. Sin embargo, la cantidad de gluten presente también determina la dureza de la harina. La blanda se destina a la elaboración de pan y se selecciona por su capacidad de absorber el agua. Mientras que la más dura se utiliza sobre todo para la elaboración de productos de pastelería o caseros y no precisa la absorción de agua.

2.2.1. Proceso de elaboración de la harina

La harina se obtiene del trigo por molienda. Antiguamente esta acción se realizaba de forma manual con la ayuda de dos piedras. Con el paso del tiempo

se empezaron a utilizar procesos mecánicos que empleaban la fuerza del agua o el viento (molinos) para realizar la molienda. Actualmente se emplean modernos molinos eléctricos cuya capacidad y rapidez es notablemente superior.

El primer paso para la obtención de harina es el lavado del cereal. Normalmente se realiza por separadores magnéticos que eliminan los residuos de mayor tamaño y protegen la maquinaria de posibles obturaciones. Posteriormente debe acondicionarse el grano de cereal para ser molido. El objetivo principal es mejorar el estado físico del grano, lo cual optimiza la calidad de la harina obtenida. Para este acondicionamiento se añade agua y se deja en reposo durante un periodo de tiempo que puede ir de las 6 a las 24 horas.

Una vez adecuado el grano se procede a la molienda. Este puede ser en seco: en la que se apartan las partes anatómicas del grano, o húmeda: en la que además se separan algunos constituyentes como son el almidón, las proteínas o la fibra. En el proceso de la molienda se separa el salvado. Por lo tanto, la harina de trigo será más fácilmente digerible aunque, por el contrario, más pobre en fibra. En las harinas integrales se mantiene el salvado.

Moler el grano para obtener la harina no está exento de riesgos. En la mayoría de casos conlleva alteraciones en la futura composición de la harina, ya que durante este proceso se lesiona una pequeña, pero significativa parte del almidón. La intensidad del daño varía según la fuerza empleada en la molienda y de la dureza del grano.

El almidón lesionado incrementa la absorción de agua, lo que provoca una moltura más pegajosa y una calidad final de la harina menor.

2.2.2. Harina integral

La harina es considerada integral, si contienen las 3 partes comestibles y nutritivas del trigo.

Cuando un cereal es refinado (normalmente para crear productos blancos como la harina blanca o el arroz blanco) solo se usa la parte interior del grano cereal. Las secciones externas e internas se descartan, junto con muchos nutrientes del cereal. Por lo tanto, el cereal integral contiene más nutrientes que el cereal refinado. Esta es una de las razones por las cuales se recomiendan escoger el cereal integral en vez del refinado.

Aun siendo tan pequeño, un cereal está formado por 3 partes: la envoltura exterior, el endosperma y el germen. Estos tres componentes de un cereal contienen diferentes nutrientes con un papel importante en ayudar a la planta del cereal a crecer y mantenerse sana.

Figura 1. Partes del cereal integral



Fuente: Nestlé. *Partes del Cereal*. www.nestle-cereals.es/cereales-integrales. Consulta: febrero 2015.

2.2.2.1. El endosperma

Este forma la mayor parte del cereal integral. Su componente principal son los hidratos de carbono. Esta es la reserva de la cual la planta joven vive hasta que desarrolla un sistema de raíces. El endosperma es la parte del grano molido que se usa para hacer harina refinada.

2.2.2.2. El germen

Es el embrión u órgano vegetal a partir del cual se desarrolla una planta. Está presente en la harina de cereal integral, pero no en la harina refinada.

2.2.2.3. El salvado

El salvado es la capa externa del cereal. Éste protege a la semilla y se caracteriza por ser rico en fibra. La harina de cereal integral contiene la envoltura exterior, pero la harina refinada no.

2.3. Levadura

Se denomina levadura a cualquiera de los diversos hongos microscópicos unicelulares que son importantes, por su capacidad, para realizar la descomposición mediante fermentación de diversos cuerpos orgánicos. Principalmente los azúcares o hidratos de carbono, produciendo distintas sustancias. Además producen enzimas capaces de descomponer diversos sustratos, principalmente los azúcares.

Las levaduras se reproducen asexualmente por gemación o brotación y sexualmente mediante ascosporas o basidiosporas. Durante la reproducción

asexual, una nueva yema surge de la levadura madre cuando se dan las condiciones adecuadas, tras lo cual la yema se separa de la madre al alcanzar un tamaño adulto. En condiciones de escasez de nutrientes las levaduras que son capaces de reproducirse sexualmente formarán ascosporas. Las levaduras que no son capaces de recorrer el ciclo sexual completo se clasifican dentro del género *Candida*.

2.3.1. Levadura para panificación

Una de las levaduras más conocidas es la especie *Saccharomyces Cerevisiae* o conocida también como vegetal unicelular. Esta presenta la particularidad de actuar principalmente sobre dos azúcares: azúcar común y azúcar natural de harina o maltosa, transformándose en alcohol y anhídrido carbónico, gas que hace que las masas tomen volumen. Este proceso es conocido como fermentación, ya que el dióxido de carbono gaseoso queda retenido en pequeños poros de la masa, produciendo así el levado o esponjado de la misma. Como la levadura es un eficiente productor de gas, resulta muy adecuada para el levado de las masas.

Una de las ventajas de este tipo levadura es que se puede utilizar en polvo (instantánea) o en masa (levadura fresca). Estas son las más óptimas en panadería.

2.4. Grasa vegetal

Se llama grasa alimentaria la materia grasa de origen animal o vegetal empleada como alimento.

Se considera la grasa para aludir a un lípido sólido a temperatura ambiente, frente a los aceites, que son líquidos a esa temperatura. Sin embargo, grasa es también un término genérico que se usa a menudo como sinónimo de cualquier forma de lípido.

La función de las grasas vegetales (polvo o sólidas) en panadería, contribuyen para ablandar el producto. Esto hace que repele el agua de las partículas de harina. Ello limita la facilidad con que se desarrolla el gluten; además lo lubrica en bandas ya formadas y les permite deslizarse unas sobre otras más fácilmente.

2.4.1. Grasa de coco

El aceite de coco, por sus magníficas y beneficiosas propiedades para el organismo del ser humano y por su estabilidad a altas temperaturas, se usó masivamente durante años en la industria alimentaria, en especial en la bollería industrial y en las comidas prefabricadas. La producción del aceite de coco suele provenir de países que utilizan agricultura ecológica en sus cultivos y tratamiento manual de las cosechas. Por ello, normalmente tiene un precio superior al de otros cultivos de vegetales de los cuales se obtiene aceite.

