

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



**“OPTIMIZACION DE CUPCAKES ELABORADO CON SUSTITUCIÓN  
PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE ALGARROBO  
(PROSOPIS PALLIDA)”**

**PRESENTADO POR Bach. MARITZA MILAGRITOS SILVA GUZMÁN**

**TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO  
AGROINDUSTRIAL**

Chimbote – Perú

2017

**UNIVERSIDAD NACIONAL DEL SANTA**  
**FACULTAD DE INGENIERIA**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL**



**HOJA DEL AVAL DEL JURADO EVALUADOR**

El presente trabajo de tesis titulado ““OPTIMIZACION DE CUPCAKES ELABORADO CON SUSTITUCIÓN PARCIAL DE HARINA DE TRIGO POR HARINA DE ALGARROBO (*prosopis pallida*)”, para obtener el título profesional de Ingeniero Agroindustrial, presentado por Bach. MARITZA MILAGRITOS SILVA GUZMÁN, que tienen como Asesor a la docente Dra. Luz Paucar Menacho designado por resolución N° 848-2014-UNS-FI. Ha sido revisado y aprobado el día 14 de Junio del 2017 por el siguiente jurado evaluador, designado mediante resolución N° 177-2017-UNS-CCFI.

---

**Msc. Saúl Eusebio Lara**  
Presidente

---

**Dra. Luz Paucar Menacho**  
Secretario (Asesor)

---

**Ms. César Moreno Rojo**  
Integrante

## ACTA DE SUSTENTACIÓN DE TESIS

Siendo las 12 p.m. del 14 de junio del dos mil diecisiete se instaló en el Auditorio de la Escuela Académica Profesional de Ingeniería Agroindustrial, el Jurado Evaluador, designado mediante resolución N° 177-2017-UNS-CFI integrado por los docentes:

- **Msc. Saúl Eusebio Lara** (Presidente)
- **Dra. Luz Paucar Menacho** (Secretario)
- **Ms. César Moreno Rojo** (Integrante); para dar inicio a la Sustentación y Evaluación de Tesis, titulada:

“Optimización de cupcakes elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de algarrobo (prosopis pallida)”, elaborada por la bachiller en Ingeniería Agroindustrial.

- **Maritza Milagritos Silva Guzmán**

Asimismo, tienen como Asesor al docente: **Dra. Luz Paucar Menacho**

Finalizada la sustentación, la Tesista respondió las preguntas formuladas por los miembros del Jurado y el Público presente.

El Jurado después de deliberar sobre aspectos relacionados con el trabajo, contenido y sustentación del mismo, y con las sugerencias pertinentes y en concordancia con el Artículo 39° y 40° del Reglamento de Grados y títulos de la Universidad Nacional del Santa, declaran:

BACHILLER	PROMEDIO VIGESIMAL	PONDERACIÓN
MARITZA MILAGRITOS SILVA GUZMÁN	<b>19</b>	<b>EXCELENTE</b>

Siendo las 13:30 horas del mismo día, sé dio por terminado dicha sustentación, firmando en señal de conformidad el presente jurado.

Nuevo Chimbote, 14 de Junio del 2017

---

**M.sc. Saúl Eusebio Lara**  
Presidente

---

**Dra. Luz Paucar Menacho**  
Secretario

---

**Ms. César Moreno Rojo**  
Integrante

:

## **DEDICATORIA**

A Dios, mis padres hermanos. Asesora, profesores y compañeros

.

MARITZA S.G.

"A Dios, quien siempre me acompaña en los buenos y malos momentos, dándome la fortaleza para seguir adelante".

"A mis padres, Evaristo e Isolina  
Por su amor incondicional,  
Comprensión, apoyo y dedicación.  
Por ser siempre un ejemplo de  
Superación".

"A mis hermanas, por sus grandes consejos y enseñanzas que me brindan día a día, para así poder cumplir con mis metas".

"A mis amigos, por su amistad  
Sincera y por haber compartido  
Momentos de alegría en todos  
Estos años".

