



**UNIVERSIDAD DE CUENCA**  
**Facultad de Ciencias Químicas**  
**Carrera de Ingeniería Química**

**Elaboración de una pre-mezcla para la obtención de brownies mediante  
microondas a base de polvo de cacao**

Trabajo de titulación previo  
a la obtención del título de  
Ingeniera Química

**AUTORA:**

Jeniffer Carolina Valbuena Chusán  
CI: 010597597-3

**DIRECTORA:**

Ing. Andrea María Iñiguez Morán M.Sc.  
CI: 010254047-3

CUENCA-ECUADOR

2019



## Resumen

Es la necesidad del Ecuador dejar de ser productor de materias primas para ser un consumidor y exportador de productos a base de cacao, sumado a las facilidades que brindan los gobiernos a explotar estas materias primas lo que inspira la creación de “Brownie a la taza” una premezcla a base de polvo de cacao alto en grasa que solo necesita ser hidratado y llevado al microondas por 1 minuto 30 segundos. Este producto va dirigido a un mercado que no consume gluten, que busca disfrutar de un postre nutritivo, natural y a la brevedad posible.

### Objetivo general:

Elaborar una premezcla a base de polvo de cacao para preparar en microondas

### Metodología:

En base a ensayos prueba-error se determinaron las proporciones límites para conducir un diseño experimental del modelo de vértices cuadrados en el software Statgraphics. De las 10 formulaciones generadas, un panel no entrenado, seleccionó 2 muestras y estas se sometieron a una prueba hedónica de preferencia pareada por un panel 2 semientrenado que representa al mercado dirigido. Para determinar la cantidad de agua y tiempo de microondas se usó un diseño experimental con el modelo de superficie de respuesta  $3^2$  con un valor central aleatorio.

La formulación seleccionada fue sometida a ensayos de durabilidad para determinar el tiempo de vida de estante, estos incluyen la determinación de la actividad acuosa, humedad relativa, isothermas de absorción, ingeniería del empaque, contenido de grasa, proteína, carbohidratos para finalmente generar la tabla y semáforo nutricional. Adicionalmente, se estableció el costo de formulación.

### Resultados:

La formulación preferida fue la que tenía mayor contenido de cacao y azúcar, lo cual comprueba la hipótesis establecida para el perfil del cliente ecuatoriano. Para la porción de 55g es necesario 20 ml de agua y 1 minuto de microondas. La cantidad de agua es un factor crítico, cuyo impacto ha sido mitigado con la adición de un carbohidrato que no alteró las propiedades organolépticas tan apreciadas del producto. El costo de formular la porción establecida es de \$0.37 a julio de 2018.

La premezcla fue analizada determinado un tiempo de vida de estante de 6 meses antes de que decaiga ligeramente el olor. También, se determinó que tiene humedad de 2.9% y  $a_w$  de 0.35, lo que permitió construir la isoterma de absorción y a su vez hacer un análisis de empaques. Si bien es cierto que un empaque de aluminio hermético y opaco mejora la conservación, el costo y adquisición de los mismos no son representativos frente a usar un film de polietileno recubierto de cartón. Los análisis nutricionales determinaron un contenido de grasa de 30%, 8% de proteína, 25% de carbohidratos para generar un semáforo ALTO en grasa, ALTO en azúcar, No contiene sal y un aporte calórico de 253 Kcal por porción.

### Palabras clave:

Brownie, Premezcla, Fórmula, Statgraphics, Conservación, Cacao, Prueba, Catación.



## Abstract

Ecuador needs to stop being a raw materials producer to become a consumer and exporter of cocoa-based products. Hence, the Ecuadorian government is aiming to support the exploitation of these raw materials, and that inspired the creation of "Brownie a la taza", a premix based on high-fat cocoa powder that only need to be hydrated and microwaved for one minute. This product addressed to a consumer market that does not consume gluten, which seeks to enjoy a nutritious, natural and ready-to-serve dessert.

### General Objective:

Formulate a premix based on cocoa powder to prepare in the microwave

### Methodology:

Based on trial-and-error tests, the limiting proportions for conducting an experimental design of the square vertex model in the Statgraphics software were determined. From 10 formulations generated, a no trained panel selected two samples and they underwent a hedonic test of paired preference by a semi-belly panel two representing the targeted market. To determine the amount of water and microwave time necessary, an experimental design with the response surface model  $3^2$  with a random central value was used. The chosen formulation was subjected to durability tests to determine its shelf life, they include settings of aqueous activity, relative humidity, absorption isotherms, packaging engineering, fat, protein and carbohydrates content to finally generate the table and nutritional semaphore. Additionally, the formulation cost was established.

### Results:

The preferred formulation was the one with the highest content of cocoa and sugar, which proves the hypothesis established for the profile of the Ecuadorian consumer. For a 55 g portion, 20 ml of water and one minute of microwave are necessary. The amount of water is a critical factor, whose impact has been mitigated with the addition of a carbohydrate that did not alter the so appreciated organoleptic properties of the product. The cost of formulating the established dose is USD 0.37.

The pre-mix analysis determined a shelf life of 6 months before the odor slightly declined. The pre-mixture has a humidity of 2.9% and water activity of 0.35, which allowed building the absorption isotherm to conduct the packaging analysis. While it is true that a hermetic and opaque aluminum packaging improves conservation, their cost and acquisition are not representative compared to using a polyethylene film covered with cardboard. The nutritional analyzes determined a fat content of 30%, 8% of protein, 25% of carbohydrates to generate a semaphore HIGH in fat, HIGH in sugar, It does not contain salt and a caloric intake of 253 Kcal per serving.

### Key Words:

Brownie, Premix, Formula, Conservation, Cocoa, Trials, Tests, Tasting.



## Índice de contenidos

Resumen.....	2
Abstract.....	3
Índice de contenidos .....	4
Índice de tablas .....	10
Índice de figuras.....	12
Índice de ilustraciones .....	13
Índice de ecuaciones .....	14
CAPÍTULO I: GENERALIDADES .....	19
Antecedentes .....	19
Identificación del problema.....	20
Justificación del problema.....	21
Objetivos .....	22
CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS .....	23
1.    Conceptos.....	23
Pre-mezclas .....	23
Brownie .....	23
2.    Selección de materias primas .....	24
2.1.    Polvo de cacao alto en grasa .....	24
2.1.1.    Proceso productivo de polvo de cacao.....	25
A)    Cosecha .....	25
B)    Fermentación.....	25
C)    Secado .....	25
D)    Clasificación y limpieza.....	25



E)	Tostado.....	26
F)	Trituración y Descascarillado.....	26
G)	Molido y Prensado .....	26
2.1.2.	Cambio en el proceso productivo-Nuevo proceso de molido.....	27
2.2.	Edulcorante .....	29
2.3.	Grasa .....	29
2.4.	Emulsionantes .....	30
2.5.	Frutos secos.....	31
3.	Proceso Operacional.....	31
3.1.	Recepción y control de materias primas .....	31
3.2.	Pesado .....	31
3.3.	Mezclado.....	32
3.4.	Molido.....	32
3.5.	Envasado .....	32
4.	Conservación de productos alimenticios.....	32
4.1.	Tipos de conservación de alimentos .....	33
4.2.	Actividad de agua y su efecto en los alimentos .....	33
4.3.	Efecto de empaque sobre la vida útil .....	34
CAPÍTULO II: METODOLOGÍA .....		37
1.	Concepto del producto .....	37
2.	Descripción del producto .....	38
3.	Perfil del cliente .....	38
4.	Diagrama del proceso para la elaboración de la premezcla en planta piloto .....	39
5.	Elaboración del producto final para su consumo .....	40



6.	Formulación de la premezcla base con ensayo prueba-error .....	40
6.1.	Objetivo:.....	40
6.2.	Formulación 1: .....	41
6.3.	Prueba 1:.....	41
6.4.	Prueba 2: Estabilidad del brownie.....	42
6.5.	Prueba 3: Método Ishikawa (Espina de pescado) para identificar problema raíz ..	43
6.6.	Resultados: .....	44
6.7.	Conclusión.....	45
7.	Reformulación de la premezcla con diseño experimental.....	45
7.1.	Selección del carbohidrato .....	45
7.1.1.	Prueba 1: .....	45
7.2.	Diseño experimental: .....	46
7.3.	Prueba 1: Propiedades organolépticas y facilidad de elaboración .....	48
7.3.1.	Resultado .....	48
7.4.	Prueba 2: Cantidad de Agua y tiempo de microondas óptimos .....	49
7.4.1.	Resultados.....	52
7.5.	Disminuir el error en la cantidad de agua .....	54
7.6.	Selección de la premezcla final.....	56
7.6.1.	Análisis sensorial-Prueba hedónica pareada.....	56
7.6.2.	Análisis de preferencia según Kramer .....	57
7.7.	Análisis de facilidad de elaboración del brownie .....	57
7.8.	Estimación del costo de formulación .....	58
7.9.	Conclusiones .....	59
7.10.	DPO .....	60



CAPÍTULO III: PRUEBAS DE DURABILIDAD .....	61
1. Comportamiento de la premezcla.....	61
2. Ensayos de determinación:.....	61
3. Equipos, instrumentos y sustancias.....	61
4. Procedimientos.....	62
4.1. Método del retorno de Karl Fischer para determinar humedad .....	62
4.1.1. Recolección de datos .....	62
4.1.2. Cálculos y Resultados.....	63
4.2. Método del higrómetro para determinar actividad acuosa.....	63
4.2.1. Resultados:.....	63
4.3. Método para elaborar isoterma de absorción y evaluación de propiedades organolépticas .....	64
4.3.1. Recolección de datos, cálculos y fórmulas .....	64
4.3.2. Resultados.....	66
4.4. Conclusiones .....	67
5. Contenido nutricional.....	68
5.1. Ensayo de determinación: Determinación de grasas por el método Soxhlet. ....	68
5.1.1. Procedimiento:.....	68
5.1.2. Cálculos y resultados .....	68
5.1.3. Conclusiones.....	69
5.2. Ensayo de determinación: Determinación de proteínas por el método de Kjeldal.....	70
5.2.1. Procedimiento:.....	70
5.2.2. Cálculos y resultados .....	71
5.2.3. Conclusiones.....	71



5.3.	Ensayo de determinación: Determinación de porcentaje de azúcares para construcción del semáforo nutricional .....	72
5.3.1.	Procedimiento .....	72
5.3.2.	Resultados.....	72
5.3.3.	Conclusiones.....	72
6.	Permisos de funcionamiento .....	72
6.1.	Tabla nutricional .....	72
6.2.	Semáforo de etiquetado.....	74
6.3.	Conclusiones .....	74
7.	Ingeniería del empaque .....	75
7.1.	Ensayo de determinación: Determinación de la permeabilidad del empaque.....	75
7.1.1.	Procedimiento .....	75
7.1.2.	Recolección de datos, formulas y cálculos .....	76
7.1.3.	Gráficos.....	77
7.1.4.	Cálculos y resultados .....	78
7.1.5.	Conclusión .....	78
7.2.	Ensayo de determinación: Tiempo de vida de estante .....	79
7.2.1.	Procedimiento .....	79
7.2.2.	Recolección de datos y resultados: .....	80
7.2.3.	Conclusión .....	80
8.	Resultados: .....	81
	Recomendaciones .....	82
	Conclusiones.....	83
	<b>Bibliografía</b> .....	84
	ANEXOS .....	87



Encuesta 1 .....	87
Encuesta 2 .....	88
Registro 2 .....	89
Entrevista Consultor Mercadólogo Gustavo Andrés Patiño Mosquera .....	90
Panel 2.....	91



### Índice de tablas

Tabla 1. Ingredientes tradicionales frente a los ingredientes que usa "Brownie a la taza"...	24
Tabla 2. Parámetros de calidad del polvo de cacao. INEN 620 (1992). .....	28
Tabla 3. Principales ácidos grasos que aporta la manteca de cacao. (Chávez, 2015).....	30
Tabla 4. Ingredientes y actividades acuosas obtenidas de la Universidad Nacional del centro de la provincia de Buenos Aires y comparada con datos de la cátedra bioquímica de alimentos de la Universidad de Cuenca. (Donoso, 2016). .....	34
Tabla 5. Permeabilidad de películas de 2mm de polímeros comerciales (Rincón, 2007). .	36
Tabla 6. Descripción del producto y su presentación .....	38
Tabla 7. Tabla de las materias primas de la formulación, codificación y proporciones establecidas. ....	41
Tabla 8. Formulación escogida por el panel. ....	42
Tabla 9. Pruebas de estabilidad del producto cuando va a ser consumido. ....	42
Tabla 10. Diseño experimental de las combinaciones de ingredientes y su proporción.....	48
Tabla 11. Promedio tabulado de los 13 jurados que componen el panel 1.....	48
Tabla 12. Datos recogidos en experimentaciones para establecer el diseño experimental...	49
Tabla 13. Tabla de resultados óptimos para cantidad de agua y tiempo de microondas para las formulas 3 y 8. ....	54
Tabla 14. Tabulación de resultados de las encuestas del panel 2. ....	57
Tabla 15. Ingredientes adquiridos en mercados locales y su precio de venta al público.....	58
Tabla 16. Costos de insumos y servicios auxiliares.....	59
Tabla 17. Costo de formulación de 1428 unidades.....	59
Tabla 18. Pruebas de estabilidad realizada al producto en polvo. ....	61
Tabla 19. Lista de equipos, materiales y reactivos necesarios para construir la isoterma de absorción.....	61
Tabla 20. Listado de tanques con actividad acuosa deseadas y la sal con la que se prepara. ....	62
Tabla 21. Tabulación de datos recogidos a la sexta semana para realizar la isoterma .....	65
Tabla 22. Recolección de datos sobre propiedades organolépticas de las muestras en los distintos ambientes.....	65



Tabla 23. Determinar porcentaje de valor diario consumido por porción de producto Brownie a la taza. ....	73
Tabla 24. Materiales, equipos y sustancias utilizadas en el ensayo de determinación de permeabilidad del polietileno.....	75
Tabla 25. Áreas de cada empaque para el ensayo de permeabilidad del empaque por triplicado. ....	76
Tabla 26. Recolección de datos del día 0 al 25 para las muestras de desecante y agua por triplicado. ....	76
Tabla 27. Tabulación de la ganancia y pérdida de humedad de cada empaque durante 25 días. ....	77
Tabla 28. Permeabilidad de film de LDPE de medio milímetro de grosor usado como empaque primario para conservar "Brownie a la taza" y valor comparativo en film de 2mm. ....	78
Tabla 29. Registro de variación mensual de propiedades organolépticas y microbiológicas. ....	80
Tabla 30. Resumen de resultados de los ensayos de durabilidad. ....	81



### Índice de figuras

Figure 1. Zona de proporción donde se estima estará la fórmula ideal. ....	46
Figure 2. Pasos para establecer el diseño experimental en Statgraphics. ....	47
Figure 3. Seleccionar el programa de mezclas, ingresar las variables de salida que se desea y colocar la cantidad de componentes que van a variar.....	47
Figure 4. Establecer las proporciones en las que debe variar cada compuesto.....	47
Figure 5. Abrir Statgraphics colocarse en la ventana de diseño de experimentos (DDE) hasta llegar a la pestaña que nos permite crear nuevos experimentos. ....	49
Figure 6. Ventana emergente dónde se creará el experimento. ....	50
Figure 7. Describir cuales son los componentes que varían y colocar los límites establecidos. ....	50
Figure 8. Detallar que se espera como variable de respuesta, en este caso hemos llamado la variable como brownie óptimo que detalla la textura y grado de cocción, la unidad que se establece es U que representa la unidad de 50 gramos que tiene cada producto. ....	50
Figure 9. Se escoge el modelo estadístico con el que se desea trabajar.....	51
Figure 10. Selección de un punto central ubicado en la superficie de manera aleatoria. Sin replicar la experimentación.....	51
Figure 11. Se generaron 10 experimentaciones que se llevaran a cabo con las 2 muestras seleccionadas (3 y 8).....	51
Figure 12. Panelistas representado el mercado de estudio. Hora de catación: 11:00 am. Temperatura: 20° C.....	56
Figure 13. En la foto a la izquierda se observa el ambiente de trabajo limpio, ordenado, con materiales adecuados para evitar la contaminación, buena iluminación, ventilación, silencio y espacios definidos entre cada panelista. ....	57



### Índice de ilustraciones

Ilustración 1. Diagrama de bloques del paso de grano de cacao hacia los mercados de consumo más comunes (Guerrero , y otros, 2012). .....	27
Ilustración 2. Velocidad de reacción versus actividad acuosa de los principales fenómenos alimenticios.....	35
Ilustración 3. Diagrama básico del proceso de producción .....	39
Ilustración 4. Diagrama básico del proceso operacional a escala piloto.....	40
Ilustración 5. Método de Ishikawa y las 5 M`s para encontrar la causa raíz del problema de calidad en el producto. ....	43
Ilustración 6. Superficie de respuesta de "Brownie a la taza" para las condiciones de elaboración.....	54
Ilustración 7. Diseño de etiqueta.....	55
Ilustración 8. Empaque plegado y presentación final del producto. ....	56
Ilustración 9.DPO de la elaboración de "Brownie a la taza". ....	60
Ilustración 10. Curva de titulación del Karl Fischer de ml de reactivo consumido, versus el tiempo. ....	62
Ilustración 11. Isotherma de adsorción para la premezcla.....	66
Ilustración 12. Linealización de la isoterma con la ecuación de BET .....	66
Ilustración 13. Degradación de las propiedades organolépticas con el tiempo .....	67
Ilustración 14. Calculadora de etiquetado del ARCSA. ....	74
Ilustración 15. Comportamiento del empaque con desecante en medio húmedo. ....	77
Ilustración 16. Comportamiento del empaque con agua en medio seco.....	77



### Índice de ecuaciones

Ecuación 1. Ecuación de Ross para predecir la actividad acuosa final de una mezcla en base a sus componentes. ....	34
Ecuación 2. Cálculo de la humedad en una muestra.....	63
Ecuación 3. Ecuación de Raoult .....	64
Ecuación 4. Humedad en base seca .....	64
Ecuación 5. Ecuación de BET. ....	64
Ecuación 6. Cálculo de la monocapa de la isoterma.....	65
Ecuación 7. Determinación de la cantidad de nitrógeno. ....	71
Ecuación 8. Cálculo de la permeabilidad de empaques a través de la humedad en base seca, área y presión. ....	76



Cláusula de licencia y autorización para publicación en el Repositorio Institucional

---

Yo, Jeniffer Carolina Valbuena Chusán, en calidad de autora y titular de los derechos morales y patrimoniales del proyecto de Investigación "Elaboración de una pre-mezcla para la obtención de brownies mediante microondas a base de polvo de cacao" de conformidad con el Art. 114 del CÓDIGO ORGÁNICO DE LA ECONOMÍA SOCIAL DE LOS CONOCIMIENTOS, CREATIVIDAD E INNOVACIÓN reconozco a favor de la Universidad de Cuenca una licencia gratuita, intransferible y no exclusiva para el uso no comercial de la obra, con fines estrictamente académicos.

Así mismo, autorizo a la Universidad de Cuenca para que realice la publicación de este proyecto de investigación en el Repositorio Institucional, de conformidad a lo dispuesto en el Art. 144 de la Ley Orgánica de Educación Superior.

Cuenca, Enero de 2019

---

Jeniffer Carolina Valbuena Chusán  
CI: 010597597-3



## Cláusula de Propiedad Intelectual

---

Yo, Jeniffer Carolina Valbuena Chusán, autora del proyecto de investigación “Elaboración de una pre-mezcla para la obtención de brownies mediante microondas a base de polvo de cacao”, certifico que todas las ideas, opiniones y contenidos expuestos en la presente investigación son de exclusiva responsabilidad de su autor.

Cuenca, Enero de 2019

---

Jeniffer Carolina Valbuena Chusán  
CI: 010597597-3



## **Agradecimientos**

**Quiero expresar mi profundo agradecimiento a las instituciones públicas y privadas que han sido parte de mi formación académica, cuya apertura me han permitido enriquecer mis conocimientos: La Universidad de Cuenca, Cervecería La Paz, Grupo Industrial Graitman, Universidad Nacional Autónoma de México.**

**Pero hago especial énfasis en las personas que laboran en dichas instituciones: Docentes, personal administrativo, autoridades en general, cuya amistad, dedicación y conocimiento han sido la mejor guía.**



## **Dedicatoria**

**A mi amada madre Cecilia, no existen palabras para decir lo agradecida que me siento por ser tu hija. Eres mi inspiración, mi guía y mi fortaleza. Con esfuerzo me has dado oportunidades que pocos tienen, por eso y por todo lo demás este título es tuyo y mío.**

**Pocha, Jackie y André, son el pilar de mi vida, gracias a ustedes, sus cuidados y su ejemplo soy quién soy.**

**“Brownie a la taza” es el fruto de nuestro esfuerzo, Marcos Carpio, tu amistad ha sido invaluable. He aprendido mucho de ti especialmente que el camino con tu compañía es mejor.**

**Familiares y amigos cercanos que me dieron alegrías y paz cuando más lo he necesitado.**

**Finalmente, a mi amiga y tutora Ing. Andrea Iñiguez, trabajar a su lado es siempre un placer.**



## CAPÍTULO I: GENERALIDADES

### Antecedentes

Los primeros registros de domesticación del cacao datan de 2000 años A.C. (El Tiempo , 2013) en la región mesoamericana; sin embargo, estudios recientes realizados por Francisco Valdez, líder de investigación en el yacimiento Santa Ana-La Florida, en el cantón Palanda de Zamora Chinchipe demuestran, a través de la prueba de carbono 14 que el uso de Theobroma Cacao en la alta Amazonía data desde hace más de 5000 años. Generando así, un nuevo debate, ¿Es el cacao un cultivo centroamericano o sudamericano? (El Tiempo , 2013).