Se emplea en los productos de bollería y en la elaboración de aperitivos (junto con el aceite de palma). La manteca de coco, al ser un ácido graso de cadena mediana, no produce daños para la salud si se consume moderadamente.

2.4.2. Grasa de palmiste

Se obtiene del mesocarpio de la fruta de la palma de aceite, *Elaeis guineensis Jacq* y sus variedades, por proceso de extracción mecánica o por solventes. Se caracteriza por tener una relación 1:1 de ácido palmítico y ácido oleico. Este le imprime una alta estabilidad a la oxidación y no requiere de hidrogenación (proceso precursor de ácidos grasos trans). Además, tiene un alto contenido de vitaminas A (carotenos) y vitaminas E (tocoferoles y tocotrienoles).

La fracción sólida del aceite de palma p estearina de palma es obtenida del proceso de fraccionamiento del aceite refinado, blanqueado y desodorizado. Esto después de la fase de cristalización a temperatura controlada. Se caracteriza por su consistencia sólida a temperatura ambiente y por ser un aceite libre de ácidos grasos trans.

La estearina es utilizada para la formulación de margarinas, grasas sólidas para panadería, *shortenings* y en la fabricación de jabones.

2.5. Emulsificantes

Los aditivos para la panificación son incorporados en las fórmulas, para mejorar tanto las características de manejo de la masa, como la calidad en general del pan. Muchos tributos tales como la conducción de la masa a través de las máquinas, volumen y vida de anaquel son mejorados. Los emulsificantes que regularmente se incluyen para estos propósitos son mono y diglicéridos, estearol lactato de sodio (SSL), Datem y lecitinas.

La lecitina de soya en polvo ha sido ampliamente utilizada en el segmento de panificación. Esto para mejorar la elasticidad de la masa, permitiendo así un mejor manejo de los ingredientes durante el procesamiento industrial. La lecitina de soya es una mezcla de fosfolípidos naturales, ampliamente utilizada en la industria alimenticia debido principalmente a sus propiedades emulsionantes.

La lecitina de soya es una mezcla de fosfolípidos naturales, ampliamente utilizada en la industria alimenticia debido principalmente a sus propiedades emulsionantes. Además posee la ventaja de que no tiene sabor, ni olor y se dispersa fácilmente en agua o masa. Está recomendada para la utilización en productos de crecimiento fermentado.

3. DISEÑO METODOLÓGICO

3.1. Variables

En probabilidad y estadística, una variable aleatoria o variable estocástica es una variable estadística cuyos valores se obtienen de mediciones en algún tipo de experimento aleatorio.

Tabla I. **Determinación de variables**

Variable	Independiente	Dependiente
Harina integral y blanca	X	
Sal	X	
Emulsificante (lecitina de soya)	X	
Levadura instantánea		X
Grasa (coco y palmiste)		X
Agua		X
Tiempo	X	

Fuente: elaboración propia.

3.2. Delimitación de campo de estudio

Debido a que la gama de pan integral es amplia, la premezcla se utilizará para hacer pan de agua integral. Además por ser un estudio independiente, las pruebas se realizarán en el Laboratorio de Físicoquímica, de la Escuela de Ingeniería Química, en la Universidad San Carlos de Guatemala.

3.3. Recursos humanos disponibles

Investigador: Alexandra Carola Esther García Herrera

Asesora: Ingeniera Mercedes Esther Roquel Chavez

Población a encuestar

3.4. Recursos materiales disponibles

Son los bienes tangibles que la organización puede utilizar para el logro de sus objetivos. Contar con los recursos materiales adecuados es un elemento clave en la gestión de las organizaciones.

3.4.1. Instalaciones

Laboratorio de Físicoquímica, Escuela de Ingeniería Química, Universidad San Carlos de Guatemala.

3.4.2. Equipo de medición

- Balanza Analítica
- Cronómetro

3.4.3. Cristalería

Se denomina cristalería de laboratorio, al conjunto de objetos utilizados en la realización de diferentes procedimientos técnicos, que independientemente de su forma y tamaño están constituidos solamente por vidrio. La cristalería empleada fue:

- *Beacker* 10 ml
- Vidrio de reloj

3.4.4. Materias primas

Se conocen como materias primas a la materia extraída de la naturaleza y que se transforma para elaborar materiales que más tarde se convertirán en bienes de consumo. El material que se utilizó para el trabajo de graduación es:

- Harina integral y blanca
- Sal
- Levadura en polvo
- Grasa en polvo
- Emulsificante
- Agua

3.4.5. Equipo y utensilios auxiliares

El equipo que se utilizó para el trabajo es el siguiente:

- Computadora
- Batidora industrial

- Bandejas y moldes para hornear
- Horno
- Espátulas
- Limpiadores
- Cofia
- Guantes
- Mascarilla

3.5. Técnica cualitativa o cuantitativa

Este estudio utilizará dos técnicas. La cuantitativa en el proceso de formulación de la premezcla, ya que los resultados obtenidos de levadura, grasa y agua, se tabulará para determinar así los porcentajes óptimos de los ingredientes. Además que se realizará un estudio fisicoquímico y microbiológico a la premezcla de pan integral.

La cualitativa con el proceso de manufactura de la premezcla y panes integrales, por medio de estudio organoléptico.

3.6. Recolección y ordenamiento de la información

Son todas las formas posibles de que se vale el investigador para obtener la información necesaria en el proceso investigativo. Hace relación al procedimiento, condiciones y lugar de recolección de datos, dependiendo de las distintas fuentes de información.

3.6.1. Formulación y manufactura de la premezcla pan integral

Es la representación de los elementos que forman un compuesto y la proporción en que se encuentran.

- Selección de materias primas.
- Se realizarán 3 corridas para encontrar la formulación adecuada de premezcla; se trabajarán con los parámetros establecidos para levadura y grasa, para la levadura entre 3,5 y 7 %, para la grasa entre 15,5 y 20 %. (Ref. 2) Se preparará 1 kg. de formulación.
- Mezclar por 10 minutos los ingredientes de la premezcla: harinas, azúcar, sal, emulsificante, levadura y grasa, hasta conseguir una mezcla homogénea.
- Con este procedimiento se obtendrán 3 formulaciones patrones A, B y C, con las cuales se harán las pruebas de pan integral.

3.6.2. Manufactura de pan francés integral

Para la elaboración del pan integral se seguirán los procedimientos utilizados en la Escuela de Panificación de Molinos Modernos y en el libro Elaboración de Productos de Repostería Modulo 3, del Instituto Técnico de Capacitación y Productividad (Intecap).

