

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADÉMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



“APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES
(CÁSCARA DE MANGO) PARA LA FORMULACIÓN DE
CUPCAKES”

TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE
INGENIERO AGROINDUSTRIAL

TESISTAS:

Bach. ATOCHE CHAUCA, LUCERO STEPHANIE
Bach. GARCÍA SIU, MAYKABETH WENDH

ASESOR:

DRA. LUZ PAUCAR MENACHO

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



HOJA DE CONFORMIDAD DEL ASESOR

La presente tesis titulada: **“APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES (CÁSCARA DE MANGO) PARA LA FORMULACIÓN DE CUPCAKES”**, se ha ejecutado según el reglamento general para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial mediante la modalidad de tesis de investigación.



DRA. LUZ PAUCAR MENACHO
ASESORA

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA
FACULTAD DE INGENIERÍA
ESCUELA ACADEMICA PROFESIONAL DE INGENIERÍA
AGROINDUSTRIAL



HOJA DE CONFORMIDAD DEL JURADO EVALUADOR

Terminada la sustentación de la tesis titulada: **“APROVECHAMIENTO DE RESIDUOS AGROINDUSTRIALES (CÁSCARA DE MANGO) PARA LA FORMULACIÓN DE CUPCAKES”**; Tiene la aprobación del jurado calificador, quienes firmaron en señal de conformidad.


Ms. Jorge Domínguez Castañeda
Presidente del Jurado


Dra. Luz Paucar Menacho
Secretaria


Ms. Daniel Sánchez Vaca
Integrante

NUEVO CHIMBOTE – PERÚ

2017

INDICE

RESUMEN	14
ABSTRACT	15
I. INTRODUCCION	16
II. REVISION BIBLIOGRAFICA	17
2.1. El Mango.....	17
2.1.1.Generalidades del Mango.....	17
2.1.2.Taxonomía y morfología	18
2.1.2.1.Taxonomía	18
2.1.2.2.Morfología	19
2.1.3. Producción nacional.....	23
2.1.4. Composición química y nutrimental	23
2.1.5. Aprovechamiento de Residuos Industriales.....	26
2.1.6. La Cáscara de Mango.....	27
2.1.7. Harina de Cáscaras de Mango	28
2.1.7.1.Obtención de Harina de Cáscaras de Mango.....	30
2.1.8. Fibra Dietética.....	30
2.1.8.1. Clasificación de la Fibra Dietética	32
2.1.8.1.1.Componentes de la Fibra Dietética Insoluble (FDI)	34
2.1.8.1.2.Componentes de la Fibra Dietética Soluble (FDS)	34
2.1.8.2. Propiedades Funcionales de la Fibra Dietética	35
2.1.9. Alimentos Enriquecidos con fibra.....	37
2.2. El Trigo.....	39
2.2.1. Generalidades del trigo.....	39
2.2.2. Composición química del trigo.....	39
2.2.3. Harina de trigo	41

2.2.3.1. Definición	41
2.2.3.2. Composición química.....	41
2.2.3.3. Principales componentes de la harina	42
2.2.3.4. Tipos de harina	43
2.2.3.5. Harina para productos de pastelería.....	44
2.3. Control de calidad de las harinas.....	45
2.3.1. Contenido de humedad.....	45
2.3.2. Proteína	46
2.3.3. Prueba de cenizas	46
2.3.4. Color de la harina.....	47
2.3.5. Isotermas de absorción.....	48
2.3.6. Granulometría	50
2.4. Generalidades en la Elaboración de Cupcakes.....	52
2.4.1. Definición de Cupcakes	52
2.4.2. Características de Calidad de los Cupcakes	53
2.4.3. Requisitos	55
2.4.4. Ingredientes de los Cupcakes.....	58
2.4.5. Etapas en la elaboración de Cupcakes	63
2.5. Evaluación Sensorial	66
2.5.1. Conducción del panel	66
2.5.2. Método de Escala Hedónica	67
2.6. FORMULACIÓN - Diseño estadístico de experimentos	68
2.6.1. Diseño completamente al azar (DCA)	68
2.6.1.1. Análisis de varianza	68
2.6.1.2. Modelo Aditivo Lineal.....	69
2.6.2. Test de rangos múltiples.....	70

2.6.2.1. Método de Tukey (Honestly-significant-difference).....	71
2.7. Vida Útil.....	74
2.7.1. Factores que afectan el tiempo de Vida Útil	75
2.7.2. Métodos para Determinación de la Vida Útil.....	79
2.7.2.1. Predicción y evaluación de la Vida Útil.	79
2.7.2.2. Predicción de la vida útil por métodos acelerados.....	79
2.7.3. Aplicación de la evaluación sensorial para la evaluación de la vida útil en un alimento.....	80
III. MATERIALES Y METODOS.....	82
3.1. Lugar de Ejecución	82
3.2. Materia Prima e Insumos	82
3.2.1. Materia Prima.....	82
3.2.2. Insumos.	83
3.3. Equipos, materiales y reactivos	83
3.3.1. En la elaboración de Cupcakes	83
3.3.1.1. Equipos	83
3.3.1.2. Utensilios	84
3.3.1.3. Materiales de empaque	84
3.3.2. Para la evaluación Tecnológica de los Cupcakes	84
3.3.2.1. Equipos	84
3.3.2.2. Materiales de Laboratorio	85
3.3.2.3. Otros Materiales.....	85
3.3.2.4. Reactivos	86
3.4. Métodos	87
3.4.1. Obtención de la Harina de Cáscaras de Mango	87
3.4.2. Análisis de las harinas	88

3.4.2.1. Caracterización de las harinas de Trigo y Cáscaras de Mango	88
3.4.2.2. Isotherma de absorción	89
3.4.2.3. Granulometría	89
3.4.2.4. Caracterización Físico-química.....	90
IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....	99
4.2.1. Caracterización Químico-Proximal	99
4.2.2. Caracterización Fisicoquímica	102
4.2.3. Colorimetría de las harinas	103
4.3. Evaluación de los Cupcakes.....	109
4.3.1. Caracterización químico-proximal.....	109
4.3.2. Caracterización fisicoquímica	118
4.4. Evaluación Sensorial de los Cupcakes.....	128
4.4.1. Evaluación Sensorial del Color de los Cupcakes	128
4.4.2. Evaluación Sensorial del Sabor de los Cupcakes	129
4.4.3. Evaluación Sensorial de Textura de los Cupcakes.....	131
4.4.4. Evaluación de la Intención de compra de los Cupcakes	133
4.5. Vida Útil de los Cupcakes	135
4.5.1. Evaluación sensorial	135
4.5.2. Evaluación Fisicoquímica – Índice de Peróxido.....	137
4.5.3. Elección de la mejor formulación de cupcake con harina de cáscaras de mango.....	139
V. CONCLUSIONES	141
VI. RECOMENDACIONES.....	143
VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS.....	144

INDICE DE TABLAS

Tabla 1: Taxonomía del Mango.....	19
Tabla 2: Composición nutrimental del mango por cada 100 g.....	24
Tabla 3: Composición química del mango fresco	25
Tabla 4: Clasificación de la Fibra dietética (FD) con base a sus constituyentes ..	33
Tabla 5: Alimentos enriquecidos con fibra soluble e insoluble en gr/100 grs. de muestra	37
Tabla 6: Valor Nutricional (por 100 de porción aprovechable de trigo).....	40
Tabla 7: Composición Química de la Harina de Trigo	41
Tabla 8: Variación en el contenido de cenizas según el tipo de harina de trigo ...	47
Tabla 9: Composición (macronutrientes) de productos de bollería/ pastelería y galletas por 100 gr	53
Tabla 10: Composición (macronutrientes) de productos de bollería /pastelería y galletas por 100 gr	54
Tabla 11: Requisitos Fisicoquímicos permitidos en los bizcochos	58
Tabla 12: Análisis de varianza con igual número de repeticiones (ANVA)	70
Tabla 13: Formulación control utilizada para la producción de cupcakes	91
Tabla 14: Proporción de harinas (%) por Formulación	92
Tabla 15: Composición químico proximal de las harinas	99
Tabla 16: Caracterización Físico-química de las harinas	102
Tabla 17: Colorimetría de las harinas	103
Tabla 18: Evaluación de la Aw de las harinas	105
Tabla 19: Análisis de forma diferencial y Acumulativa de harina de Trigo y harina de cáscara de mango.....	107
Tabla 20: Porcentaje de humedad de los cupcakes de diferentes formulaciones ..	109

Tabla 21: Análisis de varianza para el porcentaje de humedad de los cupcakes de diferentes formulaciones	109
Tabla 22: Pruebas de Múltiple Rangos para humedad por Formulaciones (Method: 95.0 Tukey HSD).....	110
Tabla 23: Porcentaje de cenizas de los cupcakes de diferentes formulaciones .	111
Tabla 24: Análisis de varianza para el porcentaje de cenizas de los cupcakes de diferentes formulaciones	111
Tabla 25: Pruebas de Múltiple Rangos para cenizas por Formulaciones (Method: 95.0 Tukey HSD)	112
Tabla 26: Porcentaje de proteína de los cupcakes de diferentes formulaciones	113
Tabla 27: Análisis de varianza para el porcentaje de proteína de los cupcakes de diferentes formulaciones	113
Tabla 28: Pruebas de Múltiple Rangos para proteína por Formulaciones (Method: 95.0 Tukey HSD)	113
Tabla 29: Porcentaje de grasa de los cupcakes de diferentes formulaciones	114
Tabla 30: Análisis de varianza para el porcentaje de grasa de los cupcakes de diferentes formulaciones	115
Tabla 31: Pruebas de Múltiple Rangos para grasa por Formulaciones (Method: 95.0 Tukey HSD)	115
Tabla 32: Porcentaje de fibra de los cupcakes de diferentes formulaciones	116
Tabla 33: Análisis de varianza para el porcentaje de fibra de los cupcakes de diferentes formulaciones	117
Tabla 34: Pruebas de Múltiple Rangos para Fibra por Formulaciones (Method: 95.0 Tukey HSD)	117
Tabla 35: Porcentaje de carbohidratos de los cupcakes de diferentes formulaciones	118
Tabla 36: Valores de Acidez de los cupcakes con diferentes formulaciones.	119

Tabla 37: Análisis de varianza para el porcentaje de Acidez de los cupcakes de diferentes formulaciones	119
Tabla 38: Pruebas de Múltiple Rangos para acidez por Formulaciones (Method: 95.0 Tukey HSD)	119
Tabla 39: Valores de Índice de Peróxido de los cupcakes con diferentes formulaciones.....	120
Tabla 40: Análisis de varianza para el Índice de peróxido de los cupcakes de diferentes formulaciones	121
Tabla 41: Pruebas de Múltiple Rangos para Índice de Peróxido por Formulaciones (Method: 95.0 Tukey HSD)	121
Tabla 42: Valores de Índice de Actividad de Agua de los cupcakes con diferentes formulaciones.....	122
Tabla 43: Valores de Índice de Textura de los cupcakes con diferentes formulaciones.....	123
Tabla 44: Análisis de varianza para el porcentaje de Textura de los cupcakes de diferentes formulaciones	123
Tabla 45: Pruebas de Múltiple Rangos para Textura por Formulaciones (Method: 95.0 Tukey HSD)	124
Tabla 46: Valores del Color de la corteza de los cupcakes con diferentes formulaciones.....	125
Tabla 47: Valores del Color de la corteza de los cupcakes con diferentes formulaciones.....	126
Tabla 48: Valores de volumen específico de los cupcakes con diferentes formulaciones	127
Tabla 49: Valores obtenidos de Panel sensorial de evaluación de cupcakes – Indicador COLOR	128
Tabla 50: Análisis de varianza para el Indicador COLOR de los cupcakes de diferentes formulaciones	128

Tabla 51: Pruebas de Múltiple Rangos para COLOR por Formulaciones (Alfa=0.05 Tukey HSD)	129
Tabla 52: Valores obtenidos de Panel sensorial de evaluación de cupcakes – Indicador SABOR	130
Tabla 53: Análisis de varianza para el indicador SABOR de los cupcakes de diferentes formulaciones	130
Tabla 54: Pruebas de Múltiple Rangos para SABOR por Formulaciones (Alfa=0.05 Tukey HSD)	131
Tabla 55 Valores obtenidos de Panel sensorial de evaluación de cupcakes – Indicador TEXTURA	131
Tabla 56: Análisis de varianza para el indicador Textura de los cupcakes de diferentes formulaciones	132
Tabla 57: Pruebas de Múltiple Rangos para TEXTURA por Formulaciones (Alfa=0.05 Tukey HSD)	132
Tabla 58: Valores obtenidos de Panel sensorial de evaluación de Cupcakes – Indicador INTENCION DE COMPRA.....	133
Tabla 59: Análisis de varianza para el indicador Intención de compra de los cupcakes de diferentes formulaciones	134
Tabla 60: Pruebas de Múltiple Rangos para Intención de compra por Formulaciones (Alfa=0.05 Tukey HSD)	134
Tabla 61: Resultados obtenidos de la evaluación sensorial	135
Tabla 62: Ecuaciones ajustadas de línea de tendencia – vida Útil	137
Tabla 63: Resultados obtenidos de índice de peróxido de los Cupcakes	137
Tabla 64: Ecuaciones ajustadas de línea de tendencia – vida Útil	139
Tabla 65: Resumen características químico-proximales, fisicoquímicas, sensoriales y vida útil de los Cupcakes	139

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Diagrama de flujo para la obtención de harina de cáscaras de mango....	87
Figura 2: Diagrama de Flujo para la elaboración de cupcakes.....	94
Figura 3: Isotermas de adsorción de las harinas de trigo y cáscaras de mango .	105
Figura 4: Fracción másica retenida de harina de trigo y harina de cascara de mango.....	107
Figura 5: Variación de Textura Sensorial respecto a los días	136
Figura 6: Variación del Índice de Peróxido respecto a los días	138

INDICE DE LOS ANEXOS

ANEXO I: BALANCE DE MATERIA PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE CÁSCARA DE MANGO.....	148
ANEXO II: ANÁLISIS EN LAS HARINAS.....	149
ANEXO 2.1: CARACTERIZACIÓN QUÍMICO-PROXIMAL DE LAS HARINAS.....	149
ANEXO 2.1.1: Determinación de la humedad en las harinas.....	149
ANEXO 2.1.2: Determinación de la humedad en los cupcakes.....	151
ANEXO 2.1.3: Determinación de grasa en las harinas y Cupcakes.....	154
ANEXO 2.1.4: Determinación de Cenizas en las harinas y Cupcakes.....	157
ANEXO 2.1.5: Determinación de proteína en las harinas y Cupcakes	160
ANEXO 2.1.6: Determinación de fibra total en las harinas y Cupcakes	164
ANEXO 2.1.7: Determinación de carbohidratos en las harinas y Cupcakes... ..	167
ANEXO 2.2: ANALISIS FISICOQUIMICO EN LAS HARINAS Y CUPCAKES	169
ANEXO 2.2.1: Medición de colorimetría en las harinas Y cupcakes.....	169
ANEXO 2.2.2: Isotermas de adsorción de las harinas de trigo y cáscaras de mango	170
ANEXO 2.2.3: Análisis granulométrico de las harinas de trigo y harinas de cáscara de mango.	174
ANEXO III: ELABORACION DE LOS CUPCAKES.....	178
ANEXO IV: ANALISIS DE LOS CUPCAKES.....	183
ANEXO 4.1: MÉTODO PARA DETERMINAR ACTIVIDAD DE AGUA A LOS CUPACKES Y HARINAS	183
ANEXO 4.2: DETERMINACIÓN DE LAS ALTURAS Y VOLUMEN ESPECÍFICOS DE LOS CUPCAKES	184

ANEXO 4.2.1: Procedimiento para la medición de alturas.....	184
ANEXO 4.2.2: Procedimiento para la determinación del volumen específico	185
ANEXO 4.3: PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS DE TEXTURA PARA LOS CUPCAKES.	186
ANEXO 4.3.1: Procedimiento del Análisis de Textura para los cupcakes.....	186
ANEXO V: EVALUACION SENSORIAL DEL SABOR Y TEXTURA DE LOS CUPCAKES.	187
ANEXO 5.1: FORMATO DE EVALUACIÓN SENSORIAL.....	187
ANEXO 5.2: RESULTADOS DEL PANEL DE EVALUACIÓN SENSORIAL.....	188
ANEXO 5.3: RESULTADO DEL ANÁLISIS SENSORIAL DE TEXTURA PARA VIDA ÚTIL	189
ANEXO 5.4: FOTO DEL ANÁLISIS SENSORIAL.....	191

INDICE DE TABLAS DE LOS ANEXOS

Tabla A-1: Resultados determinación de humedad de harinas	150
Tabla A-2: Resultados determinación de humedad de cupcakes.....	152
Tabla A-3: Resultados determinación de grasa de harinas.....	155
Tabla A-4: Resultados determinación de grasa de cupcakes	155
Tabla A-5: Resultados determinación de cenizas de harinas	158
Tabla A-6: Resultados determinación de cenizas de cupcakes	158
Tabla A-7: Resultados determinación de proteína de harinas	162
Tabla A-8: Resultados determinación de proteína de cupcakes.....	163
Tabla A-9: Resultados determinación de fibra de harinas	165
Tabla A-10: Resultados determinación de fibra de cupcakes	166
Tabla A-11: Resultados determinación de carbohidratos de harinas	167
Tabla A-12: Resultados determinación de carbohidratos de cupcakes.....	168
Tabla A-13: Construcción de la isoterma de adsorción de la Harina de cáscaras de mango	170
Tabla A-14: Peso de muestras de harina de cascara de mango.....	170
Tabla A- 15: Construcción de la isoterma de adsorción de la Harina de Trigo....	172
Tabla A-16: Peso de muestras de harina de Trigo.....	172
Tabla A-17: Análisis de forma diferencial y acumulativa de harina de Trigo.....	174
Tabla A-18: Peso de muestras de harina de Trigo.....	174
Tabla A-19: Análisis de forma diferencial y acumulativa de harina de cáscara de mango.....	176
Tabla A-20: Peso de muestras de harina de Trigo.....	176
Tabla A-21: Resultados de evaluación sensorial	188
Tabla A- 22: Resultado del análisis sensorial de textura para vida útil	189
Tabla A-23: Resultado del análisis sensorial de textura para vida útil	190

INDICE DE FIGURAS DE LOS ANEXOS

Figura A-1: Determinación de la humedad en las harinas.....	150
Figura A-2: Determinación de la humedad en las harinas.....	153
Figura A-3: Determinación de grasas en harinas y las formulaciones de cupcakes.....	156
Figura A-4: Determinación de cenizas en las harinas y Cupcakes	159
Figura A-5: Medición del color en las harinas	169
Figura A-6: Isotherma de adsorción de harina de cascara de mango	171
Figura A-7: Isotherma de adsorción de harina de trigo	173
Figura A-8: Análisis diferencial de harina de cascara de mango	175
Figura A-9: Grafica de análisis diferencial de harina de cascara de mango	177
Figura A-10: Determinación de la actividad de agua en los cupcakes y harinas	183
Figura A-11: Medición de la altura de los cupcakes	184
Figura A-12: Determinación del Volumen Específico de los cupcakes	185
Figura A-13: Medición de Textura de los Cupcakes.....	186
Figura A-14: Formato de evaluación sensorial	187

RESUMEN

El presente trabajo de investigación es de tipo Experimental - Tecnológica, cuyo objetivo fue aprovechar las cáscara de mango (*Mangifera Indica L.*) resultantes del proceso “Elaboración de Néctar de Maracuyá-Mango” de la empresa La Morina S.A. en la formulación y elaboración de Cupcakes. Se utilizó el proceso de secado con aire caliente (50 °C – 6-8 horas), posteriormente pasó por un proceso de molienda para la producción de harina de las cáscaras de mango obteniendo un rendimiento de 17.98%. La Actividad de agua (A_w) de la harina obtenida de los residuos agroindustriales – cáscaras de mango (*Mangifera Indica L.*) fue 0.408 ± 0.002 con un tamaño de partícula de 0,054mm

Para la elaboración de cupcakes se utilizaron las siguientes formulaciones: F0 (0%), F1 (5%), F2 (10%), F3 (15%), F4 (20%) de harina de cascara de mango, determinándose la mejor formulación mediante la vida útil, la aceptabilidad sensorial e índice de peróxido de las formulaciones antes mencionadas de cupcakes, siendo la mejor la formulación F1 (5% de sustitución de Harina de trigo) y determinándose que la vida útil de los cupcakes elaborados sustituyendo parcialmente la harina de trigo por harina de cáscaras de mango (*Mangifera Indica L.*) varía entre 2 y 48 días.

En el análisis químico proximal para la mejor formulación de cupcakes de harina de cascara de mango se obtuvieron datos de: 25.03 ± 0.07 % Humedad g/100 g, 8.93 ± 0.02 % Proteína g/100 g, 23.45 ± 0.05 % grasa g/100 g, 0.45 ± 0.01 % fibra g/100 g, 3.08 % Cenizas g/100 g y 39.06 % Carbohidratos g/100 g.

En el análisis fisicoquímico de los cupcakes de harina de cascara de mango se obtuvieron los datos de: 0.35 ± 0.02 % Acidez expresada en ácido láctico, 0.2 ± 0.02 % Índice de Peróxido, 0.717 ± 0.001 % Actividad de Agua y 26.35 ± 0.41 mJ.

ABSTRACT

The present research work is of Experimental - Technological type, whose objective was to take advantage of the mango peel (*Mangifera Indica* L.) resulting from the process "Elaboration of Maracuyá - Mango Nectar" from La Morina S.A. In the formulation and elaboration of Cupcakes. The hot air drying process (50 ° C - 6-8 hours) was used, followed by a grinding process for the production of flour from the mango peels, yielding a yield of 17.98%. The water activity (A_w) of the flour obtained from the agroindustrial residues - mango shells (*Mangifera Indica* L) was 0.408 ± 0.002 with a particle size of 0.054mm

For the production of cupcakes, the following formulations were used: F0 (0%), F1 (5%), F2 (10%), F3 (15%), F4 Formulation by the useful life, sensory acceptability and peroxide index of the aforementioned formulations of cupcakes, the best formulation being F1 (5% substitution of Wheat Flour) and determined that the shelf life of the processed cupcakes partially replacing the Wheat flour per mango shell meal (*Mangifera Indica* L.) varies between 2 and 48 days.

In the proximal chemical analysis for the best formulation of mango peel flour cupcakes data were obtained: 25.03-0.07% Humidity g / 100 g, $8.93 \pm 0.02\%$ Protein g / 100 g, $23.45 \pm 0.05\%$ fat g / 100 G, $0.45 \pm 0.01\%$ fiber g / 100 g, 3.08% Ash g / 100 g and 39.06% Carbohydrates g / 100 g.

In the physicochemical analysis of the mango shell meal cupcakes data were obtained: $0.35 \pm 0.02\%$ Acidity expressed as lactic acid, $0.2 \pm 0.02\%$ Peroxide index, $0.717 \pm 0.001\%$ Water activity and 26.35 ± 0.41 mJ.

I. INTRODUCCION

La presente investigación pretende establecer la cascara de mango (*Mangifera indica* L.) variedad Kent resultante del proceso primario de elaboración de néctar, como un subproducto que pueda ser aprovechable y con el cual se pueda elaborar productos que puede servir para consumo humano y estar presente en la dieta de la población, de la calidad nutritiva que en la actualidad se está buscando conseguir.

Actualmente en la industria de transformados de frutas y vegetales los principales destinos de los residuos orgánicos generados en sus procesos son la alimentación animal o el desecho en vertederos, sin embargo, estos subproductos contienen sustancias como azúcares, ácidos orgánicos, sustancias colorantes, proteínas, aceites y vitaminas que pueden ser de interés en la industria alimentaria, farmacéutica, química o cosmética. (Infoagro, 2002)

La panificación atraviesa por ciertas tendencias, como la que estamos experimentando con los famosos cupcakes, también conocidos como muffins, magdalenas o quequitos. Un cupcake es definido como una pequeña porción de queque para una persona que data desde 1786. Actualmente, los cupcakes se encuentran entre los productos de panificación con mayor popularidad a nivel mundial. (Zolezzi, 2013).

Como en la mayoría de productos de panificación, los cupcakes están tradicionalmente hechos a base de harina de trigo floja, harina que no es muy alta en proteínas. Sin embargo, actualmente el tema de la salud y de los productos nutritivos ha hecho crecer a la demanda de panes especiales. (Saravia, 2013).

Teniendo en cuenta esta realidad, nació la idea de aprovechar los residuos de mango para elaborar cupcakes, dado que la harina obtenida a partir de ellas presenta un contenido de fibra bruta de 13,86 g/100g superior al del trigo que es 1,43 g/100 g.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1. El Mango

El mango es un fruto que generalmente se utiliza en estado maduro, ya sea para la elaboración de mermeladas, purés y jugos o bien para su consumo como fruto fresco. No obstante la falta de comercialización y a una carencia de condiciones óptimas de almacenamiento, resulta ser un producto perecedero, dando como resultado pérdidas económicas importantes. Una opción en la que se pudiese aprovechar este fruto es para la obtención de fibra dietética y antioxidantes, ya que el mango puede contener entre un 18.50 - 76.80 % de fibra dietética (Ruales y Zumba, 1998; Gourgue y Col, 1992) y entre 54 - 70 mg/g de compuestos polifenólicos en la cáscara (Larrauri, 1996; Vasco, 2003).

2.1.1. Generalidades del Mango

El mango (*Mangifera indica* L) es un árbol originario de Asia perteneciente a la familia de las anacardiáceas, está conformada por aproximadamente 50 especies pero sólo 3 o 4 producen frutos comestibles. Presenta una inflorescencia dispuesta en racimos, a la que se denomina panícula y mide de 20 a 60 cm; las flores pueden ser masculinas o hermafroditas, por lo general en una florescencia hay más flores masculinas que femeninas, pero únicamente estas últimas se constituyen en fruto.

El fruto es una drupa con un endocarpio duro y comprimido al que están adheridas muchas fibras. Su periodo de desarrollo desde la antesis, que es el momento en que abre la flor y es fecundada, hasta la cosecha, es de aproximadamente de 100

a 110 días, dependiendo de la variedad y de las condiciones climáticas. En algunos climas cálidos, los frutos pueden alcanzar un tamaño definitivo en siete semanas a partir de la formación de la flor y estar lo suficientemente maduros para ser cosechados en unas doce o trece semanas (Chandler, 1996).

La media de las características morfológicas de las principales variedades comerciales de mango son: un peso promedio de 350 g; una composición promedio de 56.39% de pulpa, 21.51% cáscara y 22.09% semilla. La pulpa es de consistencia firme, con sabor dulce y baja acidez; la cáscara es firme, de color amarillo y poco resistente al manejo post cosecha. El mango criollo presenta un peso medio de 230 g; una composición de 19% cáscara, 8.5% semilla y 69% de pulpa; esta es de consistencia firme y fibrosa, con un sabor dulce y media acidez, la cáscara es firme y de color amarillo (FIRA, 1997). La cáscara del mango constituye alrededor del 15 al 20% de la fruta, con contenidos de compuestos valiosos como polifenoles, carotenoides, enzimas y fibra dietaria (FD) (Ajila et al., 2007). (Larrauri, 1996) obtuvieron niveles de 70 g polifenoles/Kg FD, un contenido de FD soluble de 281 g/Kg de FD y capacidad de retención de agua de 11,4 g agua/g FD.

2.1.2. Taxonomía y morfología

2.1.2.1. Taxonomía

De acuerdo a la clasificación, el mango se ubica taxonómicamente de la siguiente manera:

Tabla 1: Taxonomía del Mango

Reino	Plantae
División	Fanerógama
Subdivisión	Angiospermae
Clase	Dicotiledónea
Subclase	Archiclamydae
Orden	Sapindales
Familia	Anacardiaceae
Subfamilia	Anacardioideae
Género	Mangifera
Especie	Mangifera indica L.

Fuente: Popenoe (1974)

2.1.2.2. Morfología

El árbol de mango pertenece al grupo denominado "siempre verde", es decir, sus hojas no caen con facilidad, pudiendo mantenerse por más de dos años, éstas son alternas lanceoladas y ásperas, modificando su color de acuerdo con la edad (Sergent, 1985; Schafer, 1994).

El crecimiento vegetativo es por períodos o ciclos de crecimientos simpódicos, denominados "Flujos Vegetativos" o "Flushers", pasando los brotes nuevos por tres tonalidades diferentes a medida que envejecen.

Árbol y copa: sin tomar en cuenta el efecto varietal, la forma y tamaño del árbol depende del tipo de

propagación. Los de semilla o propagados sexualmente son erectos y altos, entrando a producir frutos generalmente, después del sexto año; y los propagados asexualmente (injerto, acodo, estaca), son de menor tamaño, de ramificación escasa y abierta; comienzan a producir a partir del tercer año de sembrados (Litz, 1994).

La copa generalmente tiende a desarrollar una forma simétrica (redondeada) en forma natural, pudiendo alcanzar 25-35 metros de altura en plantas provenientes de semilla y hasta 5 - 10 metros en plantas injertadas. Lateralmente, generalmente desarrollan la mitad de la altura (Crane y Campbell, 1991).

El sistema radical es vigoroso y muy eficiente en la absorción de nutrimentos, señalándose, desarrollos verticales y horizontales hasta de 10 metros, lo cual es importante conocer, ya que la fertilización se debe realizar de acuerdo con el patrón de crecimiento radical. El desarrollo de las raíces depende del cultivar y condiciones del suelo.

Hojas. Las hojas son alternas, espaciadas irregularmente a lo largo de las ramitas, de pecíolo largo o corto, oblongo lanceolado, coriáceo, liso en ambas superficies, de color verde oscuro brillante por arriba, verde – amarillento por abajo, de 10-40 cm de largo, de 2-10 cm de ancho, y enteros con márgenes delgados transparentes, base agua o acuñada y un tanto reducida abruptamente, ápice acuminado.

Las hojas tienen nervaduras visiblemente reticuladas, con una nervadura media robusta y conspicua y de 12-30 pares de nervaduras laterales más o menos prominentes; ellas expiden un olor resinoso cuando se les tritura; el pecíolo es redondeado, ligeramente engrosado en la base, liso y de 1,5-7,5 cm de largo. Las hojas jóvenes son de color violeta rojizo o bronceado, posteriormente se tornan de color verde oscuro.