Los registros que se difunden con seguridad hasta la fecha atribuyen a Hernán Cortez como el encargado de llevar hacia España el cacao y todos los implementos para elaborar la deliciosa bebida amarga XOCOATL que Moctezuma II mandaba a preparar en su honor. Es así que España, empieza a dominar el negocio del cacao. (ANECACAO, 2015)

En 1830, llega la independencia del Ecuador y las familias acaudaladas de la provincia de los Ríos decide dedicar sus haciendas a la producción de cacao, los altos ingresos generados por su exportación se evidenciaron en el crecimiento exponencial del cultivo, pues en 1880 se producían 15.000 TM y para 1890, 40.000 TM. Dándole al país una base económica sólida para la creación de los primeros bancos y convertirse en los primeros exportadores mundiales.

A finales del siglo XIX, los suizos presentan el primer chocolate en leche, originando la industria que conocemos hoy en día, cambiando el curso de la historia y apoderándose de un mercado nuevo. Mientras tanto en 1920 a Ecuador ingresa *Crinipellis perniciosa* (Escoba de bruja) y *Moniliophthora roreri*, enfermedades del cultivo, que redujeron los cultivos hasta en un 70%, por lo tanto, la especie nacional se combinó con variedades extranjeras provenientes principalmente de Venezuela; si bien es cierto que eran más resistente a las enfermedades, la calidad organoléptica era inferior, sumando los problemas de distribución por falta de transporte y mercados internacionales, como consecuencia de la guerra, el Ecuador entra a una época de depresión económica e inestabilidad. (ANECACAO, 2015)



Continuando este recorrido por la historia, Lourdes Páez, en su libro “Ecuador tierra de Cacao” hace un seguimiento desde los años 30 donde el cacao se traslada por la costa pacifico hacia México y los europeos crean plantaciones en sus colonias africanas, lo que marca el inicio de la competencia, la misma que se mantiene hasta la actualidad, pues es Costa de Marfil considerado uno de los grandes productores, compitiendo directamente con Ecuador.

En la década de los 60, se empieza a exportar pasta y manteca de cacao. Y en la década de los 2000, toma fuerza el cacao fino de aroma gracias a la evolución de la cocina gourmet que permite elaborar recetas con cacao puro y no con sus derivados. (Veintimilla, 2015) .

Según la UNCTAD (Conferencia de las Naciones sobre Comercio y Desarrollo), “a pesar de que el cacao se produce en los países en desarrollo, se consume principalmente en los países desarrollados”, quienes son los encargados de todas sus transformaciones. La realidad del Ecuador no es diferente, se enfocó desde época de la colonia española hasta la actualidad a vender principalmente materia prima o productos base para la elaboración de productos finales, según reportes del diario el Telégrafo en el último semestre de 2018 las exportaciones de cacao y derivados crecieron en un 4,5% respecto al segundo semestre de 2017, pero estos representan menos del 1% del total de exportaciones a nivel nacional. (ANECACAO, 2017) Según el Ingeniero en comercio exterior Pablo José Baratau en su tesis de maestría para la Universidad de Valencia destaca el potencial del cacao fino de aroma y el uso del mismo en el mercado europeo concluyendo en la investigación el apoyo que los gobiernos deben ejercer hacia los pequeños productores, cultivos finos de aroma y en la facilidad de vender estos productos libres de aranceles, tal como lo hizo en 2002 Pacari, cuya resistencia e implantación en el mercado los han hecho referente para el inicio de la industria chocolatera en el país y que hoy en día compite para mantenerse como el mejor chocolate del mundo.

### **Identificación del problema**

El cacao es uno de los frutos de exportación más valorado del país y su elevada cotización internacional es debido a la calidad de la materia prima y variedad de especies que crecen en estas tierras. Según cifras del club del chocolate, el mercado norteamericano y europeo son los mayores consumidores y productores de chocolate, mientras que los productores de cacao



no consumen los productos derivados y como mercado no aprecian los chocolates sin leche y bajos en azúcar.

Para el desarrollo económico integral del país es necesario insertar toda una industria de explotación de cacao que vaya más allá de la chocolatera, cuyo crecimiento es lento y navega en un inmenso “océano rojo<sup>1</sup>” de competitividad. En la actualidad, el empleo de cacao en diversas industrias como la de energía, perfumería y farmacéutica está en pleno apogeo, tal es el caso del Reino unido y la unión europea. (MIFIC, 2015). Esto representa una alternativa económica para los países cacaoteros en vías de desarrollo. Centrándose netamente en la industria alimenticia, la conservación de alimentos y la facilidad de preparación de los mismos en forma de premezclas representan la alternativa más aceptada por una sociedad globalizada que se mueve a una velocidad acelerada. En 2008, según un estudio realizado por la Universidad San Francisco de Quito, solo el Grupo Moderna<sup>2</sup> producía premezclas y el resto de la demanda la suplían las importaciones que inician desde el año 2004 en Ecuador, mientras que para la misma fecha en otros países sudamericanos como Venezuela competían con premezclas por más de 12 años y tanto Brasil como Argentina tenían un mercado con productos de premezclas en 90% y 40% respectivamente.

(Gaybor Tobar & Casas Velasquez , 2008)

Hoy en día, el plan de acción del gobierno en colaboración con el MIPRO trata de acortar la brecha con los países de la región, apoyando la creación de MIPYMES que impulsen el emprendimiento con cacao o productos nativos. Ya se puede vislumbrar en las perchas de los supermercados ecuatorianos variedad de productos tipo brownie, tortas, muffins, etc. ampliando el mercado y creando competencia y oportunidades para nuevos productores que traigan industrialización y desarrollo al país. (Enriquez, 2018)

### **Justificación del problema**

En este proyecto se formulará una pre-mezcla de cacao con ensayos prueba-error y diseño experimental, para conseguir la consistencia de un “brownie” que se prepare

---

<sup>1</sup> Referencia al libro “La estrategia del mar azul” de Chan Kim y Reneé Mauborgne dónde se habla de productos que tienen un exceso de competencia y productos nuevos que inician un nuevo mercado.

<sup>2</sup> Empresa ecuatoriana fundada en 1909 en Cajambamba.



instantáneamente en un horno microondas. La pre-mezcla no requiere la adición de huevo, grasas y leche; únicamente añadiendo la dosis establecida de agua se obtiene un postre de calidad, diferenciándose de cualquier otra pre-mezcla en el mercado por su fácil elaboración por 1 minuto en microondas, que mantiene una línea nutricional sin grasas artificiales y que se apega a la visión y pilares de la política industrial del Ecuador desde 2016 hasta 2025 y cito “La presente política industrial apunta al mejoramiento de la estructura productiva del Ecuador. El rol de la industria debe contribuir de manera creciente al impulso de la innovación y el emprendimiento, a mejoras sostenidas e irreversibles en la productividad, a dinamizar sectores de apoyo como el de servicios y fortalecer la participación en mercados externos.”

El reto de este trabajo de titulación es encontrar una formulación que mantenga un equilibrio entre la duración del producto, la aceptación del cliente y el valor agregado que se ofrece. Es por ello que la propuesta de valor, debe ser completamente disruptiva a lo que viene ofertando la competencia al aprovechar todas las bondades de la materia prima.

## **Objetivos**

### **Objetivo General:**

- Elaborar una pre-mezcla para microondas a base de polvo de cacao.

### **Objetivos específicos:**

- Definir la formulación final mediante un diseño experimental, complementada con pruebas de aceptación organoléptica y la elaboración de la tabla nutricional.
- Determinar la durabilidad del producto en el tiempo.
- Determinar el costo de formulación.



## CAPÍTULO II: FUNDAMENTOS TEÓRICOS

### 1. Conceptos

#### **Pre-mezclas**

Según la Organización de Naciones Unidas para la alimentación (FAO), se define como premezcla a una mezcla uniforme de uno o más microingredientes con un diluyente o un vehículo. Las premezclas son utilizadas para facilitar la dispersión uniforme de los microingredientes en una mezcla mayor (AAFCO, 2000).

En las perchas de los supermercados existe una gran variedad de productos tipo brownie, tortas, muffins, incluso con el fomento que mantiene en la actualidad el MIPRO para la creación de MIPYMES y la impulsación de emprendimientos con cacao, este mercado se ve cada vez más competitivo; es por ello que, el valor agregado que se propone con este nuevo producto, viene de la facilidad de preparación y de mantener una línea nutricional sin usar grasas artificiales, conservantes o aditivos artificiales. (Gaybor Tobar & Casas Velasquez , 2008)

#### **Brownie**

El brownie es uno de los postres clásicos estadounidenses que ha obtenido gran fama mundial por su sabor y sus características únicas, según libros de cocina tradicionales de Estados Unidos como el de *Betty Crocker's Baking Classics* y *John Mariani's The Encyclopedia of American Food and Drink* coinciden que el brownie nació en Bangor, Maine cuando una ama de casa que realizaba un pastel de chocolate, olvidó colocar levadura, creando una masa seca, crujiente por fuera y blanda por dentro y naturalmente de un color “marroncito” de ahí el origen del nombre.

La premezcla que se busca desarrollar durante este trabajo coincide casi en su totalidad con la tradición norteamericana, la única diferencia notable, es que no se trabaja con chocolate sino con polvo de cacao rico en grasa, dicho esto, de aquí en adelante cuando se haga mención del producto nos referiremos como se establece su nombre comercial “Brownie a la taza”. (The nibble, 2005).



En la tabla a continuación se detalla los ingredientes que debe tener el brownie para un sabor ideal:

<b>Función:</b>	<b>Sustitutos:</b>	<b>Código:</b>
Cuerpo, aroma y sabor principal	Polvo de cacao alto en grasa	A
Emulsificante 1	Leche en polvo	B
Edulcorante	Azúcar blanca	C
Texturizante	Ninguna	-
Emulsificante 2	Emulsificante natural	L
Sabor, textura y control de humedad	Nibs de cacao	A
Aumentar volumen	Polvo de hornear	D
Vehículo dispersante	Agua	E
Retenedor de agua y aire	Almidón	R

Tabla 1. Ingredientes tradicionales frente a los ingredientes que usa "Brownie a la taza".

## 2. Selección de materias primas

### 2.1. Polvo de cacao alto en grasa

Esta materia prima tiene un proceso de obtención y funcionalidad que varía de los conceptos comunes de cocoa<sup>3</sup>, cacao en polvo<sup>4</sup> y por ende de su actuación final como chocolate a la taza<sup>5</sup>. Este es un concepto nuevo que durante este trabajo investigativo se busca ingresar, puesto que el *codex alimentarius* solo define los polvos de cacao rebajados en grasa cuyo contenido de lípidos está comprendido entre 0%- 24%. Este fenómeno se da en la industria

<sup>3</sup> Según la NOM-186-SSA1 del 2013 y en contraposición a otras definiciones del CODEX ALIMENTARIUS se define como la torta de cacao (sin manteca) transformada en polvo y contiene azúcares y conservantes. Se consume en disolución en leche o agua.

<sup>4</sup> Según la NOM-186-SSA1 del 2013 se define como la torta de cacao (sin manteca) transformada en polvo. Existe la definición de cacao en polvo rebajado en grasa según el CODEX alimentarius pero se refiere a conservar polvos entre (20-8)% m/m. El polvo obtenido tiene más del 30% m/m.

<sup>5</sup> Según el portal de Gastronomía & CIA es un producto obtenido del cacao, azúcares, al menos 8% de harinas, al menos 35% de material total seco de cacao y al menos 14% de materia seca y desengrasada de cacao.



debido al proceso productivo para la obtención del polvo de cacao el cual se detalla a continuación:

### **2.1.1. Proceso productivo de polvo de cacao**

#### **A) Cosecha**

Con una tijera especial que evita los cortes de la cáscara, se retiran las mazorcas que han pasado de un color verde-púrpura hacia amarillo-rojo-anaranjado. Acabada la recolección, se cortan las mazorcas de forma transversal o longitudinal para retirar los granos envueltos en mucilago, a los cuales se denominan “cacao baba”. El cacao baba, pasa a un proceso de fermentación en cajas de madera por 4-5 días en los que pierde el mucilago, baja la humedad y se desarrollan los principales precursores del sabor y aroma. (Chávez, 2015)

#### **B) Fermentación**

Consta de 3 etapas. La primera de ellas denominada la fase anaerobia dura entre 24-36 horas en las que el azúcar del mucilago se convierte en alcohol. La segunda, por acción de las bacterias ácido lácticas algunos azúcares y ácidos orgánicos se convierten en ácido láctico. Y finalmente, las bacterias acéticas convierten el alcohol en ácido acético en una reacción exotérmica que mantiene los granos a 50°C permitiendo la muerte del cotiledón. Estas 2 últimas etapas duran entre 48-96 horas. (Chávez, 2015)

#### **C) Secado**

El secado se puede realizar de manera natural o artificial, con el fin de disminuir la humedad a un 7% y poder conservar los granos para su posterior comercialización o industrialización. La forma natural es la más usada, toma alrededor de 10 días donde los granos se colocan en una superficie de madera o en el suelo cubierto por un protector. Si el ambiente es húmedo y existe propensión a la contaminación con microorganismos se usan secadores a 50°C por 4 horas donde las almendras quedan listas para pasar a las siguientes fases. (Chávez, 2015)

#### **D) Clasificación y limpieza**

Para aceptar o rechazar un lote de cacao de un proveedor se debe seguir el procedimiento detallado en las normas INEN NTE 176 y la INEN NTE 177, que describen el muestreo y los requisitos del grano respectivamente. Luego se procede a hacer un cribado de los granos donde se retira arena, restos de vegetación, entre otras impurezas. (Chávez, 2015)



### **E) Tostado**

Esta es la etapa crítica del proceso, en el tostado, se desprende la cascarilla del cotiledón, disminuye la humedad a un 2% y se da la reacción de Maillard que oscurece el grano y cuya síntesis compleja produce gran cantidad de volátiles que darán el aroma del chocolate, algunos de ellos son, pirizinas, aldehídos, cetonas, alcoholes y esterres.

Según Beckett en su libro “Industrial Chocolate Manufacture and Use” las condiciones de operación del tostador estarán en función del tipo de cacao pudiendo variar entre 110°C-140°C por 35-40 minutos. En la localidad<sup>6</sup>, las familias con tradición chocolatera operan en condiciones similares y los tostadores que más se utilizan son los de tambor tipo Batch a diferencia de los grandes procesos industriales que utilizan tostadores continuos tipo vertical o tambor. La marca artesanal “La Purita” ubicados en San Joaquín, Cuenca-Ecuador, serán los proveedores a quienes se le ha confiado el proceso de tostado para desarrollar “Brownie a la taza”. (Chávez, 2015)

### **F) Trituración y Descascarillado**

En el libro “Chocolate Science and Technology” del autor Afoakwa se menciona que entre 10-14% del peso total del grano es proporcionado por la cascarilla y si no es retirada es precursor de sabores extraños y por su dureza produce daños en el molino. En la industria se usa la descascarilladora de rodillos que primero tritura el grano y luego lo tamiza por distintos tamaños de malla y con una corriente de aire esparce la cáscara. En el sector artesanal, de igual manera, hace una trituración primaria, pero la disposición del equipo hace que se pierda hasta un 30% del peso total del grano cuando se enfrenta a la corriente de aire. En este punto del proceso del grano de cacao, se adquiere como materia prima al proveedor señalado.

### **G) Molido y Prensado**

Se busca disminuir el tamaño de los granos de cacao a 15-50  $\mu\text{m}$  liberando así la grasa y por fricción aumentar la temperatura formando el licor de cacao<sup>7</sup>. Los molinos más usados son

---

<sup>6</sup> Hace referencia a las familias de Azuay; sin embargo, existe tradición chocolatera a lo largo de todo el país.

<sup>7</sup> Según el Codex alimentarius se define como un subproducto de la desintegración mecánica de los granos de cacao fermentados, secos, limpios, descascarillados y sin añadir o eliminar sus elementos constituyentes.

los de impacto, discos, bolas y martillos. Para que el licor sea comercializado debe cumplir con la norma NTE INEN 623. (Chávez, 2015)

El licor es una suspensión de la manteca y del material sólido llamado torta. Para separar la torta de la manteca se usan prensas que en función de la presión van a obtener una torta con mayor o menor contenido de grasa y se utiliza con distintos fines comerciales tal como se muestra en la ilustración 1.

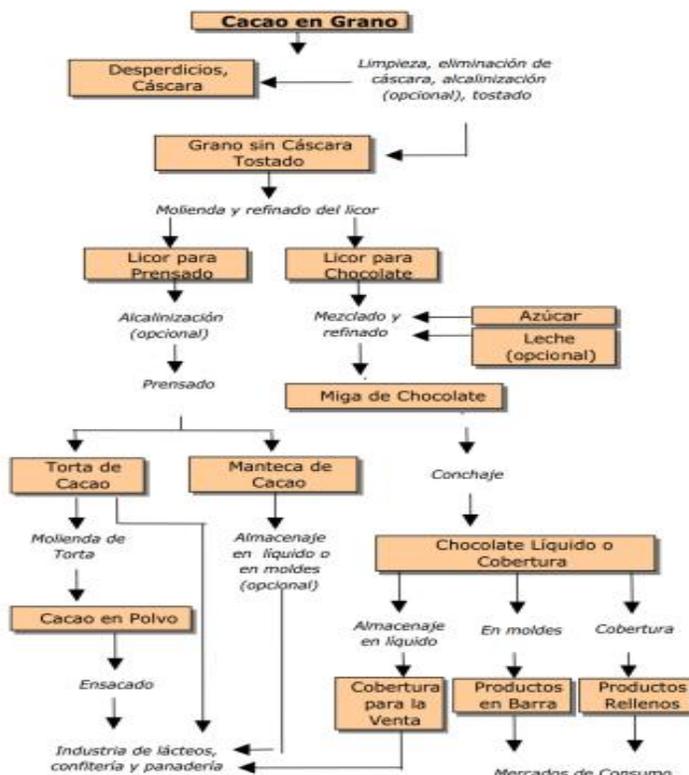


Ilustración 1. Diagrama de bloques del paso de grano de cacao hacia los mercados de consumo más comunes (Guerrero, y otros, 2012).

### 2.1.2. Cambio en el proceso productivo-Nuevo proceso de molido

Como se ha descrito en el proceso tradicional se debe obtener licor para poder separar la grasa y obtener la torta, generalmente la torta ingresa a otro proceso de molido para obtener cocoa y mientras más alto su contenido en grasa tendrá mayores problemas de humectación, dispersión y solubilidad, por eso el INEN en su norma NTE INEN 620

expone los requisitos para tener un polvo con buena reconstitución en bebidas.



Requisito	Unidad	Cacao en polvo soluble	
		Mínimo	Máximo
Humedad o pérdida por calentamiento	%	-	5
Contenido de grasa	%	8	28
Cenizas totales	%	-	10
Alcalinidad de las cenizas (en Carbonato de potasio)	%	-	10

Tabla 2. Parámetros de calidad del polvo de cacao. INEN 620 (1992).

Bajo este concepto se fundamentan en la actualidad los postres y las premezclas de chocolate o tipo brownie, puesto que necesitan de cocoa para dar color y aroma a las harinas y luego agregar grasa para emulsificar y mantener la mezcla compacta.

En base a los principios antes mencionados, evitando el aumento de temperatura por la fricción en el molido se puede producir un polvo que conserve el 55% de grasa que tiene el grano de cacao (Chávez, 2015). Evitar la fricción en los equipos es imposible, pero al agregar ingredientes que no funden a estas temperaturas, actuando como refractarios del grano, y disminuyendo la velocidad del molido, se obtiene un polvo con propiedades reposteras. Una premezcla a base de este polvo ya no necesita añadir grasas, ya que conserva las del grano; debido a que el tamaño de partícula del polvo es superior al de las harinas convencionales, proporciona cuerpo y volumen a los postres; no necesita agregar chispas de chocolate, puesto que en el proceso se fundirá los granos más finos de cacao logrando un baño de la premezcla en licor de cacao liberando olor y sabor a chocolate; también aporta con frutos secos ya que el molido genera en 70% polvo de cacao y 30% nibs evitando la utilización de nueces.