- Pesarse correctamente los ingredientes (premezcla y agua).

- Se realizarán 3 corridas para encontrar el porcentaje óptimo de agua que facilite la elaboración de pan integral.
- Se realizarán 3 corridas para obtener el tiempo exacto de mezclado de la premezcla y agua. Cada corrida tendrá un tiempo de amasado diferente, siendo estos tiempos de 5, 8 y 10 min. respectivamente; se utilizará una batidora y se observará la elasticidad de la masa.
- Retirar la masa de la batidora.
- Bolear la masa y colocarla en los moldes para hornear.
- Dejar reposar la masa durante 45 minutos.
- Hornear la masa a 180 °C, durante 30 minutos.

3.6.3. Análisis fisicoquímico de la premezcla de pan integral y test organoléptico para el pan integral

- Se realizará un test sensorial, por medio de una encuesta de escala hedónica de 5 puntos al pan integral, con una población de 40 personas. esto determinará cuál es la fórmula patrón con más aceptación.
- La fórmula patrón de premezcla para pan integral que tenga más aceptación se analizará en un laboratorio independiente. Para que se compruebe que cumple con las características fisicoquímicas y microbiológicas establecidas por El Codex Alimentarius 178-1991 para harina de trigo integral y el Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.15:07, para Harinas.

- Harinas de Trigo Fortificadas. Especificaciones. Los parámetros a analizar son: cenizas según el Método de Análisis AOAC 923:2; proteína según Método de Análisis ICC 105/1; contenido de humedad, metales pesados y tamaño de partícula, recuento de mohos y levaduras, según el método de análisis que utilice el laboratorio independiente.

3.7. Tabulación, ordenamiento y procesamiento de la información

Se entienden habitualmente las técnicas eléctricas, electrónicas o mecánicas usadas para manipular datos para el empleo humano o de máquinas.

Tabla II. **Determinación del porcentaje de levadura y grasa en polvo para una premezcla de pan integral**

CORRIDA No.	PORCENTAJE HARINA INTEGRAL	PORCENTAJE HARINA BLANCA	PORCENTAJE SAL	PORCENTAJE EMULSIFICANTE LECITINA DE SOYA	PORCENTAJE LEVADURA	PORCENTAJE GRASA COCO Y PALMISTE	FORMULACIÓN PATRON
1	60	19	2	0,5	3,5	15,0	A
2	60	15	2	0,5	5,5	17,0	B
3	60	11	2	0,5	6,5	20,0	C

Fuente: elaboración propia.

Tabla III. **Determinación cantidad de agua para premezcla de pan integral A (5 min)**

FORMULA PATRÓN: A (500g.) TIEMPO DE AMASADO: 5 min		
CORRIDA NÚM.	ml. DE AGUA	OBSERVACIONES
1	200	Al elaborar la premezcla, la masa se unificó, pero no creció lo suficiente. No fue elegida como referencia.
2	300	Al elaborar la premezcla, la masa no se unifico y tampoco creció lo suficiente. No fue elegida como referencia.
3	400	Al elaborar la premezcla, la masa quedo muy blanda y no fue elegida como referencia.

Fuente: elaboración propia.

Tabla IV. **Determinación de la cantidad de agua para premezcla de pan integral A (8 min)**

FORMULA PATRÓN: A (500g.) TIEMPO DE AMASADO: 8 min.		
CORRIDA NÚM.	ml. DE AGUA	OBSERVACIONES
1	200	Al elaborar la premezcla, la masa se unificó, pero no creció lo suficiente. No fue elegida como referencia.
2	300	Al elaborar la premezcla, la masa no se unifico y tampoco creció lo suficiente. No fue elegida como referencia.
3	400	Al elaborar la premezcla, la masa quedo muy blanda y no fue elegida como referencia.

Fuente: elaboración propia.

Tabla V. **Determinación cantidad de agua para premezcla de pan integral A (10 min)**

FORMULA PATRÓN: A (500g.) TIEMPO DE AMASADO: 10 min.		
CORRIDA NÚM.	ml. DE AGUA	OBSERVACIONES
1	200	Al elaborar la premezcla, la masa se unificó, pero no creció lo suficiente. No fue elegida como referencia.
2	300	Al elaborar la premezcla, la masa se unificó y creció muy poco, por lo cual no fue elegida como referencia.
3	400	Al elaborar la premezcla, la masa creció y se unificó, pero al momento de hornear los panes, estos no crecieron, además salieron muy duros y amargos.

Fuente: elaboración propia.

Tabla VI. **Determinación cantidad de agua para premezcla de pan integral B (5 min)**

FORMULA PATRÓN: B (500g.) TIEMPO DE AMASADO: 5 min.		
CORRIDA NÚM.	ml. DE AGUA	OBSERVACIONES
1	200	Al elaborar la premezcla, la masa se unificó, pero no creció lo suficiente. No fue elegida como referencia.
2	300	Al elaborar la premezcla, la masa se unificó y creció lo suficiente. Los panes salieron duros, pero de buen sabor.
3	400	Al elaborar la premezcla, la masa se unificó y creció; al momento de hornear los panes, éstos nunca se cocieron.

Fuente: elaboración propia.

Tabla VII. **Determinación cantidad de agua para premezcla de pan integral B (8 min)**

FORMULA PATRÓN: B (500g.) TIEMPO DE AMASADO: 8 min.		
CORRIDA NÚM.	ml. DE AGUA	OBSERVACIONES
1	200	Al elaborar la premezcla, la masa se unificó y creció lo suficiente. Los panes salieron semiduros.
2	300	Al elaborar la premezcla, la masa se unificó y creció lo suficiente. Los panes no crecieron mucho, pero salieron suaves, con un sabor agradable y una vista aceptable.
3	400	Al elaborar la premezcla, la masa se unificó y creció; al momento de hornear los panes, estos nunca se cocieron.

Fuente: elaboración propia.

Tabla VIII. **Determinación cantidad de agua para premezcla de pan integral B (10 min)**

FORMULA PATRÓN: B (500g) TIEMPO DE AMASADO: 10 min.		
CORRIDA NÚM.	ml. DE AGUA	OBSERVACIONES
1	200	Al elaborar la premezcla, la masa se unificó y creció lo suficiente. Los panes salieron semiduros.
2	300	Al elaborar la premezcla, la masa se unifico y creció lo suficiente. Los panes crecieron de buen tamaño y salieron suaves, con un sabor agradable y una vista aceptable.
3	400	Ya no se tomará en cuenta esta corrida, debido a que en 5 veces no se ha visto ningún avance en la masa.