<http://www.delatierra.com.es/productos/mangos.asp>

Inflorescencia: presenta flores hipóginas (los estambres se insertan por debajo del gineceo) en panículas terminales o axilares que florecen o se forman de manera acrópeta, es decir, de la base hacia la punta y el centro a la periferia, de aproximadamente 25-30 centímetros de largo (Arellano, 1996). Contiene flores pentámeras hermafroditas dispuestas en su mayoría en el ápice de la inflorescencia y flores masculinas mezcladas en la misma (Coetzer, 1996). La planta emite numerosas panículas (700-1.000) cuyo color, forma y tamaño depende de factores hereditarios, pudiendo ser amarillas, lisas o con manchas púrpura, pubescentes o glabras; estas tienen entre 1.000 y 3.000 flores por panícula (Gazit, 1996), lo que depende del cultivar y las condiciones climáticas (León, 1968). (Arellano, 1996) determinó en Venezuela, que el "Haden" posee un promedio de 601 flores por panícula, de las cuales el 6% son masculinas. La gran cantidad de flores por árbol, conduce a una eliminación natural de las mismas a fin

de protegerse del exceso de frutos, que por su peso y actividad metabólica afectaría negativamente al mismo. Generalmente se considera que un 1% de cuajado o formación de frutos ocasiona cosechas extraordinarias.

Fruto: Se trata de una gran drupa carnosa que puede contener uno o más embriones. Los mangos de tipo indio son monoembriónicos y de ellos derivan la mayoría de los cultivares comerciales. Generalmente los mangos poliembriónicos se utilizan como patrones. Posee un mesocarpo comestible de diferente grosor según los cultivares y las condiciones de cultivo.

Su peso varía desde 150 g hasta 2 kg. Su forma también es variable, pero generalmente es ovoide-oblonga, notoriamente aplanada, redondeada, u obtusa a ambos extremos, de 4-25 cm. de largo y 1.5-10 cm. de grosor. El color puede estar entre verde, amarillo y diferentes tonalidades de rosa, rojo y violeta. La cáscara es gruesa, frecuentemente con lenticelas blancas prominentes; la carne es de color amarillo o anaranjado, jugoso y sabroso.

<http://www.delatierra.com.es/productos/mangos.asp>

Semilla: Es ovoide, oblonga, alargada, estando recubierta por un endocarpio grueso y leñoso con una capa fibrosa externa, que se puede extender dentro de la carne.

http://jazelmango.blogspot.pe/2010_11_01_archive.html

2.1.3. Producción nacional

El Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI) dio a conocer que, en el 2015, la producción de mango fue 118 mil 29 toneladas y aumentó en 64,8% respecto al nivel registrado en febrero 2014 (71 mil 639 toneladas).

Este resultado se explica por la mayor producción en los departamentos de Piura (159,8%), Ica (110,7%), Áncash (12,6%) y Lima (7,9%), los cuales representaron el 80,1% de la producción total. De igual modo, aumentó en Junín (23,9%), Huánuco (8,2%) y Arequipa (1,3%).

Las zonas productoras de exportación del mango son principalmente Piura, Lambayeque y Ancash.

En el departamento de Piura, se producen en el Valle de San Lorenzo, Chira y Alto Piura. En Lambayeque, en Motupe y Olmos, mientras que en Ancash, la zona productora es la provincia de Casma. Zonas productoras de mango. Fuente: (MINAG/DGIA)

2.1.4. Composición química y nutrimental

La semilla del mango abarca del 9 al 27% aproximadamente del peso total de la fruta. El color de la piel y la pulpa varía con la madurez y el cultivo. Su contenido de carotenoides aumenta durante su madurez; es buena fuente de provitamina A (Luh, 1980).

La parte comestible del fruto total corresponde entre el 60 y 75%. El componente mayoritario es el agua en un 84%. El contenido de azúcar varía de 10-20% y de la proteínas en 0.5%. El ácido predominante es el ácido cítrico aunque

también se encuentra el ácido málico, succínico, urónico, tartárico y oxálico en cantidades menores (Jagtiani, 1988)

El mango es una fruta popular y en su mayoría es consumido en estado fresco; ya que es considerada una de las frutas tropicales más deliciosas (Luh, 1971).

Representa una importante fuente nutritiva por su contenido de vitaminas y minerales (Tabla 2).

Tabla 2: Composición nutrimental del mango por cada 100 g

Componentes	Contenidos
Agua	81.7%
Calorías	66 cal
Proteínas	0.7 g
Grasa	0.4 g
Carbohidratos totales	16.8 g
Fibra	0.9 g
Cenizas	0.4 g
Calcio	10 mg
Fósforo	13 mg
Hierro	0.4 mg
Sodio	7 mg
Potasio	189 mg
Vitamina A	4,800 UI
Tiamina	0.05 mg
Rivoflavina	0.05 mg
Ácido ascórbico	35 mg

Fuente: Stafford (1983).

El mango se caracteriza por ser una fuente importante de vitamina A, B y cantidades variantes de Vitamina C (Tabla 3).

Tabla 3: Composición química del mango fresco

Componentes	Contenidos
Agua %	79-84
Solidos solubles %	16-21
Azúcares totales %	13.5- 21
Acidez %	0.11-0.8
pH %	3.8-5.8
Vitamina C (mg/100g)	14-60
Tiamina (mg/100g)	0.08
Rivoflavina (mg/100g)	0.09
Niacina (mg/100g)	0.9
Proteínas %	0.6
Grasas %	0.4
Fibra cruda %	0.7
Minerales %	0.4

Fuente: Purseglove (1974).

Su composición nutrimental depende de la variedad, así como en el estado de madurez que se tenga (Stafford, 1983).

El contenido de ácido ascórbico y la acidez total disminuyen durante el desarrollo del fruto, mientras que los carotenoides y azúcares totales aumentan (Laskshminarayana, 1973).

El contenido de vitamina C en la cáscara es alto, mientras que en la pulpa esta disminuye de manera paulatina

conforme avanza la maduración, así como muchos otros compuestos químicos que caracterizan al fruto, por eso es importante el estado de desarrollo o maduración que contenga la fruta. (Luh, 1980).

2.1.5. Aprovechamiento de Residuos Industriales

Actualmente en la industria de transformados de frutas y vegetales los principales destinos de los residuos orgánicos generados en sus procesos son la alimentación animal o desecho en vertederos, sin embargo, estos subproductos contienen sustancias tales como; azúcares, ácidos orgánicos, sustancias colorantes, proteínas, aceites y vitaminas que pueden ser de interés en la industria alimentaria, farmacéutica, química y cosmética. Durante las últimas décadas ha aumentado la industrialización de subproductos cítricos orientados a la extracción de flavonoides, hesperidina y naringina, empleados en la industria farmacéutica. Los carotenoides son utilizados como pigmentos naturales para mejorar la coloración de jugos, concentrados y bebidas refrescantes (Infoagro 2002) Otro desecho como fuente de fibra son las cáscaras de piña que se usan para la elaboración de galletas, panques y tartas, la fibra del bagazo de caña se incorpora en tortillas (Barbudo, 1992), y la de cítricos, cebada y salvado se utilizan directamente como complementos de fibra (Pérez, 2003).

El mango es una de las frutas tropicales más importantes (Ramteke, Vijayalakshmi & Eipeson, 1999), ha ganado gran popularidad en todo el mundo y cada vez mayor importancia

también en el mercado europeo. Los principales residuos del procesamiento de mango son la cáscara y la semilla, los cuales corresponden al 35-60% del peso total del fruto (Larrauri, Ruperez, Borroto & Saura-Calixto, 1996).

El aceite de la semilla de mango es una prometedora fuente de aceite comestible y ha atraído la atención debido a su perfil de ácidos grasos y triglicéridos, similar a la de la manteca de cacao. Por lo tanto, la legislación ha permitido recientemente el uso de aceite de semilla de mango como un sustituto de la manteca de cacao. Adicionalmente, la semilla de mango se puede utilizar también como fuente de antioxidantes naturales, principalmente compuestos fenólicos y fosfolípidos (Puravankara, Boghra, & Sharma, 2000), siendo los compuestos fenólicos principalmente ácidos gálico, elágico, y galatos.

2.1.6. La Cáscara de Mango

Es fuente importante de nutrientes, como: azúcares, pectina, proteínas y fibra. Del peso seco de la cáscara 13 % es pectina, la cual es de buena calidad, por lo que podría utilizarse para la elaboración de mermeladas, jaleas y algunos productos farmacéuticos. También se han aislado algunos compuestos que parecen evitar el desarrollo de *Alternaria alternata*, el hongo que causa la enfermedad conocida como “mancha negra del mango”. El alto contenido de azúcares de la cáscara del mango ha despertado gran interés para utilizarla como fuente de carbono en los procesos de fermentación (2012 BuenasTareas.com). La cáscara del mango constituye

alrededor del 15 al 20% de la fruta, con contenidos de compuestos valiosos como polifenoles, carotenoides, enzimas y fibra dietaria (FD) (Ajila, 2007). (Larrauri, 1996) obtuvieron niveles de 70 g polifenoles/Kg FD, un contenido de FD soluble de 281 g/Kg de FD y capacidad de retención de agua de 11,4 g agua/g FD. Por otra parte, en la cáscara de mango (Larrauri, 1996) determinaron una mayor capacidad antioxidante e índice de retardo en la absorción de la glucosa (efectos fisiológicos), que la FD de limón, por lo que los autores la propusieron como una nueva propiedad promotora de salud asociada con la FD. Evaluaron la influencia del concentrado de la cáscara de mango sobre galletas de pasta suave, obteniendo un mayor contenido de polifenoles y carotenoides que la muestra sin FD de mango (control) y por lo tanto, hubo un mejoramiento significativo de la actividad antioxidante; la incorporación de hasta un 10% del concentrado de cascara de mango en la formulación no afectó sensorialmente la calidad del producto. (Ajila, 2008).

2.1.7. Harina de Cáscaras de Mango

Liliana Serna Cock (2015), profesora de la Facultad de Ingeniería y Administración (U.N. Colombia-Sede Palmira), afirma que es posible transformar este residuo (cáscara de mango) en un producto alimenticio que puede durar años, gracias a sus características de rendimientos, contenidos en compuestos fenólicos totales y composición proximal comprendida en materia seca, proteína, cenizas, fibras dietéticas y otros.

A través de un proceso de liofilización se logró obtener la harina de los residuos de este fruto, un valor agregado que puede ser utilizado como ingrediente alimentario, gracias a su capacidad de retención de agua y aceite.

“Teniendo en cuenta que en el país se producen 221.000 toneladas de mango al año, este desarrollo se convierte en un insumo potencial para la industria de cárnicos, heladerías y pastelería, donde se requieren ingredientes con altas capacidades de retención” (Serna).

Con base en estos resultados se puede deducir que las cáscaras de mango pulverizadas, en especial de la variedad Keitt, es una buena fuente de compuestos antioxidantes o compuestos fenólicos totales. Las coloraciones rojizas de las cáscaras son un indicativo indirecto del alto contenido de antioxidantes en mango.

Además, los contenidos de carbohidratos y proteína en las cáscaras de mango variedad Tommy Atkins indican que este residuo de la agroindustria podría ser utilizado, también, como fuente de carbono y nitrógeno en sustratos de fermentación de origen orgánico; lo que disminuiría los costos que representa la utilización de otras fuentes inorgánicas.

Aunque un porcentaje mínimo de la cáscara generada en el procesamiento del mango se utiliza actualmente para la fabricación de concentrados, la mayor parte es considerada como un residuo y termina siendo una fuente de contaminación ambiental.

Por ello, la investigación, además de mostrar el potencial alimenticio, resalta la importancia ambiental de este proceso al mitigar problemas como propagación de plagas, malos olores, contaminación de suelos y de cuerpos de agua.

<http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/harina-de-cascara-de-mango-potencial-para-industria-alimentaria.html>

2.1.7.1. Obtención de Harina de Cáscaras de Mango

La producción de harinas se considera un proceso sencillo y de bajo costo que permite obtener productos con mejores características de almacenamiento, ya que al eliminar la mayor parte del agua de la fruta, se disminuye también la actividad acuosa (A_w), lo que permiten su conservación a temperatura ambiente en empaque adecuado. (Madrigal-Ambriz, 2009)

2.1.8. Fibra Dietética

A partir de 1953 surgió el concepto de fibra Dietética (FD) el cual ha sido discutido y desarrollado por varios investigadores de acuerdo a los fines con que se estudian sus componentes y con base en la naturaleza del material empleado (Saura-Calixto y García-Alonso, 2001), originando dicho término de acuerdo a la metodología utilizada para su cuantificación. Hasta antes de 1970 prevaleció el término fibra bruta o fibra cruda, refiriéndose al residuo libre de cenizas que queda después del tratamiento

en caliente con ácido clorhídrico e hidróxido de sodio (Badui, 2006), compuesto principalmente por hemicelulosa, celulosa y lignina. Este residuo así determinado es menor al de la FD debido a que no se consideran otros componentes como polisacáridos resistentes a la digestión, gomas, celulosa modificada, mucílagos y pectinas (DeVries, 1999). Actualmente existen diversas formas de evaluar el contenido de FD, sin embargo la mayoría se basa en el método enzimático-gravimétrico de Prosky quien, en 1979, junto con otros investigadores, desarrollo un método para su cuantificación que se apega al concepto que varios investigadores habían manejado, definiendo a la FD como el conjunto de constituyentes celulares resientes a las enzimas digestivas humanas, incluyendo compuestos como gomas, celulosa modificada, mucílagos, oligosacáridos y pectinas (Saura-Calixto y García_ Alonso, 2001). En 1999 la Association of Analitical Cereal Chemists [AACC] definió a la FD como el remanente de la parte comestible de las plantas y carbohidratos análogos resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, con completa o parcial fermentación en el intestino grueso; constituida por polisacáridos, oligosacáridos, lignina y sustancias asociadas; con algún efecto laxante, disminución del colesterol sanguíneo o atenuación de la glucosa en sangre (AACC, 2001). En ese mismo año la Association of Analitical Chemists [AOAC] la definió como el remanente comestible de células vegetales, polisacáridos, lignina y sustancias resistentes a las enzimas digestivas humanas, incluyendo macronutrientes como celulosa, hemicelulosa, lignina, gomas, celulosa modificada, mucílagos, oligosacáridos,

pectinas y sustancias minoritarias como ceras, cutina y suberina (DeVries, 1999).

2.1.8.1. Clasificación de la Fibra Dietética

La FD está formada por una mezcla heterogénea de sustancias que por sus propiedades físicas y el efecto que cumplen en el organismo se clasifican como fibra dietética soluble (FDS) y Fibra Dietética Insoluble (FDI) (Gorinstein, 2001), referida dicha solubilidad a las fibras que se dispersan en el agua. Secreciones de las plantas como pectinas y gomas, constituyentes como mucílagos y agentes quelantes como los fitatos forman parte de la FDS; mientras que la celulosa, el almidón resistente, compuestos fenólicos como los taninos y estructuras lipídicas como las ceras, suberinas y cutinas constituyen la FDI.

También la FD puede clasificarse con base a sus constituyentes (Tabla 4) polisacáridos no almidonosos como celulosa, hemicelulosa y polisacáridos no estructurales como las pectinas, gomas y mucílagos forman parte de los polisacáridos libres de almidón y oligosacáridos Resistentes. Elementos como dextrinas indigestibles, metilcelulosa y almidón resistente se consideran Carbohidratos Análogos; estos no forman parte natural de la planta pero surgen de los tratamientos que se aplican a los alimentos y presentan las mismas funciones de la FD, finalmente compuestos no polisacáridos como

ceras, cutina, suberina, ácido fitico y taninos se incluyen como sustancias asociadas al complejo de polisacáridos no almidonosos y lignina, pues se encuentran enlazados a estas estructuras en la planta. Con excepción de los carbohidratos análogos todos estos compuestos se encuentran asociados a la células vegetales y, debido a que su pared celular varía en composición de acuerdo al tipo de célula y planta, la composición de la FD a su vez es variable (Dreher, 1987).

Tabla 4: Clasificación de la Fibra dietética (FD) con base a sus constituyentes

Clasificación	Constituyentes	
	FDS	FDI
Polisacáridos no almidonosos y oligosacáridos Resistentes.	Hemicelulosa (Arabinoxilanos y Arabinogalactanos) Polifruktosas Inulina, Oligofruktanos Galacto- Oligosacáridos Pectinas Gomas mucílagos	Celulosa Arabinoxilanos y Arabinogalactanos
Carbohidratos Análogos		Almidón resistente Dextrinas Indigestibles Maltodextrinas y Dextrinas Polidextrosa Metilcelulosa Hidroxipropilcelulosa
Sustancias Asociadas al Complejo de Polisacáridos no Almidonosos y lignina	Fitatos, Saponinas	Ceras, Cutina, Suberina Lignina, Ácido Fitico, Taninos

Fuente: Sánchez, 2005

2.1.8.1.1. Componentes de la Fibra Dietética Insoluble (FDI)

La FDI está integrada por sustancias (celulosa, hemicelulosa, lignina y almidón resistente) que retienen poca agua y se hinchan poco. Este tipo de fibra predomina en alimentos como el salvado de trigo, granos enteros, algunas verduras y en general en todos los cereales. Los componentes de este tipo de fibra son poco fermentables y resisten la acción de los microorganismos del intestino. Su principal efecto en el organismo es el de limpiar, como un cepillo natural, las paredes del intestino desprendiendo los desechos adheridos a esta; además de aumentar el volumen de las heces y disminuir su consistencia y su tiempo de tránsito a través del tubo digestivo (Schneeman, 1998).

2.1.8.1.2. Componentes de la Fibra Dietética Soluble (FDS)

Los constituyentes de la FDS son aquellos que son fermentados por la microflora colónica humana; principalmente bacterias de los géneros Bacteroides, Eubacterium, Bifidobacterium y Pepsostreptococcus. Los productos de la fermentación de la FDS son ácidos grasos de cadena corta (AGCC) como el acético, el propiónico y el butírico, los cuales son los responsables de disminuir el pH intraluminal y la inhibición del crecimiento y desarrollo de microorganismos patógenos y putrefactivos como E.coli, Clostridium, Listéria, Shigella y Salmonella.

También favorecen la absorción de agua y sodio, y potenciar la adsorción de cationes divalentes como: Ca^{2+} , Mg^{2+} , Fe^{3+} , PO_4^{3-} , etc. (Cummings y Englyst, 1987; Ruberfroid. 1993).

Desde el punto de vista funcional, la FDS al hidratarse forman un gel que retrasan tanto el vaciamiento gástrico como el tránsito intestinal. Su alta viscosidad es importante por el papel fisiológico que desempeñan entre los que destaca la disminución de los niveles de colesterol y triglicéridos en sangre, lo cual ayuda a reducir el riesgo de contraer enfermedades arteriales y coronarias en humanos. Este tipo específico de fibra está integrado por pectinas, β -glucanos, gomas, fructanos (inulina, fructooligosacáridos), mucilagos, algunos tipos de hemicelulosas y de almidones resistentes (Bermúdez, 2001).

2.1.8.2. Propiedades Funcionales de la Fibra Dietética

La funcionalidad de un componente o ingrediente de un alimento puede definirse como cualquier propiedad fisicoquímica de los polímeros que afecta y modifica algunas de las características de un alimento y que contribuye a la calidad del producto final (Badui, 1999).

El conocimiento de estas propiedades de los RF es importante ya que permite seleccionar la fibra adecuada a las funciones específicas que se requieran en ciertos sistemas alimenticios. Contribuyendo así a la calidad final del producto. Dentro de estas se color, propiedad muy importante, pues dependiendo

de éste, un RF puede adicionarse en alimentos que requieran resaltar su color o enmascararlo. (Grijelmo-Miguel y Martín-Belloso 1999) señalan la aplicación de la fibra depende del color del producto al cual será añadida, controlándose la calidad agregada para no afectar las propiedades ópticas, evitándose así el rechazo del producto. El tamaño de partícula, también es otra propiedad importante (Fuentes, 1998), ya que dependiendo de si granulometría (se recomiendan tamaños de 50 a 800 μm) (Martínez-Bustos et al., 2005) será el tipo de alimento en el que se incorpore, pudiendo añadirse como fibra perceptible o imperceptible (Zhang y Moore, 1999; Cruz, 2002). Además de las propiedades mencionadas anteriormente, se evalúa la capacidad de retención de agua (CRA), que expresa la máxima cantidad de agua que puede ser retenida por una fibra en presencia de un exceso de agua y bajo la acción de una fuerza patrón (Tamayo y Bermúdez, 1998). Esta propiedad se relaciona con el efecto de frescura y suavidad que se presenta en los productos de panificación. La capacidad de retención de aceite (CRa) está relacionada con la capacidad para absorber grasa bajo la acción de una fuerza mecánica ; cuando esta retención es baja proporciona una sensación no grasosa en los productos fritos, cuando es alta, imparte a los productos cárnicos jugosidad y mejor textura (Peraza, 2000; Ator, 2000; Sánchez, 2005). Otra propiedad importante de evaluar para algunas aplicaciones es la emulsificación, esta es la propiedad de la fibra relacionada con la capacidad de interactuar con proteínas, polisacáridos y otros compuestos involucrados en una emulsión. Es medida a través de la actividad Emulsificante (AE) y la Estabilidad de la Emulsión

(EE), teniendo aplicación en productos como las mayonesas y aderezos.

2.1.9. Alimentos Enriquecidos con fibra

Entre muchos alimentos la presencia de fibra forma parte de su contenido nutrimental (Tabla 5). El contenido de fibra soluble y fibra insoluble se reporta por cada 100 gramos de muestra analizada.

Tabla 5: Alimentos enriquecidos con fibra soluble e insoluble en gr/100 grs. de muestra

Alimento	Fibra Soluble grs.	Fibra Insoluble grs.	Fibra Total grs.
Almendras	3.3	6.5	9.8
Arveja seca	5.1	11.6	16.6
Arveja fresca	0.26	3.99	4.25
Arándano	1.4	3.5	4.9
Alubia cocina	3.7	4.6	8.3
Apio	0.55	3.68	4.23
Avellana	2.5	4	6.5
Avena, copos	1.75	3.68	5.43
Batata	4.4	3.4	7.8
Cebada	1.7	8.1	9.8
Centeno	4.7	8.45	13.15
Ciruela, orejón	4.9	4.1	9
Damasco, orejón	4.3	3.7	8
Durazno	0.88	0.8	1.68
Escarola	0.9	1.1	2
Espinaca	0.53	1.31	1.84

Frambuesa	0.98	3.7	4.68
Frutilla	0.5	1.5	2
Garbanzos cocidos	1.6	3.2	4.8
Germen de trigo	6.09	18.63	24.72
Harina de soya	5.2	6	11.2
Higo, orejón	1.9	7.7	9.6
Kiwi	1.5	2.4	3.9
Lentejas	3.9	6.7	10.6
mango	1.6	1	2.6
Manzana	0.9	1.4	2.3
Naranja	1.3	0.9	2.2
Nuez	2.1	2.5	4.6
Pepino	0.6	0.6	1.2
pera	0.6	2.2	2.8
Porotos manteca cocidos	2.9	4	6.9
puerro	1.2	1.1	2.3
Remolacha	0.48	2.05	2.53
Repollo cocido	0.9	1.1	2
Salvado de trigo	2.05	40.3	42.35
Semillas de girasol	2.5	3.8	6.3
Semillas de linaza	19.9	18.7	38.6
Semillas de sésamo	3.22	7.96	11.18
Soya, porotos	6.58	0.6	15.18
Tomate	0.14	1.69	1.83
Uva	0.42	1.2	1.62
Zanahoria	1.51	1.92	3.43

Fuente: Razo, 2013.

2.2. El Trigo

2.2.1. Generalidades del trigo

Planta gramínea anual, de la familia del césped, con espigas de cuyos granos molidos se saca la harina. Su nombre científico es el genus triticum. Es uno de los cereales más usados en la elaboración de alimentos (Aykrod, 1985)

El trigo (de color amarillo) es uno de los tres granos más ampliamente producidos globalmente, junto al maíz y el arroz, y el más ampliamente consumido por el hombre en la civilización occidental desde la antigüedad. El grano del trigo es utilizado para hacer harina, harina integral, sémola, cerveza (véase también: Historia de la cerveza) y una gran variedad de productos alimenticios. (Forero, 2005)

2.2.2. Composición química del trigo

El grano maduro del trigo está formado por: hidratos de carbono, compuestos nitrogenados, ácidos grasos, sustancias minerales y agua junto con pequeñas cantidades de vitaminas, enzimas y otras sustancias como pigmentos. (De la Vega, 2009).

Dentro de las proteínas que contiene el trigo la más importante en la industria de panificación es el gluten que es un complejo de proteínas de color blanco grisáceo, duro y elástico, presente en el trigo; esta proteína da a la masa

de pan el tacto viscoso pegajoso que retiene el gas cuando sube por acción de la levadura. (De la Vega, 2009).

El gluten se forma cuando se combinan con agua las proteínas gluteína y gliadina, presente en la harina. Al cocerse el pan, el gluten de la masa se expande debido al dióxido de carbono producido por acción de la levadura, dando a la masa una textura esponjosa y elástica. Los panes con gluten tienen mayor contenido en proteínas y menor contenido en almidón que otros panes. (Tapia, 2001).

Tabla 6: Valor Nutricional (por 100 de porción aprovechable de trigo)

Nutrientes	Cantidad	Unidad
Humedad	14,2	gr
Proteínas	13,0	gr
Carbohidratos totales	69,6	gr
Extracto etéreo	1,7	gr
Fibra	2,9	gr
Ceniza	1,5	gr
Calcio	54,0	gr
Tiamina	0,56	mg
Riboflavina	0,05	mg
Niacina	4,96	mg
Caroteno	0,01	mg
Hierro	3,7	mg
Fósforo	340	mg
Energía	354	cal

Fuente: De la Vega, 2009

2.2.3. Harina de trigo

2.2.3.1. Definición

Por harina de trigo se entiende al producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum aestivum L.*, o trigo ramificado, *Triticum compactum Host.*, o combinaciones de ellos por medio de procedimientos de trituración o molienda en los que se separa parte del salvado y del germen, y el resto se muele hasta darle un grado adecuado de finura (Codex Alimentarius 152, 1985).

2.2.3.2. Composición química

Los compuestos químicos que componen la harina son los mismos que los del trigo, aunque con una modificación porcentual debido a la eliminación de parte de ellos en el proceso de molienda. (Calaveras, 1996).

Tabla 7: Composición Química de la Harina de Trigo

Componente	Contenido %
Proteínas	12 – 13.5
Lípidos	2.2
Almidón	67
Cenizas (materia mineral)	1.5
Vitaminas (B y E)	0.12
Humedad	13 – 15
Fibra (Salvado)	11
Azúcares	2 – 3

Fuente: Calaveras, 1996

2.2.3.3. Principales componentes de la harina

- **Carbohidratos:** Se llama así a ciertos compuestos químicos formados por carbono, hidrogeno y oxígeno. Constituyen la parte mayor del endospermo del trigo. El principal componente de la harina que contribuye en el poder de absorción gracias a que es muy ávido de agua es el almidón. (Aguirre, 1997).

Dada su higroscopicidad, existe una competencia directa entre las proteínas y el almidón al añadir el agua al amasado. La constitución del almidón viene dada por dos componentes que son la amilasa (parte interna) y la amilopectina (parte externa) unidos entre sí por los enlaces de hidrogeno. (Aguirre, 1997).

- **Proteínas:** Son macromoléculas que contienen nitrógeno. Sus complejos compuestos de naturaleza coloidal, al contacto con el agua son los responsables de la formación del gluten que es bien conocido por el sector de panificación. (Aguirre, 1997).

La cantidad de proteína determina las propiedades de panificación de la harina, y sus características generales y naturaleza coloidal determinan su calidad. (Aguirre, 1997).

- **Humedad:** La humedad de la harina oscila alrededor del 14%. La harina con mucha humedad se puede poner mohosa. Al utilizar la harina que perdió humedad se debe compensar

echándole más agua en el mezclado. (Aguirre, 1997).

- **Cenizas:** Es la cantidad de material mineral que tiene la harina. Depende de la clase de trigo y de la extracción. Las harinas patentes tienen menos cenizas que las claras.

2.2.3.4. Tipos de harina

Las harinas pueden dividirse en dos grandes grupos:

- **Harinas Duras:** Son aquellas que tienen un alto contenido de proteínas como el trigo rojo duro de invierno y rojo duro de primavera.
- **Harinas Suaves:** Son aquellas que tienen bajo contenido de proteínas y se extraen de trigos de baja proteína como el trigo blando rojo de invierno. Se utiliza para bizcochos, queques y galletas. En algunos sistemas de molienda, es posible obtener del mismo trigo un tipo de harina con baja proteína. A este sistema de molienda se denomina molienda o separación por impacto. (Aguirre, 1997).

Las harinas, según sus tipos, se clasifican en: cero (0), dos ceros (00), tres ceros (000) y cuatro ceros (0000). La harina 000 corresponde a la harina de trigo, que se utiliza siempre en la elaboración de panes, debido a que su alto contenido de proteína posibilita la formación de gluten. Por su parte la harina 0000 es más refinada y más blanca, al tener escasa formación de gluten. Sólo se utiliza en panes de molde y en pastelería. (Aguirre, 1997).

2.2.3.5. Harina para productos de pastelería

Para elegir la harina ideal para pastelería hay que distinguir entre los tipos de pasteles ya que en la pastelería existen una gran variedad de artículos, de tal manera que para elaborar en condiciones óptimas cada uno de estos productos, es preciso disponer de harinas de las características requeridas en cada caso, que a continuación se describe:

- **Para pastas secas y mantecados:** Para la fabricación de dulces compactos y pastas secas en las que se emplea alto contenido en grasa y azúcares, la harina ha de ser bastante floja, puesto que en el caso de que se empleen harinas más fuertes las piezas serían demasiado tenaces y no desarrollarían bien en el horno. (Calaveras, 1996).
- **Para Bizcochos:** En algunos bizcochos es necesario que resista un cierto grado de fractura y dejarse aplanar en capas o enrollar sin que llegue a quebrar. Las harinas típicas de bizcochos son aquellas que poseen entre 7,5 y 8,5% de proteínas, de gluten extensible y poco tenaz, por lo tanto una harina galletera o micronizada sería lo ideal. (Calavera, 1996).
- **Para Masas Batidas:** En el caso de productos con masas batidas tal es el caso de los quequitos, cupcakes o magdalenas se recomienda el uso de las

harinas denominadas Harina Micronizada, ya que han sido trituradas nuevamente reduciéndole el tamaño de la partícula. Una harina panificable, normal tiene entre 110 y 180 micras de granulometría, las harinas micronizadas son las que tienen una granulometría entre 40 y 80 micras. (Calaveras, 1996). Este tipo de harina, al tener reducido el tamaño de la partícula, el granulo queda mucho más hidratado, durante el batido de la masa, y por tanto el desarrollo y la esponjosidad de la magdalena y de todas aquellas masas batidas es mayor en comparación con los productos elaborados con harina normal. Otra gran ventaja es que aumenta el rendimiento, puesto que en el proceso de micronización pierde humedad siendo más seca. Al mismo tiempo la absorción es de 1,5% mayor que la harina normal. (Calaveras, 1996).