La factibilidad de este nuevo proceso de molido para escala industrial es un factor de estudio importante, ya que mientras sea un proceso de escala artesanal es posible y económicamente viable. Tal como se expone en otros trabajos de investigación similares a este concepto, se resalta que, a mayor contenido de grasa, mayor será el costo de producción, puesto que se necesitará de mayor tiempo de producción y controles de calidad, pero se ahorra en la adquisición y manipulación de las prensas.



## **2.2. Edulcorante**

Al formular productos con edulcorantes artificiales se debe idear una mezcla de distintos edulcorantes que soporten altas temperaturas para evitar sabores amargos, metalizados y en las concentraciones indicadas por las hojas de seguridad para evitar cualquier efecto cancerígeno. El uso de edulcorantes artificiales amplía el mercado hacia consumidores que buscan productos bajo en azúcar; sin embargo, aumenta el costo de producción, por lo que al momento no es una opción económicamente viable. También deja la posibilidad de que la textura cambie, gran proporción del cuerpo del brownie viene dado por el volumen de azúcar. (Durán , Rodriguez , Cordón, & Record, 2012)

## **2.3. Grasa**

Debido a su estructura química, podemos tener grasas polares y apolares que repercuten notablemente sobre los caracteres organolépticos y de ahí su importancia en la formulación de alimentos a nivel industrial. La cantidad de grasa usada, se refleja principalmente en la textura del alimento que se quiere obtener, en la capacidad de retener aire, de formar cristales y de vehicular compuestos volátiles.

La capacidad de formar agregados de la grasa creará un comportamiento de fusión que dará como resultados distintas texturas tales como la extensibilidad, arenosidad, cremosidad, sensación bucal y el conocido florecimiento o eflorescencia del chocolate (blooming).

No es necesario añadir grasa para preparar el postre puesto que se trabaja con polvo de cacao alto en grasa, que se libera con el calor del microondas y crea la textura arenosa típica y deseada en el bizcocho. pero, al no ser homogenizada con el resto de componentes, no cumple a cabalidad con la función de retener el aire; sin embargo, no representa un problema, pues como se ha definido, el brownie es un bizcocho característico por no inflarse. (Boatella Riera, Codon Salcedo , & López Alegret, 2004).



<b>Ácido graso:</b>	<b>Condición de saturación:</b>	<b>Proporción:</b>
<b>Oleico</b>	Monoinsaturado	35%
<b>Linoleico</b>	Poliinsaturado	3%
<b>Palmítico</b>	Saturado	25%
<b>Esteárico</b>	Saturado	35%

Tabla 3. Principales ácidos grasos que aporta la manteca de cacao. (Chávez, 2015)

Según el libro de Nutrición para la salud, la condición física y el deporte de Melvin Williams (2010) el consumo de grasas insaturadas está asociada a la disminución del *LDL* y aumentar el *HDL*<sup>8</sup> y la absorción de vitaminas.

#### 2.4. Emulsionantes

Para mantener una mejor textura es fundamental usar un emulsionante que junte la grasa que se libera del cacao con el agua que se agrega a la formulación. El huevo, es el emulsionante de cocina más conocido, su utilización es bastante habitual para la elaboración de salsas, flanes, panadería y pastelería en general, entre otros. Las propiedades más destacadas del huevo son la espumante, la adhesiva, la aglutinante, clarificante, coagulante, gelificante, colorante, emulsionante y aromatizante. (Instituto de estudios del huevo , 2018)

El agregar huevo a la formulación va a otorgar una textura más uniforme debido a una mejor cohesión de los elementos, pero presenta algunos inconvenientes como aumentar el tiempo de preparación, esta propiedad se puede considerar como la ventaja competitiva de “Brownie a la taza” frente a otros similares en el mercado. El uso de ovoproductos a pesar de estar en polvo, obliga a agregar a la formulación conservantes y declarar otro alérgeno en la etiqueta aparte de la leche en polvo que por ahora proporciona sabor y más elementos emulsificantes. Es necesario por todas la razones mencionadas, que “Brownie a la taza” tenga un emulsionante acorde a la política del producto, por ello se usa en distintas proporciones de semillas hidrocoloidales cuyos mucílagos aportan las características reológicas antes

<sup>8</sup> LDL: Lipoproteínas de baja densidad.  
HDL: Lipoproteínas de alta densidad  
Ambas siglas atribuidas a la escritura en inglés.



mencionadas. (Garda , Alvarez , Lattanzio , Ferraro , & Colombo, 2012). Si el cliente desea agregar huevo a la fórmula para mejorar la textura o la creación de nuevos productos a base de esta premezcla, se obtendrá buenos resultados.

### **2.5.Frutos secos**

Son aquellos frutos que tienen menos de 50% de agua en su composición y se clasifican en frutos de cáscara dura como nueces, avellanas, pistachos, cacahuates, etc. o frutas desecadas como pasa, ciruelas, dátiles, etc. Generalmente tienen origen arbóreo pero también se incluyen algunos tipos de leguminosas. En el aspecto nutricional tienen menos de 10% en agua, 20% de proteína y 50% de lípidos por lo que son altamente energéticos y por su alta concentración de ácidos grasos insaturados. (Mayordomo Fileu, Mazorriaga Rama, & Domenéch Gonzalez , 2016)

## **3. Proceso Operacional**

### **3.1.Recepción y control de materias primas**

Busca mantener la calidad del producto final desde la adquisición de la materia prima. Es obligación del productor, verificar que los proveedores están otorgando el estándar por el que se está adquiriendo sus productos.

El grano de cacao tostado debe apegarse a lo solicitado por la norma INEN NTE 176, siendo este el ingrediente principal, el control de calidad debe ser exhaustivo. El grado de tostado adecuado, también se puede determinar por el sabor, en el caso de tener la experticia para hacerlo.

Los demás ingredientes deben cumplir con los requisitos legales de comercialización y como son productos pulverizados y secos en su mayoría, el control viene por almacenarlos en recipientes de acero inoxidable, ambientes secos y en estantes adecuados según se estipula en el reglamento de buenas prácticas para alimentos procesados del ARCSA.

### **3.2.Pesado**

Los ingredientes se pesan de acuerdo a la formulación, esta etapa necesita de controles y concentración por parte de los operadores. En caso de dudar sobre algún peso, se debe



desechar todo el lote. No existe ningún compuesto considerado peligroso, por lo que no es una etapa crítica; sin embargo, el sabor de la receta, debe ser constante.

### **3.3.Mezclado**

Se juntan todos los ingredientes y se mezclan de forma manual, hasta que la mezcla sea lo más uniforme posible. En los tanques de mezclado se debe garantizar que tanto en el fondo, en el medio y en la superficie se vea homogéneo. Al terminar el molido, en los tanques de almacenamiento, la mezcla se sigue agitando para garantizar que todos los puntos tengan la misma proporción de ingredientes.

### **3.4.Molido**

Esta es la operación crítica del proceso, para ejecutarla, se usa un molino de discos. La velocidad de operación es muy baja, cerca de 30 rpm y el tamaño de los granos es predominantemente grueso, para evitar que fundan en su totalidad. Al molino ingresan todos los ingredientes dosificados para ayudar a aumentar el punto de fusión del grano. Se sabe que el proceso fue adecuado cuando el polvo no se apelmaza.

### **3.5.Envasado**

Se determina el contenido neto de cada envase, se pesa y se almacena en empaques apropiados para su posterior almacenamiento y comercialización.

## **4. Conservación de productos alimenticios**

Como todo alimento que se va a distribuir principalmente en supermercados, es necesario dar un tiempo de vida de estante entre 6 meses a 1 año, tal como se analiza en el primer capítulo, es la necesidad de conservar y preparar los alimentos de manera ágil lo que da origen a las premezclas. Sin embargo, este producto se caracteriza por ser natural y libre de conservantes artificiales; por lo tanto, el factor con el que se logra prevenir el crecimiento microbiano es la baja actividad de agua, pero también se busca mantener las propiedades organolépticas originales en el tiempo de rotación deseado.



#### **4.1. Tipos de conservación de alimentos**

Una correcta conservación y almacenaje de los alimentos mantiene mejor las propiedades nutritivas. La temperatura, el tiempo y el tipo de alimento son factores fundamentales a tener en cuenta para conseguir una óptima conservación.

Los alimentos son más susceptibles a las bacterias cuando se encuentran a temperaturas, entre los 5°C y los 65°C. El frío (a menos de 5 °C) retarda el desarrollo de las bacterias mientras que el calor (a más de 65°C) destruye ciertos microorganismos. El tiempo de exposición de los alimentos a temperatura ambiente (a excepción de las conservas y productos imperecederos) debe ser el menor posible, incluso los alimentos cocinados deben conservarse en refrigeración. Dicho esto, la conservación principalmente viene de dos tipos: conservación por frío y conservación por calor. En este caso debido a la naturaleza de la premezcla, la conservación se dará a temperatura ambiente debido a su baja actividad acuosa.

#### **4.2. Actividad de agua y su efecto en los alimentos**

El agua contenida en los alimentos juega un papel fundamental en diversos aspectos relacionados con la industria alimentaria y el campo del desarrollo e investigación en alimentos. La cantidad de sólidos es inversamente proporcional al contenido de agua en el alimento el cual influye en la elección de las condiciones de proceso y de almacenamiento y determina el tipo de empaque, por lo que es un factor de importancia económica.

La calidad nutricional del alimento está en relación inversa a la cantidad de agua, las propiedades funcionales como textura, viscosidad, turbidez, así como las capacidades de hidratación, de emulsificación y de formación de espuma de las proteínas, son consecuencia de la interacción con los componentes del alimento y del estado físico del agua presente. La estabilidad del alimento depende en gran medida de su contenido de agua, ya que ésta es necesaria para el crecimiento microbiano, para la germinación de semillas, para que se efectúen reacciones tanto indeseables como deseables (enzimáticas, de oscurecimiento, rancidez hidrolítica desnaturalización de proteínas, rancidez oxidativa, estas dos últimas causadas por la disminución de humedad en el alimento).

Según José Ramón García Toscano, en su libro elaboración de conservas, se necesita una actividad acuosa de 0.851-1 para la proliferación de bacterias, actividad acuosa de 0-61-0.85



para el crecimiento de levaduras y hongos. Tal como se demostrará en el capítulo III, según la prueba del higrómetro, “Brownie a la taza” tiene una actividad de agua de 0.3, incluso en bibliografías más estrictas, este nivel de agua es lo suficientemente bajo para evitar el crecimiento de patógenos que puedan causar problemas de salud pública en el contagio de infecciones o intoxicaciones alimentarias. Se pudo elaborar el producto bajo la hipótesis de que el producto final tiene baja actividad de agua, fundamentada en la fórmula de Ross que indica que la  $a_w$  final es igual al producto de las  $a_w$  individuales de cada ingrediente:

$$a_w = a_{w1} * a_{w2} * \dots * a_{wn}$$

*Ecuación 1. Ecuación de Ross para predecir la actividad acuosa final de una mezcla en base a sus componentes.*

<b>Ingrediente:</b>	<b>aw:</b>
<b>A</b>	0.2-0.3
<b>B</b>	0.2
<b>C</b>	0.12-0.25
<b>L</b>	0.2
<b>D</b>	0.12-0.25

*Tabla 4. Ingredientes y actividades acuosas obtenidas de la Universidad Nacional del centro de la provincia de Buenos Aires y comparada con datos de la cátedra bioquímica de alimentos de la Universidad de Cuenca. (Donoso, 2016).*

Al aplicar la ecuación de Ross y al someter al ensayo del hidrómetro, se obtienen valores muy similares. Teóricamente se esperaba una actividad menor, el error se justifica por el contacto que tuvieron los elementos con el aire durante el proceso de elaboración, como el tiempo que estuvieron fuera del empaque previo a la prueba.

#### **4.3.Efecto de empaque sobre la vida útil**

Los típicos problemas de deterioro en alimentos deshidratados y de humedad intermedia son consecuencia de la ganancia o pérdida de humedad que modificará su comportamiento hacia otras regiones de la isoterma pudiendo quedar en condiciones que permitan su deterioro.

Para escoger con criterios técnicos el material de empaque adecuado para el alimento, es necesario conocer la actividad del agua ( $a_w$ ) y la humedad a la que se produce el deterioro del mismo, a estos datos se los conoce como críticos.

La funcionalidad del envasado constituye un factor determinante en el éxito o fracaso del mismo, cuando se utiliza en máquinas de llenado semiautomáticas o automáticas. Esta también definida por un buen dispensado en máquina, buena sellabilidad, nivel de llenado adecuado y resistencia a condiciones de almacenamiento y transporte.

Dependiendo del material con el cual se elabore el empaque, se protege al producto de factores externos como la humedad, el oxígeno y de elementos contaminantes, en mayor o menor grado. En el caso de los plásticos, la permeabilidad constituye uno de los factores claves a evaluar en el material.

El Polipropileno, por ejemplo, absorbe menos agua que el Poliestireno y el PET. Por otra parte, cuando los productos requieren una larga vida útil se utilizan estructuras coextruidas multicapas, las cuales se componen de materiales como polipropileno, Evoh, saran, polietileno y poliestireno.

El estudio de la monocapa tiene gran importancia en la ingeniería del empaque, pues si bien es cierto que las pruebas indican un amplio margen de protección contra microorganismos, el desgaste de las propiedades organolépticas, es el factor primordial a cuidar, tal como se puede observar en la gráfica donde la oxidación de lípidos tiene mayor velocidad de reacción a menor actividad de agua.

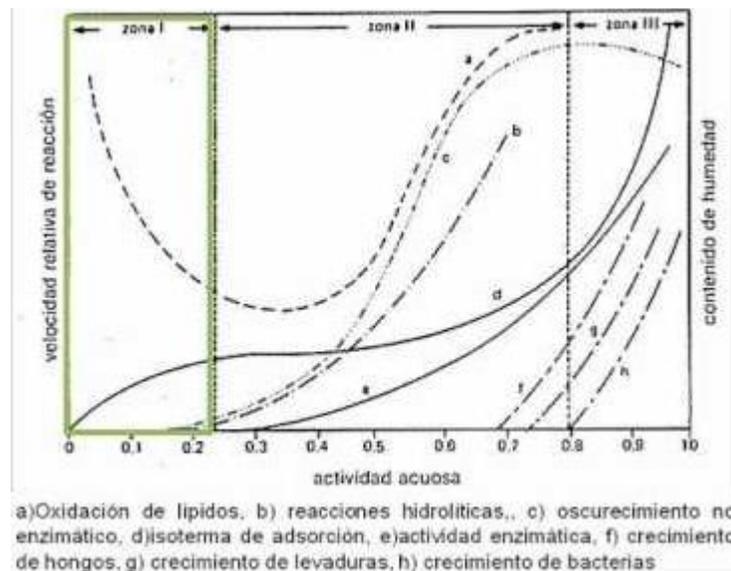


Ilustración 2. Velocidad de reacción versus actividad acuosa de los principales fenómenos alimenticios.



El uso de empaques opacos que protejan a las grasas de la luz y el oxígeno es la mejor opción para “Brownie a la taza” cuyo contenido de grasa supera el 30% en peso. Sin embargo, la adquisición de bolsas de aluminio plastificadas para escala de laboratorio representa un costo de inversión alto y poco viable ya que la cantidad de fundas mínimas para adquirir son 10000 unidades (Plásticos del Litoral, 2016).

La oferta en el mercado consiste en varias capas de protección como el aluminio, polietileno, nylon, poliéster, entre otros polímeros; sin embargo, la resistencia del film de polietileno al agua y oxígeno cumple con las exigencias de conservación y representan un ahorro económico significativo al complementar con un recubrimiento de cartón para proteger de la luz.

	Barrera al O <sub>2</sub> <sup>(a)</sup>	Barrera al H <sub>2</sub> O <sup>(b)</sup>	Resistencia a la Tensión (mpa)	Resistencia al Impacto	Opacidad %
PP	150	0.25 – 0.7	35	30	1 – 2
OPP	110	0.3 – 0.4	172 – 210	5 – 15	3
PVC	5 – 1,500	2.8	14 - 110	12 - 20	1 – 2
PET	4.8 - 9	1.8 - 3	172	25 - 30	4
EVA (>12% VA)	515 - 645	3.9	21 - 34	11 – 15	2 – 10
IONOMERO	226 - 484	1.3 – 2.1	24 – 38	6 – 11	1 - 15
PS	100 - 200	5	34 - 55	12 - 16	0 - 1

a. cc.µm/m<sup>2</sup>.d.Kpa a 20°C y 75%HR  
b. g.mm/m<sup>2</sup>.d.Kpa a 38°C y 90%-0%HR

Tabla 5. Permeabilidad de películas de 2mm de polímeros comerciales (Rincón, 2007).



## CAPÍTULO II: METODOLOGÍA

### 1. Concepto del producto

Premezcla a base de polvo de cacao rico en grasa, cuya formulación está orientada para elaborar postres tipo Brownies. La funcionalidad de producto, consiste en agregar agua, agitar hasta tener una mezcla uniforme y llevar 1 minuto en cualquier horno microondas. Este producto es impulsado por el mercado y se inserta a un target de amantes del cacao, reposteros, amas de casa y niños, dispuestos a pagar por calidad artesanal en un proceso masivo que cuida las líneas nutritivas y organolépticas. Los nuevos productos que potencializan la producción nacional sostenida y el orgullo por las materias primas locales, atrae reconocimiento internacional y crecimiento económico (Patiño Mosquera, 2018).

Si bien es cierto que el proceso y las cualidades del producto son únicos al no adquirir el estudio de secreto industrial, la ley de libre comercialización nacional permite la réplica de la receta (INSTITUTO ECUATORIANO DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL, 2017) . Es por ello que el fortalecimiento de la marca se enfocará en: el servicio, la imagen comercial y la disponibilidad del producto en distintos lugares lo que marcará la ventaja competitiva. El producto está libre de aditivos químicos en su formulación tales como edulcorantes artificiales, conservantes, estabilizantes, emulsificantes, etc. Por lo que se podrá obtener certificaciones de natural y plazas de venta en cafeterías y locales comerciales “orgánicos”. (Berrones, 2018).



## 2. Descripción del producto

Presentación principal:	55g
Presentación de supermercados:	450 g
Sabor dominante:	Semiamargo (Cacao mayor al 40%)
Tiempo de preparación:	3 minutos
Tiempo de microondas:	1 minuto
Humedad:	3%
Grasa:	mayor al 30%
Alérgenos:	Lactosa
Forma de preparación:	Agregar 20 ml de agua fría o temperatura ambiente y agitar hasta tener una masa homogénea

Tabla 6. Descripción del producto y su presentación

Se puede añadir cualquier producto de su agrado para la elaboración de recetas propias.

No necesita ovoproductos ni grasas añadidas.

No contiene gluten.

**PRODUCTO NATURAL LIBRE DE CONSERVANTES, ESTABILIZANTES Y EDULCORANTES ARTIFICIALES.**

## 3. Perfil del cliente

El consumidor de este producto es un amante del cacao de calidad o de chocolates amargo o semiamargo, cuyo paladar se adaptará con facilidad a la nueva presentación de brownie. Este cliente no tiene distinción de género o edad y sus habilidades reposteras pueden ir desde profesionales hasta inexperto. Este mercado, busca consumir postres de calidad y que se puedan preparar en cualquier lugar en menos de 2 minutos. Quedan fuera del mercado potencial, los intolerantes a la lactosa y los veganos. Se incluye a los celíacos y alérgicos al huevo.

¿Dónde están estos consumidores?

Con certeza se puede decir que los países productores de cacao no son los consumidores de chocolates o derivados de calidad. Es el mercado europeo, estadounidense y australiano el

que tiene un mercado en crecimiento y dirigido al consumo de chocolate amargo. (El club del chocolate, 2015). Esto significa que la introducción en el mercado local será difícil de lograr y los esfuerzos estarán dirigidos en exportar el producto.