Fuente: elaboración propia.

Tabla IX. **Determinación cantidad de agua para premezcla de pan integral C (5 min)**

FORMULA PATRÓN: C (500g.) TIEMPO DE AMASADO: 5 min.		
CORRIDA NÚM.	ml. DE AGUA	OBSERVACIONES
1	200	Al elaborar la premezcla, la masa se unificó, pero no creció lo suficiente. No fue elegida como referencia.
2	300	Al elaborar la premezcla, la masa se unifico y creció lo suficiente. Los panes salieron duros, pequeños y amargos
3	400	Ya no se tomará en cuenta esta corrida, debido a que en 5 veces no se ha visto ningún avance en la masa.

Fuente: elaboración propia.

Tabla X. **Determinación cantidad de agua para premezcla de pan integral C (8 min)**

FORMULA PATRÓN: C(500 g.) TIEMPO DE AMASADO: 8 min.		
CORRIDA NÚM.	ml. DE AGUA	OBSERVACIONES
1	200	Al elaborar la premezcla, la masa se unificó y creció lo suficiente. Los panes salieron semiduros y amargos.
2	300	Al elaborar la premezcla, la masa se unificó y creció lo suficiente. Los panes no crecieron mucho, salieron suaves, pero amargos.
3	400	Ya no se tomará en cuenta esta corrida. Debido a que en 5 veces no se ha visto ningún avance en la masa.

Fuente: elaboración propia.

Se tomó la decisión de no realizar la última corrida para la formulación C con tiempo de mezclado 10 minutos, ya todos los panes de las pruebas anteriores salieron amargos. Esto ocurrió porque la cantidad de levadura que se agregó a la premezcla fue muy alta.

3.8. Análisis estadístico

Este tiene como objetivo conocer la preferencia de la población encuestada, respecto a los panes integrales de la formula patrón B y de los panes artesanales.

Por medio del método de media aritmética, se podrán evaluar las preferencias en cuanto a sabor, olor, suavidad y apariencia de los panes de la formulación y artesanales.

Tabla XI. **Media aritmética características pan integral artesanal**

	NÚMERO DE ENCUESTADOS				DATOS ESTADÍSTICOS			
	Apariencia	Olor	Sabor	Suavidad	Apariencia	Olor	Sabor	Suavidad
Premezcla B								
Me gusta mucho	37	32	35	38	185	160	175	190
Me gusta	2	3	3	2	8	12	12	8
No me gusta ni me disgusta	1	5	2	0	3	15	6	0
Me disgusta	0	0	0	0	0	0	0	0
Me disgusta mucho	0	0	0	0	0	0	0	0
Total	40	40	40	40	196	187	193	198
MEDIA					4,9	4,675	4,825	4,95

Fuente: prueba hedónica 5 puntos pan artesanal.

Tabla XII. **Media aritmética características pan integral premezcla pan integral B**

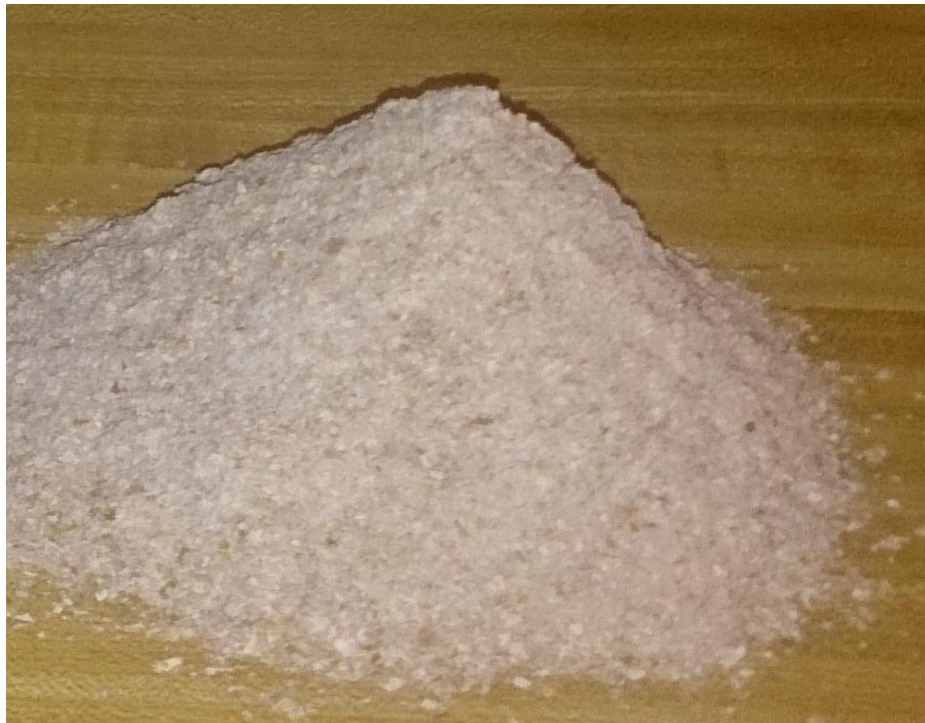
Artesanal	NÚMERO DE ENCUESTADOS				DATOS ESTADÍSTICOS			
	Apariencia	Olor	Sabor	Suavidad	Apariencia	Olor	Sabor	Suavidad
Me gusta mucho	36	33	36	38	180	165	180	190
Me gusta	4	5	2	1	16	20	8	4
No me gusta ni me disgusta	0	2	2	1	0	3	6	3
Me disgusta	0	0	0	0	0	0	0	0
Me disgusta mucho	0	0	0	0	0	0	0	0
Total encuestados	40	40	40	40	196	188	194	197
MEDIA					4,9	4,775	4,85	4,925

Fuente: prueba hedónica 5 puntos pan premezcla pan integral B.

4. RESULTADOS

Las siguientes figuras, tablas y gráficas muestran los resultados finales, que se obtuvieron al momento de realizar la premezcla para pan integral.