## **AGRADECIMIENTO**

A mi asesora Dra. Luz Paucar  
Menacho Por sus sabios consejos y  
orientación

A mis profesores Por haberme  
brindado los conocimientos Tecnicos-  
Cientificos

A mis compañeros Por haber tenido la  
suerte de compartir momentos gratos y  
hermosos

A Don Pedro Ayala A quien cariñosamente  
lo llamo Don Pedrito Por su desinteresado  
apoyo en mis investigaciones

## ÍNDICE GENERAL

<b>I. INTRODUCCIÓN</b> .....	17
<b>II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA</b> .....	18
2.1 El Algarrobo.....	18
2.1.1 Generalidades del Algarrobo.....	18
2.1.2 Taxonomía y Morfología.....	18
2.1.2.1 Taxonomía.....	18
2.1.2.2 Morfología.....	19
2.1.3 Características Topográficas y Zonas Geográficas.....	20
2.1.3.1 Características Topográficas.....	20
2.1.3.2 Zonas Geográficas.....	20
2.1.4 Producción Composición y Utilización.....	21
2.1.4.1 Producción.....	21
2.1.4.2 Composición.....	21
2.1.4.3 Utilización.....	24
2.1.4.4 Valor Nutritivo.....	25
2.2 El Trigo (Triticum Vulgare).....	27
2.2.1 Generalidades del Trigo.....	27
2.2.2 Taxonomía y Morfología.....	28
2.2.2.1 Taxonomía.....	28
2.2.2.2 Morfología.....	28
2.2.3 Composición Química del Trigo (Triticum Vulgare).....	29
2.2.4 Clasificación del Trigo según su utilización.....	31
2.2.5 Harina de Trigo.....	32
2.2.5.1 Definición.....	32
2.2.5.2 Composición Química.....	32
2.2.5.3 Principales Componentes de la Harina.....	33
2.2.5.4 Tipos de Harina.....	33
2.2.5.5 Harina para Productos de Pastelería.....	34
2.3 Mezclas Alimenticias.....	35
2.3.1 Complementación Proteica.....	35
2.3.2 Computo Químico.....	35
2.3.3 Características Reológicas de las Harinas.....	36
2.3.3.1 Amilografía.....	36
2.3.3.2 Farinografía.....	38

2.3.3.3 Extensografía.....	41
2.4 Control de Calidad de las Harinas.....	43
2.4.1 Contenido de Humedad.....	43
2.4.2 Proteínas.....	44
2.4.3 Prueba de Cenizas.....	44
2.4.4 Color de la Harina.....	45
2.5 Generalidades en la Elaboración de Cupcakes.....	45
2.5.1 Definición de Cupcake.....	45
2.5.2 Características de Calidad de los Cupcakes.....	46
2.6 Queques enriquecidos.....	47
2.6.1 Requisitos.....	48
2.7 Ingredientes de los Cupcakes.....	49
2.8 Etapas en la elaboración de Cupcakes.....	55
2.9 Control de la calidad de los Cupcakes.....	56
2.9.1 Evaluación Sensorial.....	56
2.9.1.1 Conducción del Panel.....	56
2.9.1.2 Método de Escala Hedónica.....	57
<b>III. OBJETIVOS.....</b>	<b>64</b>
3.1 Generales.....	64
3.2 Específicos.....	64
<b>IV. MATERIALES Y MÉTODOS.....</b>	<b>64</b>
4.1 Lugar de Ejecución.....	64
4.2 Materia Prima e Insumos.....	65
4.2.1 Materia Prima.....	65
4.2.2 Insumos.....	65
4.3 Equipos, materiales y reactivos.....	65
4.3.1 En la elaboración de Cupcakes.....	65
4.3.1.1 Equipos.....	65
4.3.1.2 Utensilios.....	65
4.3.1.3 Materiales de empaque.....	66
4.3.2 Para la Evaluación Tecnológica de los Cupcakes.....	66
4.3.2.1 Equipos.....	66
4.3.2.2 Materiales de Laboratorio.....	67
4.3.2.3 Otros Materiales.....	68



4.4 Metodología.....	68
4.4.1 Metodología para Caracterización de las Harinas de Trigo y Algarrobo.....	68
4.4.2 Metodología para la Elaboración de los Cupcakes.....	69
4.4.2.1 Formulación.....	69
4.4.2.2 Diseño Experimental.....	69
4.4.2.3 Procedimiento para la Elaboración de los Cupcakes.....	71
4.4.2.4 Evaluación de los Cupcakes.....	73
4.4.2.4.1 Análisis de Proteínas.....	73
4.4.2.4.2 Análisis Sensorial.....	73
4.4.2.4.3 Evaluación Fisicoquímica.....	73
4.4.2.4.4 Optimización.....	74
4.4.2.4.5 Calculo de la vida útil del Cupcake.....	75
<b>V. RESULTADOS Y DISCUSIONES.....</b>	<b>76</b>
<b>VI. CONCLUSIONES.....</b>	<b>140</b>
<b>VII. RECOMENDACIONES.....</b>	<b>141</b>
<b>VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....</b>	<b>142</b>
<b>IX. ANEXOS.....</b>	<b>145</b>