2.3. Control de calidad de las harinas

2.3.1. Contenido de humedad

El contenido de humedad de la harina es una característica muy importante en relación a un almacenamiento seguro. Según la norma del Instituto de Investigación Tecnológica e Industrial (INTITEC, 1981), la harina no debe tener más del 15% de humedad. (Repo-Carrasco, 1996).

2.3.2. Proteína

Tanto la calidad como la cantidad de la proteína son importantes cuando queremos determinar el uso apropiado para una harina. La cantidad de proteína cruda de una harina está relacionada con el nitrógeno total, mientras la evaluación de su calidad se relaciona, especialmente, con las características físico-químicas de los componentes del gluten.

La cantidad de la proteína se estima mediante el método de Kjeldahl que, en realidad, determina el contenido de nitrógeno y mediante la multiplicación con un factor se halla el contenido de proteína. (Repo-Carrasco, 1998).

2.3.3. Prueba de cenizas

La prueba de cenizas se utiliza para medir el grado de extracción de la harina porque el endospermo puro contiene muy pocas cenizas, mientras el salvado, capa aleurona y germen contienen mucho más. Esta prueba se ha utilizado durante mucho tiempo como una medida importante de la calidad de la harina.

En este método se incinera la harina en una mufla a una temperatura de 400-600°C durante 6 horas. Al finalizar este tiempo se pesan y se calcula como porcentaje de materia original. (Repo-Carrasco, 1998).

Según ITINTEC (1981) la harina se clasifica según su contenido de cenizas de la siguiente manera:

Tabla 8: Variación en el contenido de cenizas según el tipo de harina de trigo

Harina	Contenido de Cenizas
	%
Especial	0,64 máximo
Extra	0,65 – 1,0
Corriente	1,01 – 1,20
Semi-integral	1,21 – 1,40
Integral	1,41 mínimo

Fuente: Repo-Carrasco, 1998

2.3.4. Color de la harina

La prueba del color de la harina informa también sobre el grado de extracción, tal como la prueba de cenizas.

El color de la harina se deriva principalmente de su contenido de carotenoides, proteínas, fibras y la presencia de impureza. La harina de trigo para la panadería debe ser amarillenta o levemente amarilla, sin manchas negras (salvado).

El color se puede controlar de diversas maneras, entre ellas podemos mencionar los estándares de Pekar y colorímetros. Colorímetro Minolta es un método fácil de lectura directa sin necesidad de preparación de la muestra, dando el resultado en distintas bandas de color, en el L * a * b sistema, interpretado como sigue: L: luminosidad, mide intensidad y oscila entre 0 y 100. Cuanto más cerca al valor 100 esta, la harina es más clara; a+ indica la tonalidad predominante para el rojo, a- la tonalidad predominante

para el verde, mientras b+ indica tonalidades amarillas y b- las tonalidades azules.

Normalmente se utiliza también la prueba de Pekar y el Método Kent-Jones & Martin. En la prueba Pekar se coloca la harina sobre una placa de vidrio, se le humedece y compara con patrones establecidos. En el método fotoeléctrico de Kent-Jones & Martin se mide el poder de reflexión de la luz de la harina. Este instrumento está proyectado para medir el grado de color o brillantez de una harina y no está influido por pigmentos naturales o artificiales como la prueba de Pekar. (Repo-Carrasco, 1998)

2.3.5. Isotermas de absorción

La actividad de agua (a_w) es un parámetro que indica la disponibilidad de agua en un alimento para que existan reacciones químicas, bioquímicas (p.e. oxidación de lípidos, reacciones enzimáticas, reacción de Maillard) y desarrollo microbiano. Por esto la actividad de agua es un parámetro bastante usado como indicador para predecir la vida útil de un alimento.

La isoterma de un producto relaciona gráficamente, a una temperatura constante, el contenido en humedad de equilibrio de un producto con la actividad termodinámica del agua del mismo, ya que en el equilibrio este último parámetro es igual a la humedad relativa del aire que rodea el producto. Las isotermas son importantes para el análisis y diseño de varios procesos de transformación de alimentos, tales como secado, mezcla y envasado de los mismos. Además son importantes para predecir los cambios en la estabilidad de los alimentos y en la elección del material de empaque adecuado.

Varias ecuaciones empíricas y semiempíricas se han propuesto para correlacionar el contenido de humedad de equilibrio con la actividad de agua de un alimento, sin embargo, la ecuación de BET (Brunauer-Emmet-Teller) es de bastante uso, la cual da una explicación física a los parámetros involucrados en ella.

La ecuación de B.E.T se representa así:

$$\frac{Aw}{M(1 - Aw)} = \frac{1}{M_1C} + \frac{Aw(C - 1)}{M_1C}$$

Donde:

A_w : es la actividad de agua

M : contenido de agua del producto en base seca en el equilibrio

M_1 : humedad en base seca cuando los sitios hidrofílicos están cubiertos por una molécula de agua (valor de la monocapa)

C : es la constante energética relacionada al calor de adsorción

Para establecer la actividad de agua de un alimento se puede encerrar dicho alimento en atmosfera cerrada y esperar a que el aire presente en dicha atmosfera se encuentre en equilibrio con el alimento y a continuación con un higrómetro electrónico se mide la humedad relativa del aire. Entonces tenemos que:

$$Aw = \text{Humedad relativa (\%)} / 100$$

La actividad de agua tendrá un valor máximo de 1 y mínimo de 0. Cuando menor es este valor, menor será la susceptibilidad del alimento a deteriorarse.

Si el agua en un alimento interacciona fuertemente con otros compuestos del propio alimento como iones (por ejemplo, la sal), moléculas polares (por ejemplo, la glucosa) o apolares (por ejemplo, los ácidos grasos) menor será la actividad de agua y menor por tanto

el peligro que presente de deterioro. Si el alimento que hemos citado con anterioridad tiene un agua que interacciona con otros compuestos, saldrá menos agua al aire de la atmosfera y por tanto la humedad relativa del aire sería menor con lo que la actividad de agua que obtendríamos sería menor.

Se suelen construir isotermas de desorción de alimentos para conocer la actividad de agua de cada alimento a una determinada temperatura según su contenido en humedad. En dichas isotermas se representa la actividad de agua de un alimento frente a su contenido acuoso. Para ello, o bien se va deshidratando un alimento y se va midiendo su actividad de agua (serían isotermas de adsorción), o bien se deshidrata un alimento y luego se va rehidratando y se mide su actividad de agua en los diferentes contenidos de humedad (sería la isoterma de resorción o adsorción). Todo ello a temperatura de 20°C aproximadamente.

2.3.6. Granulometría

Es el análisis del tamaño de las partículas que constituyen la harina. La granulometría puede apreciarse al tacto o bien por tamizado y servirá para detectar y diferenciar harinas granuladas que se deslizan entre los dedos, de harinas finas que quedan retenidas. El grano de finura de la harina varía según los molinos, tan sólo la práctica permite al panadero discernir al tacto la granulación de la harina. Una prueba basada en tamizados sucesivos, permite separar las partes más gruesas, llamadas redondas, de las más finas, denominadas planas. Así mismo, puede utilizarse una prueba de sedimentación, basada en las velocidades de decantación de las partículas, en las que son más gruesas (y por tanto, las más pesadas) se depositan las primeras. Los resultados permiten establecer una curva de granulación (QUALGIA C. 1993).

Curva granulométrica

Con los datos del tamizado se grafica en la abscisas y en la ordenada la masa de fracción "X" del cuerpo cuyas dimensiones son inferiores al valor correspondiente a la abscisa. Loncin (1965), citado por (CÁCERES, et al. 1999.)

Fracción másica y acumulativa

La fracción másica y acumulativa son dos términos necesarios para poder definir y realizar los diferentes cálculos que se deben hacer en un análisis por tamizado (granulométrico) de partículas. La fracción másica se denota como $\Delta\theta$, representa la relación entre la cantidad de muestra en un tamiz y la cantidad total de la muestra; su fórmula es:

$$\theta = \frac{\text{Masa del tamiz } n}{\text{masa total}}$$

La fracción acumulativa nos es más que la suma de las fracciones másicas por lo que:

$$\theta_n = \Sigma \Delta\theta_n + \theta_{n-1}$$

Porcentaje que pasa

$$\% \text{ pasa} = (1 - \theta_n) * 100$$

2.4. Generalidades en la Elaboración de Cupcakes

2.4.1. Definición de Cupcakes

Según el diccionario de la Real Academia Española (DRAE). Queque, pastel o torta es una masa de harina y margarina, cocida al horno, en el que ordinariamente se envuelve crema o dulce, y a veces fruta, pescado o carne.

El cupcake es un postre rico en minerales como calcio, fósforo y hierro los cuales son aportados por las harinas, son de consumo masivo al que se le puede adicionar componentes que aumenten sus propiedades nutritivas y saludables o simplemente que mejoren sus características organolépticas.

Los Cupcakes (pastel o queque de taza) son pequeños queques individuales hechos a base de harina, margarina o mantequilla, huevo y azúcar y cuya denominación parte del tamaño en partes iguales de cada ingrediente y la forma de distribuirlos en moldes pequeños el cual ahorra mucho tiempo en la cocina, presentan una base cilíndrica y una superficie más ancha, con forma de hongo. La parte de abajo suele estar envuelta con papel especial de repostería o aluminio, y aunque su tamaño pueda variar presentan un diámetro inferior al de la palma de la mano de una persona adulta. Otra versión más moderna del término dice que viene de la costumbre de hornear pasteles (cakes) en tazas de té (cup). (<http://es.wikipedia.org/wiki/Cupcake>)

2.4.2. Características de Calidad de los Cupcakes

Los cuatro ingredientes básicos (harina, grasa, azúcar y huevos) son los que determinan su valor energético y nutricional. Son alimentos que aportan hidratos de carbono complejos, fibra, vitaminas, minerales y otros nutrientes de gran valor nutricional, además de ser una buena fuente de energía.

En general, y en comparación con el pan común, todos estos productos (bollería y pastelería industrial) son mucho más calóricos, contienen menos fibra dietética (salvo si se elaboran con harina integral, con preparados prebióticos o con elevado contenido de frutos secos); más proteínas de alto valor biológico, debido a la adición huevo o leche; más grasa y generalmente de peor calidad (grasas saturadas y trans); menos almidón y más azúcares (Mijan, 2007).

La cantidad de vitaminas y minerales es muy variable de unos productos a otros y depende de los ingredientes empleados en su elaboración. En la tabla 9 y 10 se observa la composición de los macronutrientes y micronutrientes respectivamente en los diferentes productos de bollería.

Tabla 9: Composición (macronutrientes) de productos de bollería /pastelería y galletas por 100 gr

Variedad	Energía (Kcal)	Agua (g)	Glúcidos (g)	Proteína (g)	Lípidos (g)
Bizcocho	467	15.5	50.7	6.1	26.3
Bollo	443	16.6	50.8	6.6	23.0
Croissant	444	15.9	52.6	7.0	22.4
Churro	361	34.2	40.0	4.6	20.0

Magdalena	353	27.0	49.3	7.8	13.2
Palmera	539	1.6	61.0	5.0	30.0
Donut	400	26.5	42.0	6.1	22.4
Galleta tipo Maria	482	1.8	69.0	7.1	19.0
Galleta Integral	427	13.4	42.9	10.0	21.2
Galleta doble rellena de chocolate	487	6.1	60.4	6.9	12.4

Fuente: Ortega R, 2004

Tabla 10: Composición (macronutrientes) de productos de bollería /pastelería y galletas por 100 gr

Variedad	Ca	Fe	Mg	Zn	B1	B2	Niacina
Bizcocho	73	1.2	14	0.7	0.09	0.12	2.1
Bollo	99	1.5	17	0.5	0.16	0.02	2.4
Croissant	80	2.0	22.1	0.88	0.23	0.20	4.0
Churro	7	0.6	14	0.4	0.40	0.03	1.6
Magdalena	93	2.7	11	0.3	0.20	0.16	3.2
Palmera	11	2.0	11	0.4	0.03	0.03	0.8
Donut	95.3	4.3	21	0.6	0.22	0.20	2.4
Galleta tipo María	118	2.0	25	0.59	0.10	0.08	2.1
Galleta Integral	333	15	28	12.5	1.30	1.40	2.4
Galleta doble rellena de chocolate	66	2.1	42	0.8	0.08	0.11	2.9

Fuente: Ortega R, 2004

2.4.3. Requisitos

Según la Norma Técnica Peruana (NTP 206.002:1981, revisada el 2011):

A) Objeto

La presente norma establece los requisitos de deben cumplir los bizcochos.

B) Definiciones

Bizcocho: Es el producto de consistencia blanda, de sabor dulce obtenido por amasamiento y cocimiento de masas fermentadas, preparadas con harina y con uno o más de los siguientes elementos: levadura, leudantes, leche, féculas, huevos, sal, azúcar, agua potable, mantequilla, grasas comestibles y otros aditivos permitidos. Se considera comprendido en la definición de bizcocho en panetón, el chancay, el pan de dulce, pan de pasas y otros similares.

C) Clasificación:

Por su forma o preparación los bizcochos se clasifican en:

- **Simples:** Cuando se presentan sin ningún agregado especial en su masa como el chancay y el pan de dulce.
- **Rellenos:** Cuando tienen un núcleo de relleno apropiado o agregados de frutas secas o confitadas como el panetón, pan de pasas, los enrollados (roschas de reyes, enrollados de canela).

- **Revestidos:** Son los bizcochos simples a los que se les ha dado un revestimiento especial a base de miel, jarabe, azúcar en polvo, chocolate y cremas, posterior al cocido.

Tanto los simples, rellenos y revestidos podrían ser:

- **Finos:**
En los que solo será permitido emplear mantequilla u otras grasas comestibles de calidad equivalente. Será obligatorio el usar huevos frescos o en polvo. De emplearse frutas frescas, secas o confitadas, éstas deberán estar en proporción mínima del 20% del peso de la materia seca.
- **Corrientes:**
En los que será permitido emplear grasas comestibles; y de ser empleadas frutas frescas, secas o confitadas, la proporción de éstas será libre.

D) Condiciones Generales

- Solamente será permitida la elaboración de bizcochos con masas no rancias y sin desperdicios de procesos anteriores.
- Serán declarados inaptos para el consumo, los bizcochos que contengan elementos extraños, así como los atacados por insectos, estén ácidos o rancios, tengan olores diferentes a las características de los bizcochos sanos y normales.

- El expendio de los bizcochos se efectuara en envases originales de fábrica y en buenas condiciones de higiene.

Los envases no deberán presentar manchas en aceite, kerosene o de cualquier otro producto extraño.

- Los comerciantes de bizcochos, las bodegas y sitios de expendio en general deberán presentar al producto de la acción de la humedad, de los insectos, roedores, exposición directa al sol, polvo, etc.
- Todo tipo de bizcochos deberá elaborarse exclusivamente con agua potable.
- El local destinado al almacenamiento de los bizcochos deberá ser limpio, ventilado, y en condiciones higiénicas, de tal forma de evitar contaminaciones del producto por ataque de insectos, roedores, plaguicidas y descomposición por condiciones ambientales como la lluvia, sol, humo, excesivo calor, gases tóxicos, etc.
- Será permitido el uso de colorantes naturales y artificiales permitidos conforme a la Norma Técnica Peruana NTP (22:01-003, Aditivos Alimentarios Colorantes de uso permitido en alimentos).
- Será autorizado el uso de los siguientes aditivos en las dosis máximas permitidas de acuerdo a las prácticas correctas de fabricación.
 1. Emulsionantes y/o estabilizantes tales como la lecitina, mono y di glicéridos, etc.
 2. Antioxidantes, tales como butilhidroxianisol (BHA), ácido gálico y sus ésteres, etc.

3. Espesantes, tales como albúminas, clara de huevos, etc.
4. Conservadores, tales como ácido ascórbico, ácido láctico, etc.
5. Mejoradores, tales como ácido ascórbico, ácido láctico, etc.
6. Correctores de pH, tales como: Acido tartárico, ácido láctico, ácido cítrico, jugo de limón, bicarbonato de sodio y bicarbonato de amonio.

E) Requisitos

- **Requisitos Fisicoquímicos**

Tabla 11: Requisitos Fisicoquímicos permitidos en los bizcochos

Requisitos Fisicoquímicos	Máximo valor permitido
Humedad	40 %
Acidez (como ácido láctico)	0.7 %
Cenizas	3%

Fuente: NTP.206.002:1981

2.4.4. Ingredientes de los Cupcakes

A) Harina De Trigo

Según la Legislación Peruana, harina es el producto resultante de la molienda del grano de trigo (*Triticum aestivum L.*) con o sin separación parcial de la cáscara. (ITINTEC, 1982). La designación “harina” es exclusiva

del producto obtenido de la molienda de trigo. A los productos obtenidos de la molienda de otros granos (cereales y menestras, tubérculos y raíces le corresponde la denominación de “harina” seguida del nombre del vegetal de que provienen. A este tipo de harinas se les denomina sucedáneas según ITINTEC (1976).

La calidad de la harina de trigo es relevante para la elaboración de productos batidos como el cupcake. Se necesita masas extensibles y fáciles de trabajar (menos tenaces), es decir, las que se obtienen con harinas flojas o de trigos blandos. (Lezcano, 2011).

B) Margarina

Es una grasa comestible compuesta esencialmente de aceite vegetal, agua, colorante, sabor especial a leche.

El principal efecto de la grasa en los productos horneados, sobre todo en los Cupcakes, es la formación de una textura cremosa. Esto significa una textura blanda, agradable y desmenuzable que se forma no permitiendo que se forme gluten a partir de la proteína de la harina. De hecho la grasa, si se encuentra en cantidad suficiente, recubrirá totalmente las partículas de harina y de esa forma se evitara que el agua llegue hasta las proteínas. De este modo no se formara gluten y los ingredientes no estarán fuertemente ligados entre sí con los que la textura será mantecosa y desmenuzable (Dendy, 2001)

C) Azúcar

Con el nombre específico de azúcar (sacarosa), se designa exclusivamente el producto obtenido industrialmente de la remolacha azucarera (*Beta vulgaris, L. var.rapa*) o de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum, L.*). (ASEMAC, 2012).

El azúcar le confiere firmeza al producto, debido al comportamiento de la primera durante el horneado, actúa como agentes de cremado durante el batido junto con la margarina y los huevos. Asimismo prolonga la duración de los cupcakes, ya que retienen la humedad. Son el alimento de la levadura y/o polvo de hornear.

El azúcar también tiene la capacidad de colorar los productos horneados gracias a las distintas reacciones químicas, que tienen lugar en el alimento durante la fase de cocción. Los productos procedentes de ingredientes como la leche para dar origen a un atractivo color oscuro así como a agradables características de flavor y de aroma de los productos recientemente horneados. De forma conjunta estas reacciones se conocen como “Reacción de Maillard”. Estas reacciones ocurren predominantemente en la superficie del producto en donde las temperaturas son más altas. La extensión del color producido depende de la cantidad de azúcar añadida, de la composición química del alimento y de la temperatura del horno durante la cocción. (Dendy, 2001).

D) Huevos

Los huevos son ingredientes importantes en la composición de casi todos los productos de pastelería. Poca importancia se les da; la forma más correcta de conservarlos, así como los problemas que acarrearán la mala práctica de su manipulación y las enfermedades de las que son portadores, es de gran importancia para el pastelero. (Dendy.2005).

En los cupcakes, la yema permite obtener una buena miga, permitiendo mayor emulsión al aumentar el volumen del batido, lo que repercutirá en un mayor esponjamiento. También las partes ricas en huevo se conservan blandas durante más tiempo. (Dendy, 2001). En la elaboración de los cupcakes, el huevo tiene una acción ligante con otros ingredientes y un efecto emulgente que contribuye a incrementar la mantecosis del producto. También el huevo tiene un efecto leudante ya que es capaz de retener aire cuando se bate. Este aire se expandirá durante la cocción, que al estar retenido en la fina estructura que forma la proteína del huevo (albúmina) y las de la harina, no puede escapar y de esa forma permanece dentro de las celdillas para contribuir al esponjamiento del producto final. (Dendy, 2001)

E) Leche

La leche mejora el valor nutritivo y el sabor de los productos de pastelería, pues todos los componentes de la leche utilizan principalmente en la elaboración de masas (bizcochos) y otros. En los productos de

pastelería mejora su gusto produciendo una corteza más dorada y crujiente (Dendy, 2006)

En la elaboración de cupcakes, la leche se comporta de la misma manera que el agua (es decir, como solvente, ayuda a distribuir los sabores y se vaporiza durante la cocción colaborando con la textura final del producto). La lactosa en la leche se carameliza y crea color en la superficie, a su vez, ayuda en el desarrollo de una corteza firme. La grasa y las proteínas de la leche y de otros productos lácteos contribuyen con sabor y volumen. El ácido láctico de la leche aumenta la estabilidad del gluten. El resultado es un producto con una textura interior fina. (Moreno E, 2006 citado por Ronquillo, 2012).

F) Polvo de hornear

También conocido como leudante o levadura química, es un producto químico que permite dar esponjosidad a una masa (harina + agua), debido a la capacidad de liberar dióxido de carbono al igual que las levaduras en los procesos de fermentación alcohólica. Se trata de una mezcla de un ácido no tóxico (cítrico o tartárico) y una sal de un ácido o base débil, generalmente carbonato o bicarbonato, para elevar una masa confiriéndole esponjosidad. Se emplea con frecuencia en repostería. Se distingue de la levadura de panadería en que su efecto es mucho más rápido y no hace falta esperar a que las masas leuden.

http://es.wikipedia.org/wiki/Levadura_qu%C3%ADmica.

G) Antimoho

Es el producto por excelencia utilizado en la conservación de productos panificados, evitando el desarrollo de hongos y por ende de la síntesis de metabolitos potencialmente tóxicos. (Gianola, 1995).

Químicamente está compuesto de sales de Calcio y Sodio del ácido propiónico el cual es un eficiente inhibidor de moho y fermentación que prologa la vida útil de los productos.

El ácido propiónico cuando esta protonado puede penetrar fácilmente la pared celular de hongos y bacterias. Una vez dentro de la célula actúa como un potente inhibidor de varias enzimas intracelulares esenciales para el metabolismo de hidratos de carbono. De esta manera se logra inhibir el crecimiento y duplicación de los mismos.

(<http://www.ransa.com/conservantes/propionato.html>).

2.4.5. Etapas en la elaboración de Cupcakes

Para elaborar los Cupcakes, en primer lugar, se debe precalentar el horno a 180°C. Luego, se procede a batir las yemas con el azúcar y la mantequilla hasta que se forme una crema.

Posteriormente se añade los huevos y se sigue batiendo hasta formar una mezcla homogénea. A esta mezcla se le añade la harina (previamente cernida), el polvo de hornear y la esencia del sabor deseado.

a) Mezclado

El mezclado o batido de una masa para queques es un riguroso proceso. El objetivo en el caso de los cupcakes, es evitar que la proteína de la harina se transforme en gluten y por ello se trata de tener la harina lo más alejada posible de los ingredientes que contengan agua. Tradicionalmente, la grasa y el azúcar se mezclan hasta conseguir una crema ligera y aireada a la que se le añade en una segunda etapa el huevo. Es de vital importancia que esta etapa se lleve a cabo correctamente o de lo contrario el batido final puede romperse y separarse el agua del huevo o de la margarina.

Esta ruptura se conoce como cuajado y lleva implícito la pérdida de aireación, cierto endurecimiento de la proteína y un queque denso y con poco volumen.

La última adición de esta fase de mezclado es la harina. En este momento también es costumbre adicionar el polvo de hornear. La operación de mezclado lleva como objetivo conseguir la máxima homogeneidad de los ingredientes.

Particularmente es importante un grado de aireación y formación de burbujas de aire finamente divididas y uniformes para que se expandan durante la cocción y proporcionen un buen volumen y una estructura adecuada en el producto final.

Después del mezclado, el producto se transfiere a las bandejas de cocción lo antes posible al objeto de no permitir que el aire se vaya arriba y haga que la distribución de las burbujas de aire no se uniforme (Dendy, 2001).

b) Dosificado

Esta operación consiste en colocar en pequeños moldes la masa de los Cupcakes para que adquieran su forma característica.

c) Horneado

El queque debería tener, desde el punto de vista del consumidor, un color uniforme y atractivo, una superficie lustrosa y miga húmeda y ligera. De forma general que los fabricantes cuecen los productos a la más alta temperatura posible para lograr las características deseadas pero no requemar la superficie.

Durante el tiempo de permanencia en el horno, la masa crece a medida que se expanden las burbujas de aire y se liberan gases producto de la acción del polvo de hornear o levadura química. La estructura final se vuelve firme al participar la gelificación del almidón y la proteína de la harina y la coagulación del huevo; a continuación se produce el aumento de la coloración de los productos y cierta pérdida de humedad.

d) Empaquetado

El empaquetado y presentación comercial de estos productos es una actividad muy diversa ya que cubre desde la envoltura con película flexible individual de pasteles, hasta las cajas de expendio (Dendy, 2001).

2.5. Evaluación Sensorial

La evaluación sensorial es el análisis de alimentos u otros materiales por medio de los sentidos. Es una técnica de medición y análisis tan importante como los métodos químicos, físicos, microbiológicos, reológicos, etc. (Anzaldúa, 1994).

2.5.1. Conducción del panel

Para conducir o llevar a cabo las evaluaciones en los paneles sensoriales se debe tener en cuenta ciertas condiciones deseables; una sala libre de olores extraños (perfume, cigarrillos y otros) y ruidos, contar con un área de preparación higiénica de las muestras (Mackey, 1984).

A fin de eliminar la distracción y prevenir la comunicación entre panelistas se usan cabinas individuales eliminando ciertas distracciones, la iluminación debe ser uniforme y no debe influenciar la aparición de la muestra y los miembros del panel. Si están enfermos no deben participar en la evaluación (Larmond, 1977).

Instruir en forma específica a los panelistas como registrar la información y qué se está buscando, permitiendo así mayor variedad de respuesta. Todos los preparativos del panel deben hacerse un día antes de la reunión y si fuera necesario llamarlo de nuevo al día de la prueba. Es recomendable proveer al catador de agua para que después de hacer su degustación pueda suprimir el sabor entre una muestra y otra. (Mackey, 1984).

2.5.2. Método de Escala Hedónica

- A. Objetivo:** Localizar el nivel de agrado o desagrado que provoca una muestra específica. Se evalúa de acuerdo a una escala no estructurada (también llamada escala hedónica); sin mayores descripciones que los extremos de la escala, en la cual se puntualiza las características de agrado. Esta escala debe contar con un indicador del punto medio, a fin de facilitar al juez consumidor la localización de un punto de indiferencia de la muestra.
- B. Muestras:** Se presentan una o más muestras, según la naturaleza del estímulo, para que cada una se ubique por separado en la escala hedónica. Es recomendable que estas muestras se presenten de una manera natural y como se consumiría habitualmente, procurando evitarle la sensación de que se encuentre en una circunstancia de laboratorio o bajo análisis.
- C. Jueces:** La población elegida para la evaluación debe corresponder a los consumidores potenciales o habituales del producto en estudio. Estas personas no deben conocer la problemática del estudio, solamente entender el procedimiento de la prueba y responder a ella. Se recomienda un número de 8-25 jueces (Espinoza A., 2003)

Las ventajas consisten en que es una prueba sencilla de aplicar y no requiere entrenamiento o experiencia por parte de los consumidores. Esta prueba permite detectar el nivel de agrado que una muestra representa para una población en particular. Las limitaciones constituyen en que se requiere de un gran número de evaluaciones para considerar a los

resultados como representativos de las tendencias de los gustos de una población o mercado (Reyes, 1996).

2.6. FORMULACIÓN - Diseño estadístico de experimentos

2.6.1. Diseño completamente al azar (DCA)

El diseño completamente al azar (DCA) es el más simple de todos los diseños. Es un diseño en el cual los tratamientos son asignados aleatoriamente a las unidades experimentales sin ningún tipo de restricción.

Este diseño es utilizado cuando las unidades experimentales son bastante homogéneas, es decir, cuando la variabilidad entre ellas es pequeña y no existe ningún criterio de bloqueo que permita disminuirla.

Dado que los tratamientos constituyen el único criterio de clasificación para las unidades experimentales, a este diseño se le conoce también como diseño de clasificación de una vía. (Diseño y Análisis de Experimentos - SlideShare)

2.6.1.1. Análisis de varianza

Es una técnica estadística que permite descomponer la variabilidad total de los resultados de un experimento en sus distintas fuentes (Factores tratamientos, bloques, interacciones entre factores, covariables, error experimental), con la finalidad de compararlas e identificar su importancia relativa en la explicación de la variabilidad total. (Diseño y Análisis de Experimentos - SlideShare)

2.6.1.2. Modelo Aditivo Lineal

El modelo aditivo para un diseño completamente al azar es el siguiente:

$$Y_{ij} = \mu + \tau_i + \varepsilon_{ij} \quad \begin{array}{l} i = 1, \dots, t \\ j = 1, \dots, r_i \end{array}$$

Donde:

Y_{ij} : Es el valor o rendimiento observado en el i-ésimo tratamiento, j-ésimo repetición.

μ : Es el efecto de la media general.

τ_i : Es el efecto del i-ésimo tratamiento.

ε_{ij} : Es el efecto del error experimental en el i-ésimo tratamiento, j-ésima repetición.

t : Es el número de tratamientos.

r_i : Es el número de repeticiones para el i-ésimo tratamiento.

Formulación de hipótesis

$$H_0: \tau_i = 0$$

$$H_1: \text{Al menos un } \tau_i \neq 0$$

Tabla 12: Análisis de varianza con igual número de repeticiones (ANVA)

Fuentes de Variación (FV)	Sumas de Cuadrados (SC)	Grados de Libertad (gl)	Cuadrados Medios (CM)	Estadístico de Prueba (Fc)
Tratamientos	$SC_{Tratam} = \sum \frac{y_{i.}^2}{r} - \frac{y_{..}^2}{tr}$	$t-1$	$CM_{Tratam} = \frac{SC_{Tratam}}{t-1}$	$\frac{CM_{Tratam}}{CM_{Error}}$
Error Experimental	$SC_{Error} = SC_{Total} - SC_{Tratam}$	$t(r-1)$	$CM_{Error} = \frac{SC_{Error}}{t(r-1)}$	
Total	$SC_{Total} = \sum \sum y_{ij}^2 - \frac{y_{..}^2}{tr}$	$tr-1$		

Fuente: Diseño y Análisis de Experimentos – SlideShare

2.6.2. Test de rangos múltiples

Estos contrastes se basan en la distribución del rango estudentizado, cuya definición se realiza en términos del número de grupos que hay que comparar y de los grados de libertad del estimador de la varianza. Los métodos resultantes, en términos generales, son conservadores; es decir, la probabilidad real de rechazar la hipótesis nula cuando es cierta es menor que el nivel de significación α fijado.