#### 4. Diagrama del proceso para la elaboración de la premezcla en planta piloto

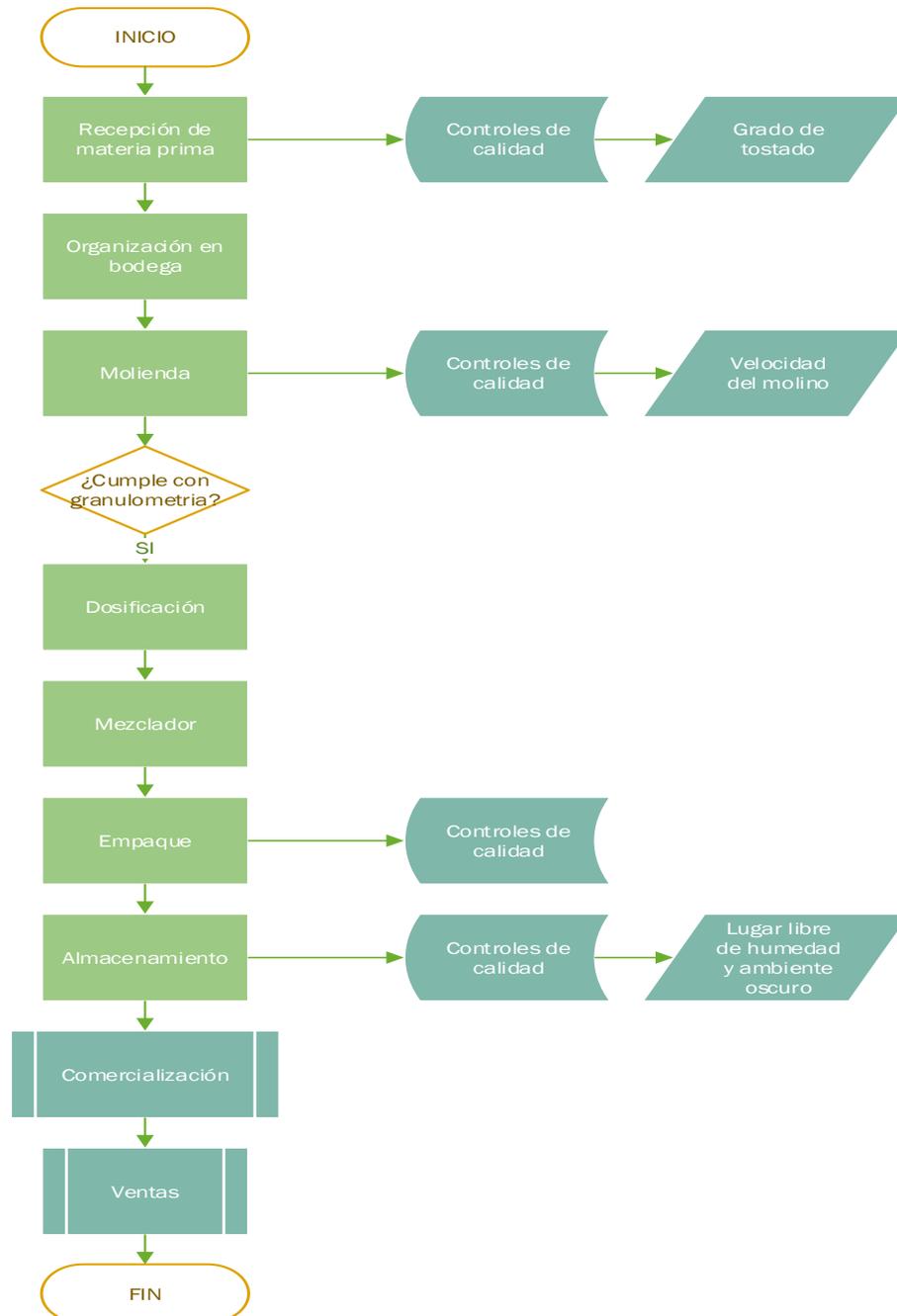


Ilustración 3. Diagrama básico del proceso de producción

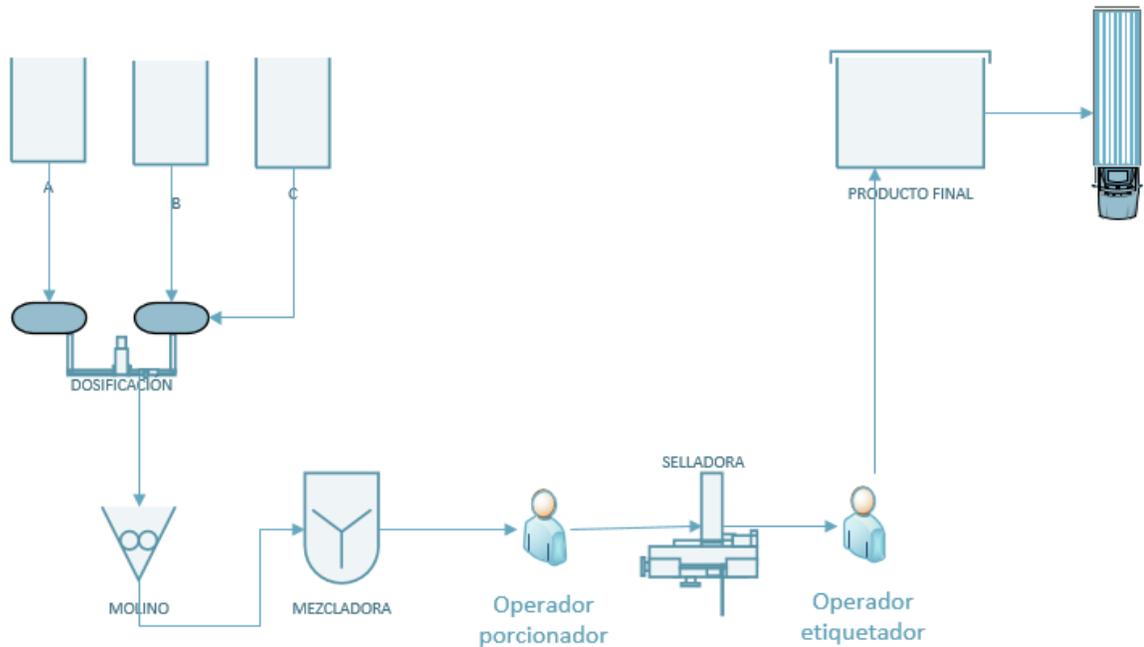


Ilustración 4. Diagrama básico del proceso operacional a escala piloto

## 5. Elaboración del producto final para su consumo

1. Vierta todo el contenido del sobre en una taza
2. Añada 2 cucharadas soperas bien colmadas de agua fría o a temperatura ambiente (20ml).
3. Mezcle muy bien hasta que se vea homogéneo. La textura ideal no es espesa y tampoco líquida, debe guardar la consistencia de una masa para pasteles.
4. Llevar al microondas por 1 minuto.

Nota: Si obtuvo una consistencia tipo mousse puede llevar 30 segundos más al microondas para obtener una textura similar a un cake.

## 6. Formulación de la premezcla base con ensayo prueba-error

### 6.1. Objetivo:

Encontrar una receta para el polvo de cacao rico en grasa que cumpla con características organolépticas y de estabilidad adecuadas.



### 6.2. Formulación 1:

Propuesta de ingredientes y proporciones en base a consultar recetas de tradición familiar:

<b>Código:</b>	<b>Proporción:</b>
<b>A</b>	35-40%
<b>B</b>	35-40%
<b>C</b>	20-30%
<b>L</b>	5%
<b>D</b>	1-5%
<b>E</b>	10-25 ml
<b>T</b>	30 s – 2 min

Tabla 7. Tabla de las materias primas de la formulación, codificación y proporciones establecidas.

### 6.3. Prueba 1:

Elaborar 16 formulaciones que varían en el rango de proporción establecido en la tabla 7 y evaluar los siguientes parámetros:

- **Color, Textura, olor y sabor:** Para establecer las características organolépticas básicas.
- **Facilidad de preparación:** La cantidad de líquido que da un mejor cuerpo a la mezcla.
- **Tiempo de preparación:** Para economía y facilidad del consumidor.

A criterio, se seleccionaron 4 formulaciones que dieron los mejores resultados a los parámetros descritos y se llamó a un panel de 13 catadores sin ninguna experiencia en catar chocolate o cacao a los que llamaremos PANEL 1, y cuyo único requisito es estar dentro del perfil del cliente antes descrito. El Panel 1 evaluó las características anteriormente mencionadas, determinando las siguientes proporciones de ingredientes como la predilecta; a esta formulación se la denominará fórmula base (FB):



<b>Código:</b>	<b>Proporción:</b>
<b>A</b>	39%
<b>B</b>	35%
<b>C</b>	20%
<b>L</b>	5%
<b>D</b>	1%
<b>E</b>	15 ml
<b>T</b>	1 minuto 30 segundos

Tabla 8. Formulación escogida por el panel.

#### 6.4.Prueba 2: Estabilidad del brownie

Realizado con 300 consumidores

<b>Parámetro:</b>	<b>Método de determinación:</b>	<b>Resultado:</b>
<b>Facilidad de elaboración</b>	Panel de ensayos	No es robusto. En caso de no colocar 15 ml de agua exactos, explota.
<b>Aspecto visual</b>	Observación	No aumenta el volumen
<b>Estabilidad</b>	Observación	Si no se consume inmediatamente, al enfriarse, se vuelve un polvo seco y duro sin propiedades organolépticas agradables.

Tabla 9. Pruebas de estabilidad del producto cuando va a ser consumido.

### 6.5. Prueba 3: Método Ishikawa (Espina de pescado) para identificar problema raíz

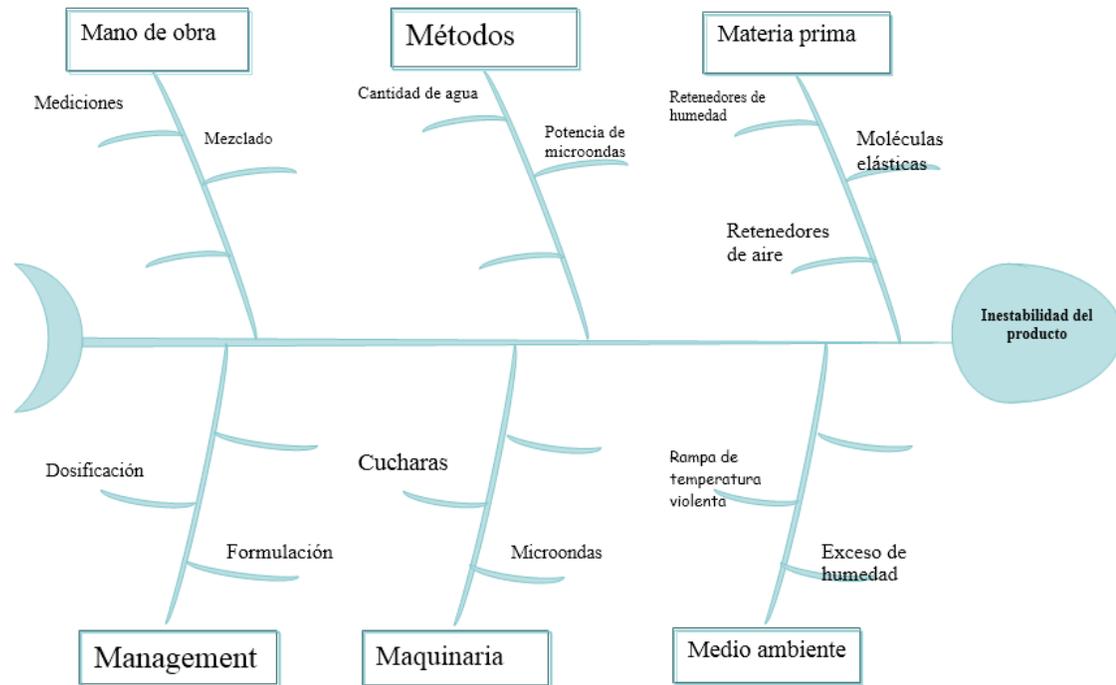


Ilustración 5. Método de Ishikawa y las 5 M's para encontrar la causa raíz del problema de calidad en el producto.

Se inició el estudio de Ishikawa por la espina de la **mano de obra**, podemos observar que las 2 razones encontradas para que el producto sea inestable, serían una mala dosificación y un mal mezclado que podía acumular en algunas regiones el ingrediente D. Sin embargo, hay registros de mediciones y un proceso de mezclado que eliminan estas causas como la causa raíz. En la espina del *método* se nos sugiere que un exceso de agua o una alta potencia de microondas puede generar los problemas, esto va acorde a la espina de *medio ambiente*, una rampa de temperatura violenta resulta en la expulsión del agua y por lo tanto en una explosión. Se pidió a una submuestra de la población de consumidores que repitan el método de elaboración y se determinó que el método es demasiado estricto, al variar entre  $\pm 2$  ml de agua se da el problema de la explosión, dejando en evidencia que el tamaño de las cucharas y el tiempo y potencia de los microondas ejercen la mayor influencia en los problemas suscitados. Este análisis nos conduce a la quinta espina, el *Management*, no puede permitir



que el problema de dosificación recaiga en el consumidor, por lo tanto, se debe llevar el producto a un análisis desde sus orígenes y replantear la formulación.

Es por ello, que se ha decidido que el problema raíz recae sobre la sexta espina, las *materias primas*, no cuenta con ningún retenedor de humedad, de aire o gomas que brinden elasticidad, crecimiento y robustez al método.

### **6.6.Resultados:**

Las propiedades organolépticas de la fórmula FB determinadas por el PANEL 1 en sabor y olor obtuvieron una calificación 5 (excelentes) ; sin embargo, la textura tuvo una calificación 3 (buena), esto debido a la gran cantidad de nibs de cacao<sup>9</sup> que posee este producto propio del tipo de molido al que es sometido.

El brownie como producto final no es estable. Genera malestar en los consumidores que la cantidad de agua sea tan precisa, que al no ser consumido en caliente se vuelva un polvo duro y que no aumente su volumen como los bizcochos tradicionales<sup>10</sup>, dando la apariencia de poca cantidad de producto. Sin embargo, en las pruebas, los 50 gramos representan la cantidad correcta de consumo y se verifica en la investigación conducida en los estantes de supermercados donde productos similares cumplen con la misma cantidad para consumo personal. La razón que se rastreó con el método Ishikawa fue la falta de moléculas retenedoras de aire y de agua, que ayudan a dar volumen, solucionando el aspecto visual además de darle robustez al método para que algunos mililitros de agua ya sea en mayor o menor cantidad no creen problemas de explosiones a las distintas potencias de los hornos microondas. Además se ha determinado que la cantidad de B usada, aumenta el costo del producto por una sobre concentración de la misma, la cantidad adecuada para mantener el sabor ideal está en el rango de 1-10%. (Miranda, 2017).

---

<sup>9</sup> Son pedazos de semilla de cacao tostado.

<sup>10</sup> Bizcocho generalmente se infla, los Brownies por definición son secos y planos.



### **6.7. Conclusión**

Es necesario reformular “Brownie a la taza” adicionando carbohidratos de estructura compleja y optimizar la cantidad de B. Estos cambios deben ser aprobados por un PANEL 2, que este dentro del perfil del cliente pero que sea experimentado en catar cacao o chocolate.

## **7. Reformulación de la premezcla con diseño experimental**

### **Hipótesis 1:**

- Al agregar carbohidratos complejos a la formulación se retendrá el agua en la estructura de “Brownie a la taza” evitando la expulsión violenta de la misma cuando se evapora.
- El método será robusto respecto a la cantidad de agua.
- El carbohidrato seleccionado actuará como aglutinante manteniendo la consistencia del brownie en frío.

### **7.1. Selección del carbohidrato**

De acuerdo a la teoría se establecieron 3 posibles carbohidratos: Harina, Almidón de Maíz y Almidón de Yuca. Se probó el comportamiento durante y después del microondas; sin embargo, cumplir con el concepto del producto es primordial, por lo tanto, ingresar harina dejaría por fuera sectores de la población con las que se cuenta como mercado objetivo.

#### **7.1.1. Prueba 1:**

Se llevaron a cabo las 3 experimentaciones con cada tipo de carbohidrato seleccionado y el panel 1 determinó que, tanto en apariencia, por aumentar el volumen como por comportamiento en frío, la harina era mejor. Sin embargo, el sabor se encontraba atenuado, lo que implicaba formular todos los ingredientes y violar el concepto rector del producto.

El Almidón por su parte no cambió el sabor de la fórmula, aumentó ligeramente el volumen y se mantuvo bien en condiciones de enfriamiento, manteniendo ventaja en costo como en propiedades sobre el almidón de maíz. Por lo tanto, para “Brownie a la taza” se seleccionó como carbohidrato complejo el almidón de yuca.



**Hipótesis 2:**

El paladar del consumidor ecuatoriano y su asociación a derivados del chocolate es favorable hacia sabores más dulces y sin residuos de fibra, por lo tanto, al ingresar el carbohidrato y aumentar la concentración de azúcar, disminuirá la cantidad de nibs y mejorará la palatabilidad como la aceptación del producto en el mercado.

**Hipótesis 3:**

La cantidad propuesta de B es demasiado alta por lo que se debe disminuir su proporción hasta obtener un óptimo de sus propiedades y el costo.

**7.2.Diseño experimental:**

Con ayuda del software Statgraphics se creó un modelo de diseño experimental de vértices para la selección de la mejor premezcla, teniendo en cuenta que ya se conoce en el triángulo de mezclas ternarias en que sección potencial se encuentra la mezcla ideal.

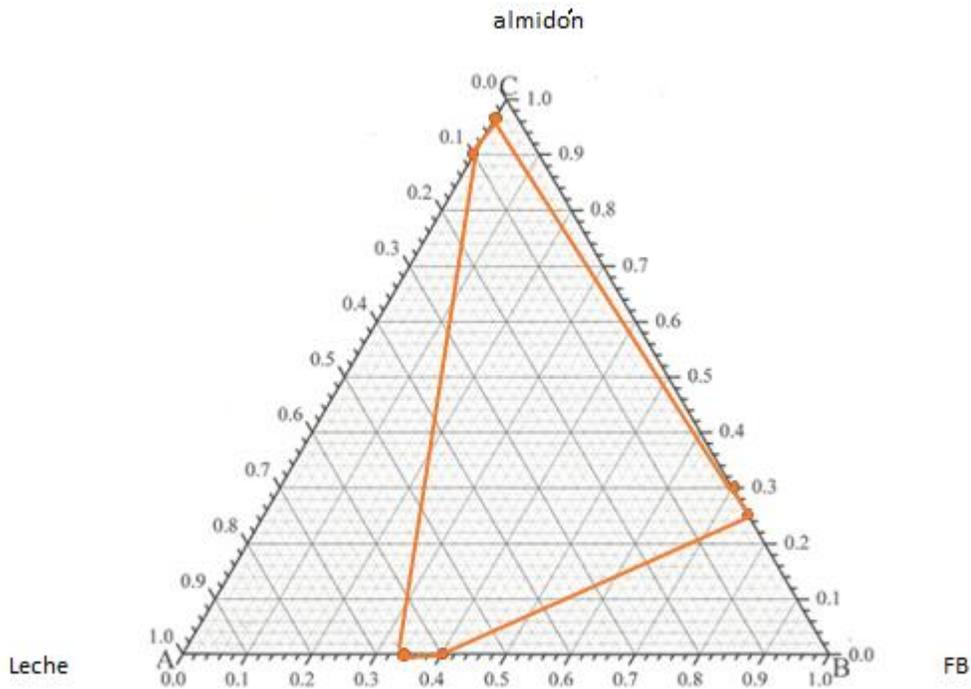


Figure 1. Zona de proporción donde se estima estará la fórmula ideal.

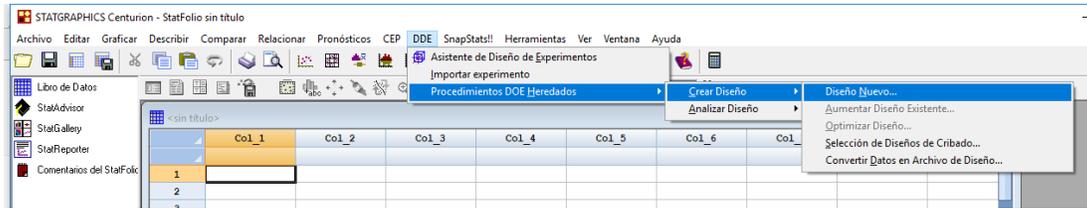


Figure 2. Pasos para establecer el diseño experimental en Statgraphics.

En este caso colocaremos 1 respuesta de salida que determinará la fórmula óptima y los 3 componentes que van a variar corresponderán a las 3 hipótesis.

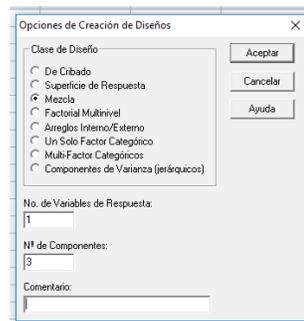


Figure 3. Seleccionar el programa de mezclas, ingresar las variables de salida que se desea y colocar la cantidad de componentes que van a variar.

La fórmula FB cambiará en proporción con la cantidad de azúcar, la cantidad de L y ALMIDÓN se establecieron según recetas.