## ÍNDICE DE CUADROS

Cuadro N° 01 : Comparación de las características químicas del polvo de Algarrobo y el polvo del cacao.....	25
Cuadro N° 02 : Análisis proximal de la harina del algarrobo.....	26
Cuadro N° 03 : Clasificación taxonómica del trigo.....	28
Cuadro N° 04 : Valor nutricional (por 100gr. de porción aprovechable de trigo.....	30
Cuadro N° 05 : Composición química de la harina de trigo.....	32
Cuadro N° 06 : Parametro farinográficos para diferentes harinas según su Uso.....	40

Cuadro N° 07 : Parámetros del extensograma.....	42
Cuadro N° 08 : Parámetros del extensograma para diferentes harinas según su uso.....	43
Cuadro N° 09 : Variación en el contenido de cenizas según el tipo de Harina.....	44
Cuadro N° 10 : Composición proximal del Cupcake.....	46
Cuadro N° 11 : Composición de micronutrientes del Cupcake (mg./100gr.)	47
Cuadro N° 12 : Requisitos físico-químicos permitidos en los biscochos...	48
Cuadro N° 13 : composición química de la pulpa de algarrobo.....	54
Cuadro N° 14 : Formulación control utilizada para la producción de Cupcake.....	69
Cuadro N° 15 : Características amilograficos de la harina de trigo.....	77
Cuadro N° 16 : Características farinográficos de la harina de trigo Pastelera.....	78
Cuadro N° 17 : Características extensograficos de la harina de trigo.....	80
Cuadro N° 18 : Análisis químico – proximal de la harina de algarrobo..	83
Cuadro N° 19 : Análisis químico – proximal de la harina de trigo.....	83
Cuadro N° 20 : Resultados para color.....	90
Cuadro N° 21 : Resultados para textura.....	91
Cuadro N° 22 : Resultados para sabor.....	92
Cuadro N° 23 : Escala hedónica para color, textura y sabor.....	93
Cuadro N° 24 : Resultados para la intensidad de compra.....	93
Cuadro N° 25 : Escala hedónica para intensidad de compra.....	94

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla N° 01: Colorimetría de las harinas de trigo y algarrobo.....	76
Tabla N° 02: Análisis univariado de varianzas.....	94
Tabla N° 03: Prueba de efectos inter-sujetos.....	95
Tabla N° 04: Prueba post-hoc.....	96
Tabla N° 05: Comparaciones múltiples.....	96
Tabla N° 06: Porcentajes de proteínas en los cupcakes.....	98
Tabla N° 07: Porcentajes de humedad en los cupcakes.....	98
Tabla N° 08: Ph de formulaciones de cupcakes.....	99
Tabla N° 09: Porcentaje de acidez en las formulaciones de cupcakes.....	100
Tabla N° 10: Volumen específico en formulaciones de cupcakes.....	100
Tabla N° 11: Textura de formulaciones de cupcakes.....	102
Tabla N° 12: Análisis de univariado de varianza.....	102
Tabla N° 13: Prueba de igualdad de varianza de error.....	103
Tabla N° 14: Prueba efectos intersujetos variable dependiente textura....,	103
Tabla N° 15: Medias marginales factor variable dependiente textura.....	104
Tabla N° 16: Prueba post-hoc factor comparaciones múltiples.....	105
Tabla N° 17: Comparaciones múltiples variable dependiente textura....	106
Tabla N° 18: Subconjuntos homogéneos textura.....	107
Tabla N° 19: AW de las formulaciones del cupcakes.....	109
Tabla N° 20: Análisis univariado de varianza factores intersujetos.....	109
Tabla N° 21: Prueba de igualdad de Levene.....	110
Tabla N° 22: Análisis de varianza prueba de efectos intersujetos AW...	110
Tabla N° 23: Medias marginales estimadas.....	111