Para definir el recorrido o rango estudentizado, se asume k observaciones independientes y_1, y_2, \dots, y_k de una distribución Normal con media μ y varianza σ^2 . También, un estimador S^2 de σ^2 que tiene v grados de libertad y es independiente de las y_i . Sea R el rango de este conjunto de observaciones,

$$R = \max(y_i) - \min(y_i)$$

Bajo estas condiciones, se define el rango estudentizado como el cociente

$$\frac{\max(y_i) - \min(y_i)}{s} = \frac{R}{S}$$

2.6.2.1. Método de Tukey (Honestly-significant-difference)

Este procedimiento se desarrolla considerando en primer lugar el caso del modelo unifactorial equilibrado. En este modelo se construyen intervalos de confianza con coeficiente de confianza conjunto $1 - \alpha$ para todas las posibles comparaciones por parejas asociadas a los I niveles, es decir las $\binom{I}{2}$ comparaciones por parejas. El nivel de confianza conjunto $1 - \alpha$ indica que de cada 100 muestras en $(1 - \alpha) \times 100$ de ellas, cada uno de los intervalos contiene a su correspondiente diferencia de medias. Por tanto el nivel de confianza de cada uno de los intervalos será al menos $1 - \alpha$. (García Leal, J. & Lara Porras, A.M-1998)

Para construir dichos intervalos consideramos las desviaciones

$$(\bar{y}_{1\cdot} - \mu_1), (\bar{y}_{2\cdot} - \mu_2), \dots, (\bar{y}_{I\cdot} - \mu_I)$$

Estas desviaciones son variables aleatorias independientes normalmente distribuidas con media 0 y varianza σ^2/n . Además \hat{S}_R^2/n es un estimador de σ^2/n que es independiente de dichas desviaciones. Entonces, de la definición de rango estudentizado, se sigue que

$$\frac{\max(\bar{y}_{i.} - \mu_i) - \min(\bar{y}_{i.} - \mu_i)}{\left(\frac{\hat{S}_R^2}{n}\right)^2} \rightarrow q_{\alpha, N-1}$$

Donde:

- $N - I$ es el número de grados de libertad asociado a \hat{S}_R
- $\max(\bar{y}_{i.} - \mu_i)$ es la desviación mayor
- $\min(\bar{y}_{i.} - \mu_i)$ es la desviación menor.

Entonces se verifica que

$$Pr \left[\frac{\max(\bar{y}_{i.} - \mu_i) - \min(\bar{y}_{i.} - \mu_i)}{\left(\frac{\hat{S}_R^2}{n}\right)^{1/2}} \leq q_{\alpha; I, N-1} \right] = 1 - \alpha \quad (a)$$

Consideramos, a continuación, la siguiente desigualdad generada para todas las parejas de medias de tratamientos i y j

$$|(\bar{y}_{i.} - \mu_i) - (\bar{y}_{j.} - \mu_j)| \leq \max(\bar{y}_{i.} - \mu_i) - \min(\bar{y}_{j.} - \mu_j) \quad (b)$$

Puesto que la desigualdad (b) se verifica para todas las parejas μ_i y μ_j , se sigue de (a) que

$$Pr \left[\left| \frac{(\bar{y}_{i.} - \mu_i) - (\bar{y}_{j.} - \mu_j)}{\left(\frac{\hat{S}_R^2}{n}\right)^{1/2}} \right| \leq q_{\alpha; I, N-1} \right] = 1 - \alpha \quad (c)$$

incluye todos los pares $I(I - 1)/2$ de comparaciones entre los I niveles del factor.

Reordenando la desigualdad (c) se obtienen los límites de confianza, al nivel de confianza conjunto $1 - \alpha$, para todas las $\binom{I}{2}$ comparaciones por parejas de las I medias, dados por

$$(\bar{y}_j - \bar{y}_i) - HSD \leq \mu_i - \mu_j \leq (\bar{y}_i - \bar{y}_j) + HSD \quad (d)$$

Donde

$$HSD = q_{\alpha; I, N-1} \sqrt{\frac{\widehat{S}_R^2}{n}}$$

Si el intervalo (d) no contiene el 0 se concluye que las medias μ_i y μ_j difieren significativamente entre sí. El coeficiente de confianza $1 - \alpha$ indica que de cada 100 muestras en $(1 - \alpha) \times 100$ de ellas se determinará correctamente cuales de las $\binom{I}{2}$ comparaciones por parejas de medias son significativas.

Por tanto, el método de Tukey resuelve el contraste

$$H_0: \mu_i = \mu_j \quad vs \quad H_1: \mu_i \neq \mu_j$$

de la siguiente manera

$$Si \quad |\bar{y}_i - \bar{y}_j| \leq HSD \rightarrow \text{Aceptar } H_0$$

$$Si \quad |\bar{y}_i - \bar{y}_j| > HSD \rightarrow \text{Rechazar } H_0$$

Fuente. García Leal, J. & Lara Porras, A.M (1998)

2.7. Vida Útil

La vida útil de un alimento representa aquel periodo de tiempo durante el cual el alimento se conserva apto para el consumo desde el punto de vista sanitario, manteniendo las características sensoriales, funcionales y nutricionales por encima de los límites de calidad previamente establecidos como aceptables (Hough, 2005).

Labuza (2000) indica que el tiempo de vida útil depende de cuatro factores principales: formulación, procesamiento, empaque y condiciones de almacenamiento. La formulación involucra la selección de las materias primas más apropiadas e ingredientes funcionales que permiten incrementar la aceptación y lograr la seguridad e integridad del producto. El procesamiento somete las materias primas e ingredientes formulados a condiciones que son desfavorables o inhibitorias para las reacciones de deterioro y promueven cambios físicos y químicos favorables que dan al alimento su forma y características finales. Una vez que el alimento abandona la etapa de procesamiento sigue manteniendo sus características y el periodo en que el alimento retiene dichos atributos está en función del microambiente del empaque. Los parámetros más importantes son: composición del gas (oxígeno, dióxido de carbono, gases inertes, etileno, etc.), humedad relativa, presión o estrés mecánico, luz y temperatura. Estos parámetros son dependientes tanto del empaque como de las condiciones de almacenamiento.

Dado que los productos alimenticios tienen una vida finita y variable, se deben tomar precauciones para maximizar el mantenimiento de la calidad, que se traduce en costos y patrones de manipuleo.

La vida del producto debe exceder el tiempo mínimo de distribución requerido, hasta que llegue al consumidor y que éste, como usuario

final, someta a un periodo razonable de almacenamiento al producto (Dethmers, 1979; citado por Chao, 2003).

2.7.1. Factores que afectan el tiempo de Vida Útil

La vida en anaquel de un producto está determinada por los componentes del sistema, el proceso de elaboración, el método de empaçado, el tiempo y la humedad relativa durante el transporte y almacenamiento. En forma general, estos factores pueden ser caracterizados en factores intrínsecos y extrínsecos (Kilcast y Subramanian, 2000; citado por Chao, 2003). Los factores intrínsecos están constituidos por las propiedades del producto final, como son:

- Contenido de humedad
- pH y acidez
- Potencial redox
- Oxígeno disponible
- Contenido de nutrientes
- Microflora natural y recuento de microorganismos supervivientes
- Bioquímica de la formulación del producto (reactivos químicos, enzimas, etc.)
- Uso de preservantes en la formulación del producto
- Los factores intrínsecos se encuentran influenciados por variables como, tipo y calidad de la materia prima, formulación del producto y su estructura.

Los factores extrínsecos son aquellos que el producto tiene que enfrentar durante la cadena de distribución del mismo, estos incluyen los siguientes:

- Perfil tiempo – temperatura durante el procesamiento, presión del espacio de cabeza.
- Control de la temperatura durante el almacenamiento de la distribución.
- Humedad relativa durante el procesamiento del almacenamiento y distribución,
- Exposición a la luz (UV e IR) durante el procesamiento, almacenamiento y distribución.
- Contaminación microbiana durante el procesamiento, almacenamiento y distribución.
- Composición de la atmósfera dentro del empaque.
- Tratamiento térmico subsecuente (es decir, recalentamiento o cocción del producto antes de que sea consumido).
- Manipulación del consumidor.

Estos factores operan comúnmente en forma conjunta e impredecible, por lo que debe investigarse la posibilidad de interacción entre ellos. Un tipo de interacción particular muy útil ocurre cuando los factores como, reducción de la temperatura, tratamiento térmico, acción antioxidante y empaque en atmósfera controlada, operan con la finalidad de inhibir el crecimiento microbiano, en el llamado “efecto de barrera”. Esta forma de interacción de los factores, los cuales, de forma individual, no podrían prevenir el crecimiento microbiano, en combinación, permiten a los productos usar técnicas de procesamiento más moderadas de tal manera que permitan una mayor retención de las propiedades sensoriales y nutricionales (Kilcast y Subramanian, 2000; citado por Chao, 2003).

La interacción de los factores intrínsecos y extrínsecos puede inhibir o estimular procesos que ponen fin a la vida en anaquel. Estos procesos pueden ser clasificados de la siguiente manera:

A) Cambios de deterioro químicos

Pueden ocurrir muchas reacciones de deterioro como resultado de las reacciones dentro del alimento y de los componentes del mismo con agentes externos, tales como el oxígeno. El desarrollo de la rancidez es un factor importante en los alimentos ricos en grasa y ocurre a través de diversos mecanismos, como por ejemplo, reacciones lipolíticas/hidrolíticas, reacciones de oxidación y reacciones de reversión de aromas. Los procesos enzimáticos limitan la vida en anaquel de frutas, vegetales y las reacciones de oxidación limitan la vida en anaquel de las carnes. Los cambios químicos pueden deberse también a la exposición a la luz, proporcionando pérdida de color, rancidez, desarrollo de sabores indeseables en la leche y en los bocaditos (Chao, 2003).

B) Cambios de deterioro microbiológicos

Los alimentos que consumimos, raramente por no decir nunca, son estériles sino que contienen asociaciones microbianas cuya composición depende de que organismos llegan a él y de cómo se multiplican, sobreviven e interaccionan en el alimento y en el transcurso del tiempo. Los microorganismos existentes en un alimento procederán tanto de la microflora propia de la materia prima como de los microorganismos introducidos durante las operaciones de recolección/sacrificio, tratamiento, almacenamiento y distribución (Adams, 1997).

El crecimiento de ciertos microorganismos durante el almacenamiento depende de varios factores como el recuento microbiano al inicio del almacenamiento, propiedades fisicoquímicas del alimento como el pH, contenido de humedad, potencial de óxido-reducción, contenido de nutrientes y preservantes; el método utilizado para el procesamiento del alimento y condiciones de almacenamiento del producto (James, 2002).

La patogenicidad de ciertos microorganismos es la mayor preocupación del procesamiento y manejo de los alimentos. Además de indigestión, los microorganismos tales como las especies de *Salmonella* y las cepas de *Escherichia coli* causan infección mientras que otras tales como *Aspergillus flavus*, *Clostridium botulinum* y *Staphylococcus aureus* producen químicos en los alimentos que son tóxicos para los humanos. La presencia de mohos y su crecimiento podría ocasionar apariencias y sabores indeseables (Man y Jones, 1997).

C) Cambios de deterioro físicos

La pérdida de humedad es la mayor causa del deterioro físico en los alimentos. Esta pérdida puede darse tanto en productos frescos (donde se pierde humedad), como en productos secos o deshidratados (donde se gane humedad).

Otro fenómeno de migración, especialmente en alimentos complejos, es el de la grasa de un componente a otro. Los cambios físicos de los materiales en empaque, pueden también limitar la vida en anaquel (Kilcast y Subramaniam, 2000; citado por Chao, 2003).

D) Cambios de deterioro relacionado con la temperatura

El deterioro puede producirse tanto a temperaturas bajas como a temperaturas altas. El incremento de la temperatura generalmente incrementa la velocidad de las reacciones químicas. En alimentos con contenido graso; la grasa sólida se vuelve líquida y actúa como solvente para las reacciones en la fase oleosa. El incremento de la temperatura puede también cambiar las características de cristalización de los alimentos con contenido en azúcares. La desestabilización del sistema de emulsión puede ocurrir bajo condiciones de variación en la temperatura y agitación mecánica. Las temperaturas fluctuantes producen formación de cristales en los alimentos congelados, como los helados. En contraste, el incremento de la temperatura reduce el endurecimiento de los panes (Kilcast y Subramaniam, 2000; citado por Chao, 2003).

2.7.2. Métodos para Determinación de la Vida Útil

2.7.2.1. Predicción y evaluación de la Vida Útil.

- Modelos matemáticos y programas software para definir crecimiento microbiológico y algunas reacciones de deterioro.
- Pruebas en tiempo real.

2.7.2.2. Predicción de la vida útil por métodos acelerados

- Indispensable para conocer bien el producto y sus reacciones de deterioro.

- Definición del mecanismo de la reacción principal de deterioro y valor K.
- Experimentación y buena correlación de los datos con la ecuación de Arrhenius.
- Establecer gráficas de vida útil.
- Correlación con paneles sensoriales.

2.7.3. Aplicación de la evaluación sensorial para la evaluación de la vida útil en un alimento.

En la experimentación con alimentos, diversos estudios de estabilidad se realizan de manera rutinaria, algunos se centran en la velocidad de deterioro de la calidad, y otros en el período de tiempo requerido para que el producto sea inadecuado para el consumo humano.

Desde el punto de vista sensorial, define la vida útil como “el tiempo durante el cual las características y desempeño del producto se mantienen como fueron proyectados por el fabricante, el producto es consumible o utilizable durante este periodo, brindándole al usuario final las características, desempeño y beneficios sensoriales deseables”.

Deben considerarse determinados criterios de deterioro, dependiendo del tipo de alimento que se va a estudiar. Un criterio es el incremento o disminución del número de unidades (X) en el promedio de calificación de un panel sensorial. Otro indicador de una muestra deteriorada es la presencia de levaduras, mohos, o un alto recuento de bacterias que hagan inaceptables las muestras para pruebas sensoriales de sabor. Finalmente, cualquier cambio organoléptico, como el color y olor, que hacen a la muestra inaceptable para el panel sensorial y el consumidor son

considerados como criterios de producto deteriorado. Es uno o la combinación de estos criterios los que constituyen una muestra deteriorada (Gácula, 1975).

Para calidad sensorial y sus diferentes parámetros, determinados con un panel entrenado, se ha fijado un límite, que en el caso de la escala de Karlsruhe corresponde a 5,5 y que representa el límite de comercialización.

La vida en anaquel queda definida por el período de tiempo en que los consumidores califican inaceptable el producto. La ventaja de este método es que los datos de los consumidores se pueden usar para correlacionarlos con otros datos, de controles instrumentales, químicos, etc. Las desventajas provienen del tipo de escala usada para medir el deterioro y que el almacenamiento de las muestras involucra errores que pueden resultar magnificados cuando se emplean datos de diferentes sesiones. Aun no hay acuerdo en las ventajas de usar panelistas entrenados (Wittig de Penna, 2005).

Debido a esto, para asegurar el éxito del producto, es recomendable invertir tiempo y esfuerzo en estudiar la vida útil sensorial de los alimentos desarrollados como un paso previo a su lanzamiento al mercado. (Citado por Posada, 2011)

III. MATERIALES Y METODOS

3.1. Lugar de Ejecución

El presente trabajo de investigación se realizó en los siguientes ambientes:

- Instituto de investigación Tecnológica Agroindustrial de la Escuela de Agroindustria-Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales de la Escuela de Agroindustria- Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales de la Escuela de Agroindustria-Universidad Nacional del Santa.
- Instalaciones del área de Panificación de la Planta Piloto Agroindustrial-Universidad Nacional del Santa.
- Laboratorio CERTIPEZ E.I.R.L.-Nuevo Chimbote.

3.2. Materia Prima e Insumos

3.2.1. Materia Prima

Para la producción de cupcakes, se utilizó como materia prima:

- **Harina de trigo**
Se ha utilizado harina para panificación, marca Blanca Flor, lote N° 7418, adquirido en Plaza Veá – Supermercados Peruanos S.A. (Chimbote).
- **Harina de cáscaras de mango**
Las cáscaras de mango (*Mangifera indica sp*) de la variedad Kent, fueron obtenidos del residuo del proceso

de elaboración de Néctar de la Empresa La Morina S.A.
– Valle de Moro, Santa, Ancash.

3.2.2. Insumos

Para la producción de Cupcakes, se utilizó los siguientes insumos:

- Azúcar rubia, marca San Jacinto.
- Margarina, marca Sello de Oro.
- Huevos adquiridas en el supermercado Plaza Veá – Supermercados Peruanos S.A. (Chimbote)
- Emulsionante en pasta, marca MIXO T500 Puratos.
- Leche fresca marca Gloria, presentación en caja de 1L.
- Antimoho, marca Fleishman.
- Polvo de hornear, marca Fleishman.

Todos los insumos fueron adquiridos en centros comerciales de Nuevo Chimbote.

3.3. Equipos, materiales y reactivos

3.3.1. En la elaboración de Cupcakes

3.3.1.1. Equipos

- Batidora. Capacidad 2L – Marca Oster's
- Horno Rotatorio por convección – Marca NOVA
- Mesa de acero inoxidable

3.3.1.2. Utensilios

- Coladores
- Espátulas
- Moldes de aluminio
- Recipientes de aluminio (tazones)

3.3.1.3. Materiales de empaque

- Pirotones de papel manteca, número 8.
- Bolsas de polietileno de alta densidad.

3.3.2. Para la evaluación Tecnológica de los Cupcakes

3.3.2.1. Equipos

- Balanza Analítica, PRECISA RAVIMETRICS AG. Suiza.
- Colorímetro, KONIKA MINOLTA.
- Equipo de actividad de agua, ROTRONIC.
- Estufa, POL-EKO APARATURA.
- LabQuest vernier.
- Módulo de Molienda, JARCON DEL PERÚ.
- Mufra, THERMOLYNE.
- Ph metro digital, HACH.
- Soxhlet, FOSS.
- Secadora de bandejas, JARCON DEL PERÚ.
- Texturómetro, BROOKFIELD. USA

3.3.2.2. Materiales de Laboratorio

- Buretas
- Crisoles de porcelana
- Desecador
- Embudo de vidrio
- Espátula
- Matraces Erlenmeyer (100, 250 y 500 ml).
- Mortero
- Papel filtro
- Pastilla de agitación
- Pera succionadora
- Pinzas de metal y de madera
- Pipetas (1, 5 y 10 ml)
- Placas Petri
- Probetas (50,100 y 500 ml).
- Termómetro.
- Varilla de vidrio.
- Vasos precipitados (50 y 100 ml).

3.3.2.3. Otros Materiales

- Cuchillos.
- Cubetas
- Jarras plásticas
- Marcadores
- Ollas
- Papel aluminio
- Papel toalla.

- Material para prueba sensorial: cabinas de degustación, formatos, lapicero, platos descartables y marcador.

3.3.2.4. Reactivos

- Éter etílico anhidro
- Sulfato de sodio anhidro
- Ácido Sulfúrico al 95% - 98%
- Sulfato de Potasio
- Sulfato de Cobre anhidro o Sulfato de Cobre pentahidratado
- Solución indicadora de Rojo de Metilo
- Solución de Hidróxido de Sodio al 50% en peso.
- Solución valorada de Ácido Sulfúrico 0.1 N
- Solución valorada de Hidróxido de Sodio 0.1 N
- Hidróxido de Sodio al 0.05 N
- Biftalato de Potasio o Hidrogenofltalato de Potasio
- Fenolftaleína al 1% en alcohol absoluto neutro
- Agua destilada
- Éter de petróleo o éter etílico
- Solución de ácido acético –cloroformo
- Solución de almidón al 1%
- Dicromato de potasio ($K_2Cr_2O_7$)
- Solución saturada de Yoduro de potasio.
- Tiosulfato de sodio 0.01 N

3.4. Métodos

3.4.1. Obtención de la Harina de Cáscaras de Mango

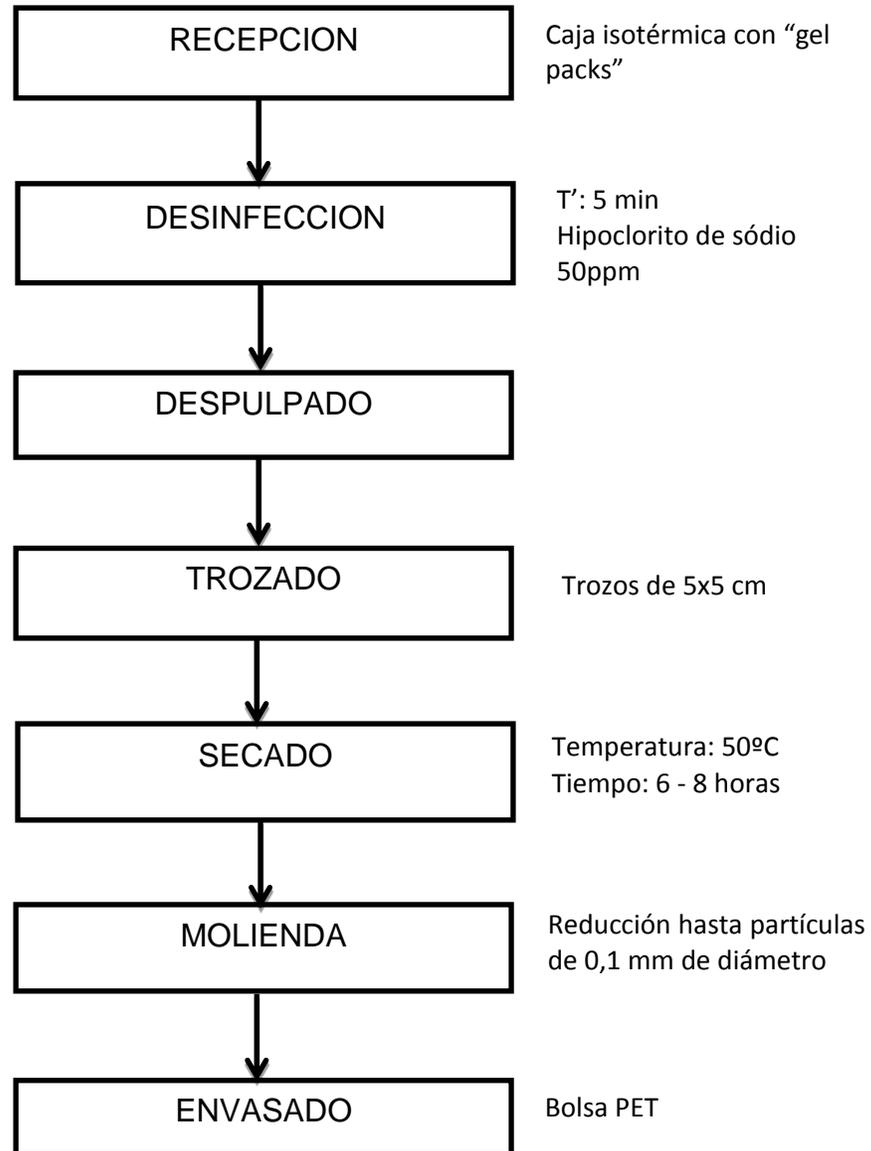


Figura 1: Diagrama de flujo para la obtención de harina de cáscaras de mango.

3.4.2. Análisis de las harinas

3.4.2.1. Caracterización de las harinas de Trigo y Cáscaras de Mango

La caracterización se realizó individualmente a cada harina. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de investigación y desarrollo de productos agroindustriales de la Escuela de Agroindustria y en Laboratorio CERTIPEZ E.I.R.L.

- A) Humedad:** se determinó por el método de la estufa. Siguiendo lo descrito en la **NTP. 205.002 - 1979** (Revisada el 2011). Cereales y Menestras. Determinación del contenido de humedad. Método usual. (Laboratorio CERTIPEZ E.I.R.L.)
- B) Cenizas:** la determinación de cenizas se realizó por la incineración de la materia orgánica en una mufla, siguiendo la metodología de la **NTP 205.038: 1975** (Revisada el 2011). Harinas. Determinación de cenizas. (Laboratorio CERTIPEZ E.I.R.L.)
- C) Grasa:** se utilizó la metodología de la **NTP. 205.006:1980** (Revisada el 2011). Cereales y Menestras. Determinación de Materia Grasa. (Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales de la Escuela de Agroindustria - Universidad Nacional del Santa).
- D) Proteína:** la determinación de la proteína total se realizó según el método UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic.2006. (Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales de la Escuela de Agroindustria - Universidad Nacional del Santa).
- E) Fibra:** se determinó después de una hidrólisis ácida y luego hidrólisis alcalina; siguiendo la metodología de NTP 205.003 1980 (Revisada el 2011) Cereales y Menestras.

Determinación de la fibra cruda. (Laboratorio CERTIPEZ E.I.R.L.)

F) Carbohidratos: se obtuvo por diferencia, restando del 100% la suma de los porcentajes de humedad (%H), ceniza (%C), grasa (%G), proteínas (%P), y fibra (%F) según la metodología para carbohidratos, por diferencia de materia seca (MS-INN) señalada por Collazos et al (1993). Usando la fórmula:

$$\text{Carbohidratos Totales (\%)} = 100 - (\%P + \%G + \%H + \%C + \%F)$$

3.4.2.2. Isoterma de absorción

Colocar la muestra (3,0 g) en desecadores en un ambiente de HR constante generado por la solución saturada, donde ganara o perderá agua hasta el momento en que su humedad se equilibre con la del ambiente (48 horas).

Luego de equilibrado la muestra, medir, por diferencia de peso (en una balanza electrónica de precisión), la cantidad de agua ganada o perdida, dividiendo este valor entre la cantidad de sólidos (constante a través del experimento) para obtener la nueva humedad. El valor de humedad correspondiente a la cobertura monomolecular se calcula por medio de una simplificación de la teoría de adsorción en multicapas de B.E.T., usando los datos de las isotermas.

3.4.2.3. Granulometría

Para realizar el análisis se coloca un conjunto de tamices normalizados, acoplados verticalmente, con el tamiz más pequeño en el fondo y el más grande en la parte superior. La muestra de 300 g se coloca en el tamiz superior y el conjunto se somete a sacudidas mecánicas durante un tiempo determinado, por 5 minutos. Las partículas retenidas sobre cada tamiz se retiran y se pesan, y las masas de los

incrementos individuales sobre cada tamiz se convierten en fracciones másicas o en porcentajes de masa de la muestra total. Las partículas que pasan a través del tamiz más fino se recogen en una tapadera situada en el fondo de la columna de tamices.

Pesar por separado cada uno de los tamices vacíos y el plato recolector al final del último tamiz.

Una vez terminado el tiempo de tamizado, pesar cada tamiz por separado para poder determinar la cantidad de material retenido y tamizado en cada malla.

3.4.2.4. Caracterización Físico-química

A) Acidez: se determinó por la metodología de la NTP 205.039:1975 (Revisada el 2011) HARINAS. Determinación de la acidez titulable. (Laboratorio CERTIPEZ E.I.R.L.)

B) Actividad de Agua: Se utilizó el equipo de Actividad de Agua, ROTRONIC. (Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales de la Escuela de Agroindustria - Universidad Nacional del Santa).

C) Color: Para la determinación del color fue utilizado el colorímetro marca KONICA MINOLTA (Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales de la Escuela de Agroindustria - Universidad Nacional del Santa), siguiendo el sistema CIE-Lab, determinándose los valores L^* luminosidad (negro 0 / blanco 100), a^* (verde-/rojo+) y b^* (azul-/amarillo+). La cromacidad C^* y el ángulo de tonalidad (h^*), fue según Minolta, 1993.

El color de la miga fue tomado del centro de una sección interna central del cupcake, por triplicado y el color de la corteza en la parte superior del cupcake, en el punto medio.

La cromacidad fue determinada utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Cromacidad} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

El ángulo de tonalidad fue determinado por:

$$\text{Ángulo de tonalidad} = \arctg (a^*/b^*)$$

3.4.3. Producción de los Cupcakes

3.4.3.1. Formulación

La formulación control para la elaboración de los cupcakes, es la que uso Bhat, 2003, modificado en la cantidad de leche, la cual es presentada en la Tabla 13.

Tabla 13: Formulación control utilizada para la producción de cupcakes

Insumo	Cantidad (%)
Harina	34.25
Azúcar	20.55
Huevos	13.70
Margarina	17.12
Leche	13.70
Polvo de Hornear	0.68
Emulsionante	0.17
Antimoho	0.09

Con esta formulación base, se elaboró el cupcake control, el cual sirvió para ser analizado y contrastar los datos obtenidos de los análisis realizados a los cupcakes.

3.4.3.2. Diseño experimental

Para la formulación de los cupcakes utilizando harina en base a residuos agroindustriales (cáscaras de mango), y cumplir con el objetivo principal de la investigación, se realizó el diseño experimental, detallado a continuación:

3.4.3.2.1. Determinación de las Proporciones de Harinas

Se definió inicialmente la formulación control (F0), basados en estudios previos de Silva et al. (1998), luego fueron realizadas sustituciones parciales de harina de trigo por harina de cáscaras de mango de 0 a 20 %. (Instalaciones del área de Panificación de la Planta Piloto Agroindustrial-Universidad Nacional del Santa).

Tabla 14: Proporción de harinas (%) por Formulación

	F0	F1	F2	F3	F4
	(%)	(%)	(%)	(%)	(%)
Harina de Trigo	100	95	90	85	80
Harina de cáscaras de mango	0	5	10	15	20

3.4.3.3. Procedimiento para la elaboración de los Cupcakes

Para la producción de los cupcakes se siguió la metodología seguida por (Ronquillo, 2012):

- A) **Recepción:** Se recibe la materia prima en las debidas condiciones de higiene y calidad sensorial y organoléptica.
- B) **Pesado:** De todos los ingredientes según la formulación indicada.
- C) **Cremado:** Consiste en batir el azúcar y la mantequilla hasta formar una pasta homogénea. (que los granos de azúcar no se noten).
- D) **Mezclado 1:** Esta operación consistió en agregar los huevos por un espacio de 1 minuto aproximadamente entre cada uno, batiendo durante 5 minutos. A continuación se añadió el emulsionante y se batió por 10 minutos más
- E) **Mezclado 2:** Se mezcla en un recipiente todos los ingredientes secos (harinas (según corresponda la formulación), polvo de hornear y Antimoho).
- F) **Mezclado 3:** Se añade una parte del mezclado 2 y se sigue batiendo, luego se añade leche. Se bate finalmente se agrega el restante de Mezclado 2, se bate hasta homogenizar.
- G) **Dosificado:** Se colocó 50 g de la mezcla en Pirotones #7, colocados previamente en pequeños moldes de acero inoxidable. La operación se realizó manualmente.
- H) **Horneado:** Se llevó a cabo en el horno rotatorio por convección, a una temperatura de 120 °C durante 15 minutos y 140 °C por 10 minutos.
- I) **Enfriado:** A temperatura ambiente durante 45 minutos.
- J) **Empacado:** Una vez alcanzada la temperatura ambiente, se envasaron los cupcakes en bolsas plásticas.