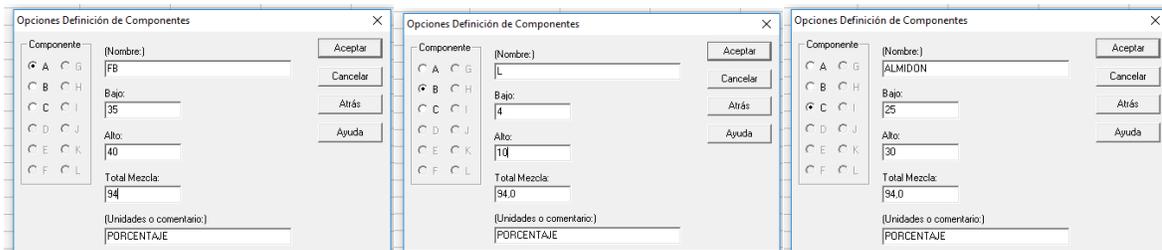


Figure 4. Establecer las proporciones en las que debe variar cada compuesto.

Ingresados estos datos se seleccionó el método de vértices cuadráticos, generando la siguiente tabla de mezclas:



Experiment Number	L percent	D percent	FB percent	B percent	ALMIDÓN percent	C percent	total percent
1	5%	1%	35%	4%	25%	30%	100%
2	5%	1%	35%	10%	29%	20%	100%
3	5%	1%	35%	10%	25%	24%	100%
4	5%	1%	35%	9%	30%	20%	100%
5	5%	1%	35%	4%	30%	25%	100%
6	5%	1%	40%	9%	25%	20%	100%
7	5%	1%	40%	4%	30%	20%	100%
8	5%	1%	40%	4%	25%	25%	100%
9	5%	1%	39%	10%	25%	20%	100%

Tabla 10. Diseño experimental de las combinaciones de ingredientes y su proporción.

### 7.3. Prueba 1: Propiedades organolépticas y facilidad de elaboración

El panel 1 fue el encargado de catar las muestras generadas y calificarlas según la ENCUESTA 1 (ver en los anexos).

Se preparó un ambiente a temperatura estándar de 18°C, se ubicó a los catadores en distintas posiciones donde no podían generar ningún tipo de contacto visual a las pruebas de los otros, se les indicó que debían beber 2 sorbos de agua a 37°C para retirar los excesos de material particulado de la cavidad oral y a homogenizar el sabor al ingerir galletas de sal. La prueba se llevó a cabo cerca de las 11 am y el panel no había ingerido condimentos fuertes en las últimas 24 horas y no había ingerido nada 1 hora previo al ensayo. Se procedió a servir las muestras 1-5 y luego las muestras de 6-9 con una pausa de 15 minutos entre prueba y prueba.

#### 7.3.1. Resultado

Muestra	CODIGO	OLOR	SABOR	TEXTURA EN CALIENTE	TEXTURA EN FRIO	FACILIDAD DE ELABORACION	ASPECTO GENERAL	Total
1		4	3	2,5	1	2	2,5	2,5
2		3,25	2,75	3,5	4	3	3,75	3,375
3		3,25	3,75	4	4	3	5	3,833333
4		3,25	3,5	2	3,6	5	4,666666667	3,669444
5		2,25	3,25	3,5	4	3	4	3,333333
6		4	4,5	3	3	4	4	3,75
7		4	3	3,5	4	4	4	3,75
8		3	4	4,5	4	4	4	3,916667
9		2,5	3,5	3,5	3	3	4	3,25

Tabla 11. Promedio tabulado de los 13 jurados que componen el panel 1.

Tal como se expresa en la tabla, el panel escogió a la muestra 3 y 8 como las mejores propiedades organolépticas, manteniendo un sabor medio a medio-alto en azúcar, si bien es

cierto la muestra 1 tenía el mayor contenido en azúcar, no reaccionó bien con la temperatura del microondas y caramelizó lo que generó malas puntuaciones en textura en frío, caliente y aspecto general.

Se llegó a la conclusión de que todas las hipótesis son positivas. El almidón retiene el agua, hace robusto el método de elaboración del brownie, no opaca los sabores dulces, disminuye la concentración de nibs, logrando respuestas favorables del panel 1.

El optimizar la cantidad de L no afectó el sabor original de FB.

#### 7.4. Prueba 2: Cantidad de Agua y tiempo de microondas óptimos

Con el uso del software, Statgraphics, se ha planteado un diseño experimental cuya finalidad es la optimización de los parámetros cantidad de agua y tiempo en el microondas. Durante los ensayos prueba error, se pudo establecer un rango de límites tal como se muestra en la tabla a continuación:

Parámetro	Límite inferior:	Límite superior:
Cantidad de agua	12 ml	18 ml
Tiempo en el microondas:	1 min	2 min

Tabla 12. Datos recogidos en experimentaciones para establecer el diseño experimental.

El modelo estadístico escogido para este ensayo es el de superficie de respuesta, ya que la finalidad es obtener el área en el que la premezcla se comporta de manera adecuada y determinar un rango de seguridad para el consumidor en caso de agregar mayor o menor cantidad de agua o colocar mayor o menor tiempo en el microondas.

Para crear el diseño experimental, se siguieron los siguientes pasos:

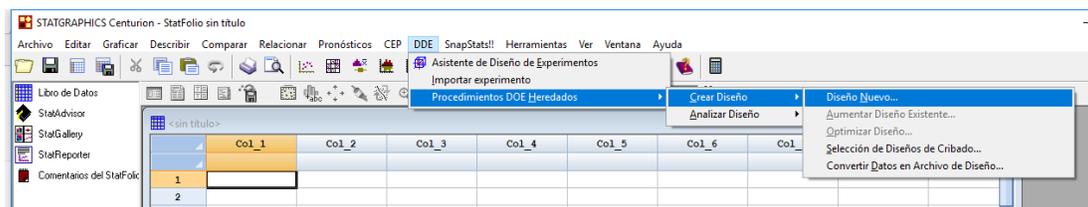


Figure 5. Abrir Statgraphics colocarse en la ventana de diseño de experimentos (DDE) hasta llegar a la pestaña que nos permite crear nuevos experimentos.



Al abrirse la ventana emergente, se colocó el tipo de experimento será superficie de respuesta, obteniendo una variable respuesta, que siempre será el brownie óptimo y finalmente los componentes que van a variar serán 2, tiempo de microondas y cantidad de agua:

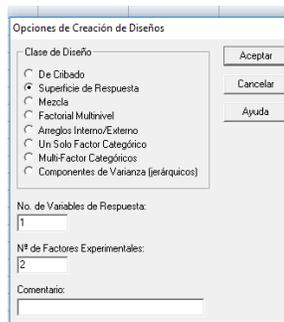


Figure 6. Ventana emergente dónde se creará el experimento.

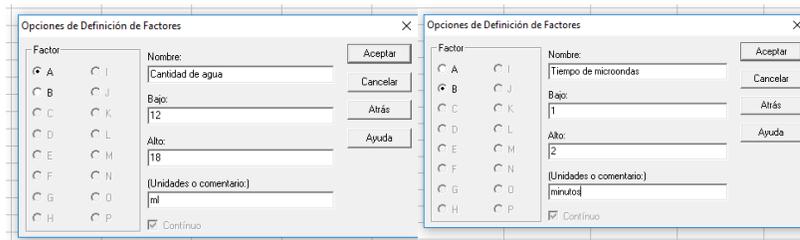


Figure 7. Describir cuales son los componentes que varían y colocar los límites establecidos.

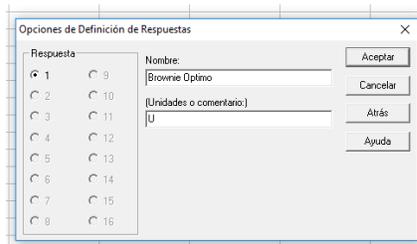


Figure 8. Detallar que se espera como variable de respuesta, en este caso hemos llamado la variable como brownie óptimo que detalla la textura y grado de cocción, la unidad que se establece es U que representa la unidad de 50 gramos que tiene cada producto.

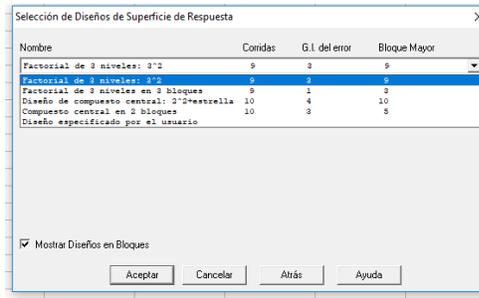


Figure 9. Se escoge el modelo estadístico con el que se desea trabajar.

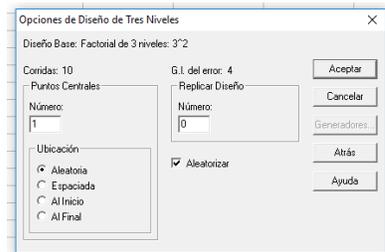


Figure 10. Selección de un punto central ubicado en la superficie de manera aleatoria. Sin replicar la experimentación.

BLOQUE	Cantidad de agua ml	T microondas minutos
1	18	2
1	18	1
1	15	2
1	18	1,5
1	12	1
1	12	1,5
1	12	2
1	15	1
1	15	1,5
1	15	1,5

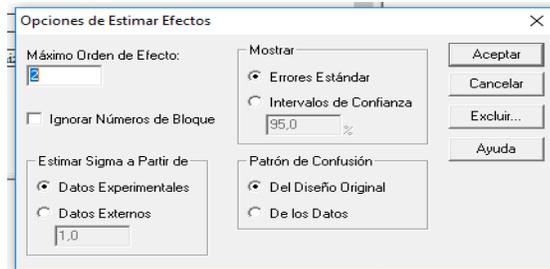
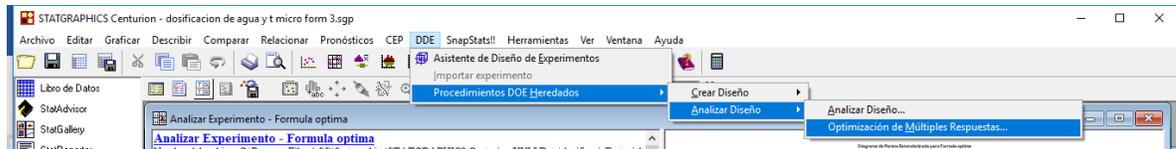
Figure 11. Se generaron 10 experimentaciones que se llevaran a cabo con las 2 muestras seleccionadas (3 y 8).

Se probaron las 10 experimentaciones sugeridas y se calificaron en una escala de 1-5 según la encuesta 2 (Véase los anexos) por el Panel 1 generando las siguientes respuestas que se ingresaron a Statgraphics.

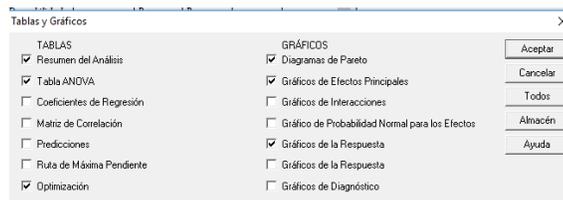
BLOQUE	Cantidad de agua ml	T microondas minutos	Formula optima u
1	18	2	4,5
1	18	1	2
1	15	2	4
1	18	1,5	2
1	12	1	3
1	12	1,5	3
1	12	2	3,5
1	15	1	2,5
1	15	1,5	2
1	15	1,5	2



Entonces, se procede a realizar el análisis estadístico para determinar el comportamiento adecuado de la fórmula en un rango de cantidad de agua como tiempo en el microondas

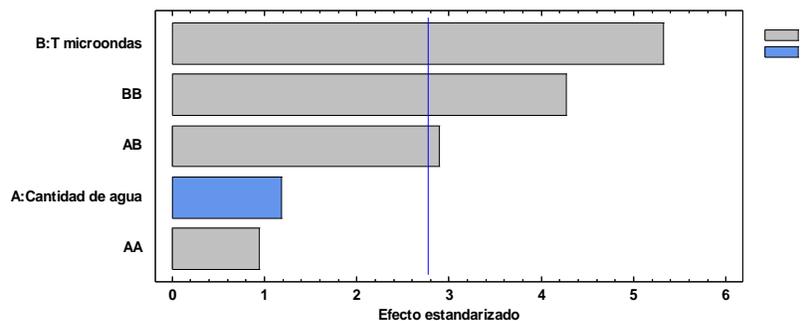


Una vez seleccionado las respuestas que se quiere obtener, se indica de qué forma se desea analizar los resultados, en este caso, como análisis básico del comportamiento de la premezcla, se solicita una tabla ANOVA, un resumen del análisis y principalmente los datos de optimización, presentados en diagramas de Pareto, en gráficos de efectos principales, una gráfica resumen y el grafico de optimización de superficie de respuesta.



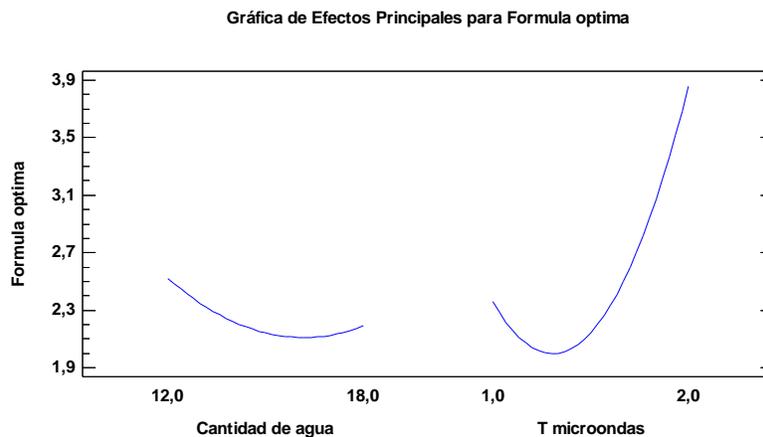
### 7.4.1. Resultados

Diagrama de Pareto Estandarizada para Formula optima



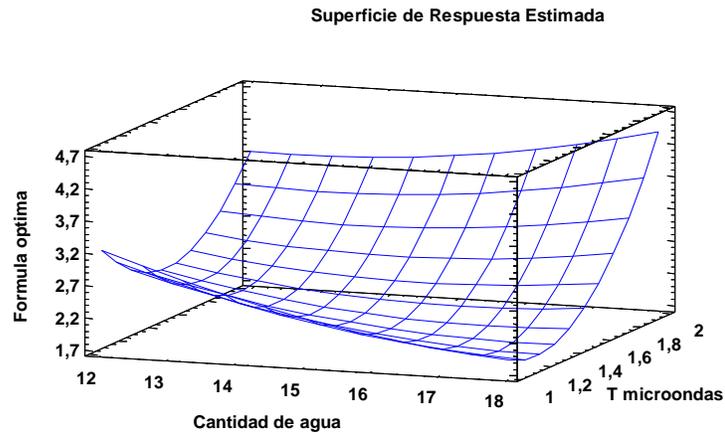


Esta tabla muestra las estimaciones para cada uno de los efectos y las interacciones. También se muestra el error estándar de cada uno de estos efectos, el cual mide su error de muestreo. Note también que el factor de inflación de varianza (V.I.F.) más grande, es igual a 1,02857. Para un diseño perfectamente ortogonal, todos los factores serían igual a 1. Factores de 10 o más normalmente se interpretan como indicativos de confusión seria entre los efectos. Por lo tanto el muestreo se llevó a cabo de manera correcta (Statgraphics , 2018).



La tabla ANOVA particiona la variabilidad de fórmula óptima en piezas separadas para cada uno de los efectos. Entonces prueba la significancia estadística de cada efecto comparando su cuadrado medio contra un estimado del error experimental. En este caso, 3 efectos tienen un valor-P menor que 0,05, indicando que son significativamente diferentes de cero con un nivel de confianza del 95,0%.

El estadístico R-Cuadrada indica que el modelo, así ajustado, explica 93,6719% de la variabilidad en fórmula óptima. El estadístico R-cuadrada ajustada, que es más adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 85,7617%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0,345033. El error medio absoluto (MAE) de 0,190476 es el valor promedio de los residuos. El estadístico de Durbin-Watson (DW) prueba los residuos para determinar si haya alguna correlación significativa basada en el orden en que se presentan los datos en el archivo. Puesto que el valor-P es mayor que 5,0%, no hay indicación de autocorrelación serial en los residuos con un nivel de significancia del 5,0% (Statgraphics , 2018).



*Ilustración 6. Superficie de respuesta de "Brownie a la taza" para las condiciones de elaboración.*

Valor óptimo = 4,40476

Como se observa en la gráfica, el método no es tan robusto como se espera en un producto de consumo masivo donde muchos factores pueden variar, sin embargo, se ha logrado agregar un error de  $\pm 2$  ml de agua y  $\pm 10$  segundos en el microondas para que el producto no altere de sobremanera sus propiedades.

<b>Factor</b>	<b>Bajo</b>	<b>Alto</b>	<b>óptimo</b>
Cantidad de agua	12,0	18,0	18,0
T microondas	1,0	2,0	2,0

*Tabla 13. Tabla de resultados óptimos para cantidad de agua y tiempo de microondas para las formulas 3 y 8.*

### **7.5. Disminuir el error en la cantidad de agua**

Se han planteado distintas estrategias para evitar el error en la cantidad de agua.

1. Modificar el tamaño de la presentación a un total de 55 gramos con la finalidad de que la cantidad de agua a añadir sea de 20 ml o 2 cucharadas soperas de agua.
2. Disminuir el error en el uso de cucharas.

Se tomaron 12 cucharas soperas al azar y se midió la cantidad de agua comparándola con jeringas patrones y con cucharas reposteras dosificadoras, encontrando que hay una variación de  $\pm 2$  ml en el 70% de los casos. En el caso de usar el equivalente de 4 cucharaditas, agrega

más error al sistema, por lo tanto, dicha sugerencia no se incluirá en la etiqueta y se mantendrá el error que la formulación puede manejar.

3. Diseñar un empaque plegable que actúe como dosificador.

En la ilustración 5 podemos observar el prototipo de etiqueta con la imagen de marca, las dimensiones y los bordes troquelados que proponen un empaque triangular plegable que se puede apreciar de mejor manera en la ilustración 6.

La propuesta es troquelar en la etiqueta una chuchara con capacidad de 20 ml exactos. El costo de etiquetas se elevará, pero el preservar la marca y darle una segunda función al cartón, se apega a la filosofía del producto. En el mercado se ha observado que, la marca ecológica de yogurt KAARÚ, está reutilizando sus etiquetas troquelando cartón y usándolo como cuchara para ingerir el producto.

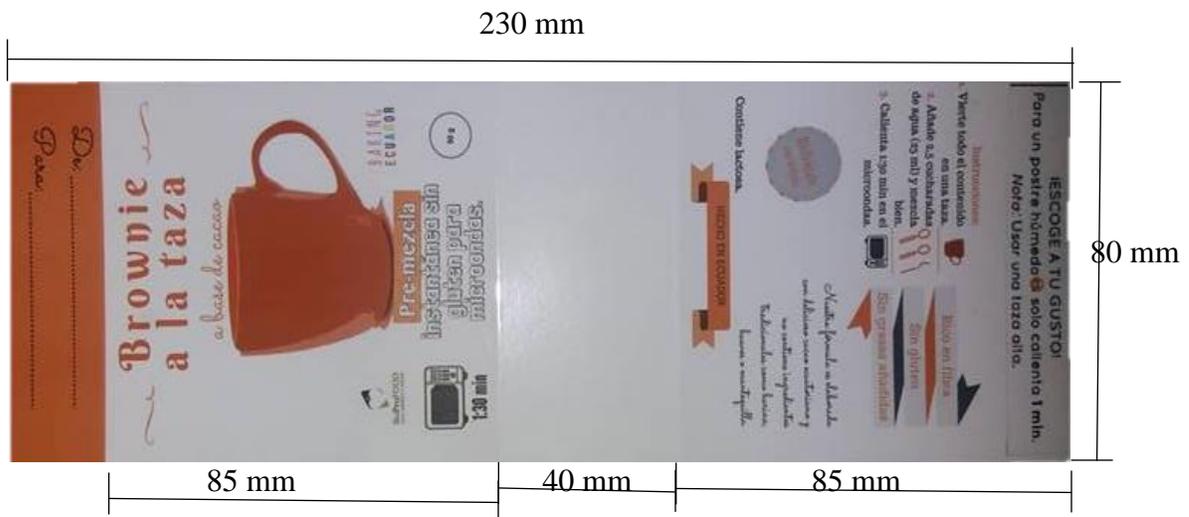


Ilustración 7. Diseño de etiqueta



Ilustración 8. Empaque plegado y presentación final del producto.

## 7.6. Selección de la premezcla final

### 7.6.1. Análisis sensorial-Prueba hedónica pareada

Esta disciplina científica es usada para analizar e interpretar las reacciones de estímulo de los sentidos al consumir alimentos. Puesto que se busca determinar cual de las 2 muestras seleccionadas es la preferida, se realizará una prueba hedónica pareada en un panel semi-entrenado<sup>11</sup>. Las condiciones en las que se lleva a cabo la cata estarán dentro de “Los principios de buenas prácticas de catación” de la autora Reyna Liria que se basa en las condiciones



Figure 12. Panelistas representado el mercado de estudio. Hora de catación: 11:00 am. Temperatura: 20° C.