Tabla N° 24: Pruebas post-hoc factor AW.....	112
Tabla N° 25: Subconjuntos homogéneos AW.....	113
Tabla N° 26: Datos y análisis de pérdida de peso.....	115
Tabla N° 27: Porcentaje de pérdida de peso en las formulaciones de Cupcakes.....	116
Tabla N° 28: Análisis univariado de varianza factores inrtersuejtos pérdida de peso.....	117
Tabla N° 29: Prueba de igualdad de varianza de error.....	117
Tabla N° 30: Prueba de efectos inter-sujetos pérdida de peso.....	118
Tabla N° 31: Medias marginales estimadas.....	118
Tabla N° 32: Pruebas post-hoc factor comparaciones multiples variable dependiente pérdida de peso.....	119
Tabla N° 33: Comparaciones múltiples variable dependiente pérdida de peso	121
Tabla N° 34: Subconjuntos homogéneos pérdida de peso .....	122
Tabla N° 35: Factores intersujetos de la sustitución características.....	124
Tabla N° 36: Prueba de igualdad de levene.....	124
Tabla N° 37: Analisis de varianza de pruebas de efectos intersujetos.....	125
Tabla N° 38: Medias marginales estimadas.....	126
Tabla N° 39: Pruebas post hoc sustitución comparaciones multiples variable dependiente datos – bonferroni.....	127
Tabla N° 40: Subconjuntos homogéneos características comparaciones Múltiples.....	128
Tabla N° 41: Análisis univariado de varianza factores intersujetos.....	130

Tabla N° 42: Prueba de igualdad de levene de varianza de error variable dependiente datos.....	130
Tabla N° 43: Pruebas de efectos intersujetos variable dependiente datos...	131
Tabla N° 44: Medias marginales estimadas sustitución variable dependiente Datos.....	132
Tabla N° 45: Características variable dependiente datos.....	132
Tabla N° 46: Pruebas post-hoc sustitución comparaciones múltiples datos.	133
Tabla N° 47: Comparaciones Múltiples.....	134
Tabla N° 48: Subconjuntos homogéneos.....	135
Tabla N° 49: Comparaciones múltiples.....	136
Tabla N° 50: Valores de determinación de Colorimetría en los cupcakes...	138

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura N° 01 : Árbol de Algarrobo.....	20
Figura N° 02 : Trigo.....	27
Figura N° 03 : Amilografo de Brabender.....	37
Figura N° 04 : Farinografo de Brabender.....	40
Figura N° 05 : Extensografo de Brabender.....	43
Figura N° 06 : Marina de trigo.....	49
Figura N° 07 : Diagrama de flujo del proceso de elaboración de cupcakes....	72
Figura N° 08 : Amilograma de la harina de trigo.....	77
Figura N° 09 : Farinografía de harina de trigo pastelera.....	78
Figura N°10 : Extensograma de harina de trigo.....	80
Figura N° 11: Pesado de insumos.....	85
Figura N° 12 : Pesado de insumos en balanza analítica.....	85
Figura N° 13 : Cremado.....	86
Figura N° 14 : Mezclado 1.....	86
Figura N° 15 : Mezclado 2.....	87
Figura N° 16 : Mezclado 3.....	87

Figura N° 17 : Moldeado.....	88
Figura N° 18 : Horneado de Cupcakes.....	88
Figura N° 19 : Enfriado.....	89
Figura N° 20 : Envasado de Cupcakes.....	89
Figura N° 21: Metodo de desplazamiento de semillas de Alpiste.....	101
Figura N° 22: Comparacion de volumen de las 4 formulaciones de cupcakes	101
Figura N° 23 : : Equipo Soxhlet debidamente acondicionado.....	146
Figura N° 24: Grasa obtenida de la harina de algarrobo.....	146
Figura N° 25 : Determinación de cenizas.....	147
Figura N° 26 : Medición de color de Cupcakes con el colorímetro.....	148
Figura N° 27 : Medición de textura en Cupcakes.....	149
Figura N° 28 : Determinación de AW en Cupcakes.....	150

## ÍNDICE DE ANEXOS

Anexo N° 01 : Método de determinación de grasa en la harina.....	146
Anexo N° 02 : Determinación de cenizas en las harinas.....	147
Anexo N° 03: Medición de colorimetría en las harinas.....	148
Anexo N° 04 : Determinación de las texturas de los Cupcakes.....	149
Anexo N° 05 : Método para medir la AW en el Cupcake.....	150
Anexo N° 06 : Hoja de evaluación sensorial de los Cupcakes.....	151
Anexo N° 07 : Regresión lineal para determinar vida útil del Cupcake.....	152
Anexo N° 08 : Diagrama de flujo del proceso de elaboración de Cupcake.....	156
Anexo N° 09: Score químico de la mezcla de harina de trigo y harina de Algarrobo.....	158