Figura 2. **Premezcla de pan integral**



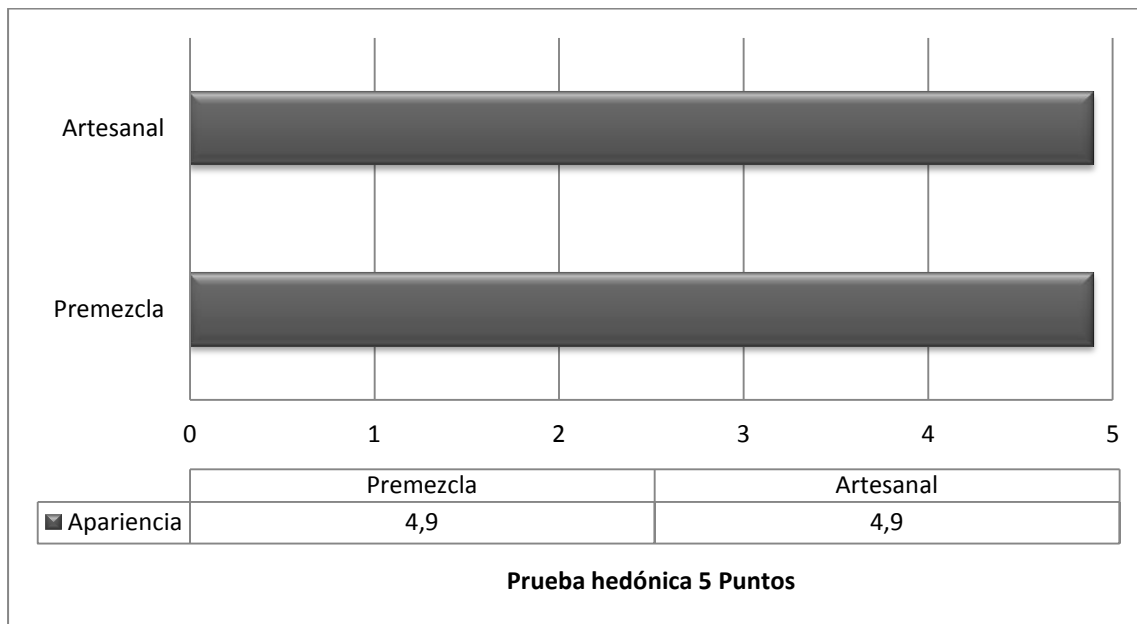
Fuente: Laboratorio Físicoquímica. Ingeniería, Usac.

Tabla XIII. **Datos finales para la premezcla de pan integral B**

PORCENTAJE DE LEVADURA EN POLVO	PORCENTAJE DE GRASA EN POLVO	CANTIDAD DE AGUA AÑADIDA ml.
5,5	17	300

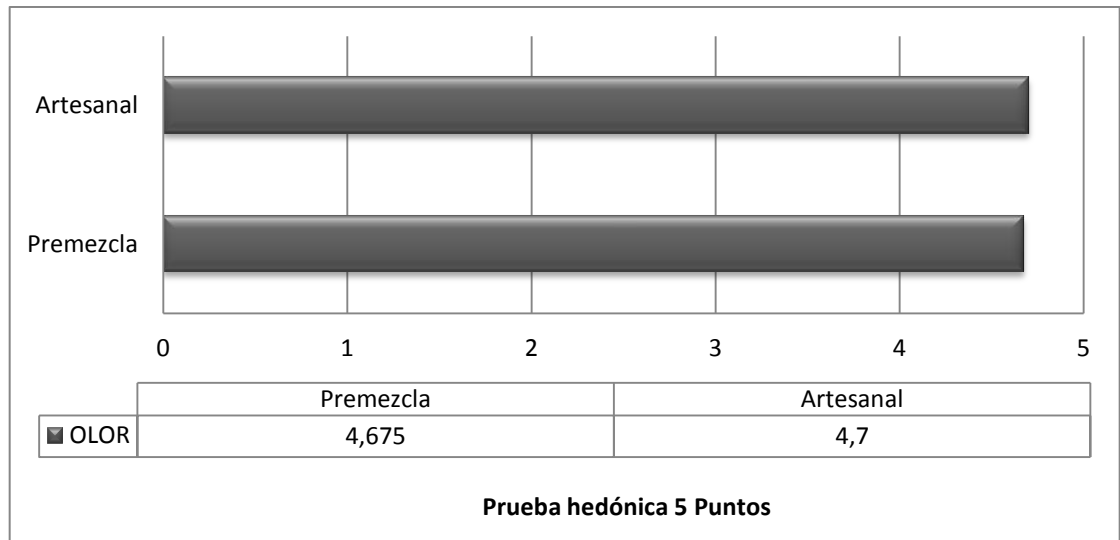
Fuente: elaboración propia.

Figura 3. **Comparación de apariencia pan integral premezcla versus pan integral artesanal**



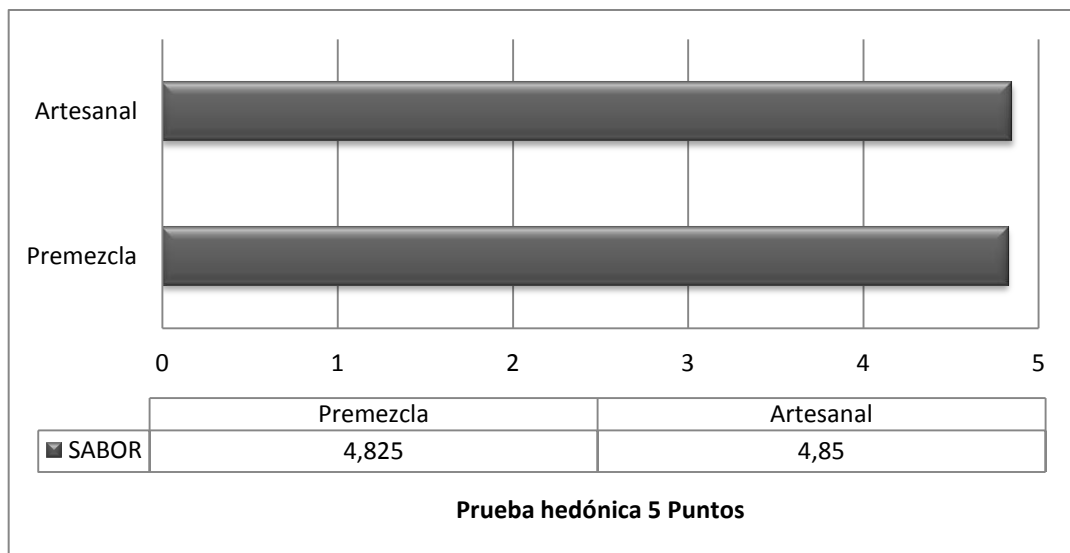
Fuente: elaboración propia.