<sup>11</sup> El panel ha realizado análisis QDA en licor de cacao para identificar acidez, amargor y sabores específicos.



Figure 13. En la foto a la izquierda se observa el ambiente de trabajo limpio, ordenado, con materiales adecuados para evitar la contaminación, buena iluminación, ventilación, silencio y espacios definidos entre cada panelista.

de trabajo, elaboración de las muestras y condición de los panelistas.

### 7.6.2. Análisis de preferencia según Kramer

Siguiendo las instrucciones de la Encuesta.1 se sumarán los puntos otorgados por cada panelista, para determinar que el 80% de ellos escogió la muestra 8 como preferida sobre la muestra 3, incluso en un promedio general la muestra 8 fue la predilecta del panel.

Muestra	CODIGO	OLOR	SABOR	TEXTURA EN CALIENTE	TEXTURA EN FRIO	FACILIDAD DE ELABORACION	ASPECTO GENERAL	Total
3	M3DC	4	4	4	3	2	4	21
3	M3CD	3	4	4	3	5	3	22
3	M3SE	5	4	3	2	5	4	23
3	M3OT	4	5	4	4	4	5	26
3	M3KV	4	3	3	4	5	5	24
Promedio:		4	4	3,6	3,2	4,2	4,2	23,2
8	M8DC	5	5	5	4	4	5	28
8	M8CD	5	5	5	5	4	5	30
8	M8SE	5	4	5	5	5	5	29
8	M8OT	4	5	4	4	5	5	26
8	M8KV	5	4	4	5	4	5	28
Promedio:		4,8	4,6	4,6	4,6	4,6	5	28,2

Tabla 14. Tabulación de resultados de las encuestas del panel 2.

### 7.7. Análisis de facilidad de elaboración del brownie

Previo a los análisis de catación, se le entrego a cada panelista las instrucciones tal como se detallaron en el capítulo 2, sección *Elaboración del producto final*. Se determinaron al azar, 2 panelistas que recibieron una muestra patrón, para familiarizarse con las instrucciones y no



tener errores en la catación de las muestras, mientras que los otros, evaluaron la facilidad directamente sobre las muestras.

En promedio todos los panelistas encontraron que la elaboración era fácil, tanto los que ensayaron sobre el patrón como los que practicaron sobre las muestras.

Se rastreó la muestra M3DC para esclarecer las razones por las que calificó el ensayo como difícil, determinando que la cantidad de agua usada fue incorrecta, lo que dificultó el mezclado (Liria Dominguez , 2007).

### 7.8. Estimación del costo de formulación

Los costos y las cantidades que se establecen en las tablas a continuación se consultaron en diversos locales comerciales de la ciudad de Cuenca, con la finalidad de realizar 1400 unidades de “Brownie a la taza”.

<b>Ingredientes</b>	<b>Cantidad adquirida (kg)</b>	<b>Presentación</b>	<b>Precio unitario(\$)</b>	<b>Precio total(\$)</b>	<b>Costo del kg</b>
<b>A</b>	25	Medio saco	\$150	\$150	\$6
<b>B</b>	25	Medio saco <sup>12</sup>	\$120	\$120	\$4.8
<b>C</b>	25	Medio saco	\$15	\$45	\$0.6
<b>L</b>	4	Fundas de 1 libra	\$1.50	\$12	\$3
<b>D</b>	0.8	Frascos de 100 gramos	\$1.75	\$14	\$17.5
<b>Almidón</b>	25	Medio saco	\$31.25	\$31.25	\$1.25

Tabla 15. Ingredientes adquiridos en mercados locales y su precio de venta al público.

Al comprar de esta forma se percibe un ahorro que comprar al por menor y los ingredientes restantes se usarán para elaborar otro lote de producción. La cantidad de 1400 unidades se determinó contabilizando, el número de ensayos a desarrollar, el lote de respaldo que se almacena en bodega y la recolección de datos para establecer en un futuro un estudio de mercado que indique la rotación del producto y la demanda del mercado.

<sup>12</sup> La compra de este producto por una unidad inferior a esta sube el costo de este producto al menos en un 30% y al ser un producto seco su durabilidad se extiende medio año.



Servicio o Insumo:	Unidad:	Costo por unidad:	Costo total:
Energía eléctrica	Kw/h	\$0.04	\$20.00
Agua potable	m <sup>3</sup>	\$0.8	\$5.00
Funda de polietileno	Paquete de 100 unidades	\$10	\$100
Etiqueta laminada	Lamina de impresión	\$10	\$120

Tabla 16. Costos de insumos y servicios auxiliares.

Ingredientes, insumos y servicios	Costo del kilogramo (\$)	Cantidad usada (kg)	Costo de formulación (\$)
<b>A</b>	\$6	25	\$150
<b>B</b>	\$4.8	25	\$34.28
<b>C</b>	\$0.6	25	\$10.28
<b>L</b>	\$3	4	\$10.71
<b>D</b>	\$17.5	0.8	\$12.49
<b>Almidón</b>	\$1.25	25	\$22.32
<b>Energía</b>	\$0.09	220 kWh	\$20
<b>Agua</b>	\$0.8	6 m <sup>3</sup>	\$5
<b>Fundas de PE</b>	\$10	1000 unidades	\$100
<b>Etiquetas</b>	\$10	1000 unidades	\$120
<b>Total:</b>			\$485.089

Tabla 17. Costo de formulación de 1428 unidades.

Asumiendo un desperdicio del 10% podemos plantear que:

1285 unidades tienen un costo de formulación de \$485.089, entonces 1 unidad tiene un costo de formulación de \$0.37.

### 7.9. Conclusiones

Se determinó que la formulación número 8 es la más aceptada por los paneles de catación, por lo tanto, del target a la que la pre-mezcla va dirigida. El uso de almidón mejoró notablemente las propiedades organolépticas después de la cocción proporcionando mayor tiempo de consumo y disminuyó los costos de formulación, puesto que cambiaron las proporciones de la premezcla en especial se sustituyeron las materias primas costosas. Esta



premezcla no lleva conservantes, por lo que es necesario determinar su durabilidad y estabilidad cuando es un polvo fino, en el caso de ser necesario incluir conservantes.

El elaborar un diseño experimental en una herramienta estadística digital para la reformulación, refleja un ahorro de tiempo y dinero para el analista.

Finalmente, el costo de formulación del brownie es de \$0.37.

### 7.10. DPO

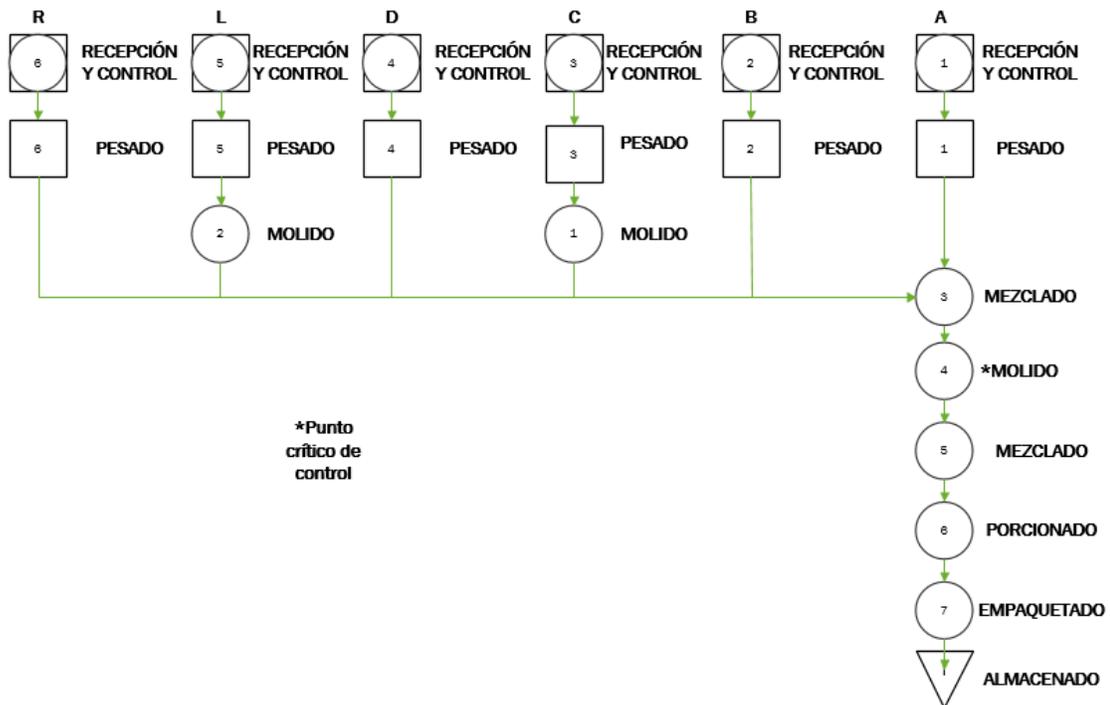


Ilustración 9. DPO de la elaboración de "Brownie a la taza".



### CAPÍTULO III: PRUEBAS DE DURABILIDAD

#### 1. Comportamiento de la premezcla

##### Hipótesis 1:

El uso de materias primas secas, genera un producto estable frente a los agentes microbiológicos y deterioros organolépticos y por lo tanto no necesita la adición de conservantes artificiales.

#### 2. Ensayos de determinación:

<b>Parámetro:</b>	<b>Método de determinación:</b>
<b>Humedad:</b>	Karl fisher
<b>Porcentaje de grasa:</b>	Soxhlet
<b>Isotermas de sorción:</b>	Ambientes
<b>Porcentaje de proteína:</b>	Kjeldahl
<b>Actividad acuosa:</b>	Higrómetro
<b>Ingeniería de empaque</b>	Isotermas de sorción
<b>Tiempo de vida media para propiedades organolépticas</b>	Catación
<b>Tiempo de vida media para microorganismos</b>	Observación de sepas

Tabla 18. Pruebas de estabilidad realizada al producto en polvo.

#### 3. Equipos, instrumentos y sustancias

<b>Instrumentos o equipos</b>	<b>Cantidad</b>	<b>Sustancias</b>
<b>Karl Fischer</b>	1	
<b>Higrómetro</b>	1	
<b>Balanza</b>	1	
<b>Ambientes controlados</b>	7	Descritas a continuación

Tabla 19. Lista de equipos, materiales y reactivos necesarios para construir la isoterma de absorción.



Ambiente:	aw:	Sal:
1	0.25	Cloruro de magnesio
2	0.35	Yoduro de potasio
3	0.45	Cloruro de sodio
4	0.65	Sulfato de amonio
5	0.75	Cloruro de potasio
7	0.95	Sulfato de potasio

Tabla 20. Listado de tanques con actividad acuosa deseadas y la sal con la que se prepara.

#### 4. Procedimientos

##### 4.1. Método del retorno de Karl Fischer para determinar humedad

- Encender el equipo y verificar su conexión al ordenador, balanza y a la impresora.
- Cargar el reactivo de Karl Fischer, el mismo que, logrará la titulación.
- Preparar y cargar en el equipo una solución de 2 ml de agua en metanol hasta completar 1 litro.
- Pesar una cantidad exacta de muestra con la espátula propia del equipo y agregarla al recipiente que contiene la solución de agua-metanol.
- Ingresar los datos al ordenador y encender la bomba para comenzar con la valoración.
- El equipo registra el resultado en la computadora y apaga la bomba automáticamente. El analista sabe además que la reacción ha terminado cuando la solución viró a un color amarillo.
- Drenar los recipientes y retirar la muestra. (TritoLine KF7500, 2018)

##### 4.1.1. Recolección de datos

El software muestra en vivo la curva de titulación de la muestra, generando la siguiente gráfica:

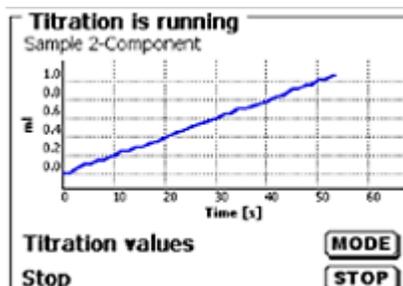


Ilustración 10. Curva de titulación del Karl Fischer de ml de reactivo consumido, versus el tiempo.



#### 4.1.2. Cálculos y Resultados

Si bien es cierto que el equipo da el resultado inmediatamente, la operación que realiza el software para obtenerlo es la expresada a continuación:

$$\%_{\text{agua}} = F(X' - XR)100/m$$

*Ecuación 2. Cálculo de la humedad en una muestra*

Donde:

F= Factor del agua del reactivo

X'= Volumen de titulación del reactivo de Karl Fischer

X= Volumen de la solución de agua-metanol

R= Cociente de estandarización del reactivo de agua para el reactivo de Karl Fischer

m= masa de la muestra en mg. (ANMAT Argentina , 2014)

**%Humedad de “Brownie a la taza”= 2.94%**

#### 4.2.Método del higrómetro para determinar actividad acuosa

- Encender el higrómetro 15 minutos antes de su utilización.
- Llenar el recipiente del equipo con la muestra de interés hasta enrasar.
- Colocar el recipiente en su posición, evitando desbalancear el equipo.
- Cerrar sin ejercer un exceso de presión.
- Esperar hasta que la lectura del equipo este estable, dependiendo la muestra, podrá tardar más de una hora.

##### 4.2.1. Resultados:

La cámara contiene un espejo que permite detectar la condensación. En el punto de equilibrio la humedad relativa del aire en la cámara es el mismo que la  $a_w$  de la muestra. Una célula fotoeléctrica y un termistor detectan el punto exacto en el que se produce la condensación y la convierten a una señal digital que se ve en pantalla. (Micronalitica argentina , s.f.) .

**$a_w$  “Brownie a la taza” = 0.35**



### 4.3. Método para elaborar isoterma de absorción y evaluación de propiedades organolépticas

- Preparar los ambientes controlados calculando a través de la ecuación de Raoult la cantidad de sales que se debe agregar.

$$P_a = P_a^0 * X_a$$

*Ecuación 3. Ecuación de Raoult*

- Pesar 21 vasos plásticos y registrar sus pesos, rotular adecuadamente.
- En cada vaso colocar 1 gramo de “Brownie a la taza”.
- Acomodar las muestras por triplicado en cada ambiente.
- A una muestra patrón determinar la humedad con el método de Karl Fischer y la actividad acuosa con un higrómetro.
- Hacer controles periódicos durante 6 semanas evaluando las propiedades organolépticas de la sopa en los distintos ambientes y registrar según el anexo REGISTRO 1.
- Al cabo de las 6 semanas, tomar el nuevo peso de las muestras. Considerar el peso del vaso.
- Calcular el peso en base seca (m).
- Graficar peso en base seca (m) contra actividad acuosa (aw).
- Hacer un promedio de los triplicados y graficar peso del empaque vs tiempo.

#### 4.3.1. Recolección de datos, cálculos y fórmulas

%H= 2.94%

aw= 0.35

$$m = \frac{\text{masa de agua en la muestra}}{\text{masa de sólidos}} * 100$$

*Ecuación 4. Humedad en base seca*

$$y (Ec de BET) = \frac{aw}{(1 - aw) * m}$$

*Ecuación 5. Ecuación de BET.*



$$MONOCAPA = \frac{1}{pendiente + interseccion}$$

Ecuación 6. Cálculo de la monocapa de la isoterma.

aw	peso vaso (g)	p0 producto (g)	p0 prom (g)	pf p+v (g)	pf producto (g)	humedad (g agua)	humedad prom	m (g agua/g sólido)	y bet
0	1,6711	1,0176	1,0341	2,033	1,0154	-0,0022	0,0034	0,3287883	0
	1,6461	1,0542		2,1044	1,0502	-0,004			
	1,8399	1,0305		2,057	1,0265	-0,004			
0,271	1,7015	1,0096	1,0212333	2,0125	1,0029	-0,0067	0,0072	0,7050299	0,5272714
	1,6335	1,0148		2,0224	1,0076	-0,0072			
	1,8037	1,0393		2,0709	1,0316	-0,0077			
0,31	1,6571	1,021	1,0506333	2,0287	1,0077	-0,0133	0,0185	1,7608427	0,2551479
	1,6384	1,0768		2,126	1,0492	-0,0276			
	1,8061	1,0541		2,0936	1,0395	-0,0146			
0,425	1,6571	1,0673	1,0610667	2,1547	1,0874	0,0201	0,017	1,6021613	0,4613333
	1,6821	1,0568		2,1336	1,0768	0,02			
	1,8282	1,0591		2,1291	1,07	0,0109			
0,65	1,6308	1,0278	1,0361333	2,0698	1,042	0,0142	0,0225333	2,1747523	0,853956
	1,6863	1,0626		2,1486	1,086	0,0234			
	1,9079	1,018		2,066	1,048	0,03			
0,74	1,6419	1,0495	1,0295333	2,1295	1,08	0,0305	0,0265433	2,5781908	1,1039345
	1,6733	1,016		2,082	1,066	0,05			
	1,9317	1,0231		2,04533	1,02223	-0,00087			
0,95	1,6391	1,0478	1,059	2,0501	1,0023	-0,0455	0,0467667	4,4161158	4,3024234
	1,6376	1,0773		2,1068	1,0295	-0,0478			
	1,8486	1,0519		2,0568	1,0049	-0,047			

Tabla 21. Tabulación de datos recogidos a la sexta semana para realizar la isoterma

aw:	Semana0:				Semana1:				Semana2:				Semana3:				Semana4:				Semana5:				Semana6:											
	O	S	C	M	O	S	C	M	O	S	C	M	O	S	C	M	O	S	C	M	O	S	C	M	O	S	C	M	O	S	C	M				
0	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	3	3	5	3	2	3	5	3	2	2	5	2	1	2	5								
0.271	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	4	3	3	5	3	2	3	5	3	2	2	5	2	1	2	5								
0.31	5	5	5	5	5	5	5	5	4	4	4	5	3	3	3	5	3	2	3	5	3	2	2	5	2	1	2	5								
0.425	5	5	5	5	4	5	5	5	4	3	4	5	3	3	3	5	3	2	3	5	2	2	2	5	1	1	2	5								
0.65	5	5	5	5	4	5	5	5	4	3	3	5	3	3	3	5	2	2	2	5	2	2	2	5	1	1	2	5								
0.74	5	5	5	5	4	5	5	5	4	3	3	5	3	3	3	5	2	2	2	5	2	2	2	5	1	1	2	5								
0.95	5	5	5	5	4	5	5	5	3	3	3	5	2	3	3	5	2	2	2	5	2	2	2	5	1	1	2	5								

Tabla 22. Recolección de datos sobre propiedades organolépticas de las muestras en los distintos ambientes