K) **Almacenado:** Los cupcakes fueron almacenados en un lugar fresco, a temperatura ambiente y sin exposición excesiva a la luz.

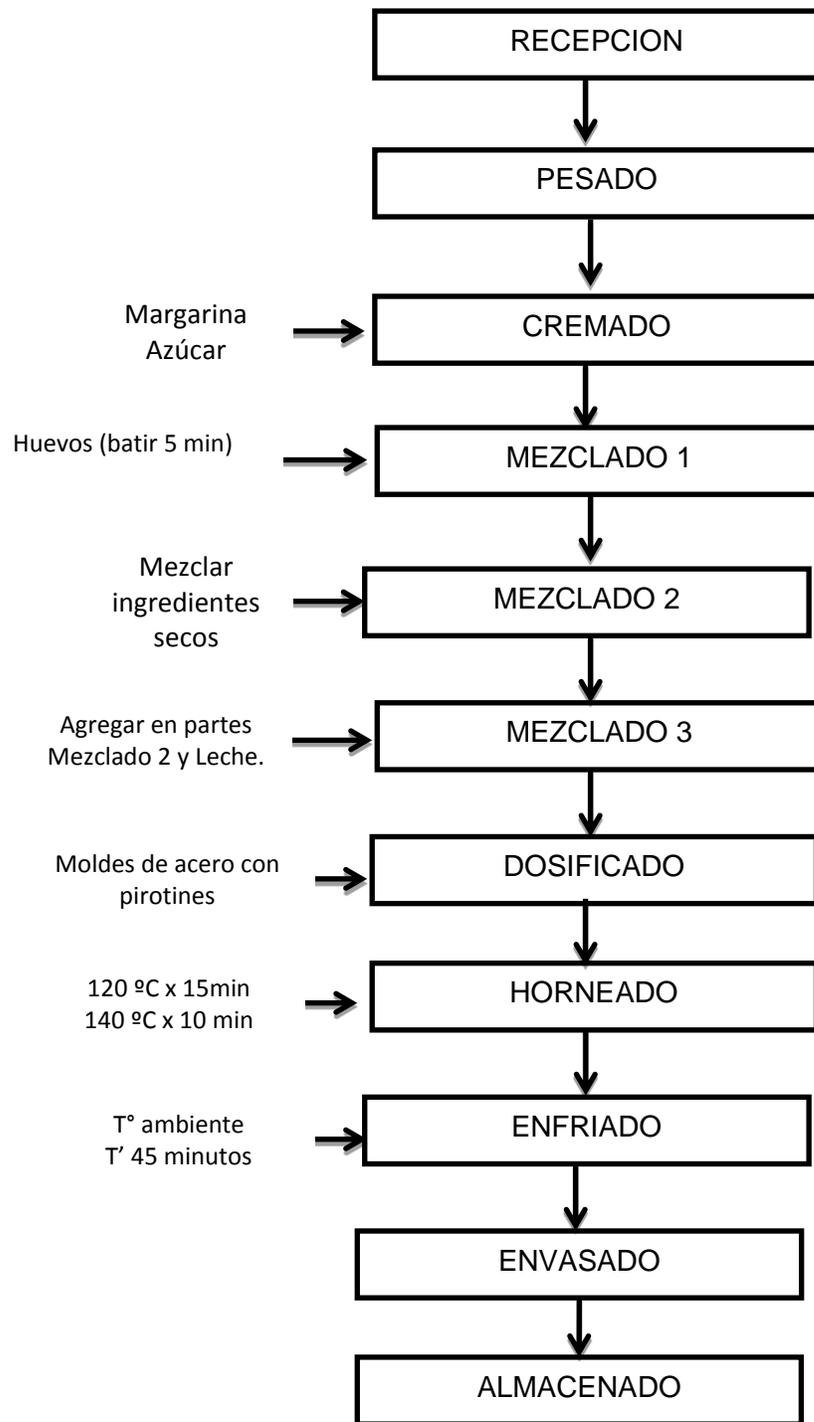


Figura 2: Diagrama de Flujo para la elaboración de cupcakes.

3.4.4. Evaluación de los cupcakes

Las 5 formulaciones fueron evaluadas según los siguientes análisis.

3.4.4.1. Análisis Químico Proximal

- A) Humedad:** Se determinó utilizando la metodología descrita en la NTP 206.011 1981 (Revisada el 2011) Bizcochos, galletas, pastas y fideos. Determinación de humedad. (Laboratorio CERTIPEZ E.I.R.L.)
- G) Cenizas:** El porcentaje de cenizas se determinó usando la NTP 206.007:1976 (Revisada el 2011). Productos de Panadería. Determinación del porcentaje de cenizas. (Laboratorio CERTIPEZ E.I.R.L.)
- B) Proteína:** la determinación de la proteína total se realizó según el método UNE-EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic.2006. (Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales de la Escuela de Agroindustria - Universidad Nacional del Santa).
- C) Grasa:** el contenido de grasa se determinó siguiendo la metodología de la NTP 206.017:1981 (Revisada el 2011). Galletas. Determinación del porcentaje de grasa. (Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales de la Escuela de Agroindustria - Universidad Nacional del Santa).
- D) Fibra:** se determinó después de una hidrólisis ácida y luego hidrólisis alcalina; siguiendo la metodología de NTP 205.003 1980 (Revisada el 2011) Cereales y Menestras. Determinación de la fibra cruda. (Laboratorio CERTIPEZ E.I.R.L.)
- H) Carbohidratos:** se obtuvo por diferencia, restando del 100% la suma de los porcentajes de humedad (%H), ceniza (%C), grasa (%G), proteínas (%P), y fibra (%F) según la metodología para carbohidratos, por diferencia de materia seca (MS-INN) señalada por Collazos et al (1993). Usando la fórmula:

$$\text{Carbohidratos Totales (\%)} = 100 - (\%P + \%G + \%H + \%C + \%F)$$

3.4.4.2. Caracterización fisicoquímica

- A) Acidez:** Se utilizó la metodología descrita en la NTP 206.008:1976 (Revisada el 2011). Productos de panadería. Determinación del porcentaje de acidez titulable. (Laboratorio CERTIPEZ E.I.R.L.)
- B) Peróxido:** El índice de peróxido se determinó por el método descrito en la NTP 206.016:1981 (Revisada el 2011). Galletas. Determinación de peróxidos. (Laboratorio CERTIPEZ E.I.R.L.)
- C) Actividad de Agua:** Se utilizó el equipo de Actividad de Agua, ROTRONIC. (Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales de la Escuela de Agroindustria - Universidad Nacional del Santa).
- D) Color de la corteza y la miga:** Para la determinación del color de la corteza y la miga de los cupcakes fue utilizado el colorímetro marca KONICA MINOLTA (Laboratorio de Investigación y Desarrollo de Productos Agroindustriales de la Escuela de Agroindustria - Universidad Nacional del Santa), siguiendo el sistema CIE-Lab, determinándose los valores L* luminosidad (negro 0 / blanco 100), a* (verde-/rojo+) y b* (azul-/amarillo+). La cromacidad C* y el ángulo de tonalidad (h*), fue según Minolta, 1993.

El color de la miga fue tomado del centro de una sección interna central del cupcake, por triplicado y el color de la corteza en la parte superior del cupcake, en el punto medio.

La cromacidad fue determinada utilizando la siguiente ecuación:

$$\text{Cromacidad} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

El ángulo de tonalidad fue determinado por:

$$\text{Ángulo de tonalidad} = \text{arctg} (a^*/b^*)$$

- E) Textura:** Para este análisis se utilizó el Texturómetro de marca BROOKFIELD.
- F) Volumen específico:** Este se realizó calculando el volumen ocupado por unidad de masa (cupcake) en un recipiente lleno de alpiste. Se realizó en las Instalaciones del área de Panificación de la Planta Piloto Agroindustrial-Universidad Nacional del Santa. El volumen específico se calculó con la siguiente formula:

$$\text{Volumen Específico} = \frac{\text{Volumen del cupcake (ml)}}{\text{Masa(gr)}}$$

3.4.4.3. Análisis Sensorial

Los cupcakes fueron evaluados por 30 panelistas semientrenados, de ambos sexos y diferentes edades, pertenecientes a la Universidad Nacional del Santa, a fin de conocer el grado de aceptación de los cupcakes. Las características evaluadas fueron: Sabor, Color, Olor, Textura e Intención de compra.

La prueba se realizó a las 10 am en los paneles de degustación de la Planta Piloto Agroindustrial de la Universidad Nacional del Santa.

Por otro lado, las fichas de evaluación sensorial fueron realizadas teniendo en cuenta una escala hedónica de 9 puntos, siendo las alternativas de respuesta las siguientes: 1= Me disgusta muchísimo, 2= Me disgusta mucho, 3= Me disgusta moderadamente, 4= Me disgusta poco, 5= Ni me gusta ni me disgusta, 6= Me gusta poco, 7= Me gusta moderadamente, 8= Me gusta mucho, 9= Me gusta muchísimo. La ficha utilizada para la evaluación se encuentra en el Anexo 5.1. Las muestras se codificaran con una letra y un número, correspondientes a la formulación.

3.4.4.4. Vida Útil de los Cupcake

Para la determinación de la Vida Útil de los cupcakes elaborados con cáscaras de mango se siguió la siguiente metodología:

- 1. Almacenamiento de los cupcakes:** Los cupcakes fueron almacenados en bolsas de polietileno a temperatura ambiente (26 °C aproximadamente) en el Laboratorio de Análisis y Composición de Productos Agroindustriales de la Escuela de Agroindustria-Universidad Nacional del Santa). Los cupcakes fueron preparados teniendo en cuenta la fecha que se daría cada degustación.
- 2. Evaluación Sensorial:** Para realizar la evaluación sensorial se convocó a 30 estudiantes de la E.A.P. de Ingeniería Agroindustrial (Planta Piloto Agroindustrial-Universidad Nacional del Santa). Los panelistas tuvieron que indicar el puntaje con el que calificarían la TEXTURA de los cupcakes con diferentes formulaciones. (Ver Anexo 5.1). Con los resultados obtenidos se construyó una curva de dispersión (Días (X); Puntaje (Y)), la cual se ajustó a una línea de tendencia según corresponde, obteniendo la ecuación de esta curva (“Ecuación de deterioro”). Ésta ecuación se despejara en función del Puntaje (Y) para obtener los días, dado que se conoce el Valor mínimo aceptable en la escala de aceptabilidad sensorial que es 5,5.
- 3. Además se realizó la evaluación fisicoquímica,** que consistió en determinar el índice de peróxido de los cupcakes los días que se realizaron las evaluaciones sensoriales e instrumental. Los resultados obtenidos recibieron el mismo tratamiento que los de Evaluación Sensorial; Siendo Días (X) e Índice de Peróxido (Y), el valor mínimo aceptable para Índice de Peróxido en productos de panadería es de 5 Meq/Kg.

IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

4.1. Obtención de Harina de Cáscaras de Mango

Se obtuvo un rendimiento de 17.98% de harina de cáscaras de mango durante el proceso de secado, molienda; las partículas se redujeron hasta un diámetro de 0,1 mm, esto facilita el posterior amasado y mezclado para elaborar los cupcakes.

4.2. Análisis de las harinas

4.2.1. Caracterización Químico-Proximal

Los resultados del análisis químico proximal de la harina de trigo y harina de cáscaras de mango se muestran en la Tabla 15.

Tabla 15: Composición químico proximal de las harinas

Componentes	Harina de Trigo (g/100 g)	Harina de cáscaras de mango (g/100g)
Humedad	12,70±0,30	7,16±0.14
Ceniza	1,04 ± 0,20	2,79±0.04
Proteína	12,18±0,02	4,53±0.02
Grasa	2,27± 0.30	4,12±0.09
Carbohidratos	70,38	67,54
Fibra	1.43±0.06	13.86±0.12

Los resultados presentados en la Tabla 15 muestran que la humedad de la harina de trigo es de 12,70 g/100g, valor que

es inferior al 15 g/100g de humedad, que es el máximo permitido por la NTP 205.027:1986 Harina de Trigo para consumo doméstico y uso industrial. Asimismo la harina de cáscaras de mango presenta un contenido de humedad menor al máximo permitido por la Ficha Técnica del Qaliwarma para harinas de frutas que es 15g/100g (referencia Harina de plátano). El contenido de humedad de las harinas depende mucho del tipo de secado y el tiempo al que se somete el producto al calor.

El contenido de cenizas de la harina de trigo es de 1,04 g/100g, inferior al contenido de cenizas de la harina de cáscaras de mango 2,79 g/100g, cercanos a los reportados por Nely Vergara, 2005 (2,86 g/100g). El mango se caracteriza por tener un contenido de cenizas de 2,85 g/100g, con minerales como el calcio, potasio, magnesio, sodio, hierro y zinc (Larrrauri y col, 1996), que se conservaron en buena proporción en la harina de cáscaras de mango.

Con respecto al contenido de proteínas se obtuvo un valor de 12,18 g/100g, siendo mayor al 7 g/100g referido en el CODEX Alimentarios 152-1985, siendo el contenido de proteínas de la harina de cáscaras de mango inferior. Los componentes químicos de las harinas, principalmente las proteínas, determinan el comportamiento reológico y la calidad de las mismas. Las proteínas son los componentes más importantes de la harina de trigo por la capacidad para formar una masa viscoelástica cuando son mezcladas con agua.

Se reportó un contenido de grasa de 2,27 g/100g. Belitz y Grosch, 1997, mencionan que el contenido de grasa en la harina de trigo 1,5-2,5 g/100g de lípidos, dependiendo del índice de extracción de la harina. El contenido de grasa de la harina de cáscaras de mango fue superior al de la harina de trigo, 4,12 g/100g. Las propiedades reológicas de la masa se ven afectadas por los lípidos que no están ligados al almidón. En general, se acepta que la grasa incrementa la extensibilidad de las masas prolongando su ruptura. De la misma manera la grasa reduce la permeabilidad de la celda de gas aumentando la capacidad de retención de gas, y al mismo tiempo existe efecto sinergista entre la grasa y la proteína en el volumen del pan (Brooker, 1996). Esta característica compensa a la desventaja de la harina de cáscaras de mango frente a la harina de trigo en cuanto a los beneficios en las características reológicas ofrecida por las proteínas.

El contenido de carbohidratos en la harina fue de 70,38 g/100g, valor que se aproxima a (Bilbao, 2007), el cual menciona que la harina de trigo tiene alrededor de 70 g/100g de carbohidratos.

(Bilbao, 2007) También menciona que el contenido de fibra de una harina de trigo como máximo es de 1.50% lo cual quiere decir que nuestro resultado se encuentra dentro de los parámetros ya que se reportó una cantidad de fibra del 1,43%.

El contenido de carbohidratos en la harina de cáscaras de mango fue de 67,54 g/100g, inferior al de la harina de trigo. Se puede decir que los carbohidratos de las frutas son azúcares y en frutas cítricas, están conformados por

monosacáridos (glucosa y fructosa), oligosacáridos (sacarosa) y polisacáridos (celulosa, almidón, hemicelulosa y pectinas) (Repo y Encina, 2008).

4.2.2. Caracterización Fisicoquímica

Los resultados de la evaluación Fisicoquímica realizados a la Harina de Trigo y Harina de Cáscaras de Mango se presentan en la Tabla 16:

Tabla 16: Caracterización Físico-química de las harinas

Requisito	Harina de trigo	Harina de cáscaras de mango
Acidez	0,120 g/100 g	0.050 g/100 g
	Ácido sulfúrico	Ácido sulfúrico
Actividad de Agua	0.572 ± 0.002	0.408 ± 0.002

El contenido de acidez de la harina de trigo es de 0,120 g/100 g de ácido sulfúrico, inferior a 0,16 que es el máximo permitido por la NTP 205.027:1986 Harina de Trigo para consumo doméstico y uso industrial. La acidez de la harina de cáscaras de mango es inferior comparada con la de trigo. La acidez en harinas nos permite apreciar el grado de deterioro que han producido los microorganismos en las harinas (produciendo ácido sulfúrico).

La Aw de la harina de trigo empleada para la elaboración de cupcakes fue 0,572, valor inferior a 0,670-0,870 reportado por Jay, 1991. La Aw de la harina de cáscaras de mango fue de 0,408, inferior al de la harina de trigo, valor menor al reportado por Ana Karina Razo, 2013 (0,66-0,70)

para harina de residuos fibrosos de mango, esta A_w de agua nos garantiza la inocuidad en la harina y una larga vida de anaquel.

4.2.3. Colorimetría de las harinas

Los resultados del análisis de color de la harina de Trigo y Harina de cáscaras de mango se muestran en la Tabla 17.

Tabla 17: Colorimetría de las harinas

ANÁLISIS DE COLOR DE LAS HARINAS					
MUESTRA	a*	b*	L* Luminosidad	C* Cromaticidad	h* Angulo de tonalidad
Harina de Trigo	-1.33±0.02	8.99±0.10	96.58±0.55	9.08±0.09	81.60
Harina de Cáscaras de Mango	-1.80±0.03	23.51±0.01	85.20±0.10	23.58±0.02	85.62

En la Tabla 17 podemos observar que la harina de Trigo presenta un valor de a^* (-1.33±0.02), el cual muestra una tendencia al color verde y en b^* (8.99±0.10) una ligera tendencia al color amarillo. L^* presento un valor de (96.58±0.55) que nos indica que tiene una alta tendencia al color blanco. El ángulo de tonalidad presento un valor de 81.60 que corresponde al segundo cuadrante de las coordenadas de color (verde-amarillo), con una tendencia más al amarillo.

La cromacidad presento un valor de 9.08±0.09. Con respecto a la harina de cáscaras de mango, podemos observar que el valor presentado de b^* (23.51±0.01),

muestra una tendencia al color amarillo y en a^* (-0.80 ± 0.03) una ligera tendencia al color verde. El valor de L^* (85.20 ± 0.10) nos indica que tiene una tendencia al color blanco. El ángulo de tonalidad presento un valor de 85.62 que corresponde al primer cuadrante de las coordenadas de color (rojo-amarillo), con una tendencia más al amarillo. La cromacidad presento un valor de 23.58 ± 0.02 .

Los mangos son ricos en pigmentos amarillos que implican muchos beneficios a la salud. Los pigmentos amarillos o anaranjados con toques de rojo de los mangos se deben a la elevada concentración de carotenos, licopenos y otros agentes fitoquímicos, que además son pigmentos.

Los pigmentos carotenoides, principalmente xantofilas y compuestos flavonoides, son los responsables del color amarillo del grano de trigo y sus productos de molienda (sémola o harina) (Lepage & Sims, 1968; Miskelly, 1984).

4.2.4. Absorción de agua por las harinas

Los resultados del análisis de adsorción de agua de la harina de trigo y harina de cáscaras de mango se muestran en la Tabla 18. (Ver Anexo 2.2.2)

Tabla 18: Evaluación de la Aw de las harinas

Requisito	Aw o HR	Harina de trigo	Harina de cáscaras de mango
Ácido sulfúrico	0	0,0000	0,0000
Nitrato de sodio	0,651	10,9260	17,0799
Cloruro de sodio	0,753	37,1616	60,2301
Cloruro de Potasio	0,843	40,0904	193,9182
Cromato de potasio	0,865	48,8457	381,6388
Agua	0.95	65,2792	650,5063

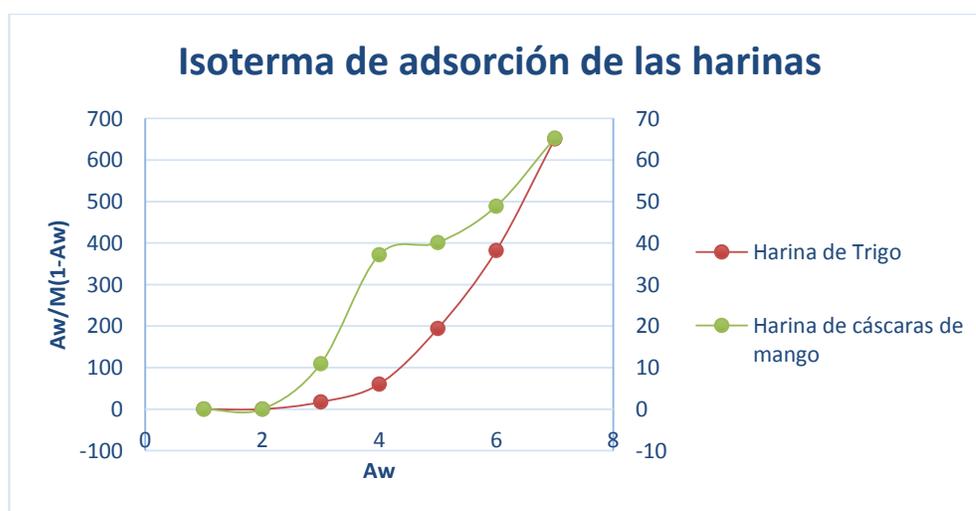


Figura 3: Isotermas de adsorción de las harinas de Trigo y Cáscaras de mango

La aw se puede definir como la fracción de contenido de agua de un producto que está libre y disponible para el crecimiento de microorganismos y para llevar a cabo diversas reacciones químicas que afectan a su estabilidad, y es el concepto comúnmente empleado para correlacionar

el contenido de agua con la calidad de un alimento (Labuza, 1971). El conocimiento de la relación de la a_w y el contenido de humedad de equilibrio de los materiales alimenticios es importante para predecir los cambios en sus propiedades físicas, químicas y biológicas que ocurren durante el almacenamiento y transformación (Moreira y col, 2008).

De la gráfica presentada se observó que la isoterma muestra forma sigmoidea correspondiente a la clasificación de Tipo II. Las isotermas sigmoideas se dividen generalmente en tres regiones, la región I que corresponde a $A_w < 0,22$, que se refiere a la adsorción de agua en la capa monomolecular (X_0), la región II para A_w entre $0,22 - 0,73$, correspondiente a la adsorción de agua en capas adicionales a la X_0 , y la región III para A_w entre $0,73 - 1,0$, correspondiente a la condensación de agua en los poros del material seguida por la solubilidad del material.

La harina de cáscaras de mango presenta un incremento en su capacidad higroscópica a partir del punto $0,4$ de A_w , por lo que para su almacenamiento se debe considerar mantener a niveles inferiores de HR.

4.2.5. Granulometría de las harinas

Los resultados del análisis de granulometría de harina de trigo y harina de cáscaras de mango se muestran en la Tabla. (Ver Anexo 2.2.3)

Tabla 19: Análisis de forma diferencial y acumulativa de harina de Trigo y harina de cáscara de mango

Diámetro medio Dpi (mm)	Harina de Trigo		Harina de Cascara de Mango	
	Fracción Másica retenida	Fracción Másica acumulativa	Fracción Másica retenida	Fracción másica acumulativa
0,09	0,314	0,314	0,656	0,656
0,153	0,496	0,81	0,185	0,841
0,108	0,135	0,945	0,078	0,919
0,083	0,044	0,989	0,058	0,977
0,054	0,011	1	0,023	1

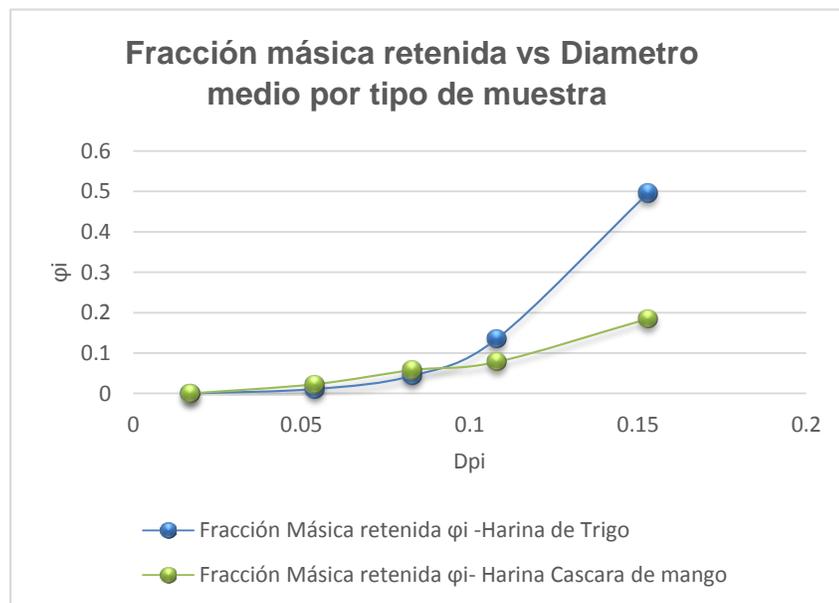


Figura 4: Fracción másica retenida de harina de trigo y harina de cascara de mango.

El tamaño de partícula, también es otra propiedad importante (Fuentes, 1998), ya que dependiendo de su granulometría (se recomiendan tamaños de 50 a 800 μm) (Martínez-Bustos et al., 2005) será el tipo de alimento en el que se incorpore, pudiendo añadirse como fibra perceptible o imperceptible (Zhang y Moore, 1999; Cruz, 2002). Además de las propiedades mencionadas anteriormente, se evalúa la capacidad de retención de agua (CRA), que expresa la máxima cantidad de agua que puede ser retenida por una fibra en presencia de un exceso de agua y bajo la acción de una fuerza patrón (Tamayo y Bermúdez, 1998). Esta propiedad se relaciona con el efecto de frescura y suavidad que se presenta en los productos de panificación.

De la evaluación granulométrica se evidencio que cuando el tamaño de partícula de harina de cascara de mango es 0,054 mm la cantidad de masa que pasa por el tamiz es similar a la cantidad de masa de harina de trigo comercial, lo cual nos indica que a este tamaño de partícula se obtendrá mejores resultados en la sustitución de harina de trigo por harina de cascara de mango en la formulación de cupcakes.

4.3. Evaluación de los Cupcakes

4.3.1. Caracterización químico-proximal

A) Humedad

En las Tablas 20, 21 y 22, se muestran los resultados de los análisis de humedad realizados a los cupcakes de diferentes formulaciones.

Tabla 20: Porcentaje de humedad de los cupcakes de diferentes formulaciones

Formulación	%Humedad g/100 g
F0	24,68±0,07
F1	25,03±0,07
F2	25,47±0,21
F3	27,36±0,09
F4	27,77±0,10

Tabla 21: Análisis de varianza para el porcentaje de humedad de los cupcakes de diferentes formulaciones

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Formulaciones	23.7966	4	5.94915	408.6000	0.0000
Error	0.1456	10	0.01456		
Total (Corr.)	23.9422	14			

CV total = 5,01815%

Tabla 22: Pruebas de Múltiple Rangos para humedad por Formulaciones (Method: 95.0 Tukey HSD)

Formulaciones	Casos	Media	Grupos Homogéneos
F0	3	24.6767	X
F1	3	25.0267	X
F2	3	25.4700	X
F3	3	27.3600	X
F4	3	27.7667	X

La humedad es un parámetro importante para los productos de panificación y bollería, según la Norma Técnica Peruana 206.011:1981 (Revisada el 2011) y la Norma Sanitaria para la Fabricación, elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería por RM N° 1020-210/MINSA, la humedad máxima permisible en este tipo de productos es 40%, según la Tabla 22, se puede observar que las diferentes formulaciones de Cupcakes cumplieron con este requisito pues la humedad de los Cupcakes está en un rango de 24,68 % - 27,77 %, además ésta incrementa de manera directamente proporcional al contenido de Harina de cáscaras de mango, correspondiente a cada formulación. Esto debido a la capacidad de absorción de agua que tiene la harina de cáscaras de mango frente a la harina de trigo. Lo que hace que el cupcake con mayor proporción de sustitución de harina de trigo presenta mayor humedad que el cupcake control.

B) Cenizas

En la Tabla 23, se muestran los resultados de los análisis de cenizas realizados a los cupcakes de diferentes formulaciones.

Tabla 23: Porcentaje de cenizas de los cupcakes de diferentes formulaciones

Formulación	%Cenizas g/100 g
F0	3,067 ± 0,006
F1	3,080 ± 0,000
F2	3,083 ± 0,006
F3	3,153 ± 0,006
F4	3,177 ± 0,006

Tabla 24: Análisis de varianza para el porcentaje de cenizas de los cupcakes de diferentes formulaciones

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Formulaciones	0.029373300	4	0.0073433300	275.3700	0.0000
Error	0.000266667	10	0.0000266667		
Total (Corr.)	0.029640000	14			

CV total=1,47855%

Tabla 25: Pruebas de Múltiple Rangos para cenizas por Formulaciones (Method: 95.0 Tukey HSD)

Formulaciones	Casos	Medias	Grupos Homogéneos
F0	3	3.06667	X
F1	3	3.08000	X X
F2	3	3.08333	X
F3	3	3.15333	X
F4	3	3.17667	X

El porcentaje de contenido de cenizas establecido como Límite máximo permisible por la Norma Sanitaria para la Fabricación, Elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería RM N° 1020-2010/MINSA para Bizcochos y similares con y sin relleno es de 3 %.

Se evidenció que no hay diferencia significativa entre la formulación F1 y la formulación control F0 para el contenido de cenizas. Asimismo el contenido de cenizas incrementa a medida que aumenta la participación de harina de cáscaras de mango en la formulación del cupcake, esto debido a que el contenido de cenizas de la harina de cascara de mango es superior al de la harina de trigo.

C) Proteína

En la Tabla 26, se muestran los resultados de los análisis de proteína realizados a los cupcakes de diferentes formulaciones.

Tabla 26: Porcentaje de proteína de los cupcakes de diferentes formulaciones

Formulación	% Proteína g/100 g
F0	9.153 ± 0.010
F1	8.933 ± 0.020
F2	8.700 ± 0.070
F3	8.323 ± 0.070
F4	8.217 ± 0.040

Tabla 27: Análisis de varianza para el porcentaje de proteína de los cupcakes de diferentes formulaciones

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Formulaciones	1.8883100	4	0.47207700	204.6600	0.0000
Error	0.0230667	10	0.00230667		
Total (Corr.)	1.9113700	14			

CV total= 4,26406%

Tabla 28: Pruebas de Múltiple Rangos para proteína por Formulaciones (Method: 95.0 Tukey HSD)

Formulaciones	Casos	Media	Grupos Homogéneos
F4	3	8.21667	X
F3	3	8.32333	X
F2	3	8.70000	X
F1	3	8.93333	X
F0	3	9.15333	X

En la Tabla 28, observamos que el contenido de Proteína disminuye directamente proporcional a la

sustitución de harina de trigo por harina de Cáscaras de Mango, ya que esta última presenta un menor contenido proteico en su composición (4,53 g/100 g), respecto al contenido de la primera (12,18 g/100g). Nely Vergara, 2005 reportó un contenido de proteína de $8,30\pm 0,03$ en Galleta con fibra de mango y $9,10\pm 0,05$ en Galleta con germen de trigo, asimismo un valor de $10,20\pm 0,22$ en Pan de molde con fibra de mango y $11,40\pm 0,08$ en Pan de molde con germen de trigo.