Figura 4. **Comparación de olor pan integral premezcla versus pan integral artesanal**



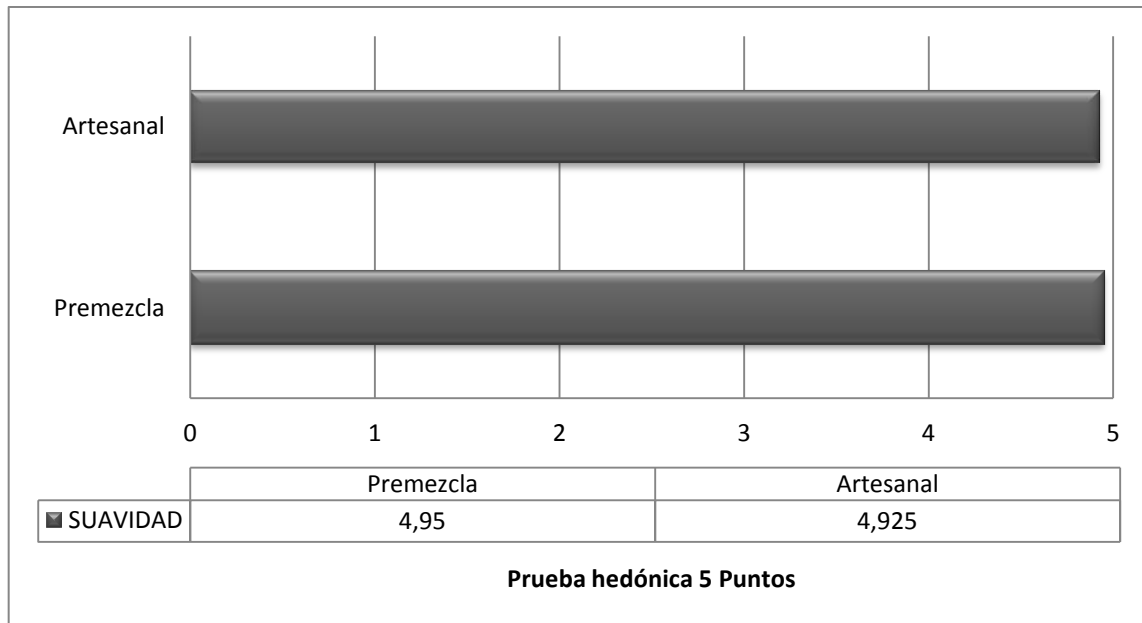
Fuente: elaboración propia.

Figura 5. **Comparación de sabor pan integral premezcla versus pan integral artesanal**



Fuente: elaboración propia.

Figura 6. **Comparación de suavidad pan integral premezcla versus pan integral artesanal**



Fuente: elaboración propia.

Tabla XIV. **Tiempo de manufactura de pan integral/premezcla B**

PROCEDIMIENTO	TIEMPO (min.)
Pesar correctamente premezcla y agua	5
Amasar la premezcla y el agua	10
Colocar la masa en un recipiente y dejar reposa.	35
Darle la forma que se desee al pan	5
Hornear a 180 °C los panes	35
Tiempo Total	90

Fuente: elaboración propia.

Tabla XV. **Análisis microbiológico premezcla pan integral B**

RECuento	RESULTADO (UFC/g)
Aeróbico en placa bacteriana	< 10
Aeróbico de mohos y levaduras	< 15
Coliformes totales	< 1
<i>Escherichia Coli</i>	No se aisló

Fuente: *Informe Microbiológico / Laboratorio Microbiológico de Referencia LAMIR, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Usac.*

5. INTERPRETACIÓN DE RESULTADOS

El objetivo de este trabajo de graduación fue formular y manufacturar una premezcla para pan integral, con características similares al pan hecho con el proceso artesanal.

Se formuló la premezcla de pan integral, ya que se logró sustituir la levadura y grasa en trozo (utilizadas en panes integrales artesanales), por las mismas materias primas en polvo. Se utilizó una levadura de tipo *Saccharomyces Cerevisiae* y una grasa vegetal de coco y palmiste. Además de agregar lecitina de soya como emulsificante, para dar a los panes integrales una consistencia más firme

Después de más de 20 corridas y observaciones, y cambiando los porcentajes de levadura y grasa, se obtuvieron los porcentajes correctos. Estos fueron de 5,5 % para la levadura y 15 % para la grasa de coco y palmiste. Con esta base se logró determinar que la cantidad de agua con la cual la premezcla funciona mejor fue con 300 ml (ver tabla XIII) y de esta manera manufacturar la premezcla de pan integral.

En el resultado de la premezcla de pan integral patrón se obtuvieron panes integrales que se asemejaban en apariencia, olor, sabor y suavidad a panes integrales artesanales. Luego se procedió a hacer una prueba hedónica con estos dos tipos de panes en una población de 40 personas.

Los resultados de las pruebas hedónicas, se pueden observar en las figuras núm. 3, 4, 5 y 6. En donde por medio de gráficas de barras se ve la poca diferencia que hay entre los panes integrales de premezcla y los panes integrales artesanales.

En la figura 3 se comparó la apariencia de los panes. Este aspecto es importante porque es el primer contacto que tiene la persona con el producto, de manera que si no le resulta apetecible, no estará en sus opciones para elegirlo. Los resultados muestran que el pan integral de la premezcla tuvo la misma aceptación (*me gusta mucho*) que el pan integral artesanal con una valoración de 4,9 puntos, de una máximo de 5.

En la figura 4 se comparó el olor, característica nata de cualquier pan. Especialmente del integral en donde el olor es más acidificado y diferente al del pan blanco, si el olor es agradable, automáticamente la persona deseará comérselo. En este caso el olor del pan integral de la premezcla tuvo una valoración de 4,67 contra un 4,7 de aceptación para el pan integral de la premezcla, situándolo entre los atributos de “me gusta mucho”.

Las figuras 5 y 6 compararon el sabor y suavidad, las dos características que determinarán si un pan es aceptable o no. Los resultados para los panes integrales de la premezclas estuvieron arriba de 4,81 igualando con la valoración de los panes integrales artesanales. Esto confirma que todos los atributos del pan integral hechos con la premezcla tienen la aceptación de “me gusta mucho”.

De esta manera se corrobora que los porcentajes de levadura, grasa, emulsificante y agua están completamente balanceados y dan como resultado panes con las mismas características que panes integrales artesanales.

Además se midió el tiempo de elaboración del pan integral de la formulación. Este llevo un tiempo de 90 minutos. Mientras que los hechos con la receta artesanal llevan un promedio de 120 minutos; esto indica que hubo un ahorro de treinta minutos.

En la actualidad, el concepto de seguridad alimentaria se ha ampliado esto incluye aspectos como disponibilidad, acceso, calidad y nutrición. De aquí nace la necesidad de desarrollar, manufacturar y consumir alimentos que ayuden al desarrollo físico y mental del ser humano. Es por eso que no se podía dejar a un lado un análisis microbiológico, ya que esto garantiza que la premezcla esta inocuo y cumple con los requisitos de calidad.