### 4.3.2. Resultados

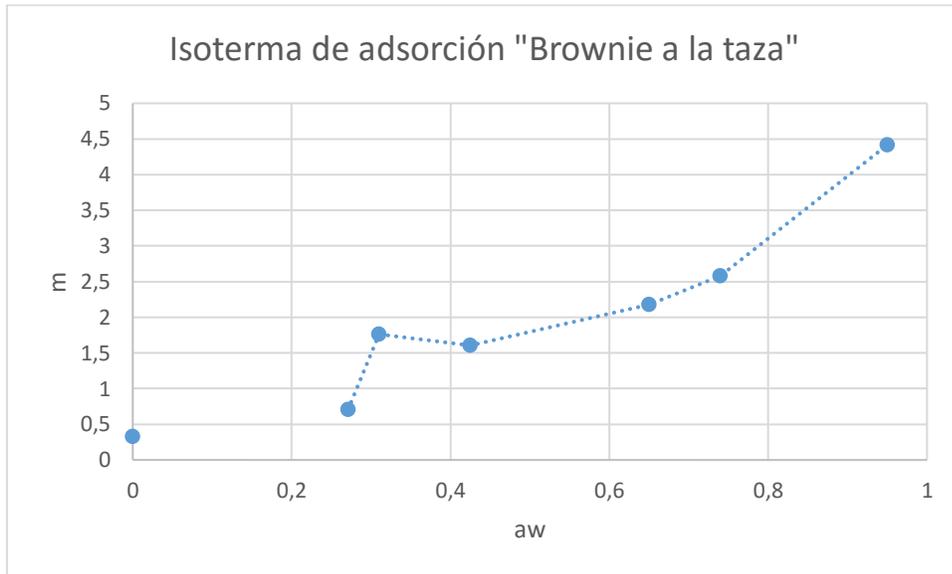


Ilustración 11. Isoterma de adsorción para la premezcla

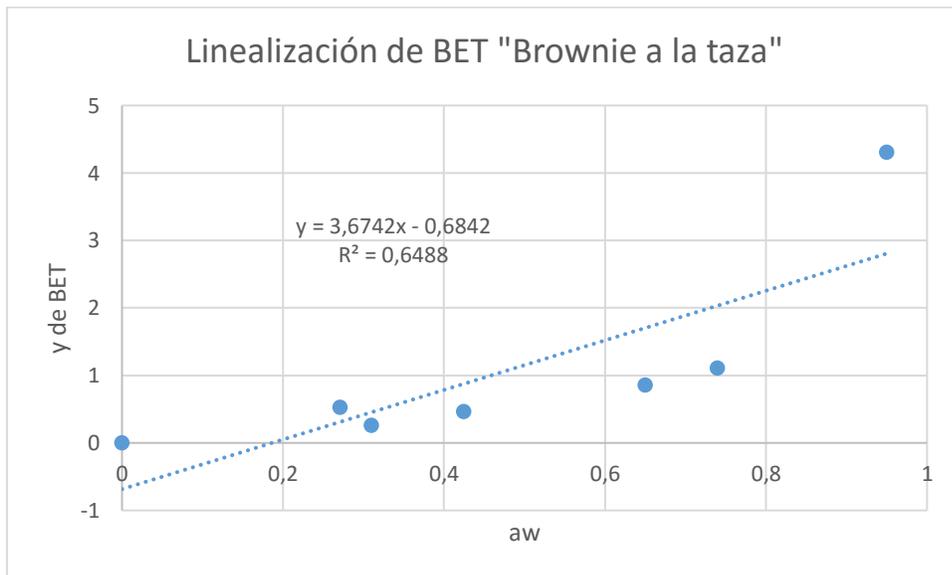


Ilustración 12. Linealización de la isoterma con la ecuación de BET

Monocapa= 0.33

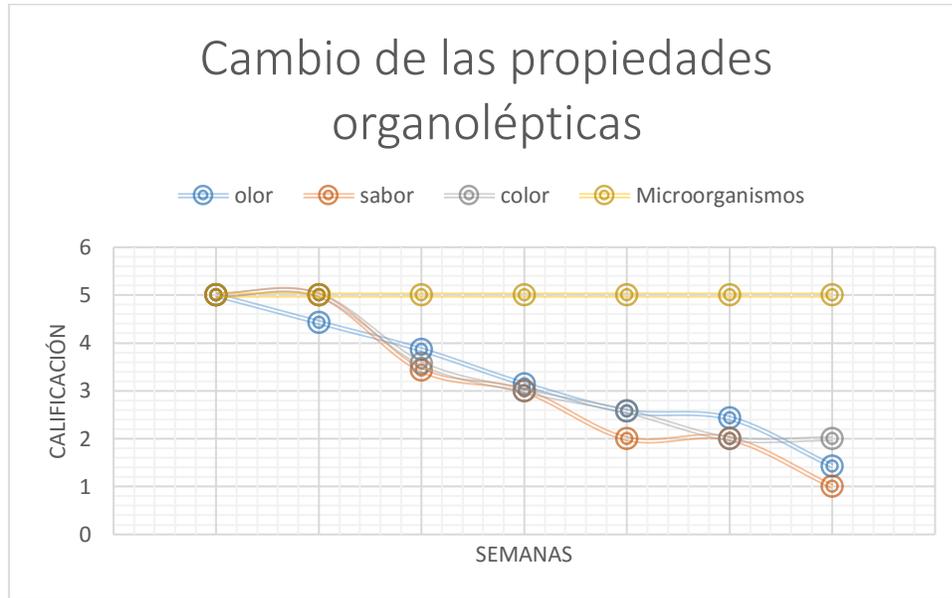


Ilustración 13. Degradación de las propiedades organolépticas con el tiempo

#### 4.4. Conclusiones

Se determinó con satisfacción la actividad acuosa, la humedad y la isoterma de “Brownie a la taza”. Gracias a esta curva ahora se podrá predecir el comportamiento de la premezcla en distintos ambientes y conducir un nuevo estudio de ingeniería de empaque para finalmente determinar el tiempo de vida útil que tendrá la premezcla, la cual se espera se encuentre entre 6-12 meses debido a que se trata de un producto seco, con actividad acuosa de intermedia a baja, por lo tanto no habrá crecimiento microbiológico que resulte en problemas, pero las propiedades organolépticas sufrirán distintos deterioros que pondrán en riesgo la calidad de la marca y que se deben tratar para aumentar al máximo el tiempo de estante, este criterio también es fundamentado en el hecho que de la cantidad de agua absorbida durante las semanas de ensayo es inferior comparada con otras premezclas. El valor de monocapa nos indica que el producto analizado es considerado de bajo riesgo (Cardoso, 2017) y que las decisiones sobre empaques y almacenamiento no deberán ser excesivas con la finalidad de mantener los costos de producción bajos.

Se puede observar que, a mayor actividad acuosa, mayor será el deterioro de la premezcla, por lo tanto, es ideal conservar en un ambiente seco.



Si bien es cierto que la curva de sabor es la que sufre el mayor cambio, este resultado no es determinante ya que el polvo adquiere el sabor del tanque; cuando el producto se encuentre en estante, no estará en condiciones de intemperie, por lo que las pruebas determinantes de este parámetro se medirán en los ensayos de ingeniería de empaque controlando otros factores como luz y oxígeno que afectan algunas estructuras químicas del alimento y que resultan desagradables al consumidor.

El color, también se ve afectado al disminuir la intensidad del tono marrón característico y en actividades de agua mayor se nota el efecto “caking” o apelmazamiento de la premezcla, en ingeniería del empaque se buscará mantener el color evitando su degradación con la luz.

Finalmente, el olor, es una propiedad severamente afectada y muy característica del producto por lo que perderla puede causar daños considerables a la marca, y es precisamente este factor primordial el que se debe cuidar con un empaque que evite la filtración del aroma el mayor tiempo posible.

## **5. Contenido nutricional**

El cacao aporta con alto contenido de grasa al alimento y la descomposición de estas será la principal causa de deterioro de “Brownie a la taza”.

### **5.1. Ensayo de determinación: Determinación de grasas por el método Soxhlet.**

#### **5.1.1. Procedimiento:**

1. Se agrega 2 a 3 g de muestra dividida y homogenizada.
2. Se coloca en un cartucho de papel filtro bien sellado y se lo ubica en el sistema de extracción de Soxhlet.
3. Se deja que circulen 4 o 5 reflujos de muestra. Luego se separa que el éter de la muestra y y la muestra se lleva a la estufa 40-45 min.
4. Enfriar y pesar

#### **5.1.2. Cálculos y resultados**

Peso muestra de cacao + balón = 105,1086 g



Peso final = 105,7155 g

$105,1086 \text{ g} - 105,7155 \text{ g} = 0,6069 \text{ g}$

2,015 g            100 %

0.6069g            x

**X= 30.1191%**

### 5.1.3. Conclusiones

El porcentaje de grasas de “Brownie a la taza” según el método de Soxhlet es del 30,1191%, este valor es un estimado lógico puesto que la premezcla contiene un 40% de cacao y se espera que el grano este conformado por un 70% de ácidos grasos, añadiendo la cantidad de grasa de otros ingredientes como la leche se cumple con el porcentaje actual.

Para conseguir los permisos de comercialización como la notificación sanitaria o la tabla nutricional, es obligatorio para los alimentos con un contenido mayor a 30% en grasas hacer un estudio de identificación de los ácidos grasos en un laboratorio certificado por el ARCSA. (Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria , 2016).

Debido a que el alimento no tiene grasas añadidas u otras fuentes de aporte de grasas más que del grano de cacao, se espera del estudio una tabla de ácidos grasos similar a la que se puede observar a continuación:

#### Ácidos Grasos

Ácido Palmítico 16:0----- (25.2%)

Ácido Esteárico 18:0----- (35.5%)

Ácido Oléico 18:1 n-9----- (35.2%)

Ácido Linoléico 18:2 n-6----- (0.1%)

Ácido Araquídico 20:0----- (1.0%)

(Grasas y Ciencia, 2017)



Estas estructuras saturadas-oleicas-saturadas, acompañadas de una fuerte estrategia de marketing respecto al consumo de grasas vegetales pueden resultar en un beneficio comercial.

Es necesario para proteger al producto de la descomposición de las grasas controlar el contacto con la luz y el oxígeno, considerando la actividad acuosa del producto, este sería uno de los parámetros críticos.

## **5.2. Ensayo de determinación: Determinación de proteínas por el método de Kjeldahl**

### **5.2.1. Procedimiento:**

1. Eliminar la humedad de la muestra.
2. Pesar alrededor de 2-3 g de muestra seca.
3. Pasar al balón de Kjeldahl.
4. Adicionar 25 ml de ácido sulfúrico concentrado.
5. Medir alrededor de 0,2 g de selenio, 0,5 a 1 g de sulfato cúprico y 0,8 a 1 g de sulfato de potasio.
6. Someter a calentamiento moderado al inicio y al observar que desaparece con humos o vapor blanco se puede aumentar todo el calentamiento.
7. Esperar a que se enfríe y añadir poco a poco 200 ml de agua destilada.
8. Aforar a 250 ml.

### **Destilación**

1. Tomar una alícuota de 25 ml de muestra y garantizar un exceso de NaOH.
2. El destilado se recoge en 50 ml de HCl 0,1 N hasta recoger 500 ml/min de la muestra.
3. Se realiza la valoración. Se cuantifica el exceso de ácido con el NaOH 0,1 N. Se realiza también en un blanco.



### 5.2.2. Cálculos y resultados

$$\%N = \frac{(VKac - VKsosa)muestra - (VKac - VKsosa)blanco * N * meqN * 100}{P muestra}$$

*Ecuación 7. Determinación de la cantidad de nitrógeno.*

Donde:

N= normalidad

V= Volumen de titulación

Peso molecular del nitrógeno = 14

$$\%N = \frac{((10 - 5.8 * 0.988) - (10 - 11.5 * 0.988)) * 0.1 * 0.014 * 100}{2.42}$$

$$\%N = 0.325$$

Considerando la alícuota

$$0.325 \quad 25$$

$$X? \quad 100$$

$$X = 1.3\%$$

F: Factor proteico. (6.25 por defecto)

$$\%Proteina = 1.3 * 6,25$$

$$\%Proteina = 8.12$$

### 5.2.3. Conclusiones

Esta pre-mezcla tiene un nivel medio de proteína según la bibliografía. El mayor aporte de este biopolímero proviene del grano de cacao. Basado en una dieta de 2000 cal diarias podemos decir que dosis diaria establecida por el producto de 50 gramos y en función de las calorías y proteínas que podrá ingerir una persona de acuerdo a su condición, se encuentra dentro de los parámetros establecidos para una correcta nutrición.

El 8.12% de proteínas calculado corresponde exactamente al valor teórico que se esperaba



en función de la formulación, por lo que se puede decir que el método se llevó adecuadamente obteniendo resultados satisfactorios.

Se utilizó el factor de nitrógeno establecido de manera teórica debido a que la pre-mezcla contiene una serie de ingredientes que lo convierten en un producto único en el mercado por lo que no tiene información bibliográfica del alimento como tal.

### **5.3. Ensayo de determinación: Determinación de porcentaje de azúcares para construcción del semáforo nutricional**

#### **5.3.1. Procedimiento**

Determinar la proporción de azúcar en la formulación

#### **5.3.2. Resultados**

Como azúcar neto hay un 25% en la formulación.

#### **5.3.3. Conclusiones**

Los permisos de funcionamiento nacional, tal como la semaforización, solo toma en consideración el azúcar neto y no los carbohidratos.

## **6. Permisos de funcionamiento**

### **6.1. Tabla nutricional**

Según la página oficial del FDA en el Apéndice F; *“A fin de calcular el porcentaje de valor diario (VD), determine la relación entre la cantidad del nutriente presente en una porción de alimento y el VD del nutriente. Es decir, divida la cantidad cuantitativa real (sin aproximar) o la cantidad declarada (aproximada) (consulte la siguiente sección) por el VD adecuado. Al decidir si debe utilizar el valor aproximado o no, considere la cantidad que será más coherente en la etiqueta del alimento y que evitará la confusión innecesaria del consumidor.”*

Usando Excel, se programó una tabla con los valores nutricionales obtenidos y se operó según el FDA, tal como se muestra en la tabla a continuación:



	%	Porción 55 g	Aporte/g [cal]	Cal	Porcentaje en la dieta diaria
<b>Proteína</b>	8,00	4,40	4	17,60	8,80
<b>Grasa</b>	30,19	16,61	9	149,47	25,55
<b>Agua</b>	14,10	7,75	0	0,00	0
<b>Carbohidratos</b>	39,35	21,64	4	86,56	7,21
<b>Total</b>	91,64			253.63 kcal	

Tabla 23. Determinar porcentaje de valor diario consumido por porción de producto "Brownie a la taza".

Como se ha mencionado en la determinación de grasas, por normativa es necesario hacer un perfil lipídico de los alimentos que tienen un contenido mayor de 30%. Las tablas del FDA tienen un valor de consumo diario especificado para las grasas saturadas, trans, monoinsaturadas y poliinsaturadas. Teóricamente, se puede calcular y asumir estos valores ponderando las proporciones de los ingredientes con las cantidades determinadas en cada una de ellos.

<b>Información Nutricional</b>	
<b>Tamaño por porción: 55 g</b>	
<b>Porciones por envase: 1</b>	
<b>Energía: 1062.70 KJ (253.62 Kcal)</b>	
<b>Cantidad por porción</b>	<b>VD%*</b>
<b>Grasa Total 0g</b>	25%
Grasa Saturada 6g	
Grasa Trans 0g	
Colesterol 0mg	
<b>Sodio 0g</b>	0%
<b>Carbohidratos totales 9g</b>	8%
<b>Azúcares 12g-</b>	7%
<b>Proteína 12g</b>	8%
*Los porcentajes de Valores Diarios están basados en una dieta de 8380 kJ (2000 kcal)	



### 6.2.Semáforo de etiquetado

Se ha usado la calculadora de etiquetado del ARCSA, disponible en el sitio web oficial. (Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria, 2018).

Estado del Producto:    
Contenido de grasa total menor que 3 gramos:

#### ANÁLISIS NUTRICIONAL-BROMATOLÓGICO (Reporte en base a 100g)

Si algún campo no tiene valor digite 0.

Detalle	Valor	Unidades
GRASA TOTAL	29.400	gramos
GRASA SATURADA	18	gramos
ACIDOS GRASOS TRANS	0	gramos
ACIDOS GRASOS MONOINSATURADOS	10.5	gramos
ACIDOS GRASOS POLINSATURADOS	0.9	gramos
AZÚCARES	24	gramos
SAL(CLORURO DE SODIO)	0	gramos
SODIO	0	gramos

#### TOTALES(%)

Este es el Sistema Gráfico que debe tener su etiqueta.

Azúcares (%) :	24.0
Grasas (%) :	29.4
Sal(Sodio) (%) :	0.000

Ilustración 14. Calculadora de etiquetado del ARCSA.

### 6.3.Conclusiones

El contenido elevado de grasa en el alimento puede afectar su imagen frente al consumidor respecto al concepto de producto que se quiere vender. El perfil lipídico es fundamental para determinar el tipo de grasas que se está ingiriendo y hacer una campaña respecto a las mismas. Teóricamente se sabe que las grasas principales del grano del cacao serán saturadas, monoinsaturadas y poliinsaturadas con lo que se puede destacar su beneficio sobre la salud y la ingesta en este alimento. En su última revisión la OMS recomienda consumir entre 20 y 35% de grasas total, de las que entre 6 y 11% deben ser poliinsaturadas con 2.5 y 9% de Omega 6, y 0.5 y 2% de Omega 3; entre 15 y 20% monoinsaturadas y menos de 10% grasas saturadas.



## 7. Ingeniería del empaque

### Hipótesis:

El uso de polietileno como empaque primario protege la calidad del producto al conservar el olor evitando su escape hacia la atmósfera y evitando el ranceamiento de las grasas evitando la entrada de oxígeno. Un empaque secundario opaco mantendrá el color evitando su degradación por acción de la luz.

Instrumentos o equipos	Cantidad	Sustancias
<b>Empaques de polietileno</b>	6	Desecante y agua
<b>Micrómetro</b>	1	
<b>Balanza</b>	1	
<b>Ambientes controlados</b>	7	Descritos en el ensayo anterior

Tabla 24. Materiales, equipos y sustancias utilizadas en el ensayo de determinación de permeabilidad del polietileno.

### 7.1. Ensayo de determinación: Determinación de la permeabilidad del empaque

#### 7.1.1. Procedimiento

- Comprar un empaque de plástico y cortar 6 pequeños cuadrados.
- Medir el área y espesor de cada cuadrado cortado con un micrómetro.
- Llenar 3 cuadrados con agua destilada y sellar con selladora manual, de igual manera llenar los otros 3 empaques con desecante y sellar los cuadrados con selladora manual.
- Colocar los empaques con agua en el ambiente de actividad acuosa 0 o que contiene desecante.
- Colocar los empaques que tienen desecante en el ambiente que tiene la mayor actividad acuosa.
- Tomar los pesos periódicamente hasta cumplir 4 semanas.
- Hacer un promedio de los triplicados y graficar peso del empaque vs tiempo.



**7.1.2. Recolección de datos, formulas y cálculos**

$$k/x = \frac{m}{A * P}$$

*Ecuación 8. Cálculo de la permeabilidad de empaques a través de la humedad en base seca, área y presión.*

Rotulación del empaque	Área(m <sup>2</sup> ) húmedo	Área(m <sup>2</sup> ) seco
1	0,005966	0,00504
2	0,004662	0,004968
3	0,005304	0,004914

Presión del ambiente 2.4878 kPa. Temperatura= 20°C. Espesor= 500 micra

*Tabla 25. Áreas de cada empaque para el ensayo de permeabilidad del empaque por triplicado.*

Días	Peso empaque+ agua (g)	Peso del empaque + desecante (g)
<b>0</b>	26,133	7,0254
	20,502	7,5478
	16,545	5,0105
<b>14</b>	25,7643	7,0376
	20,3474	7,5691
	16,4437	5,0217
<b>15</b>	25,7628	7,0454
	20,3456	7,5856
	16,4406	5,0294
<b>22</b>	25,74	7,0761
	20,2582	7,6088
	16,4044	5,052
<b>25</b>	25,7298	7,0774
	20,2478	7,62
	16,3925	5,056

*Tabla 26. Recolección de datos del día 0 al 25 para las muestras de desecante y agua por triplicado.*



Día empaquete	Ganancia de humedad de los empaques con desecantes (g)			Pérdida de humedad de los empaques con agua (g)		
	1	2	3	1	2	3
0	0	0	0	0	0	0
14	0,0122	0,0213	0,0112	-0,3687	-0,1546	-0,1013
15	0,02	0,0378	0,0189	-0,3702	-0,1564	-0,1044
22	0,0507	0,061	0,0415	-0,393	-0,2438	-0,1406
25	0,052	0,0722	0,0455	-0,4032	-0,2542	-0,1525

Tabla 27. Tabulación de la ganancia y pérdida de humedad de cada empaque durante 25 días.

### 7.1.3. Gráficos

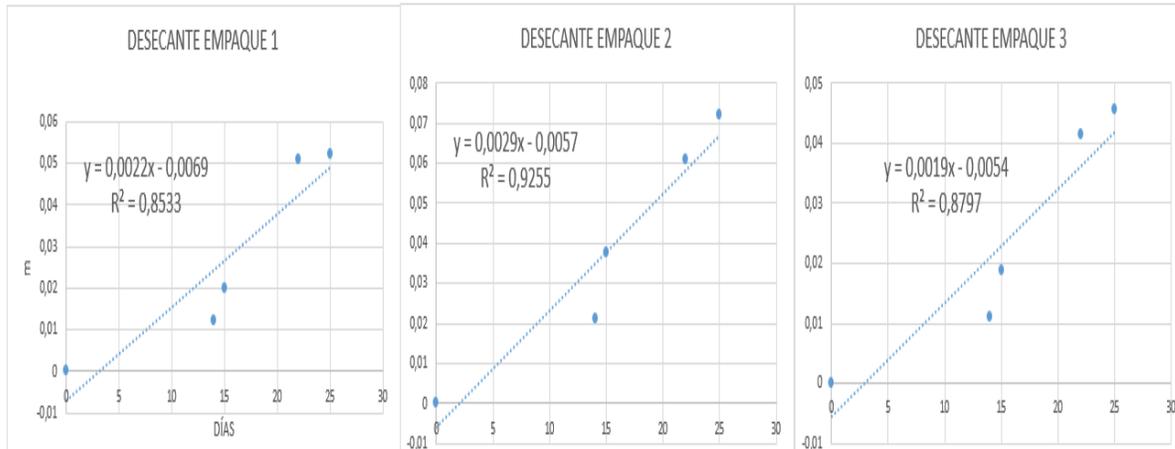


Ilustración 15. Comportamiento del empaque con desecante en medio húmedo.