De la prueba de múltiples rangos se observó que no hay diferencia significativa entre la formulación F1 y el control F0.

D) Grasa

En la Tabla 29, se muestran los resultados de los análisis de grasa realizados a los cupcakes de diferentes formulaciones.

Tabla 29: Porcentaje de grasa de los cupcakes de diferentes formulaciones

Formulación	% Grasa g/100 g
F0	23.30 ± 0.06
F1	23.45 ± 0.05
F2	23.82 ± 0.08
F3	24.33 ± 0.14
F4	24.54 ± 0.06

Tabla 30: Análisis de varianza para el porcentaje de grasa de los cupcakes de diferentes formulaciones

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Formulaciones	3.5012	4	0.87530	122.9400	0.0000
Error	0.0712	10	0.00712		
Total (Corr.)	3.5724	14			

CV total= 2,11446 %

Tabla 31: Pruebas de Múltiple Rangos para grasa por Formulaciones (Method: 95.0 Tukey HSD)

Formulaciones	Casos	Medias	Grupos Homogéneos
F0	3	23.3000	X
F1	3	23.4533	X
F2	3	23.8200	X
F3	3	24.3333	X
F4	3	24.5433	X

De la Tabla 29, observamos que el porcentaje de contenido de grasa incrementa a razón del incremento de la sustitución de harina de trigo por harina de cáscaras de mango, debido a que el contenido de grasa de la Cáscara de Mango es 4,12 g/100g, valor superior al 2,27 g/100 g que es el contenido de grasa de la Harina de Trigo

Nely Vergara, 2005 reportó valores de $13,02 \pm 0,25$ en Galletas con fibra de mango, y $11,02 \pm 0,08$ en Pan de molde con fibra de mango.

La grasa recubre las partículas de harina, evitando que se forme el gluten cuando las proteínas tengan contacto con el agua, razón por la que la masa no está ligada fuertemente y la textura no es viscosa, sino mantecosa y desmenuzable (formación de migas).

Se presentaron 3 grupos homogéneos, uno de los cuales corresponde a las formulaciones F0 y F1, ya que no hay diferencia significativa entre el contenido de grasa de las mismas.

E) Fibra

En la Tabla 32, se muestran los resultados de los análisis de fibra realizados a los cupcakes de diferentes formulaciones.

Tabla 32: Porcentaje de fibra de los cupcakes de diferentes formulaciones

Formulación	%Fibra g/100g
F0	0.26±0.00
F1	0.45±0.01
F2	0.78±0.04
F3	1.25±0.02
F4	1.34±0.03

Tabla 33: Análisis de varianza para el porcentaje de fibra de los cupcakes de diferentes formulaciones

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Formulaciones	2.74783000	4	0.686957000	1304.3500	0.0000
Error	0.00526667	10	0.000526667		
Total (Corr.)	2.75309000	14			

CV total=19,2559%

Tabla 34: Pruebas de Múltiple Rangos para Fibra por Formulaciones (Method: 95.0 Tukey HSD)

Formulaciones	Casos	Media	Grupos Homogéneos
F0	3	0.260000	X
F1	3	0.446667	X
F2	3	0.783333	X
F3	3	1.253330	X
F4	3	1.343330	X

En la Tabla 32, se observa que porcentaje de fibra va aumentando en cada formulación respecto al incremento en sustitución de harina de trigo, dado que la harina de cáscara de mango es una fuente importante de fibra. El contenido de fibra de los Cupcakes elaborados con harina de cáscaras de mango está en un rango entre 0,45 – 1,34 g/100g, incrementando a razón de la participación de harina de cáscaras de mango en la formulación de los cupcakes, debido al mayor contenido de fibra bruta que posee esta.

Nely Vergara, 2005 reportó contenidos de fibra de $6,00 \pm 0,38$ % y $7,10 \pm 0,48$ % para Galleta con fibra de

mango y Pan con fibra de mango respectivamente, valores superiores a los reportados para Galletas con germen de trigo ($1,30 \pm 0,30$) y Pan con germen de trigo ($9,90 \pm 0,140$).

F) Carbohidratos

En la Tabla 35 se muestran los resultados de los análisis de carbohidratos realizados a los cupcakes de diferentes formulaciones.

Tabla 35: Porcentaje de carbohidratos de los cupcakes de diferentes formulaciones

Formulación	Carbohidratos
F0	$39,54 \pm 0,09$
F1	$39,06 \pm 0,04$
F2	$38,14 \pm 0,21$
F3	$35,58 \pm 0,05$
F4	$34,95 \pm 0,09$

El porcentaje de carbohidratos va disminuyendo en cada formulación respecto al incremento en el porcentaje de harina de cáscaras de mango, esto debido a que la cáscara de mango contiene menor cantidad de carbohidratos comparado con la harina de trigo.

4.3.2. Caracterización fisicoquímica

A) Acidez

En la Tabla 36, se presentan los resultados de la evaluación de Acidez de los cupcakes a diferentes formulaciones. El porcentaje de acidez está expresado en Meq-ácido láctico.

Tabla 36: Valores de Acidez de los cupcakes con diferentes formulaciones.

Formulación	%Acidez (Ácido láctico)
F0	0.32±0.02
F1	0.35±0.02
F2	0.41±0.01
F3	0.53±0.01
F4	0.55±0.01

Tabla 37: Análisis de varianza para el porcentaje de Acidez de los cupcakes de diferentes formulaciones

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Formulaciones	0.13126700	4	0.032816700	223.7500	0.0000
Error	0.00146667	10	0.000146667		
Total (Corr.)	0.13273300	14			

CV Total= 8,4711%

Tabla 38: Pruebas de Múltiple Rangos para acidez por Formulaciones (Method: 95.0 Tukey HSD)

Formulaciones	Casos	Medias	Grupos Homogéneos
F0	3	0.323333	X
F1	3	0.346667	X
F2	3	0.413333	X
F3	3	0.530000	X
F4	3	0.553333	X

Se observa como la acidez de los cupcakes con diferentes formulaciones aumenta a medida que va incrementando la concentración de harina de cáscaras de mango, oscilando en un rango entre 0,35 – 0,55 g/100g ácido láctico. La acidez de los cupcakes cumple con el límite máximo permitido por la Norma Sanitaria para la Fabricación, elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería por RM N° 1020-210/MINSA), la cual dice que un bizcocho debe tener como máximo 0.70% de Acidez (expresada en Ácido Láctico).

B) Índice de Peróxido

En la Tabla 39, se presentan los resultados de la evaluación de Índice de Peróxido de los cupcakes a diferentes formulaciones. El índice de peróxido esta expresado en meq/Kg de grasa.

Tabla 39: Valores de Índice de Peróxido de los cupcakes con diferentes formulaciones.

Formulación	Índice de Peróxido (meq/Kg de grasa)
F0	0.12±0.02
F1	0.20±0.02
F2	0.23±0.01
F3	0.26±0.01
F4	0.33±0.02

Tabla 40: Análisis de varianza para el Índice de peróxido de los cupcakes de diferentes formulaciones

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Formulaciones	0.07110670	4	0.017776700	70.1700	0.0000
Error	0.00253333	10	0.000253333		
Total (Corr.)	0.07364000	14			

CV total= 19,4356%

Tabla 41: Pruebas de Múltiple Rangos para Índice de Peróxido por Formulaciones (Method: 95.0 Tukey HSD)

Formulaciones	Casos	Media	Grupos Homogéneos
F0	3	0.120000	X
F1	3	0.200000	X
F2	3	0.233333	X
F3	3	0.256667	X
F4	3	0.330000	X

El índice de peróxido de los cupcakes cumple con el límite máximo permitido por la Norma Sanitaria para la Fabricación, elaboración y Expendio de Productos de Panificación, Galletería y Pastelería por RM N° 1020-210/MINSA), la cual dice que un bizcocho debe tener como máximo 5 meq/Kg de grasa. El incremento del valor de Índice de peróxido está relacionado directamente al contenido de grasa de cada formulación, la cual va en incremento.

C) Actividad de Agua:

En la Tabla 42, se presentan los resultados de la evaluación de la Actividad de Agua de los cupcakes a diferentes formulaciones.

Tabla 42: Valores de Índice de Actividad de Agua de los cupcakes con diferentes formulaciones.

Formulación	Actividad de Agua
F0	0.703 ± 0.006
F1	0.717 ± 0.001
F2	0.719 ± 0.001
F3	0.728 ± 0.002
F4	0.734 ± 0.002

Los valores de Actividad de Agua obtenidos de la evaluación de los cupcakes con diferentes formulaciones oscilan entre 0.703 – 0.734. La gran mayoría de los microorganismos requiere valores de actividad de agua muy altos para poder crecer.

Los valores mínimos de actividad para diferentes tipos de microorganismos son, los siguientes: bacterias $A_w > 0.90$, levaduras $A_w > 0.85$, hongos filamentosos $A_w > 0.80$. Esto nos garantiza la inocuidad del producto, además de aportar información para las consideraciones de almacenamiento.

D) Textura:

En la Tabla 43, se presentan los resultados de la evaluación de la Textura de los cupcakes a diferentes formulaciones.

Tabla 43: Valores de Índice de Textura de los cupcakes con diferentes formulaciones.

Formulación	Textura (mJ)
F0	29.86 ± 0.17
F1	26.35 ± 0.41
F2	43.58 ± 1.18
F3	43.59 ± 1.23
F4	55.96 ± 1.35

Tabla 44: Análisis de varianza para el porcentaje de Textura de los cupcakes de diferentes formulaciones

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Formulaciones	1709.2400	4	427.30900	434.0500	0.0000
Error	9.8448	10	0.98448		
Total (Corr.)	1719.0800	14			

CV total= 17,7950%

Tabla 45: Pruebas de Múltiple Rangos para Textura por Formulaciones (Method: 95.0 Tukey HSD)

Formulaciones	Casos	Media	Grupos Homogéneos
F0	3	26.3467	X
F1	3	29.9267	X
F2	3	43.5800	X
F3	3	43.5900	X
F4	3	55.9633	X

Los valores de Textura (expresados como fuerza para romper la corteza - mJ) obtenidos de la evaluación de los cupcakes con diferentes formulaciones demuestran que va aumentando en cada formulación respecto al incremento en el % de harina de cáscaras de mango.

La textura está relacionada directamente a la presencia de proteínas de la harina (que van disminuyendo a medida que aumenta la participación de harina de cascaras de mango), estas proteínas unidas a las proteínas del huevo (albúmina) son responsables de la formación de las finas estructuras que retiene el dióxido, de carbono producido por acción del polvo de hornear, en la masa del cupcake, lo que induce al aumento de tamaño/volumen de este, responsable también de la “esponjosidad”.

E) Color de la corteza y miga

En las Tablas 46 y 47, se presentan los resultados de la evaluación del Color de la corteza y miga (Cromacidad – C*) de los cupcakes a diferentes formulaciones.

Tabla 46: Valores del Color de la corteza de los cupcakes con diferentes formulaciones.

Formulaciones	A*	B*	L*	C*	H*
F0	4,02	40,34	62,05	40,54	0,10
F1	3,00	36,47	59,09	36,59	0,08
F2	3,44	39,67	60,39	39,82	0,09
F3	3,17	39,49	57,35	39,62	0,08
F4	2,84	40,22	58,29	40,32	0,07

Con respecto a la corteza de cupcakes, podemos observar que el valor presentado de b^* para las diferentes formulaciones muestra una tendencia al color amarillo y en a^* una ligera tendencia al color rojo. El valor de L^* nos indica que a mayor porcentaje de harina de cascara de mango, los cupcakes tienen mayor tendencia a la oscuridad. El ángulo de tonalidad presento un valor de entre 0,10 a 0,07 y va disminuyendo en relación a mayor porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de cascara de mango lo que nos indica que corresponde al primer cuadrante de las coordenadas de color (rojo-amarillo), con una tendencia más al amarillo. La cromacidad aumenta en relación al aumento de porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de cascara de mango.

Tabla 47: Valores del Color de la corteza de los cupcakes con diferentes formulaciones.

Formulaciones	A*	B*	L*	C*	H*
F0	-3,82	25,30	71,00	25,59	-3,82
F1	0,54	31,71	61,15	31,71	0,54
F2	-0,16	27,94	62,96	27,94	-0,16
F3	0,74	33,57	61,00	33,58	0,74
F4	0,92	35,14	56,96	35,15	0,92

Con respecto a la miga de cupcakes, podemos observar que el valor presentado de b^* para las diferentes formulaciones muestra una tendencia al color amarillo y en a^* una ligera tendencia al color rojo. El valor de L^* nos indica que a mayor porcentaje de harina de cascara de mango, los cupcakes tienen mayor tendencia a la oscuridad. El ángulo de tonalidad presento un valor de entre 0,10 a 0,07 y va disminuyendo en relación a mayor porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de cascara de mango lo que nos indica que corresponde al primer cuadrante de las coordenadas de color (rojo-amarillo), con una tendencia más al amarillo. La cromacidad aumenta en relación al aumento de porcentaje de sustitución de harina de trigo por harina de cascara de mango.

F) Volumen específico

En la Tabla 48, se presentan los resultados de la evaluación del volumen específico de los cupcakes a diferentes formulaciones.

Tabla 48: Valores de volumen específico de los cupcakes con diferentes formulaciones

Formulación	Volumen específico (ml/g)
F0	2.63 ± 0.03
F1	2.50 ± 0.05
F2	2.41 ± 0.03
F3	2.34 ± 0.30
F4	2.28 ± 0.30

Según Dendy y Dobraszczyk (2001) las proteínas de gluten son considerados responsables de la formación de la estructura que retiene el gas dióxido de carbono de la masa de pan producido por las levaduras durante la panificación lo que induce al aumento del tamaño y/o volumen del pan. Es por ello que podemos notar que, a medida que aumenta la sustitución de harina de trigo, disminuirá la cantidad de gluten presente en la masa y por lo tanto el volumen específico y altura serán menores. De allí que se obtuvieron valores más altos de volumen específico y altura en los cupcakes cuyo porcentaje de sustitución ha sido menor. Este comportamiento también lo ve Yglesias y Zumarán (2013) en la elaboración de panes de trigo sustituidos con Kiwicha y espárrago donde observa que a medida que se aumenta la sustitución de la harina de trigo se reducen los parámetros físicos tales como diámetro, grosor, y volumen específico.

4.4. Evaluación Sensorial de los Cupcakes

4.4.1. Evaluación Sensorial del Color de los Cupcakes

En la Tabla 49 se presentan los Resultados Promedios de la Escala Hedónica obtenidos para cada formulación, para el indicador COLOR

Tabla 49: Valores obtenidos de Panel sensorial de evaluación de cupcakes – Indicador COLOR

Formulación	Puntaje Promedio Obtenido - COLOR
F0	7.63
F1	6.90
F2	6.47
F3	5.83
F4	5.73

El puntaje obtenido para el indicador COLOR, disminuye a medida que aumenta el porcentaje de sustitución parcial de harina de trigo por harina de mango, siendo el más aceptable el cupcake de formulación FO (control) que es similar a los que son comúnmente comercializados en el mercado local.

Tabla 50: Análisis de varianza para el Indicador COLOR de los cupcakes de diferentes formulaciones

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Formulaciones	68.7600	4	17.1900	7.2900	0.0001
Error	341.9300	145	2.3600		
Total (Corr.)	410.3900	149			

CV total=18,89%

Tabla 51: Pruebas de Múltiple Rangos para COLOR por Formulaciones (Alfa=0.05 Tukey HSD)

Formulaciones	n	Media	Grupos Homogéneos
F0	30	7.63	A
F1	30	6.90	B
F2	30	6.47	B
F3	30	5.83	B
F4	30	5.73	B

Se han identificado 2 Grupos Homogéneos, uno correspondiente al cupcake control y el otro a los cupcakes elaborados con sustitución parcial de harina de trigo por harina de cáscaras de mango, la aceptabilidad del color de los Cupcakes de los cupcakes con cáscaras de mango no presentan diferencias significativas para los 30 panelistas.

4.4.2. Evaluación Sensorial del Sabor de los Cupcakes

En la Tabla 52 se presentan los Resultados Promedios de la Escala Hedónica obtenidos para cada formulación, para el indicador SABOR.

Tabla 52: Valores obtenidos de Panel sensorial de evaluación de cupcakes – Indicador SABOR

Formulación	Puntaje Promedio Obtenido - SABOR
F0	7.67
F1	7.53
F2	6.47
F3	6.47
F4	6.47

El puntaje obtenido para el indicador SABOR, disminuye a medida que aumenta el porcentaje de sustitución parcial de harina de trigo por harina de mango, siendo el más aceptable el cupcake de formulación FO (control) y menos aceptables (comparados con el control), los cupcakes de formulaciones F2, F3 y F4.

Esto puede estar relacionado al alto contenido de harina de cáscara de mango, que posee un sabor característico intenso, el cual no es muy común en los alimentos de panadería normalmente comercializados.

Tabla 53: Análisis de varianza para el indicador SABOR de los cupcakes de diferentes formulaciones

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Formulaciones	46.5100	4	11.6300	5.1000	0.0007
Error	330.5300	145	2.2800		
Total (Corr.)	377.0400	149			

CV total= 19,82%

Tabla 54: Pruebas de Múltiple Rangos para SABOR por Formulaciones (Alfa=0.05 Tukey HSD)

Formulaciones	n	Media	Grupos Homogéneos
F0	30	7.67	A
F1	30	7.53	A
F2	30	6.47	B
F3	30	6.47	B
F4	30	6.47	B

Se han identificado 2 Grupos Homogéneos, donde medias con una letra en común no son significativamente diferentes a un nivel de significancia del 95%. Entre F1 y F0 (Control), no hay diferencia significativa, es decir son aceptables en igual grado por el panel consultado.

4.4.3. Evaluación Sensorial de Textura de los Cupcakes

En la Tabla 55 se presentan los Resultados Promedios de la Escala Hedónica obtenidos para cada formulación, para el indicador TEXTURA.

Tabla 55 Valores obtenidos de Panel sensorial de evaluación de cupcakes – Indicador TEXTURA

Formulación	Puntaje Promedio Obtenido - TEXTURA
F0	8.00
F1	7.57
F2	6.50
F3	6.07
F4	5.83

El puntaje obtenido para el indicador TEXTURA, disminuye a medida que aumenta el porcentaje de sustitución parcial de harina de trigo por harina de mango, siendo el más aceptable el cupcake de formulación FO (control) y menos aceptables (comparados con el control), la formulación F4, que es la que tiene mayor porcentaje de sustitución de harina de trigo. El contenido de proteínas disminuye a medida que incrementa la sustitución de harina de trigo por harina de cáscaras de mango, lo que resulta en la reducción de retención de dióxido de carbono de la masa del cupcake, lo que induce a la disminución de tamaño y/o volumen de este, responsable también de la esponjosidad. Por ello el bajo puntaje obtenido para el indicador TEXTURA.

Tabla 56: Análisis de varianza para el indicador Textura de los cupcakes de diferentes formulaciones

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Formulaciones	107.6900	4	26.9200	10.4700	0.0001
Error	372.9000	145	2.5700		
Total (Corr.)	480.5900	149			

Tabla 57: Pruebas de Múltiple Rangos para TEXTURA por Formulaciones (Alfa=0.05 Tukey HSD)

Formulaciones	n	Media	Grupos Homogéneos
F0	30	8.00	A
F1	30	7.57	A B
F2	30	6.50	B C
F3	30	6.07	C
F4	30	5.83	C

Se han identificado 3 Grupos Homogéneos, donde medias con una letra en común no son significativamente diferentes a un nivel de significancia del 95%. Entre F1 y FO (Control), no hay diferencia significativa, es decir son aceptables en igual grado por el panel consultado, igual situación entre FI-F2 y F2-F3. De la prueba de múltiples rangos podemos deducir que F0 y F1 son igualmente aceptables por el panel consultado.

4.4.4. Evaluación de la Intención de compra de los Cupcakes

En la Tabla 58 se presentan los Resultados Promedios de la Escala Hedónica obtenidos para cada formulación, para el indicador INTENCION DE COMPRA.

Tabla 58: Valores obtenidos de Panel sensorial de evaluación de Cupcakes – Indicador INTENCION DE COMPRA

Formulación	Puntaje Promedio Obtenido – INTENCION DE COMPRA
F0	4.57
F1	4.33
F2	3.70
F3	3.37
F4	3.17

El puntaje obtenido para el indicador INTENCION DE COMPRA, disminuye a medida que aumenta el porcentaje de sustitución parcial de harina de trigo por harina de mango, siendo el más aceptable los Cupcakes de formulación FO (control) y menos aceptables (comparados

con el control), las formulaciones F2, F3 y F4, que tienen mayor porcentaje de sustitución de harina de trigo.

Tabla 59: Análisis de varianza para el indicador Intención de compra de los cupcakes de diferentes formulaciones

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Formulaciones	44.0300	4	11.0100	11.2800	0.0001
Error	141.4700	145	0.9800		
Total (Corr.)	185.4900	149			

Tabla 60: Pruebas de Múltiple Rangos para Intención de compra por Formulaciones (Alfa=0.05 Tukey HSD)

Formulaciones	n	Media	Grupos Homogéneos
F0	30	4.57	A
F1	30	4.33	A B
F2	30	3.70	B C
F3	30	3.37	C
F4	30	3.17	C

Se han identificado 3 Grupos Homogéneos. Entre F1 y F0 (Control), no hay diferencia significativa, es decir son aceptables en igual grado por el panel consultado, igual situación entre F1-F2 y F2-F3. De la prueba de múltiples rangos podemos deducir que F0 y F1 comparten una INTENCION DE COMPRA similar para el panel consultado. Esto nos muestra que de ser puesto en comercialización el cupcake de formulación F0 puede competir con el control (F0).

4.5. Vida Útil de los Cupcakes

4.5.1. Evaluación sensorial

La evaluación de la vida útil se realizó en las instalaciones de la Planta Piloto Agroindustrial, con 30 panelistas semientrenados a los que se les presentaron las muestras de cada formulación debidamente codificadas, esta evaluación se realizó durante 10 días. Para la determinación de la Vida Útil días, se reemplazó la variable “Puntaje” en la ecuación de correspondiente a la cinética de deterioro de cada formulación, el valor límite establecido para “Textura Sensorial” fue de 5.50 de la escala de Karlsruhe.

Tabla 61: Resultados obtenidos de la evaluación sensorial

Día	F0	F1	F2	F3	F4
1	8,8	7,5	7,8	7,3	6,0
3	8,2	7,0	7,2	6,7	5,2
5	7,9	6,7	6,8	6,4	4,7
7	7,8	6,5	6,6	6,1	4,4
10	7,5	6,3	6,3	6,0	4,1

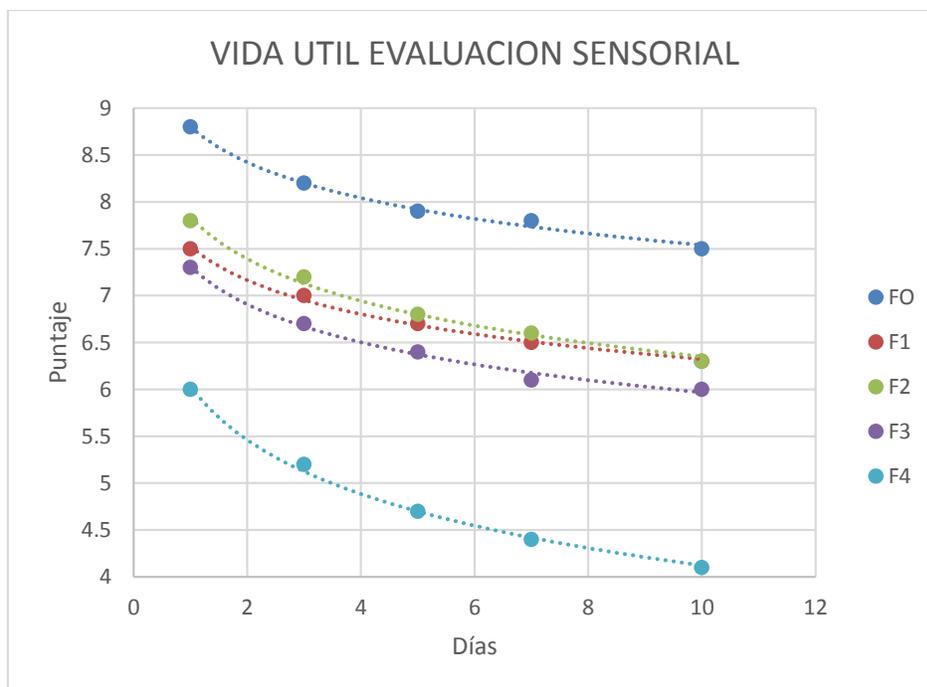


Figura 5: Variación de Textura Sensorial respecto a los días

La retrogradación está directamente relacionada con el envejecimiento de los productos de panadería (“endurecimiento”), esto es porque durante la cocción, parte de la amilosa se difunde fuera del granulo y retrograda en el momento de su enfriamiento, de tal manera que los restos de granulo (ahora ricos en amilopectina) se ven rodeados por moléculas del polímero lineal; se considera que el envejecimiento se debe a la asociación de cadenas de amilopectina dentro del granulo, después de haber perdido parte de amilosa.

La aceptabilidad de los cupcakes expresados con el indicador “Textura”, va decayendo a través de los días y directamente proporcional al incremento de sustitución de harina de trigo por harina de cáscaras de mango.

Tabla 62: Ecuaciones ajustadas de línea de tendencia – vida Útil

Formulaciones	Ecuación	R ²	Vida Útil (Días)
F0	$Días = e^{\left(\frac{Puntaje-8,8035}{-0,549}\right)}$	0,9937	410
F1	$Días = e^{\left(\frac{Puntaje-7,5272}{-0,523}\right)}$	0,9957	48
F2	$Días = e^{\left(\frac{Puntaje-7,8402}{-0,647}\right)}$	0,9930	37
F3	$Días = e^{\left(\frac{Puntaje-7,3117}{-0,583}\right)}$	0,9922	22
F4	$Días = e^{\left(\frac{Puntaje-6,0376}{-0,832}\right)}$	0,9964	2

4.5.2. Evaluación Físicoquímica – Índice de Peróxido

La evaluación fue realizada por un laboratorio contratado, se determinó el Índice de peróxido a lo largo de 6 días.

Tabla 63: Resultados obtenidos de índice de peróxido de los Cupcakes

Día	F0	F1	F2	F3	F4
1	0,11	0,21	0,24	0,25	0,32
2	0,13	0,25	0,27	0,28	0,39
4	0,18	0,33	0,35	0,40	0,57
5	0,21	0,37	0,41	0,48	0,62
6	0,25	0,42	0,50	0,55	0,77

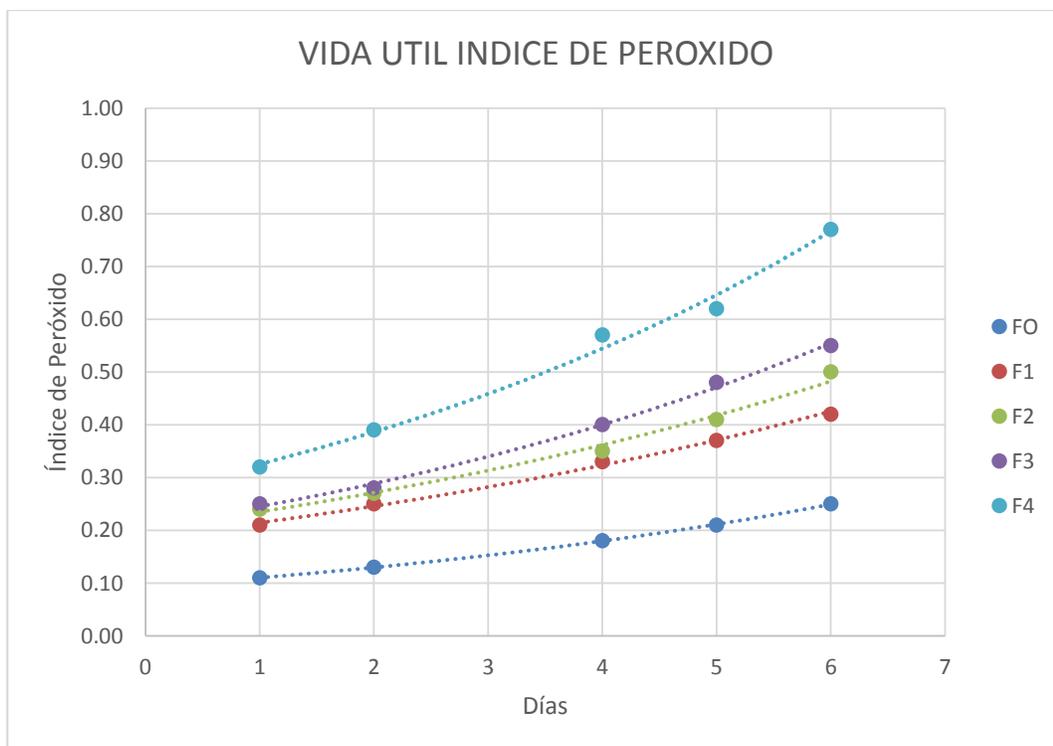


Figura 6: Variación del Índice de Peróxido respecto a los días

El valor de índice de peróxido aumenta a medida que pasan los días. A mayor participación de harina de cascara de mango en la formulación de los cupcakes, el contenido de grasa es mayor. El Índice de Peróxidos se expresa como los miliequivalentes de oxígeno activo presentes en 1000 g de aceite o grasa, y nos proporciona información sobre el grado de oxidación de un aceite. En las primeras etapas de la rancidez oxidativa se producen diversos peróxidos que modifican las propiedades sensoriales de la grasa, razón por la cual la aceptabilidad sensorial del producto también disminuye con los días

Tabla 64: Ecuaciones ajustadas de línea de tendencia – vida Útil

Formulaciones	Ecuación	R²	Vida Útil (Días)
F0	$Días = \left[\ln \left(\frac{IPmax}{0.0936} \right) \right] / 0.1631$	0,9998	25
F1	$Días = \left[\ln \left(\frac{IPmax}{0.1869} \right) \right] / 0.1371$	0,9961	24
F2	$Días = \left[\ln \left(\frac{IPmax}{0.2035} \right) \right] / 0.1438$	0,9911	22
F3	$Días = \left[\ln \left(\frac{IPmax}{0.208} \right) \right] / 0.1635$	0,9963	19
F4	$Días = \left[\ln \left(\frac{IPmax}{0.2743} \right) \right] / 0.1714$	0,9917	17

4.5.3. Elección de la mejor formulación de cupcake con harina de cáscaras de mango

La elección de la mejor formulación de cupcakes con harina de cáscaras de mango, se realizó en base al contenido de grasa, fibra, aceptabilidad sensorial (SABOR) y Vida Útil

Tabla 65: Resumen características químico-proximales, fisicoquímicas, sensoriales y vida útil de los Cupcakes

	F0	F1	F2	F3	F4
Grasa (g/100 g)	23.30	23.45	23.82	24.33	24.54
Fibra (g/100 g)	0.26	0.45	0.78	1.25	1.34
Aceptabilidad SABOR	7.67	7.53	6.47	6.47	6.47
Vida Útil IP	25	24	22	19	17
Vida Útil Sensorial	410	48	37	22	2

De la Tabla 65, podemos observar que la formulación que presenta mayor contenido de grasa y fibra, características proximales apreciables del mango, es la formulación F4,

que a su vez tiene un bajo grado de aceptabilidad para el indicador SABOR y la menor vida Útil, que son características determinantes si se desea comercializar el producto posteriormente. Por eso se eligió a formulación F1 como la mejor, por presentar mayor Vida Útil, respecto del control F0, y un grado de aceptabilidad para indicador SABOR cercano al del control F0; además contiene cantidad considerable de fibra.