La premezcla de pan integral se analizó en Lamir (Laboratorio Microbiológico de Referencia) de la Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia de la Universidad de San Carlos de Guatemala. Los resultados que se obtuvieron muestran que la premezcla está en los parámetros de aceptación que rige el Reglamento Técnico Centroamericano (RTCA) para harinas de trigo, y que se encuentra libre de contaminación (ver tabla XV).

CONCLUSIONES

1. Se formuló y manufacturó una premezcla para pan integral a nivel de laboratorio. Esta minimizó el tiempo de fabricación del pan en comparación al pan elaborado artesanalmente.
2. Se logró sustituir la levadura y grasa de la receta artesanal, utilizando levadura en polvo y grasa en polvo de coco y palmiste.
3. El porcentaje de levadura que utiliza la premezcla de pan integral es de 5,5 % y el porcentaje de grasa es de 17 %.
4. Para utilizar 500 g. de formulación de premezcla de pan integral se necesitan 300 ml., de agua.
5. Con la premezcla para pan integral B, se manufacturaron panes, los cuales tuvieron las mismas características que el pan integral artesanal. Según las gráficas presentadas tuvieron la misma aceptación al momento de evaluar: olor, sabor, suavidad y apariencia, que los panes elaborados con una receta artesanal.
6. Se realizó una prueba microbiológica de mohos y levaduras a la premezcla de pan integral B; la cual dio como resultado un producto que cumple con el criterio de inocuidad.
7. El tiempo de manufactura de los panes hechos a base de la premezcla para pan integral es de 1 hora con 30 minutos.

RECOMENDACIONES

1. Debido a que la premezcla contiene un bajo porcentaje de harina blanca para mejorar la consistencia del pan integral; se puede formular una premezcla 100 % integral.
2. Hacer un estudio con la premezcla para pan integral, a nivel industrial; de esta manera se analizará su comportamiento con maquinaria y tiempos industriales.
3. Añadir a la premezcla leche, en lugar de agua y otras especias; de esta manera se obtendrán panes integrales saborizados y personalizados.
4. Diseñar un empaque para la premezcla de pan integral; el cual garantice el tiempo de anaquel y la inocuidad de la premezcla.
5. Hacer un estudio de la vida de anaquel de la premezcla y de los panes integrales.

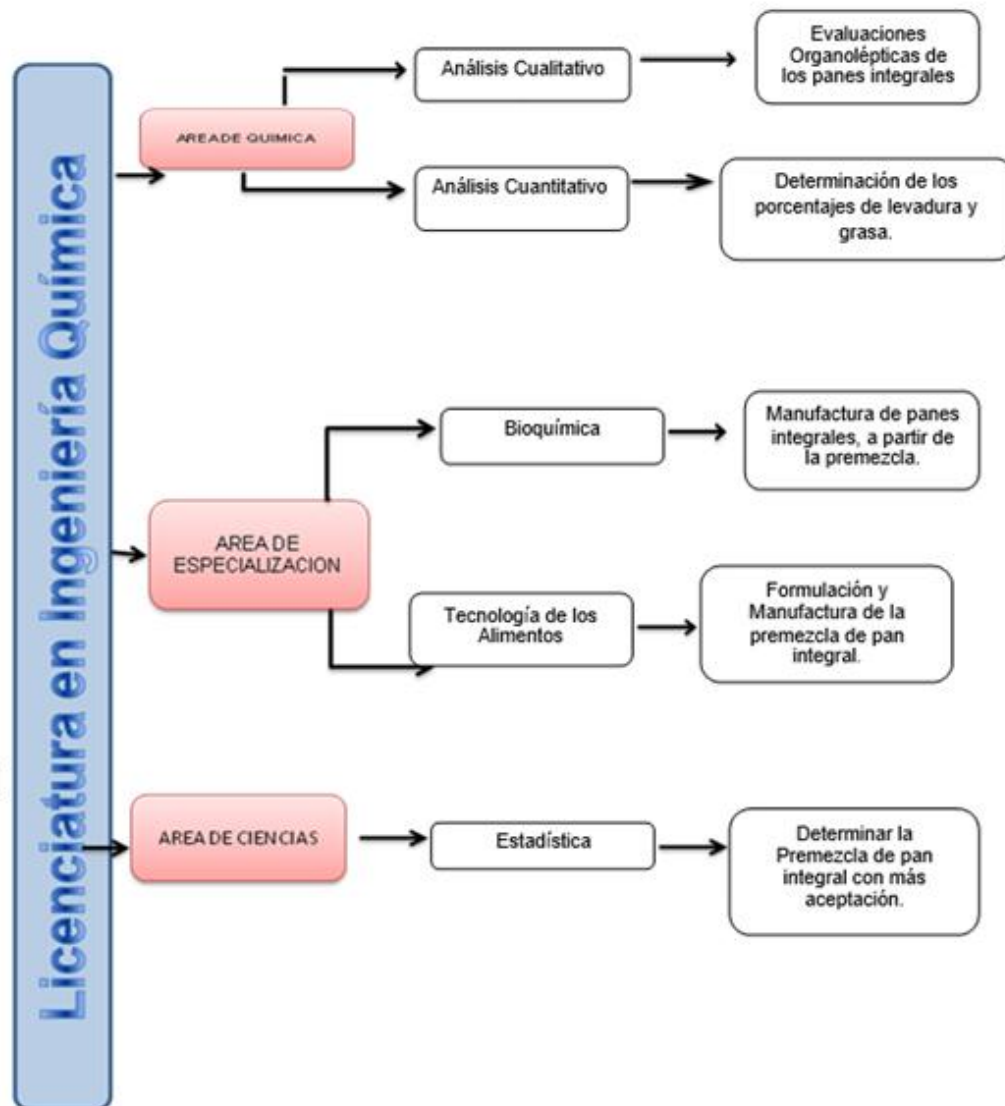
BIBLIOGRAFÍA

1. Asociación para la Promoción y el Desarrollo de la Comunidad -CEIBA-. *Canasta Básica en Guatemala, Diagnóstico, Tendencias, Monitoreo*. Guatemala, 2010, p. 3.
2. Codex Standard 178-1991. *Norma del Codex para la Sémola y Harina de Trigo Duro*. Italia: FAO, 1995, 3 pp.
3. Instituto Técnico de Capacitación y Productividad. *Elaboración de Productos de Panadería*. Panadero A, Módulo 1. Código MT.3.6.5-142/01, edición 01, Guatemala 2002.
4. _____ . *Elaboración de Productos de Panadería*. Panadero A, Módulo 3. Código MT.3.6.5-142/02, edición 01, Guatemala 2002.
5. Reglamento Técnico Centroamericano RTCA 67.01.15:07, para Harinas. *Harinas de Trigo Fortificadas*. Especificaciones. Guatemala, 2002, 10 pp.
6. Revista Electrónica Eroski Consumer. [en línea] < www.consumer.es > [Consulta: febrero 2015].
7. Revista trimestral de la Asociación Guatemalteca de Tecnólogos en Alimentos, AGTA. Año 2, No.7, abril-junio 2000. 60 pp.