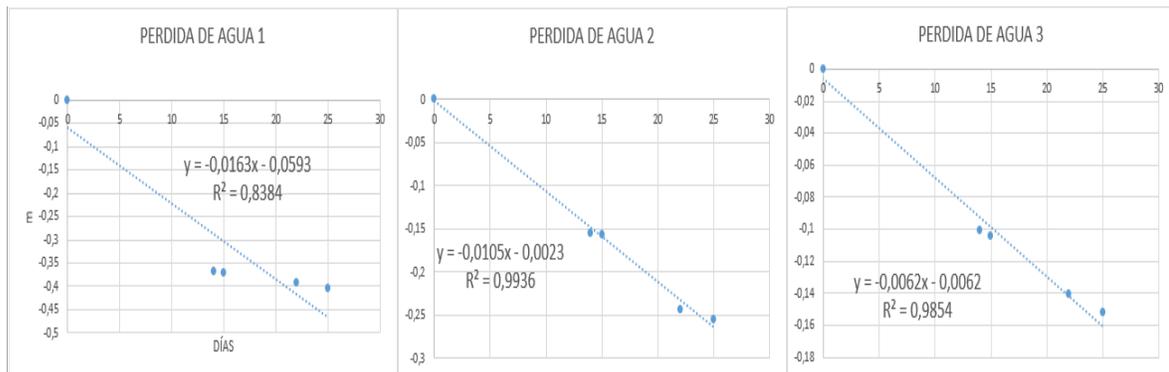


Ilustración 16. Comportamiento del empaque con agua en medio seco.



### 7.1.4. Cálculos y resultados

En el caso del desecante en el empaque 1:

$$k/x = \frac{0.0022}{0.00504 * 2.4878} = 1.08 \text{ cm}^3 * \text{m}^{-2} * \text{kPa} \text{ en 25 días.}$$

Para expresar en unidades de permeabilidad es necesario multiplicar por el espesor en micrómetros y hacer una regla de tres para determinar el valor en 24 horas

$$k/x = 43.43 \text{ cm}^3 * \text{um} * \text{m}^{-2} * \text{kPa} * \text{d}^{-1}$$

Se ha determinado un valor promedio de k/x de los tres empaques de cada ensayo dando como resultado la siguiente tabla:

Valor:	Permeabilidad de oxígeno:	Barrera de agua:
Real	23.33 $\text{cm}^3 * \text{um} * \text{m}^{-2} * \text{kPa} * \text{d}^{-1}$	103 $\text{cm}^3 * \text{um} * \text{m}^{-2} * \text{kPa} * \text{d}^{-1}$
Comparativo a 2 mm	86.87 $\text{cm}^3 * \text{um} * \text{m}^{-2} * \text{kPa} * \text{d}^{-1}$	0.41 $\text{cm}^3 * \text{mm} * \text{m}^{-2} * \text{kPa} * \text{d}^{-1}$

Tabla 28. Permeabilidad de film de LDPE de medio milímetro de grosor usado como empaque primario para conservar "Brownie a la taza" y valor comparativo en film de 2mm.

Las fundas con desecante en medio húmedo ganan humedad y se ve reflejado en su peso, mientras que la funda con agua en medio seco pierden peso, utilizando la pendiente de estos gráficos o la humedad en base seca, se obtiene la relación k/x llamada permeabilidad, mientras más pequeño este valor mejor será la eficiencia del empaque, se esperaría que en ambos casos la permeabilidad sea la misma, pero el comportamiento de desecante en medio húmedo es menor al de agua en medio seco, por lo tanto podemos decir que el empaque es bueno para evitar el ingreso de oxígeno hacia los productos y malo para evitar que se pierdan los compuestos volátiles.

### 7.1.5. Conclusión

Comparando con otros plásticos expuestos en la tabla 5. Podemos observar que el material se encuentra en un rango medio para los 2 parámetros evaluados; por lo que podemos decir, que ha sido una elección de empaque primario acertado. Sin embargo, al no utilizar conservantes el alto contenido de grasa del alimento puede ser percedera incluso a valores



bajos de permeabilidad de agua, oxígeno y naturalmente se ve afectado por la luz; por lo que es necesario conducir un estudio de vida útil con la finalidad de determinar si el tiempo de conservación del alimento es suficiente para un correcto recorrido en estantes hasta el consumidor final; solo así, se podrá decir con certeza que la selección de empaques es la adecuada.

## **7.2. Ensayo de determinación: Tiempo de vida de estante**

### **7.2.1. Procedimiento**

1. Almacenar al menos 18 muestras de “Brownie a la taza” en el empaque de polietileno seleccionado más el empaque secundario de cartón, tal como se vaya a comercializar.
2. Conservar en un ambiente fresco y protegido de la luz.
3. Tomar una muestra mensualmente y realizar las pruebas organolépticas descritas en los ANEXOS. Registro 2.

### **Procedimiento para calificar variación de color, olor, sabor y microorganismos**

1. Comparar la muestra mensual con una muestra recién producida, a la cual se denominará muestra patrón.
2. Para el color es necesario comparar la opacidad de la muestra guardada respecto al patrón.
3. En el caso del olor, sostener la respiración, acercar la muestra destapada hacia la nariz, retirar y realizar la inhalación. Comparar respecto a la intensidad del patrón.
4. Para evaluar el sabor, es necesario preparar la muestra mensual tal como se describe en las instrucciones y preparar la muestra patrón. Comparar si existe alguna variación de sabor entre la muestra y el patrón, buscando principalmente sabores de ranceamiento o descomposición.
5. El análisis microbiológico consiste en 2 tipos de crecimiento macroscópico y microscópico. Mientras las propiedades no cambien y no existan colonias visibles, no es necesario, cultivar sepas y llevarlas al microscopio. Finalmente, cuando existe un cambio de percepción en las propiedades organolépticas, es necesario validar que no sea por contaminación microbiológica, por ello se lleva la muestra al microscopio de



luz para observar hongos y levaduras debido a que bacterias solo crecen en actividades acuosas mayores a 0.85.

### 7.2.2. Recolección de datos y resultados:

Considerando que el producto tiene una actividad acuosa intermedia-baja, se mantiene la hipótesis de que el crecimiento microbiológico será bajo o nulo; por lo tanto, se plantea una revisión mensual. El uso del polietileno como empaque primario no permite la entrada de oxígeno y el uso del cartón no permite el paso de luz, es decir, las grasas también estarán protegidas y las pruebas de catación organolépticas coincidirán con los ensayos microbiológicos.

Mes	Olor	Color	Sabor	Textura	Microorganismos
0	5	5	5	5	0
1	5	5	5	5	0
2	5	5	5	5	0
3	5	5	5	5	0
4	5	5	5	5	0
5	5	5	5	5	0
6	4	5	5	5	0
12	2	3	4	4	0
18	1	3	3	4	0

Tabla 29. Registro de variación mensual de propiedades organolépticas y microbiológicas.

### 7.2.3. Conclusión

Durante los primeros 6 meses no existe ninguna alteración del producto, por lo tanto, la hipótesis sobre el uso de materias primas secas y tener un producto con actividad acuosa baja va a preservar el alimento sin ayuda de conservantes es positiva. Como se observa en la tabla 17, no hay crecimiento microbiológico durante los 18 meses que se han conservado muestras, sin embargo, la pérdida del olor característico del producto es lo que impide dar un tiempo mayor de vida de estante. El uso de un empaque primario con permeabilidad menor, aumenta el costo de formulación y la rotación del producto, para mantener un negocio rentable es recomendable mantener rotación mensual (Patiño Mosquera, 2018). Por lo tanto, no es



justificable cambiar el empaque. El tiempo de vida de estante es de 6 meses y el tiempo de vida útil 1.5 años.

### 8. Resultados:

<b>Parámetro:</b>	<b>Método de determinación:</b>	<b>Resultado:</b>
<b>Humedad:</b>	Karl fisher	2.94%
<b>Porcentaje de grasa:</b>	Soxhlet	30.11%
<b>Porcentaje de proteína:</b>	Kjeldahl	8.12%
<b>Actividad acuosa:</b>	Higrómetro	0.35
<b>Ingeniería de empaque</b>	Isotermas de absorción	<i>Empaque LDPE<sup>13</sup></i>
<b>Tiempo de vida de estante</b>	Catación y cultivos	6 meses
<b>Tiempo de vida útil</b>	Catación y Cultivos	1 año

Tabla 30. Resumen de resultados de los ensayos de durabilidad.

---

<sup>13</sup> El empaque más para evitar el paso de luz y oxígeno y evitar la salida del olor es el aluminio. Sin embargo, por la producción a baja escala resulta complejo de adquirir y representa una alta inversión inicial, sustituyendo el empaque primario y secundario solo por esta imagen de aluminio en algún punto con el crecimiento de la producción, resultaría rentable. (Parkin, 2007)



### **Recomendaciones**

- Es necesario un estudio de factibilidad tecnológica y de mercado para poder desarrollar un modelo de negocio, que permita acceder a financiamiento gubernamental o privado y así insertar el producto en las perchas nacionales e internaciones.
- Para la comercialización de “Brownie a la taza” es necesario hacer los ensayos del capítulo 2 por un laboratorio acreditado del ARCISA.
- Realizar un perfil lipídico en un laboratorio acreditado.
- Se recomienda comercializar “Brownie a la taza” como una mezcla hidratada en empaques de aluminio para mantener la reproducibilidad de la fórmula y proteger la marca de los errores por dosificación de agua.
- Calcular el P.V.P.



## Conclusiones

Se elaboró con satisfacción una pre-mezcla para microondas a base de polvo de cacao que al hidratarse con 20 ml de agua y estar en el microondas 1 minuto 30 segundos al microondas esta lista para servirse. No necesita de grasas añadidas, ovoproductos y no contiene gluten. Además de ser una formulación natural que no contiene conservantes.

El diseño experimental escogido fue el modelo de vértices cuadrático en el software Statgraphics y cuyos márgenes de experimentación fueron definidos previamente con ensayos prueba error.

Las 2 formulaciones escogidas por el panel conformado por socios e inversionistas interesados, fue sometidas a una prueba hedónica de preferencia parental donde un panel semientrenado que representa los intereses del mercado dirigido seleccionó la formulación # 8 la cual tiene mayor contenido de cacao y azúcar. Se puede decir que, el mercado ecuatoriano, tal como se describió en el perfil del cliente, acepta el producto siempre y cuando el contenido de azúcar sea alto.

Respecto a la tabla nutricional fue calculada en base a una dieta de 2000 Kcal tal como lo solicita la FAO, determinando que la porción de 55g aporta con 253Kcal. El semáforo nutricional generado será alto en grasa, alto en azúcar, sin contenido de sal. Esta desventaja comercial tendrá que ser opacada por una alta publicidad en la facilidad de elaboración y en las grasas monoinsaturadas y poliinsaturadas que son beneficiosas para la salud.

Las pruebas de durabilidad indican que al trabajar con productos secos no es necesario la adición de conservantes lo que mantiene el producto en óptimas condiciones durante 6 meses, pasado este tiempo el olor del producto se ve ligeramente disminuido y es esta característica una de las más apreciadas.

El costo de formulación a escala semindustrial de “Brownie a la Taza” es de \$0.37 por porción, serán los estudios de mercado los encargados de definir el P.V.P.

Los ensayos de durabilidad, estabilidad y selección de empaques han sido aprobados, lo que mantiene la seguridad de que el producto está listo para obtener los requisitos de ley y empezar con la comercialización.



## Bibliografía

- Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria . (2016). *Obtención de Notificación Sanitaria de Alimentos Procesados (Fabricación Nacional)*. Obtenido de <https://www.controlsanitario.gob.ec/inscripcion-de-notificacion-sanitaria-de-alimentos-procesados-fabricacion-nacional/>
- Agencia Nacional de Regulación, Control y Vigilancia Sanitaria. (26 de 09 de 2018). *Calculadora de etiquetado de alimentos*. Obtenido de [http://permisosfuncionamiento.controlsanitario.gob.ec/publico/calculadora\\_etiquetado/](http://permisosfuncionamiento.controlsanitario.gob.ec/publico/calculadora_etiquetado/)
- ANECACAO. (2015). *Asociación nacional de exportadores de cacao en Ecuador*. Obtenido de Historia del cacao : <http://www.anecacao.com/es/quienes-somos/historia-del-cacao.html>
- ANMAT Argentina . (2014). *Determinación de agua* . Obtenido de Metodo de Karl Fischer por retorno: [http://www.anmat.gov.ar/webanmat/mercosur/ACTA01-14/AGREGADO\\_XVI/uni\\_11/Anexo\\_1\\_Determinaci%C3%B3n\\_de\\_agua\\_V6.pdf](http://www.anmat.gov.ar/webanmat/mercosur/ACTA01-14/AGREGADO_XVI/uni_11/Anexo_1_Determinaci%C3%B3n_de_agua_V6.pdf)
- Berrones, T. (02 de febrero de 2018). El negocio de los productos orgánicos crece en Ecuador. *Expreso.ec*.
- Boatella Riera, J., Codon Salcedo , R., & Lopéz Alegret, P. (2004). *Química y Bioquímica de Alimentos*. Barcelona: Universidad de Barcelona.
- Chávez, M. A. (2015). Evaluación y análisis técnico financiero del proceso de prensado de licor de cacao para la obtención de manteca y polvo de cacao. *Escuela Politecnica nacional*.
- Donoso, S. (Mayo de 2016). Doctora en Bioquímica y Farmacia. (J. Valbuena, Entrevistador)
- Durán , S., Rodríguez , M., Córdón, K., & Record, J. (2012). Estevia (stevia rebaudiana), edulcorante natural y no calórico. *Revista Chilena de nutrición*, 203-206.



El club del chocolate. (2015). *Los Productores de cacao, los Consumidores de chocolate*.  
Obtenido de <https://www.clubdelchocolate.com/84-los-productores-de-cacao-los-consumidores-de-chocolate.html>

El Tiempo . (15 de Septiembre de 2013). C

Garda , M., Alvarez , M., Lattanzio , M., Ferraro , C., & Colombo, M. (2012). Rol de los hidrocoloides de semillas de chía y lino en la optimización de panificados libres de gluten. *XV Congreso Latinoamericano y del Caribe de Nutricionistas Dietistas. XI Congreso Argentino de Graduados en Nutrición*.

Gaybor Tobar, M., & Casas Velasquez , N. (2008). *Estudio de factibilidad para la implementación de una planta industrial de elaboración de premezclas de pan para la industria harinera S.A*. Quito: Universidad de San Francisco de Quito .

Grasas y Ciencia. (2017). *Grasas del cacao*. Obtenido de <http://grasasciencia.blogspot.com/2006/10/la-grasa-del-cacao.html>

Guerrero , D., Girón , C., Madrid , A., Mogollón , C., Quiroz , C., & Villena, D. (2012). Diseño de la línea de producción de chocolate orgánico. *Universidad de Piura*.

Instituto de estudios del huevo . (2018). *Usos alimentarios del huevo*. Obtenido de <http://www.institutohuevo.com/usos-del-huevo/>

INSTITUTO ECUATORIANO DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL. (25 de 05 de 2017). Encargada del área de patentes y propiedad industrial. (J. C. Chusán, Entrevistador)

Liria Dominguez , M. R. (2007). Guía para la evaluación sensorial de alimentos. *Agrosalud*.

Mayordomo Fileu, T., Mazorriaga Rama, A., & Domenéch Gonzalez , R. (2016). *Ofertas de repostería, aprovisionamiento interno y control de consumos*. Madrid: Paraninfo .

Micronalítica argentina . (s.f.). *DECAGON instrumentos para medir actividad de agua* . Obtenido de AQUALAB : <https://www.microanalitica.com.ar/decagon.html>

Parkin, M. (2007). *Macroeconomía* (Séptima ed.). Ontario: Pearson. Recuperado el 03 de 10 de 2018, de



<https://books.google.com.ec/books?id=NCMmkjTxKa4C&pg=PA69&dq=curva+de+aumento+de+produccion+y+disminucion+de+costos&hl=es-419&sa=X&ved=0ahUKEwiiwezemuvdAhWBzVkKHeSWCbAQ6AEIKzAB#v=onepage&q=curva%20de%20aumento%20de%20produccion%20y%20disminucion%20de%20co>

Patiño Mosquera, G. A. (11 de julio de 2018). Consultor Mercadologo. (J. C. Chusán, Entrevistador)

Plásticos del Litoral. (28 de 05 de 2016). *Empaques laminados*. Obtenido de <http://www.plastlit.com/empaques-industriales/empaques-laminados/>

Plúa, J. C., & Cornejo, F. (s.f.). Diseño de una linea procesadora de pasta de cacao artesanal.

Rincón, A. (julio de 2007). *Conceptos básicos para coextrusión de películas de alta barrera*. Obtenido de PLASCO.

Statgraphics . (2018). Analisis de resultados .

The nibble. (2005). *The History of Brownie*. Obtenido de Great food finds. The webzine about specialty food: <http://www.thenibble.com/reviews/main/cookies/cookies2/history-of-the-brownie.asp>

TritoLine KF7500. (2018). *Catalogo y Manual de uso* . Obtenido de [http://www.mercofras.com/images/874a1-SI-Analytics-Catalogue-\(arrastrado\)-8.pdf](http://www.mercofras.com/images/874a1-SI-Analytics-Catalogue-(arrastrado)-8.pdf)

Veintimilla, A. B. (30 de mayo de 2015). Una breve historia del cacao ecuatoriano. *El comercio* .



ANEXOS

Encuesta 1

<p><i>Nombre:</i> _____ <i>Ocupación:</i> _____ <i>Edad:</i> _____</p> <p><i>Nota:</i> Evalúe las propiedades de las muestras de acuerdo a su agrado con valores entre 1-5: (1) Me desagradó mucho (2) Me desagradó (3) No me molestó (4) Me agrada (5) Me agrada mucho. Homogenice su polímero entre muestras tal como indica el encargado de dirigir la prueba. No converse con los otros catadores. Para la prueba de facilidad de elaboración califique de 1-5 el grado de dificultad siendo (1) No lo pude realizar sin ayuda (2) Lo logre pero resultado difícil (3) No represento un reto (4) Fue sencillo (5) Fue muy fácil comparado con otros</p>										
Muestra	CODIGO	OLOR	SABOR	TEXTURA EN CALIENTE	TEXTURA EN FRIJO	FACILIDAD DE ELABORACION	ASPECTO GENERAL	Total	OBSERVACIONES	
1								0		
2								0		
3								0		
4								0		
5								0		
6								0		
7								0		
8								0		
9								0		
10								0		





**Registro 1**

Califique las propiedades organolépticas olor (o), sabor (s), color(c), y crecimiento microbiológico (m) con una escala de 1-5.

Los valores tienen los siguientes significados: (5) Condición inicial, (3) Deterioro considerable. (1) Deterioro avanzado.

	Semana0:				Semana1:				Semana2:				Semana3:				Semana4:				Semana5:				Semana6:											
aw:	O	S	C	M	O	S	C	M	O	S	C	M	O	S	C	M	O	S	C	M	O	S	C	M	O	S	C	M	O	S	C	M				
0																																				
0.253																																				
0.31																																				
0.425																																				
0.65																																				
0.74																																				
0.95																																				

**Registro 2**

Califique las propiedades organolépticas olor (o), sabor (s), color(c), y crecimiento microbiológico (m) con una escala de 1-5.

Los valores tienen los siguientes significados: (5) Condición inicial, (3) Deterioro considerable. (1) Deterioro avanzado.



Mes	Olor	Color	Sabor	Textura	Microorganismos
0					
1					
2					
3					
4					
5					
6					
12					
18					

**Entrevista Consultor Mercadólogo Gustavo Andrés Patiño Mosquera**

**¿La velocidad de rotación de un producto en estante es proporcional a la rentabilidad del negocio?**

Si lo es, pero respecto a tu producto, no es justificable para determinar el tiempo de vida de estante. La conservación y la rotación no son actos consecuentes. La vida de estante se debe definir en base al sistema de distribución y a las necesidades del mercado.

**¿Cómo defino estratégicamente el tiempo de vida de estante?**

El tiempo de tu producto está basado en la calidad, eso está muy bien, debes dirigir tus esfuerzos en una buena promoción y en un buen sistema de distribución para que esos 6 meses sean justificados.

**¿El concepto del producto está bien dirigido?**

El concepto justifica las razones por las que decidiste no usar conservantes a pesar de que te pude dar una ventaja en el tiempo de distribución de fábrica a estante, además proporciona buena información para levantar la campaña publicitaria y enganchar a ese mercado que tiene premura por consumir alimentos de calidad en el menor tiempo posible, por lo tanto, sirve como una guía base.



Panel 2



**Daniela Cabrera** - Estudiante del último año de la carrera de Ingeniería Química



**Clara Damián** - Estudiante egresada de la carrera de Ingeniería Química



**Santiago Espejo** - Estudiante de cuarto año de la carrera de Ingeniería Química



**Oscar Tenesaca** – Ingeniero Químico



**Katherine Vazquez** - Estudiante del último año de Ingeniería Química