V. CONCLUSIONES

- Se aprovecharon las cáscaras de mango, resultantes del proceso “Elaboración de Néctar de Maracuyá Mango” de la empresa La Morina S.A. en la formulación y elaboración de Cupcakes.
- Se obtuvo harina de las cáscaras de mango (*Mangifera Indica L.*) mediante el proceso de secado con aire caliente, el rendimiento fue de 17.98%.
- La Actividad de agua (A_w) de la harina obtenida de los residuos agroindustriales – cáscaras de mango (*Mangifera Indica L.*) fue 0.408 ± 0.002 .
- La harina obtenida tiene una composición de 7,16 g/100 g de humedad; 2,79 g/100 g de cenizas; 4,53 g/100 g de proteínas; 4,12 g/100 g de grasa y 13,86 g/100 g de fibra. Además presenta un tamaño de partícula similar a la de harina de trigo, 0,054 mm, características adecuadas para su incorporación en la elaboración de cupcakes.
- La mejor formulación para la elaboración de cupcakes con harina obtenida de la cáscara de mango (*Mangifera indica L.*) fue F1 con una sustitución de 5% de harina de trigo.
- La vida útil de los cupcakes elaborados con harina obtenida de la cascara de mango (*Mangifera Indica L.*) fue determinada en función a los análisis de textura sensorial y el índice de peróxido de cada formulación, consiguiendo una vida útil mayor comparada con el patrón la formulación F1, 24 días.
- Se evaluó la calidad fisicoquímica y sensorial del cupcake optimo elaborados con harina de cascara de mango (*Mangifera indica L.*), obteniendo resultados positivos de aceptabilidad, así como 25,03 g/100 g de Humedad; 3,080 g/100g de Cenizas; 8,933 g/100g de Proteínas; 23,45 g/100g de Grasa; 0,45 g/100 g de Fibra y 39,05 g/100 g de Carbohidratos. Con una acidez de 0,35 g/100g de Ácido láctico y 0,12

meq O₂/Kg grasa de Índice de Peróxido, cumpliendo así con los requisitos de la normativa de productos de panadería vigente.

VI. RECOMENDACIONES

- Realizar investigaciones para otros productos de panificación con harina de cascara de mango.
- Complementar el estudio realizando estudios de Fibra Dietética Insoluble (FDI) y Fibra Dietética Soluble (FDS).
- Determinar las propiedades fisiológicas y digestibilidad in vivo de las formulaciones planteadas para conocer su comportamiento en el organismo, el aprovechamiento de la fibra contenida en la cáscara de mango.
- Realizar un estudio de viabilidad económica para el aprovechamiento de residuos de cáscara de mango (*Mangifera Indica L.*) y su incorporación en Cupcakes u otros productos de panadería.

VII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- GONZÁLEZ Álvarez, Dubán O. Aprovechamiento de residuos agroindustriales para la producción de alimentos funcionales: una aproximación desde la nutrición animal. Tesis (Ingeniero de alimentos). Caldas, Antioquia: Corporación Universitaria Lasallista. Escuela de Ingeniería de Alimentos. 2013. 101p.
- RAZO Ávila, Ana. Determinación de la calidad fisicoquímica y bromatológica de la cáscara de mango manila (*Mangifera indica* L.) Como alternativa de aprovechamiento. Tesis (Licenciado en Biología). Córdoba, Orizaba: Universidad Veracruzana. Facultad de Ciencias Biológicas y Agropecuarias. 2013. 79p.
- MIREIDA Gamboa, Bandry. Aprovechamiento de los residuos obtenidos del proceso de despulpado del mango (*Mangifera indica* L.), de las variedades Smith, Tommy Atkins, Haden y Bocado como materias primas para la obtención de pectinas. Tesis para optar al título de Magíster Scientiarum en Ciencias de los Alimentos. Puerto La Cruz, Venezuela: Universidad de Oriente Núcleo de Anzoátegui. Escuela de postgrado en Ciencias e Ingeniería de los Alimentos. 2009. 117p.
- GARCÍA Luna, Itzel N. Caracterización fisicoquímica y funcional de los residuos fibrosos de mango criollo (*Mangifera indica* L.) y su incorporación de galletas. Tesis (Ingeniero en Alimentos). Huajuapán de León, México: Universidad Tecnológica de la Mixteca. Escuela de Ingeniería de Alimentos. 2003. 50p.
- GONZALES Hernández, Luis H. Obtención de los nutraceuticos presentes en la piña del agave tequilero mediante dilución diferencial.

Tesis de Maestría en Producción Agrícola Sustentable. Jiquilpan Michoacán, México. Instituto Politécnico Nacional CIIDIR. 2013. 85p.

- CELIS Fabián, Elvira F. Potencial Nutracéutico de Cladodios de Nopal (*Opuntia spp.*) Tesis de Maestría en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Querétaro, México. Universidad autónoma de Querétaro. Facultad de Química. 2009. 117p.
- BAÑOS Espinola, Bernardette. Caracterización reológica de masas de harina de trigo adicionadas con fibra soluble, Tesis (Ingeniero Agroindustrial). Universidad Autónoma del estado de Hidalgo, Instituto de ciencias Agropecuarias. Tulancingo, Mexico. 2007. 60p.
- Dante Guerrero; Roger Farfán; Franklig Garrido; Jessica Ipanaque; Luis Yovera; Erich Yovera. Diseño del proceso industrializado del mango en almíbar. Piura, Perú. Universidad de Piura. Área Departamental de Ingeniería Industrial y de Sistemas. 2012. 104p.
- Cañas Ángel, Restrepo Molina y Cortés Rodríguez, Misael. Productos Vegetales como Fuente de Fibra Dietaria en la Industria de Alimentos. Medellín, Colombia. Universidad Nacional de Colombia. Facultad de Ciencias Agropecuarias. 2011.6023-6035.
- Jibaja Espinoza, Luis Miguel. Determinación de la capacidad antioxidante y análisis composicional de harina de cáscara de Mango, Mangífera Indica, Variedad “Criollo”. Universidad César Vallejo, Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial. 2014.62-69.
- Girón, J., Díaz, C., & Martínez, L. Propiedades hidrodinámicas de la fibra dietaria a partir de harina de cascara de naranja (*Citrus Sinensis*) y mango (*Mangifera Indica L.*). Ingenium. 9(26). 2015. 11-19p.

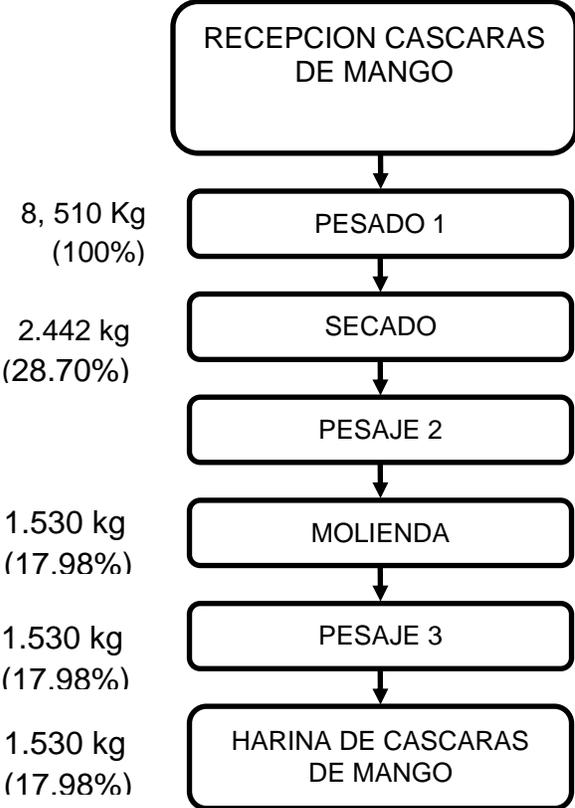
- García Leal, J. & Lara Porras, A.M. “Diseño Estadístico de Experimentos. Análisis de la Varianza.” Grupo Editorial Universitario. 1998.
- Lara Porras, A.M. “Diseño Estadístico de Experimentos, Análisis de la Varianza y Temas Relacionados: Tratamiento Informático mediante SPSS” Proyecto Sur de Ediciones. 2000.
- Asociación peruana de productores y exportadores de mango Perspectivas de la industria de exportación de mango Peruano. Piura, 2014, 31p
- Ministerio de Agricultura, Perfil de mercado del mercado fresco, 2006. 12 - 13 p.
- Cabrera, Sofía. Estudio prospectivo de mercado del mango para exportación de Lambayeque– Chiclayo. 2006.
- POSADA Cardona, Carla Cristina. Recopilación de estudios de tiempos de vida útil de productos Nuevos y ya existentes de la compañía de galletas Noel S.A.S. Corporación Universitaria Lasallista Facultad de Ingeniería de Alimentos. 2011.
- DE LA ESPRIELLA Martinez, Ingrid Johanna. Determinación de la vida útil de spaghetti y fideos doria (elaborados en barranquilla) bajo condiciones aceleradas. 2010.
- VERGARA Valencia, Nely . Obtención de fibra dietética antioxidante a partir de mango y su aplicación en productos de panificación. 2005.
- ZORAIDA CAÑAS ÁNGEL, DIEGO ALONSO RESTREPO MOLINA Y MISAEL CORTÉS RODRÍGUEZ. Revisión: Productos Vegetales como Fuente de Fibra Dietaria en la Industria de Alimentos. 2011.

- INDECOPI. NTP 206.008:1976. Productos de panadería. Determinación del porcentaje de acidez titulable. (Revisada el 2011).
- INDECOPI, NTP 206.011:1981. Bizcochos, galletas, pastas y fideos. Determinación de humedad. (Revisada el 2011).
- INDECOPI. NTP 206.016:1981. Galletas. Determinación de peróxidos. (Revisada el 2011).
- INDECOPI. NTP. 205.037:1975. Harinas. Determinación del contenido de humedad. (Revisada el 2011).

SITIOS WEB:

- <http://agenciadenoticias.unal.edu.co/detalle/article/harina-de-cascara-de-mango-potencial-para-industria-alimentaria.html>
(Publicado 17 de febrero de 2015)
- http://es.wikipedia.org/wiki/Levadura_qu%C3%ADmica.
- (<http://www.ransa.com/conservantes/propionato.htm>).
- (<http://es.wikipedia.org/wiki/Cupcake>)
- <http://www.delatierra.com.es/productos/mangos.asp>
- http://jazelmango.blogspot.pe/2010_11_01_archive.html

ANEXO I: BALANCE DE MATERIA PARA LA OBTENCIÓN DE HARINA DE CÁSCARA DE MANGO



ANEXO II: ANÁLISIS EN LAS HARINAS

ANEXO 2.1: CARACTERIZACIÓN QUÍMICO-PROXIMAL DE LAS HARINAS

ANEXO 2.1.1. Determinación de la humedad en las harinas

Procedimiento

- a) Pesar 5 gramos de la muestra, con aproximación de 0,1 mg, en un pesa filtro, de manera rápida a fin de evitar toda alteración en el contenido de humedad. Registrar este peso.
- b) Colocar el pesa filtro destapado con la muestra en la estufa a 130 °C durante 60 minutos, después que la estufa alcanza los 130 °C.
- c) Tapar el pesa filtro, retirar de la estufa y colocar en un desecador y dejar enfriar hasta temperatura ambiente (45 min a 60 min).
- d) Retirar del desecador una vez frio y pesar. Registrar este dato.
- e) Calcular y expresar los resultados de humedad, expresado como pérdida de masa referida a 100 gramos de muestra original.

$$H = (M - M_1)/M \times 100$$

Dónde:

H = Contenido de humedad en por ciento en masa de la muestra original.

M = Masa de la muestra original en gramos.

M_1 = Masa de la muestra seca en gramos.

- f) Reportar los resultados

Tabla A-1: Resultados determinación de humedad de harinas

	Harina de Trigo (%H g/100 g)	Harina de cáscaras de mango (%H g/100 g)
R1	12,71	7,12
R2	12,67	7,19
R3	12,73	7,16
PROMEDIO	12,70	7,16

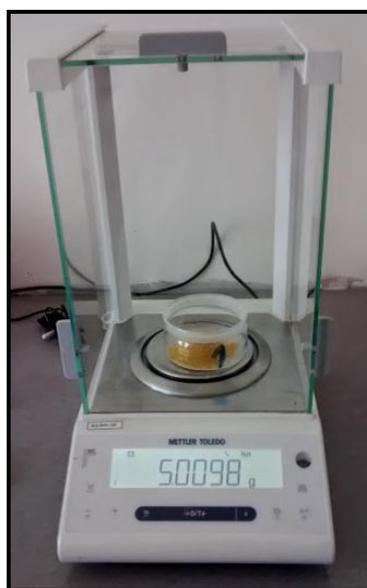


Figura A-1: Determinación de la humedad en las harinas

ANEXO 2.1.2: Determinación de la humedad en los cupcakes

Procedimiento

- a) Se parte de una muestra de por lo menos 100 g.
- b) De esta manera se determinara con exactitud una masa (m) de 8 gramos aproximadamente, en un pesa filtro previamente secado y tarado, con su tapadera.
- c) Se coloca el pesafiltro destapado con la muestra en una estufa a $105 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ hasta reducir la humedad a valores inferiores de 16% (pre secado).
- d) Se tapa el pesafiltro, retira de la estufa y deja enfriar durante no menos de 2 h a temperatura ambiente. Se determina la masa (m₂).
- e) Se muele toda la muestra hasta que el producto pase por el tamiz analítico N0 18 (1 mm). Se transfiere el polvo al pesafiltro y se determina la masa (m₃).

El intervalo entre las pesadas para determinar m₂ y m₃ debe ser el menor posible.

✓ Realización del ensayo

- f) Pesar el pesa filtro o capsula previamente secado o tarado. Registrar este peso
- g) Pesar 3 a 5 gramos de la muestra preparada en un pesa filtro. Registrar este peso.
- h) Las muestras se colocan en la estufa regulada a $105 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 2 horas.
- i) Colocar el pesa filtro destapado con la muestra en la estufa a $105 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$ durante 2 horas, desde que la estufa alcanza los $105 \text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2 \text{ }^{\circ}\text{C}$.
- j) Tapar el pesa filtro, retirar de la estufa y colocar en un desecador y dejar enfriar hasta temperatura ambiente (45 min a 60 min).

- k) Retirar del desecador una vez frio y pesar, se determina con exactitud la masa de la capsula conteniendo la muestra seca (m_1). Registrar este dato.
- l) Se hacen los cálculos expresándose en porcentaje.

$$H = \frac{(m_3 - m_1)m_2}{m_3} + (m - m_2) \times \frac{100}{m}$$

Dónde:

H = Porcentaje de humedad

m = Masa, en gramos de la muestra original.

m_1 = Masa gramos de la muestra seca.

m_2 = Masa en gramos de la muestra luego del pre secado.

m_3 = Masa en gramos de la muestra luego de la trituración.

- m) Reportar los resultados

Tabla A-2: Resultados determinación de humedad de cupcakes

	F0 (%H g/100 g)	F1 (%H g/100 g)	F2 (%H g/100 g)	F3 (%H g/100 g)	F4 (%H g/100 g)
R1	24,70	25,01	25,27	27,40	27,73
R2	24,60	25,10	25,69	27,43	27,69
R3	24,73	24,97	25,45	27,25	27,88
PROMEDIO	24,68	25,03	25,47	27,36	27,77



Figura A-2: Determinación de la humedad en las harinas

ANEXO 2.1.3: Determinación de grasa en las harinas y Cupcakes

Procedimiento

- a) Se pesan de 3 a 5 g de muestra seca, empaquetándolo en papel filtro y se coloca en la cámara de extracción del equipo Soxhlet. Agregar hexano hasta una parte del mismo sea sifoneado hacia el balón (125ml).
- b) Seguidamente se conecta a la fuente de calor. Al calentarse el solvente se evapora y asciende a la parte superior del equipo, allí se condensa por refrigeración con agua y cae sobre la muestra, regresando posteriormente al balón por sifoneado arrastrando consigo el extracto etéreo. El ciclo es cerrado, la velocidad de goteo del hexano debe ser 45 a 60 gotas por minutos. El proceso dura de 2 a 4 horas dependiendo del contenido graso de la muestra y de la muestra en sí.
- c) El hexano se recibe en el balón previamente secado y tarado.
- d) Retirar el balón con el extracto etéreo cuando ya no contenga hexano. Evaporar el solvente permanente en el balón, con una estufa (30 minutos por 105aC), enfriar en una campana de desecación por un espacio de 30 minutos y pesar:

Cálculos:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{A2 - A1}{m} \times 100$$

Dónde:

$A2$ = peso del balón con el hexano etéreo (g)

$A1$ = peso del balón vacío (g)

m = peso de la muestra (g)

Tabla A-3: Resultados determinación de grasa de harinas

	Harina de Trigo (%G g/100 g)	Harina de cáscaras de mango (%G g/100 g)
R1	2,26	4,09
R2	2,25	4,11
R3	2,29	4,15
PROMEDIO	2,27	4,12

Tabla A-4: Resultados determinación de grasa de cupcakes

	F0 (%G g/100 g)	F1 (%G g/100 g)	F2 (%G g/100 g)	F3 (%G g/100 g)	F4 (%G g/100 g)
R1	23,37	23,46	23,75	24,35	24,54
R2	33,28	23,40	23,81	24,33	24,60
R3	23,25	23,50	23,90	24,31	24,49
PROMEDIO	23,30	24,45	23,82	24,33	24,54



Figura A-3: Determinación de grasas en harinas y las formulaciones de cupcakes

ANEXO 2.1.4: Determinación de Cenizas en las harinas y Cupcakes

Procedimiento

- a) Pesar el crisol seco previamente tarado y deshumedecido. Registrar este dato.
- b) Pesar 3 - 5 gramos de la muestra, con aproximación de 0,1 mg, en un crisol previamente pre secado y tarado. Registrar su dato.
- c) Colocar la muestra en una mufla para su calcinación a una temperatura entre 575 °C – 590 °C hasta masa constante aproximadamente 4 horas.
- d) Enfriar en un desecador hasta temperatura ambiente.
- e) Retirar del desecador una vez frío y pesar.
- f) Calcular y expresar los resultados de cenizas en porcentaje de masa seca de la muestra mediante la siguiente formula:

$$C = 100x \frac{M_1 - M_0}{M} x \frac{100}{(100 - H)}$$

Dónde:

C = Contenido de cenizas por 100 g de muestra seca.

M = Masa de la muestra, en gramos

M_0 = Masa del crisol vacío, en gramos

M_1 = Masa del crisol con cenizas, en gramos

H = Contenido de humedad porcentual de la muestra

- g) Reportar el resultado

Tabla A-5: Resultados determinación de cenizas de harinas

	Harina de Trigo (%C g/100 g)	Harina de cáscaras de mango (%C g/100 g)
R1	1,04	2,82
R2	1,01	2,76
R3	1,06	2,80
PROMEDIO	1,04	2,79

Tabla A-6: Resultados determinación de cenizas de cupcakes

	F0 (%C g/100 g)	F1 (%C g/100 g)	F2 (%C g/100 g)	F3 (%C g/100 g)	F4 (%C g/100 g)
R1	3,070	3,080	3,080	3,160	3,180
R2	3,070	3,080	3,080	3,150	3,170
R3	3,060	3,080	3,090	3,150	3,180
PROMEDIO	3,067	3,080	3,083	3,153	3,177

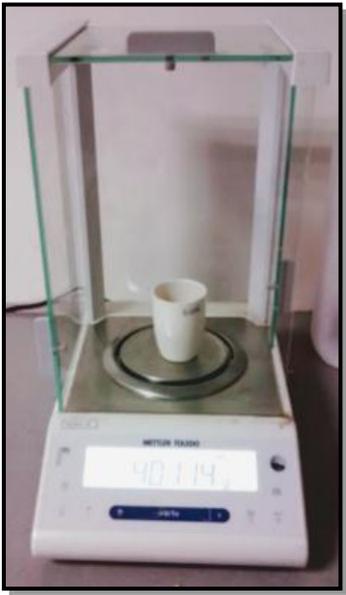


Figura A-4: Determinación de cenizas en las harinas y Cupcakes

ANEXO 2.1.5: Determinación de proteína en las harinas y Cupcakes

Procedimiento

- a) Pesar **1 gramo** de la muestra antes preparada con precisión de 0,1 mg, sobre un trozo de papel sin cenizas y colocar con cuidado en el balón de digestión Kjeldahl (evitar que la muestra se derrame por el cuello del balón).
- b) Agregar 10 gramos de la mezcla catalizadora (Sulfato de Potasio (K_2SO_4) - Sulfato de Cobre ($CuSO_4 \cdot 5H_2O$), y **30 ml de Ácido Sulfúrico** concentrado.

✓ **Digestión**

- c) Colocar el balón en el aparato de digestión y calentar la mezcla de digestión a temperatura baja hasta que cese la formación de espuma
- d) Continuar calentando hasta obtener una solución transparente (o hasta que alcance un color azul –verde claro) libre de partículas de carbón y continuar con el calentamiento por 30 minutos más.
- e) Enfriar el balón a temperatura ambiente (aprox. 25 min) tapado con un tapón de jebe de neopreno y después agregar 200 ml de agua destilada, y agitar con movimientos giratorios para mezclar.

✓ **Destilación**

- f) Preparar un matraz Erlenmeyer de 300 ml, que contenga 50 ml de Ácido Sulfúrico al 0.1 N, añadir indicador (Rojo de Metilo) 3 a 4 gotas al matraz Erlenmeyer (en el cual se va a recoger el NH_3 destilado) y colocarlo a la salida del refrigerante cuidando que el extremo de la pipeta colectora quede sumergido en la solución.

- g) En el balón de destilación agregar los agentes activantes, 70 ml de solución de NaOH al 50% a la muestra digestada diluida que se encuentra a temperatura ambiente, por la pared lateral del balón de destilación, agitar vigorosamente con movimientos giratorios el balón para mezclar completamente el contenido y empezar el proceso de destilación.
- h) Destilar hasta el momento que todo el amoníaco haya pasado a la solución, logrando destilar una cantidad mayor o igual a 150 ml de destilado (tener cuidado que al final de la destilación los balones empiezan a sobresaltarse), bajar el matraz Erlenmeyer de 300 ml del receptor y dejar drenar el líquido por la punta de la pipeta colectora de destilado, enjuagando los extremos con agua destilada. Apagar las hornillas calentadoras de destilación.

✓ **Titulación**

- i) La solución de Ácido Sulfúrico a 0.1 N del matraz destilado, se titula con solución estándar de NaOH 0.1 N, hasta lograr un cambio de color de rosado violeta a amarillo que indica el punto final. Registrar el gasto.

El cálculo del contenido de proteínas totales expresada en por ciento de masa seca de muestra se calcula mediante la siguiente formula:

$$P = \frac{0.0014(V_b f_b - V_a f_a) * F * 100000}{Pm (100 - H)}$$

Dónde:

P = Contenido de proteína por 100 gr de muestra seca.

V_b = Volumen de la solución de ácido sulfúrico 0.1 N en ml.

f_b = Factor de la solución acida

V_a = Volumen de la solución alcalina 0.1 N en ml.

f_a = Factor de la solución alcalina

P_m = Masa de la muestra en gramos

H = Contenido de humedad de la muestra en por ciento en masa, determinado según el Instructivo correspondiente.

F = Factor de conversión de porcentaje de nitrógeno o porcentaje de proteínas, cuyo valor es 5.70 para el trigo y 6.25 para el maíz y la mayoría de cereales.

j) Reportar los resultados.

Tabla A-7: Resultados determinación de proteína de harinas

	Harina de Trigo (%P g/100 g)	Harina de cáscaras de mango (%P g/100 g)
R1	12,24	4,58
R2	12,12	4,50
R3	12,17	4,52
PROMEDIO	12,18	4,53

Tabla A-8: Resultados determinación de proteína de cupcakes

	F0 (%P g/100 g)	F1 (%P g/100 g)	F2 (%P g/100 g)	F3 (%P g/100 g)	F4 (%P g/100 g)
R1	9,15	8,93	8,78	8,29	8,21
R2	9,16	8,95	8,65	8,27	8,21
R3	9,15	8,92	8,67	8,41	8,23
PROMEDIO	9,153	8,933	8,700	8,323	8,217

ANEXO 2.1.6. Determinación de fibra total en las harinas y Cupcakes

Procedimiento:

- a) Pesar de 2 a 5 gr de la muestra antes preparada.
- b) Se extrae la grasa de la muestra con éter petróleo o éter etílico, hasta que el solvente quede incoloro.
- c) Se evapora el solvente de la muestra en un baño maría y se transfiere al vaso de 600 ml y se añade 200 ml de la solución de ácido sulfúrico al 1.25% caliente.
- d) Colocar el vaso sobre una plancha de calentamiento hasta que hierva 30 minutos contados desde el momento en que empieza la ebullición.
- e) Filtrar en caliente utilizando papel filtro.
- f) Lavar el residuo tantas veces como sea necesario, hasta que las aguas de lavado tengan un pH neutro.
- g) Transferir el residuo a un vaso precipitado y adicionar 200 ml de solución de NaOH al 1.25% hirviendo.
- h) Calentar a ebullición exactamente 30 minutos.
- i) Filtrar en caliente utilizando el papel filtro.
- j) Lavar con agua destilada hasta que las aguas de lavado no den reacción alcalina.
- k) Lavar por lo menos con 2 porciones de 100 ml de alcohol etílico al 95%.
- l) Transferir el residuo a un crisol previamente pesado y tarado y secar en una estufa a 130 °C aproximadamente 2 horas.
- m) Enfriar en el desecador y se determina la masa.
- n) Calcinar en la mufla a 600 °C - 650 °C aproximadamente 30 minutos, hasta la obtención de cenizas blancas.
- o) Enfriar y pesar.
- p) La diferencia entre las 2 determinaciones de masa, representa la fibra cruda, llamada también fibra pura.

q) El contenido de fibra cruda se halla con la siguiente formula:

$$Fc = \frac{Fb - C}{M} * 100$$

Dónde:

Fc = Por ciento de fibra cruda.

Fb = Masa fibra bruta, en gramos.

C = Masa de cenizas de la fibra, en gramos.

M = Masa de la muestra, en gramos

r) El contenido de fibra cruda sobre base seca, se halla mediante la siguiente formula:

$$Fc(masa\ seca) = \frac{Fc * 100}{(100 - H)}$$

Dónde:

Fc = Por ciento de fibra cruda.

H = Humedad de la muestra

s) Reportar resultados

Tabla A-9: Resultados determinación de fibra de harinas

	Harina de Trigo (%F g/100 g)	Harina de cáscaras de mango (%F g/100 g)
R1	1,47	13,84
R2	1,41	13,86
R3	1,42	13,87
PROMEDIO	1,43	13,86

Tabla A-10: Resultados determinación de fibra de cupcakes

	F0 (%F g/100 g)	F1 (%F g/100 g)	F2 (%F g/100 g)	F3 (%F g/100 g)	F4 (%F g/100 g)
R1	0.26	0.45	0.74	1.25	1.31
R2	0.26	0.45	0.80	1.27	1.35
R3	0.26	0.44	0.81	1.24	1.37
PROMEDIO	0.26	0.45	0.78	1.25	1.34

ANEXO 2.1.7. Determinación de carbohidratos en las harinas y Cupcakes

Procedimiento

- a) Realizar los ensayos de determinación de proteína, grasa, humedad, ceniza, según lo indicado en para el alimento.
- b) Verificar en las Tablas Peruanas de composición de alimentos, si el alimento contiene alcohol en su composición.
- c) Determinar el contenido teórico de carbohidratos mediante la siguiente fórmula:

$$\text{Carbohidratos Totales (\%)} = 100 - (\%P + \%G + \%H + \%C + \%F + \%A)$$

- d) Expresar el contenido de carbohidratos en porcentaje (%).

Tabla A-11: Resultados determinación de carbohidratos de harinas

	Harina de Trigo (%C g/100 g)	Harina de cáscaras de mango (%C g/100 g)
R1	70,41	67,53
R2	70,37	67,51
R3	70,36	67,58
PROMEDIO	70,38	67,54

Tabla A-12: Resultados determinación de carbohidratos de cupcakes

	F0 (%C g/100 g)	F1 (%C g/100 g)	F2 (%C g/100 g)	F3 (%C g/100 g)	F4 (%C g/100 g)
R1	39,45	39,07	38,38	35,55	35,03
R2	39,63	39,02	37,97	35,55	34,98
R3	39,55	39,09	38,08	35,64	34,85
PROMEDIO	39,54	39,06	38,14	35,58	34,95

ANEXO 2.2: ANALISIS FISICOQUIMICO EN LAS HARINAS Y CUPCAKES

Anexo 2.2.1: Medición de colorimetría en las harinas Y cupcakes

Procedimiento:

- Calibrar el colorímetro con el blanco.
- Determinar la luminosidad descrita por L^* . El color negro representa una luminosidad de 0 mientras que el blanco representa una luminosidad de 100. Los parámetros de a^* y b^* se utilizan para evaluar la cromacidad y el ángulo de tonalidad. Para el cálculo se utiliza las siguientes ecuaciones:

$$\text{Cromacidad} = (a^{*2} + b^{*2})^{1/2}$$

$$\text{Ángulo de tonalidad} = \arctg(b^*/a^*)$$

- Seleccionar el espacio de color en el cual se va realizar la lectura.
- Tomar una muestra y colocarlo en Colorímetro.
- Realizar 3 lecturas de la muestra.
- Limpiar el objetivo del colorímetro después de realizada cada una de las lecturas.
- Anotar los valores de los parámetros L^* , a^* , b^* .