8. _____ . AGTA. Año 7, No.27, abril-junio 2005, p.
22,23,24,25 y 59.

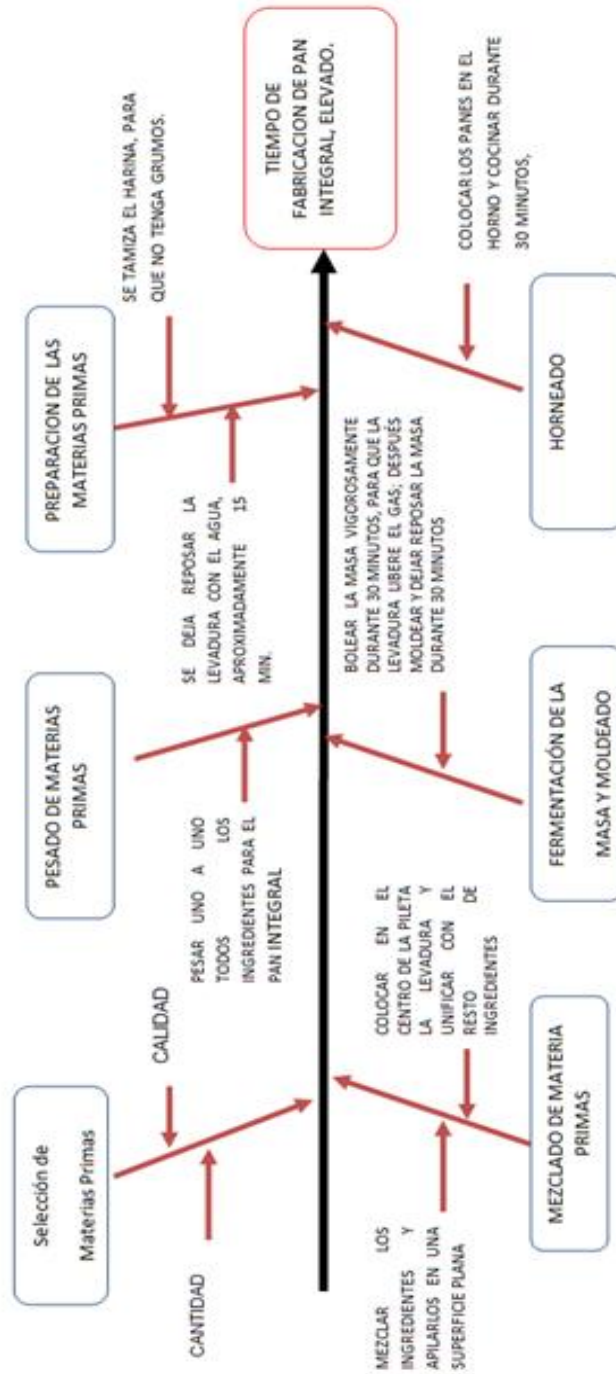
APÉNDICES

Apéndice 1. Tabla de requisitos académicos



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 2. Diagrama de Ishikawa



Fuente: elaboración propia.

Apéndice 3. **Boleta de evaluación**



**UNIVERSIDAD DE SAN CARLOS DE
GUATEMALA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA DE INGENIERÍA QUÍMICA
TRABAJO DE GRADUACIÓN**

Fecha: _____

**BOLETA DE EVALUACIÓN SENSORIAL
PAN INTEGRAL**

MUESTRA PATRÓN: _____

INSTRUCCIONES: Por favor pruebe las siguientes muestras de pan integral, e indique su nivel de agrado en la escala que mejor describa su reacción para cada uno de los atributos.



PUNTUACIÓN	ATRIBUTO	APARIENCIA	OLOR	SABOR	SUAVIDAD
5	Me gusta mucho				
4	Me gusta				
3	No me gusta ni me disgusta				
2	Me disgusta				
1	Me disgusta mucho				

OBSERVACIONES:

Fuente: elaboración propia.

ANEXOS

Anexo. 1 Informe microbiológico premezcla pan integral

09 de septiembre de 2015

124 A/015

I. Información general:

Refiere: Srta. Alexandra Carola Garcia
Institución: Particular
Procedencia: área de cocina
Tipo de muestra: pre mezcla para pan integral -- materia prima - alimento
Análisis solicitado: Recuento aeróbico en placa de bacterias, recuento de mohos y levaduras, recuento de coliformes totales e identificación de *Escherichia coli*.
Fecha y hora de ingreso al laboratorio: 31/08/15, 10:40 hrs.
Fecha y Hora de muestreo: 30/08/15, 19:00 hrs.


II. Resultados (Con base a la muestra tal y como fue referida al laboratorio)

	Resultado
Recuento aeróbico en placa de bacterias:	< 10 UFC/g* estimado
Recuento aeróbico de mohos y levaduras	< 15 UFC/g estimado
Estimado de coliformes totales.*	< 1 UFC/g estimado
No se aisló <i>Escherichia coli</i>	


*UFC/g: unidades formadoras de colonia por gramo de muestra analizada.

III. Conclusión: desde el punto de vista microbiológico y en base a los resultados obtenidos la muestra, No presentan contaminación con *Escherichia coli*, por lo que Cumplen con el criterio de inocuidad.

"ID y ENSEÑAD A TODOS"



Lcda. Wendy A. Chamalé Contreras
Laboratorio Microbiológico de Referencia -LAMIR-
Edificio T-12, 2do Nivel
Tel/Fax 24189413 ext. 108



No se permite la reproducción parcial de los resultados sin previa autorización del laboratorio.
----- ULTIMA LINEA -----

Fuente: Laboratorio Microbiológico de Referencia LAMIR,
Facultad de Ciencias Químicas y Farmacia, Usac.

Anexo. 2 **Fotos pan integral- premezcla**



Fuente: Laboratorio Físicoquímica, Facultad de Ingeniería, Usac.