Figura A-5: Medición del color en las harinas

Anexo 2.2.2: Isotermas de adsorción de las harinas de trigo y cáscaras de mango

Tabla A-13: Construcción de la isoterma de adsorción de la Harina de cáscaras de mango

SOLUCION SATURADA	A_w o HR	$P_{eq.}$	$P_{eq} - P_i$	M	$A_w/M(1-A_w)$
Ácido sulfúrico	0	2.7716	-0.2286	-0.0762	0.0000
Nitrato de sodio	0.651	3.5158	0.5127	0.1707	10.9260
Cloruro de sodio	0.753	3.2526	0.2466	0.0820	37.1616
Cloruro de Potasio	0.843	3.4035	0.4020	0.1339	40.0904
Cromato de potasio	0.865	3.3950	0.3937	0.1312	48.8457
Agua	0.95	3.8764	0.8739	0.2911	65.2792

Tabla A-14: Peso de muestras de harina de cascara de mango

Placas	Peso Placas	Peso Muestra	Peso Final
PLACA 1	2.7474	3.0002	2.7716
PLACA 2	2.7569	3.0031	3.5158
PLACA 3	2.0455	3.0060	3.2526
PLACA 4	2.0162	3.0015	3.4035
PLACA 5	2.0138	3.0013	3.3950
PLACA 6	2.0435	3.0025	3.8764

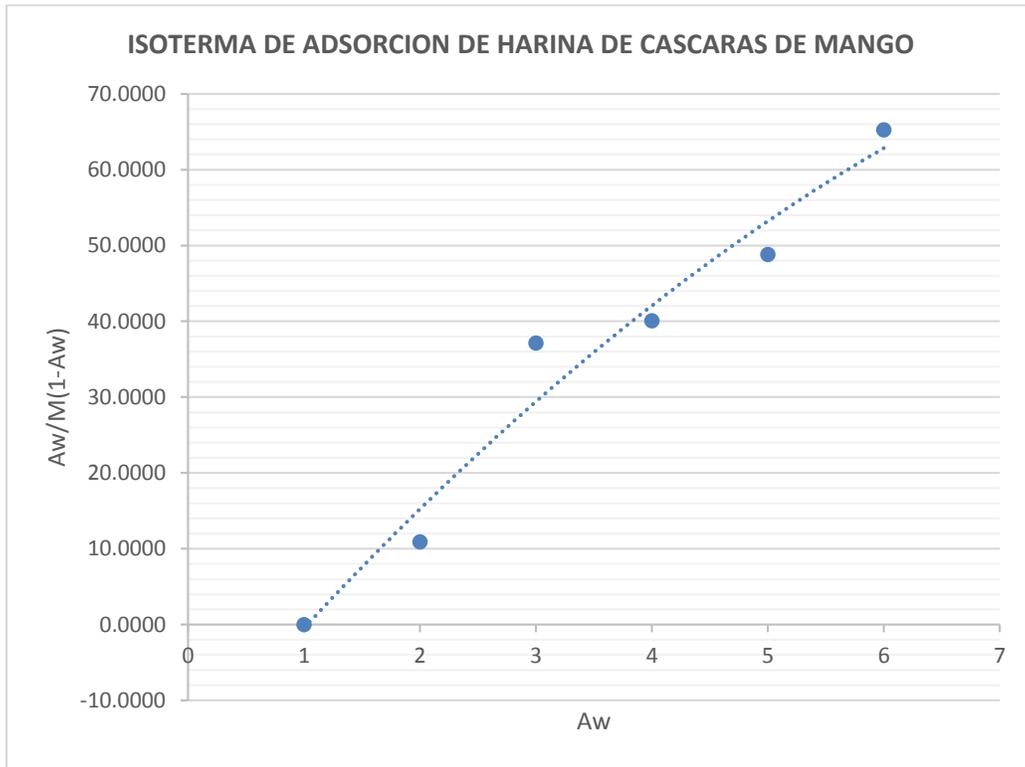


Figura A-6: Isotherma de adsorción de harina de cascara de mango

ENTONCES, POR LA ECUACIÓN DE B.E.T., SE OBTENDRÁ

Se necesita encontrar **C** y **M₁**, para lo cual tomaremos los puntos en la gráfica de la isoterma que corresponden al Nitrato de Sodio y al Agua, respectivamente,

$$1) \quad 10,9260 = 1 / M_1C + (0.651)(C-1) / M_1C$$

$$2) \quad 65,2792 = 1 / M_1C + (0.95)(C-1) / M_1C$$

Entonces, desarrollando 1):

$$M_1C = 0,0319421 + 0,0595825C \dots\dots\dots (a)$$

Entonces, desarrollando 2):

$$M_1C = 0,0007659 + 0,0145529C \dots\dots\dots (b)$$

Desarrollando a y b:

$$0,0331881 + 0,0619068C = 0,0007659 + 0,0145529C$$

$$0,0450297C = -0,0311762$$

$$C = -0,6923471$$

$$M_1C = 0.0331881 + 0.0619068C$$

$$M_1 = 0,0134466$$

Tabla A- 15: Construcción de la isoterma de adsorción de la Harina de Trigo

SOLUCION SATURADA	AW o HR	Peq.	Peq – Pi	M	AW/M(1-AW)
Ácido sulfúrico	0	2.7271	-0.2922	-0.0968	0.0000
Nitrato de sodio	0.651	3.3354	0.3284	0.1092	17.0799
Cloruro de sodio	0.753	3.1571	0.1521	0.0506	60.2301
Cloruro de Potasio	0.843	3.0917	0.0833	0.0277	193.9182
Cromato de potasio	0.865	3.0705	0.0507	0.0168	381.6388
Agua	0.95	3.0903	0.0877	0.0292	650.5063

Tabla A-16: Peso de muestras de harina de Trigo

Placas	Peso Placas	Peso Muestra	Peso Final
PLACA 1	2.7491	3.0193	2.7271
PLACA 2	2.0320	3.0070	3.3354
PLACA 3	2.0300	3.0050	3.1571
PLACA 4	2.0286	3.0084	3.0917
PLACA 5	2.0234	3.0198	3.0705
PLACA 6	2.0456	3.0026	3.0903

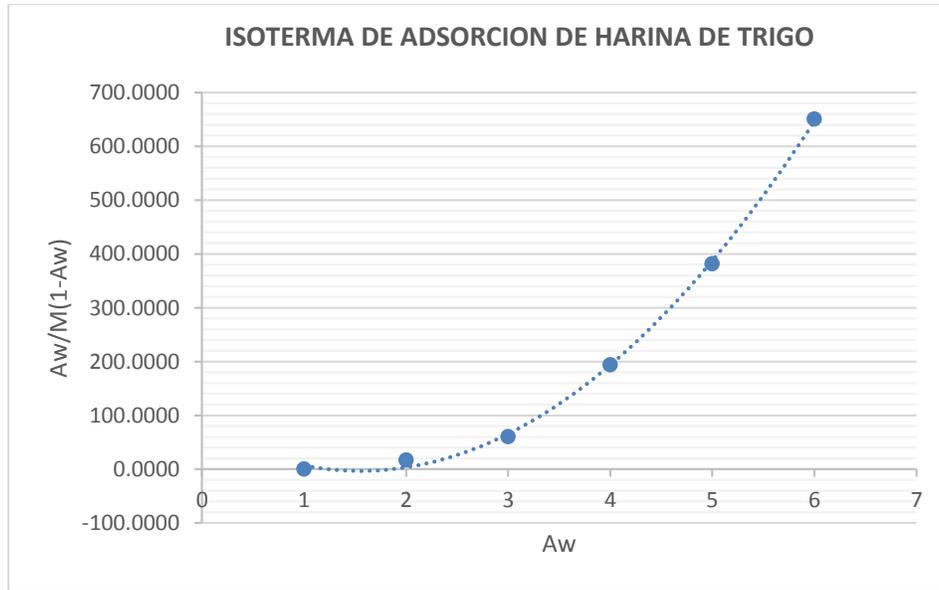


Figura A-7: Isoterma de adsorción de harina de trigo

ENTONCES, POR LA ECUACIÓN DE B.E.T., SE OBTENDRÁ

Se necesita encontrar **C** y **M₁**, para lo cual tomaremos los puntos en la gráfica de la isoterma que corresponden al Nitrato de Sodio y al Agua, respectivamente,

$$1) 17,0799 = 1 / M_1C + (0.651)(C-1) / M_1C$$

$$2) 650,5063 = 1 / M_1C + (0.95)(C-1) / M_1C$$

Entonces, desarrollando 1):

$$M_1C = 0,0204334 + 0,0381149C \dots\dots\dots (a)$$

Entonces, desarrollando 2):

$$M_1C = 0,0000769 + 0,0014604C \dots\dots\dots (b)$$

Desarrollando a y b:

$$0,0094701 + 0,0176649C = 0,0002874 + 0,0054606C$$

$$0,0366545C = -0,02033565$$

$$\mathbf{C = -0,5553607}$$

$$M_1C = 0,00374674 + 0,06190684C$$

$$\mathbf{M_1 = 0,001322}$$

Anexo 2.2.3. Análisis granulométrico de las harinas de trigo y harinas de cáscara de mango.

- **Análisis granulométrico de harinas de trigo**

Tabla A-17: Análisis de forma diferencial y cumulativa de harina de Trigo.

N° de tamiz	Abertura de la malla (mm)	Peso de Muestra retenida gr	Diámetro medio Dpi (mm)	Fracción Másica retenida ϕ_i	Fracción acumulativa suma ϕ_i	% Pasa Harina de trigo
80	0,18	93,56	0,090	0,314	0,314	68,62
120	0,125	147,82	0,153	0,496	0,810	19,04
170	0,09	40,33	0,108	0,135	0,945	5,51
200	0,075	13,2	0,083	0,044	0,989	1,08
400	0,033	3,16	0,054	0,011	1,000	0,02
Tapadera	0	0,06		0,000	1	0,00

W muestra= 298,13 gr

Tabla A-18: Peso de muestras de harina de Trigo

N° de tamiz	Peso Tamiz + Muestra (g)	Peso Tamiz Vacío (g)
80	407,53	313,97
120	452,54	304,72
170	329,97	289,64
200	300,54	287,34
400	280,64	277,48

- **Para determinar la fracción másica retenida:**

$$\Phi_i = W_m / W_t$$

- **La fracción másica retenida acumulativa:**

$$\text{Tamiz 1: } \sum \phi_1 = \phi_1$$

$$\text{Tamiz 2: } \sum \phi_2 = \phi_1 + \phi_2 = \sum \phi_1 + \phi_2$$

$$\text{Tamiz 3: } \sum \phi_3 = \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 = \sum \phi_2 + \phi_3$$

Tamiz 4: $\sum \phi_n = \phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_n = \sum \phi_{n-1} + \phi_n = 1$

% Pasa: $(1 - \phi \text{ acumulativa}) * 100$

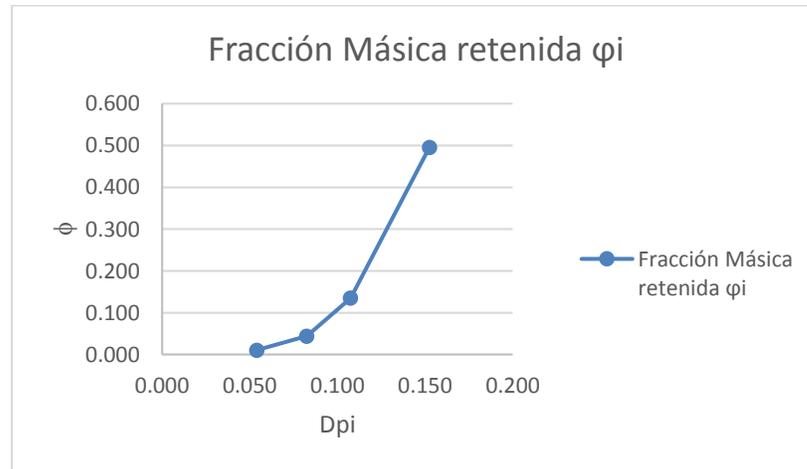


Figura A-8: Gráfica de análisis diferencial de harina de cascara de mango

- Análisis granulométrico de harina de cáscara de mango.

Tabla A-19: Análisis de forma diferencial y acumulativa de harina de cáscara de mango

N° de tamiz	Abertura de la malla (mm)	Peso de Muestra retenida gr	Diámetro medio Dpi (mm)	Fracción Másica retenida ϕ_i	Fracción acumulativa suma ϕ_i	% Pasa Harina de cáscara de mango
80	0,18	196,9	0,090	0,656	0,656	34,428
120	0,125	55,61	0,153	0,185	0,841	15,908
170	0,09	23,51	0,108	0,078	0,919	8,079
200	0,075	17,5	0,083	0,058	0,977	2,251
400	0,033	6,76	0,054	0,023	1,000	0,000

W muestra= 300,28 gr

Tabla A-20: Peso de muestras de harina de Trigo

N° de tamiz	Peso Tamiz + Muestra (g)	Peso Tamiz Vacío (g)
80	510,8	313,9
120	360,25	304,64
170	313	289,49
200	304,69	287,19
400	284,03	277,27

Para determinar la fracción másica retenida:

$$\Phi_i = W_m / W_t$$

La fracción másica retenida acumulativa:

$$\text{Tamiz 1: } \sum \phi_1 = \phi_1$$

$$\text{Tamiz 2: } \sum \phi_2 = \phi_1 + \phi_2 = \sum \phi_1 + \phi_2$$

$$\text{Tamiz 3: } \sum \phi_3 = \phi_1 + \phi_2 + \phi_3 = \sum \phi_2 + \phi_3$$

$$\text{Tamiz 4: } \sum \phi_n = \phi_1 + \phi_2 + \dots + \phi_n = \sum \phi_{n-1} + \phi_n = 1$$

% Pasa: $(1 - \phi \text{ acumulativa}) * 100$

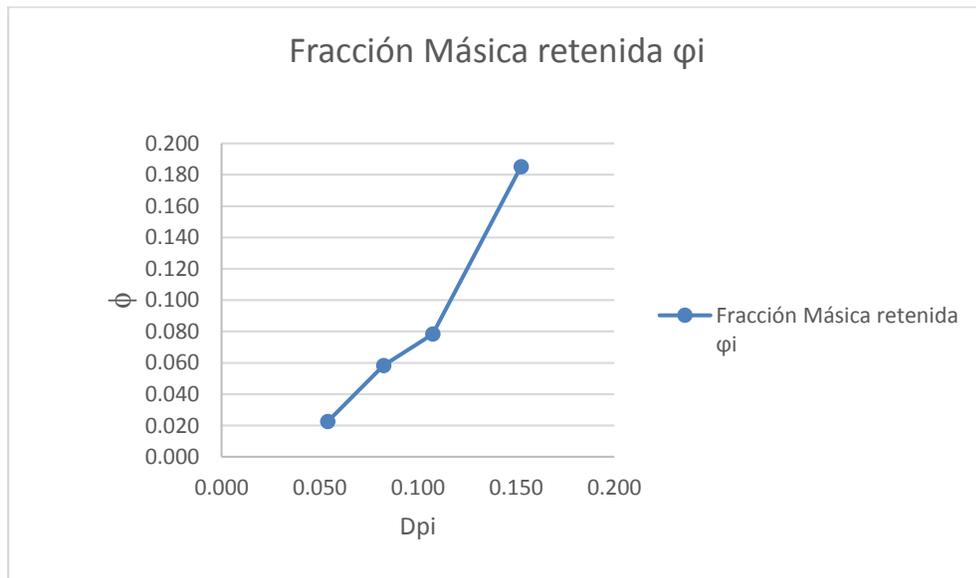
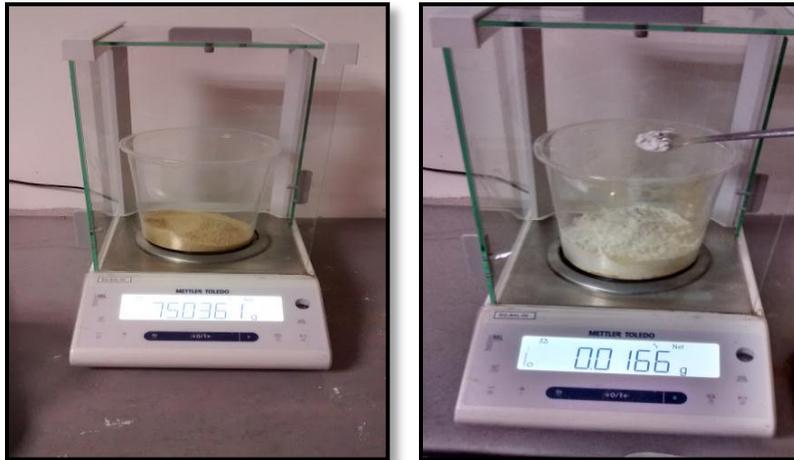


Figura A-9: Grafica de análisis diferencial de harina de cascara de mango

ANEXO III: ELABORACION DE LOS CUPCAKES

Pesado de la materia prima e insumos



Se pesan todos los insumos a utilizar para la elaboración de cupcakes

Cremado



Se bate la margarina para ablandarla y luego se adiciona el azúcar y se bate hasta disolver el azúcar.

Mezclado 1



Se adicionan el huevo y emulsionante y se bate hasta tener una masa homogénea.

Mezclado 2



Se mezclan todos los insumos secos y se cierne para evitar grumos

Mezclado 3



Se adiciona la harina y la leche a la masa, alternando, hasta que la masa quede uniforme.

Dosificado



Se adiciona la masa a los pirotines, y se van colocando a una bandeja para ser horneados.

Horneado



Enfriado



Se retiran las bandejas del horno, se separa por formulaciones y se deja enfriar.



Envasado

ANEXO IV: ANALISIS DE LOS CUPCAKES

ANEXO 4.1: MÉTODO PARA DETERMINAR ACTIVIDAD DE AGUA A LOS CUPACKES Y HARINAS

Procedimiento:

- Agregar aproximadamente 2-3 g de las muestras (molidas) sobre la cubeta del equipo.
- Colocar la cubeta dentro del equipo analizador de actividad de agua.
- Esperar unos minutos hasta que se han alcanzado las condiciones de estabilidad térmica requeridas. El tiempo necesario para que esto ocurra es muy variable, dependiendo del alimento a medir, el tiempo puede oscilar entre pocos minutos hasta más de 1 hora.
- Luego anotar los resultados arrojados por el equipo.



Figura A-10: Determinación de la actividad de agua en los cupcakes y harinas

ANEXO 4.2: DETERMINACIÓN DE LAS ALTURAS Y VOLUMEN ESPECÍFICOS DE LOS CUPCAKES

Anexo 4.2.1: Procedimiento para la medición de alturas

- Se procedió a medir la altura a cada uno de los cupcakes de las 4 formulaciones.
- Para ello se utilizó un calibrador vernier, el cual se posicionó en la cara de medición de exteriores (punta del brazo, punta del cursor), tal como se muestra en la figura adjunta, tomando los datos en pulgadas y mm, transformándolos luego a cm.
- La lectura se tomó por triplicado y para tres réplicas (3 cupcakes por cada mezcla), de la cual se sacó un promedio.



FIGURA A-11: Medición de la altura de los cupcakes

Anexo 4.2.2: Procedimiento para la determinación del volumen específico

- El cupcake es pesado.
- Se colocó el cupcake en un recipiente geométrico que contiene alpiste
- Luego se procede a desplazar todas aquellas semillas que fueron desplazadas por el cupcake.
- Mediante una probeta medimos la cantidad de volumen que ocupó el cupcake
- Este procedimiento se realiza por triplicado.
- Cálculo:

Cálculo:

$$\text{Volumen específico} = \frac{\text{Volumen del cupcake (ml)}}{\text{Masa(g)}}$$



Figura A-12: Determinación del Volumen Específico de los cupcakes

ANEXO 4.3: PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS DE TEXTURA PARA LOS CUPCAKES.

Anexo 4.3.1: Procedimiento del Análisis de Textura para los cupcakes.

- Se colocó cada uno de los cupcakes (de cada formulación y el control) sobre el texturómetro Texture Analyzer del Laboratorio de Análisis y Composición de Alimentos
- Para ello se utilizó una probeta #2: TA 4/1000 Cilíndrico, 38.1 mm de diámetro y 20mm de Altura.
- Se procedió a tomar datos en tres réplicas (3 cupcakes por cada mezcla y el control).
- La evaluación se realizó a través de varios días (hasta el día 13), se realizó los días 1, 3, 5, 7,10 y 13 para observar la variación de la textura.



Figura A-13: Medición de Textura de los Cupcakes

ANEXO V: EVALUACION SENSORIAL DEL SABOR Y TEXTURA DE LOS CUPCAKES.

ANEXO 5.1: FORMATO DE EVALUACIÓN SENSORIAL.

EVALUACION SENSORIAL DE CUPCAKES

Nombre: _____ Edad: _____

I. Ud., está recibiendo una muestra codificada de CUPCAKES. Por favor, indique en la escala de abajo, cuanto le gustó o disgustó el COLOR de la muestra

9. Me gusta muchísimo
8. Me gusta mucho
7. Me gusta moderadamente
6. Me gusta poco
5. Ni me gusta/ni me disgusta
4. Me disgusta poco
3. Me disgusta moderadamente
2. Me disgusta mucho
1. Me disgusta muchísimo

Muestra	COLOR
FO	
F1	
F2	
F3	
F4	

II. Por favor, indique en la escala de abajo, cuanto le gustó o disgustó el SABOR de la muestra.

9. Me gusta muchísimo
8. Me gusta mucho
7. Me gusta moderadamente
6. Me gusta poco
5. Ni me gusta/ni me disgusta
4. Me disgusta poco
3. Me disgusta moderadamente
2. Me disgusta mucho
1. Me disgusta muchísimo

Muestra	SABOR
FO	
F1	
F2	
F3	
F4	

III. Por favor, indique en la escala de abajo, cuanto le gustó o disgustó la TEXTURA de la muestra.

9. Me gusta muchísimo
8. Me gusta mucho
7. Me gusta moderadamente
6. Me gusta poco
5. Ni me gusta/ni me disgusta
4. Me disgusta poco
3. Me disgusta moderadamente
2. Me disgusta mucho
1. Me disgusta muchísimo

Muestra	TEXTURA
FO	
F1	
F2	
F3	
F4	

III. Con base en su opinión sobre esta muestra de CUPCAKES, indique en la escala de abajo, su actitud si Ud., encuentra esta muestra a la venta.

5. Con certeza lo compraría
4. Posiblemente lo compraría
3. Tal vez compraría / tal vez no compraría
2. Posiblemente no lo compraría
1. Con certeza no lo compraría

Muestra	INTENCION DE COMPRA
FO	
F1	
F2	
F3	
F4	

Figura A-14: Formato de evaluación sensorial

ANEXO 5.2: RESULTADOS DEL PANEL DE EVALUACIÓN SENSORIAL

Tabla A-21: Resultados de evaluación sensorial

PAN	SABOR					COLOR					TEXTURA					INT. DE COMPRA				
	F0	F1	F2	F3	F4	F0	F1	F2	F3	F4	F0	F1	F2	F3	F4	F0	F1	F2	F3	F4
1	9	8	8	7	7	9	8	9	8	6	9	8	8	8	8	5	4	4	3	3
2	9	8	7	8	7	9	8	8	8	8	9	7	7	8	7	5	4	4	5	3
3	9	7	8	7	7	7	7	7	8	9	8	7	7	7	8	4	3	3	4	5
4	8	7	7	6	6	8	8	7	6	6	9	8	8	7	7	5	4	3	4	3
5	8	6	6	5	5	7	7	8	6	7	8	7	7	6	6	4	4	3	3	3
6	8	7	7	8	7	7	7	6	7	7	9	9	8	6	6	5	5	4	3	4
7	8	8	6	6	4	8	8	6	5	4	9	8	6	5	4	5	4	3	2	2
8	8	7	7	4	4	8	8	4	4	3	9	8	6	4	2	5	5	4	1	1
9	9	6	5	5	5	8	8	6	5	5	8	7	7	6	6	5	5	3	1	1
10	8	8	6	5	4	7	8	7	6	8	4	8	6	4	9	3	4	3	2	4
11	7	7	6	5	5	6	7	5	5	4	7	7	4	4	3	5	4	3	2	2
12	8	8	7	7	7	8	7	7	7	7	8	8	7	7	7	5	5	4	4	4
13	8	7	7	7	6	7	8	8	8	7	6	8	6	7	8	3	3	4	4	3
14	7	7	5	5	5	6	7	4	3	3	7	7	4	4	4	3	3	2	2	1
15	8	5	5	2	3	7	8	8	5	6	8	6	7	3	3	5	4	4	1	1
16	9	9	8	7	7	8	8	8	8	9	9	9	8	8	8	5	5	4	4	4
17	7	6	6	5	6	8	8	4	3	4	9	8	6	7	5	5	4	4	5	4
18	8	7	7	5	5	9	8	7	7	6	9	7	7	5	5	5	4	3	3	3
19	9	9	8	8	8	9	8	8	7	8	9	8	8	7	8	5	5	5	4	5
20	8	6	5	6	4	8	9	8	8	8	4	5	5	6	4	3	4	4	3	3
21	8	7	5	5	5	8	8	6	5	7	8	7	6	6	7	5	4	2	2	4
22	8	7	7	6	6	8	8	8	7	7	8	8	7	6	6	5	5	5	4	4
23	3	3	8	3	3	8	8	8	8	8	8	9	9	9	9	5	5	5	5	5
24	8	8	7	7	7	8	7	8	8	9	9	7	8	8	9	5	5	5	5	5
25	2	3	6	8	9	8	6	1	6	9	9	8	6	2	1	4	4	4	4	4
26	8	4	2	2	5	8	6	3	6	5	9	6	5	4	2	5	5	3	3	2
27	7	8	4	6	7	8	7	5	6	4	7	8	6	5	7	5	5	4	4	3
28	8	8	7	7	6	8	7	6	7	5	9	8	7	8	5	5	5	4	4	4
29	8	9	8	8	8	9	9	8	8	8	9	8	7	8	6	5	5	5	5	3
30	6	7	9	5	4	3	5	6	9	7	6	8	2	7	5	3	4	3	5	2

ANEXO 5.3: RESULTADO DEL ANÁLISIS SENSORIAL DE TEXTURA PARA VIDA ÚTIL

Tabla A- 22: Resultado del análisis sensorial de textura para vida útil

EVALUACION SENSORIAL - INDICADOR TEXTURA															
PAN	DIA 1					DIA 3					DIA 5				
	F0	F1	F2	F3	F4	F0	F1	F2	F3	F4	F0	F1	F2	F3	F4
1	9	8	8	8	7	9	7	9	8	5	8	6	7	8	5
2	9	8	7	8	6	9	8	8	8	5	7	7	7	8	5
3	9	7	8	7	6	9	7	8	8	5	8	7	7	7	4
4	8	7	7	8	6	8	7	6	6	4	9	6	6	7	5
5	8	6	8	8	5	8	7	8	6	5	8	7	7	6	4
6	9	7	8	8	7	8	7	7	7	5	7	7	7	6	6
7	9	8	8	6	6	8	7	7	5	5	9	8	7	5	4
8	9	7	8	8	6	8	7	7	6	5	7	7	7	4	4
9	9	6	7	8	5	8	7	6	5	6	8	7	7	6	5
10	9	8	8	8	6	8	8	7	6	5	8	8	7	4	4
11	9	7	8	5	5	8	7	5	5	5	7	7	7	6	4
12	9	8	7	7	6	8	7	7	7	5	8	6	7	7	6
13	9	7	7	7	6	9	7	8	8	4	7	6	6	7	5
14	9	7	9	8	5	8	7	7	3	7	7	7	7	7	5
15	9	8	7	8	3	7	7	8	5	4	8	6	7	7	6
16	9	9	8	7	7	8	7	8	8	5	9	6	6	6	5
17	9	6	9	5	6	8	7	7	7	5	9	6	6	7	5
18	8	7	7	5	6	8	7	7	7	6	7	7	7	6	4
19	9	9	8	8	8	8	7	8	7	7	7	7	7	7	5
20	8	6	8	8	6	8	7	8	7	5	8	6	6	6	5
21	8	7	8	9	6	8	8	6	6	5	8	7	7	6	4
22	9	7	9	6	6	9	7	7	7	5	8	7	7	6	6
23	9	8	9	8	6	8	7	7	8	5	8	6	7	6	5
24	8	8	8	7	7	9	7	7	8	5	7	7	7	7	4
25	9	8	7	7	6	9	6	7	7	6	9	6	6	6	4
26	9	8	7	7	6	8	6	7	7	5	9	6	6	6	5
27	9	8	8	8	7	9	7	8	6	5	7	6	6	5	4
28	8	8	7	7	6	8	7	7	8	6	9	7	7	7	4
29	9	9	8	8	6	8	7	7	8	6	9	8	7	8	5
30	9	7	9	8	7	8	7	6	6	5	8	8	8	7	5

Tabla A-23: Resultado del análisis sensorial de textura para vida útil

EVALUACION SENSORIAL - INDICADOR TEXTURA										
PAN	DIA 7					DIA 10				
	F0	F1	F2	F3	F4	F0	F1	F2	F3	F4
1	8	7	6	6	5	7	6	6	6	4
2	8	6	6	5	5	7	5	6	7	4
3	8	6	6	6	5	7	7	6	5	4
4	8	6	7	6	4	8	7	7	7	4
5	8	6	6	6	5	7	6	6	6	5
6	8	6	7	6	4	7	6	6	6	4
7	7	6	7	6	5	7	6	6	6	5
8	8	7	7	7	5	8	6	6	6	4
9	8	6	6	6	4	7	6	7	6	5
10	8	7	7	7	4	8	5	6	7	5
11	7	7	8	6	4	8	7	8	5	4
12	8	7	6	6	4	8	6	6	7	4
13	8	6	6	5	4	7	6	6	6	4
14	8	7	6	6	4	7	7	6	6	3
15	8	6	7	6	5	8	7	7	6	3
16	8	6	6	7	4	7	8	6	6	4
17	8	6	6	6	4	8	6	6	6	5
18	8	6	6	6	5	7	7	6	6	4
19	7	7	6	6	4	8	6	5	6	5
20	8	8	7	6	5	8	5	7	7	4
21	7	8	7	6	5	8	7	7	5	4
22	8	8	7	6	4	7	6	6	5	4
23	7	6	7	7	5	8	7	7	5	4
24	8	7	7	6	4	7	7	6	7	4
25	8	7	7	6	5	7	7	7	5	3
26	7	6	6	6	5	8	6	6	6	5
27	8	6	7	6	4	7	7	7	6	4
28	7	6	7	6	4	7	6	6	6	3
29	8	6	6	6	4	8	6	6	6	4
30	8	7	7	7	4	8	6	6	6	4

ANEXO 5.4: FOTO DEL ANÁLISIS SENSORIAL

El análisis sensorial se realizó con 30 panelistas, cada uno degustó las 4 formulaciones de cupcakes y el control, y llenaron los formatos evaluación sensorial.