## RESUMEN

En el presente trabajo de investigación titulado Optimización de Cupcakes elaborado con sustitución parcial de harina de trigo por harina de algarrobo realizamos una innovación al trabajar con una harina muy poco utilizada como harina sucedánea en productos de panificación en el Perú esta harina que por sus características sensoriales y nutritivas es muy especial y aporta mucho al producto en la cual es utilizada es la harina de algarrobo, de esta manera trabajando con tres formulaciones de cupcakes 5%,10%,y 15% de sustitución parcial de harina de trigo por harina de algarrobo determinamos las cualidades sensoriales, fisicoquímicas ,químico-proximales y por último la vida y útil de las diferentes formulaciones de cupcakes además hacemos un pequeño análisis de las harinas. Para por fin al final determinar cuál es la formulación optima de cupcake utilizando las pruebas estadísticas principalmente las de tukey para analizar parámetros como AW, Pérdida de peso, Textura, parámetros que fueron medidos durante 5 días para poder observar así la diferencia al transcurrir de los días y el comportamiento de las diferentes formulaciones con respecto a estos parámetros, Además se analizó, Acidez, PH, porcentaje de proteínas de los cupcakes. La harina de algarrobo es una harina que se obtiene a partir de la pulpa del algarrobo y es utilizada en productos de panificación desde tiempos antiguos en otros países por sus característico olor dulce a algarrobina sus cualidades nutritivas y su abundancia, al final en este trabajo llegamos a la conclusión que las 3 formulaciones cumplen con los requisitos de calidad tanto a nivel sensorial como fisicoquímico y también a nivel químico proximal para ser producidos como un producto apto para consumo y comercialización también evaluamos su intención de compra y los resultados nos indican que es un producto con muchas posibilidades de comercialización.

## ABSTRACT

In the present research work entitled Optimization of cupcakes elaborated with partial substitution of wheat flour for carob flour we made an innovation when working with a flour very little used as flour substitutes in baked goods in Peru this flour that for its sensory and nutritional characteristics is very special and it contributes a lot to the product in which it is used is the carob flour, thus working with three formulations of 5%, 10%, and 15% partial wheat flour substitution cupcakes. Carob flour we determine the sensory, physicochemical, chemical-proximal qualities and finally the useful life of the different formulations of cupcakes also make a small analysis of the flours. Finally, to determine the optimum formulation of cupcake using statistical tests mainly the tukey to analyze parameters such as  $A_w$ , weight, Loss, Texture, parameters that were measured during 5 days to be able to observe the difference in the passing of the Days and the behavior of the different formulations with respect to these parameters, Also analyzed, Acidity, Ph., percentage proteins Carob flour is a flour obtained from the carob pulp and is used in baking products since Old times in other parts by its characteristic sweet smell to algarrobina its nutritional qualities and its abundance, in the end in this work we arrive at the conclusion that the 3 formulations fulfill the requirements of quality so much in sensorial level as fisicoquímico and also to chemical level proximal to be Produced as a product suitable for consumption and marketing we also evaluate their intention to purchase and the results indicate that it is a product with many possibilities of commercialization, economic besides ..



## I.- INTRODUCCION

Actualmente los productos alimenticios comerciales innovadores alternativos son muy requeridos cuando ofrecen una relación calidad precio atractiva los cupcakes o magdalenas tienen de por sí buena acogida en el mercado ya sea para ser ofrecidos como bocadito en las celebraciones clásicas o como bocadito para darse un gusto ahora un cupcake enriquecido con una sustitución parcial de harina de algarrobo por harina de trigo podría ser un producto alternativo a los cupcakes clásicos con un precio atractivo y una presentación igualmente atractiva podría ser muy bien recibido por el consumidor por su sabor especial y atractivo nutricional este producto es creado observando la demanda que desde hace tiempo existe de estos productos en el mercado y teniendo como atractivo la utilización en su elaboración de harina de algarrobo como harina sucedánea producto obtenido de la pulpa del árbol algarrobo que crece abundantemente en los desiertos de Piura y que tiene muchas cualidades que la hacen una harina muy especial como su contenido proteínico sabor y olor característicos muy especiales que le transfiere al producto en el que es utilizada unas características organolépticas o sensoriales y nutritivas por encima de lo común además en el presente trabajo analizaremos la calidad de este producto su tiempo de vida útil su contenido nutricional y aceptación en el mercado como haremos un análisis de la harina de algarrobo también determinaremos su contenido proteico y de grasas y cenizas.

## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. El Algarrobo (*Prosopis Pallida*)

#### 2.1.1 Generalidades del Algarrobo

El algarrobo es un árbol longevo, perteneciente al orden de las leguminosas, que cuenta con una gran capacidad para vivir en el desierto debido a su habilidad para captar nitrógeno y agua por sus largas raíces, por lo que es considerado como el súper árbol del desierto peruano.

Las poblaciones de algarrobos se concentran de manera notoria a partir de la Latitud 7°S hacia el norte, en los Departamentos de Lambayeque, Piura y Tumbes, donde forma parte importante del denominado Bosque Seco Tropical en sus formaciones vegetales: bosque seco denso, bosque seco tipo sabana y chaparral, abarcando una superficie estimada de 1.8 millones de hectáreas.

La costa central y sur no le son propicios. Es un problema de temperaturas y horas de brillo solar (Briceño, 1997).

#### 2.1.2. Taxonomía Y Morfología

##### 2.1.2.1. Taxonomía

El destacado botánico peruano Dr. Ramón Ferreyra realizó en 1987, un importante estudio sistemático sobre los algarrobos de la Costa Norte del Perú. Anteriormente, se les consideraba una sola especie, denominada por unos *Prosopis juliflora* y según otros *Prosopis chilensis*.

Para el Dr. Ferreyra existen en realidad tres especies de *Prosopis*: *P.pallida*, *P.juliflora* y *P.affinis*.

La especie dominante según este científico es *P.pallida*, nativa de la Costa Norte, con cuatro formas: *pallida*, *annularis*, *armata* y *decumbens*.

La forma *annularis* es el denominado algarrobo “cachito” por sus frutos anillados o en forma de herradura a semejanza de pequeños cuernos. Su presencia está confinada a la Costa Norte peruana.

La denominada *decumbens* es el llamado algarrobo achaparrado. La forma *pallida* o típica se encuentra distribuida hasta Ica.

### **2.1.2.2. Morfología**

Este árbol consta de unas propiedades complejas entre la

Cuales están:

#### **Propiedades Físicas**

- Tiene unas largas raíces por las que capta el nitrógeno y agua.
- Su tronco es retorcido y puede alcanzar hasta 18 metros de altura y dos metros de diámetro.
- Posee ramas flexibles y algunas de ellas pueden ser espinosas
- El fruto del algarrobo es un legumbre o vaina que tiene entre 16 y 30 centímetros de largo por algo más de 1.5 cm. de ancho y 8 mm. de espesor.
- Cada vaina o también llamada algarroba pesa unos doce gramos y consiste en tres componentes principales: la vaina exterior, la pulpa y las semillas.

#### **Propiedades Químicas**

- El algarrobo tiene una gran capacidad para captar el nitrógeno, siendo la mayor fuente de este elemento en las zonas áridas.
- Es una planta orgánica compuesta por agua en un 70% y el resto de porcentaje constituido por elementos como grasa, vitaminas y minerales.
- Tiene una gran capacidad también para captar el agua, lo que le permite nutrirse autónomamente.
- La especie es bastante rústica; prospera sin ningún inconveniente en toda clase de suelos, llegando a crecimientos muy buenos y a producir notables cantidades de frutos.
- Crece en zonas áridas y semiáridas.
- Crece en suelos arenosos, arcillosos, calcáreos, pedregosos y hasta en aquellos superficiales y salinos.
- El enorme desarrollo que adquiere el sistema radicular le permite la absorción del agua, hasta en zonas con grandes profundidades de napa freática.
- Tiene una notable tolerancia a períodos prolongados de sequías y a la sal.
- Puede irrigarse con agua cuyo contenido de sal sea equivalente hasta a la mitad del contenido de sal del agua de mar.

### **2.1. 3. Características Topográficas y Zonas Geográficas**

#### **2.1.3.1. Características Topográficas:**

- La especie no es exigente un determinado ambiente topográfico; no obstante, crece de preferencia en suelos planos, ondulados.
- Puede estar hasta los 800 msnm; encontrándose los mejores ejemplares alrededor de los 50 a 400 msnm.

#### **2.1.3.2. Zonas Geográficas**

Este árbol a igual que otras especies está muy expandido en toda la planicie:

##### **En el Perú:**

- Se desarrolla y vegeta bien en zonas costeras donde existe escasa o nula incidencia de heladas y en altitudes inferiores a los 600 m.
- Aunque crecen también cerca del agua, distintas especies de Prosopis se encuentran en lugares tan secos que difícilmente puedan sobrevivir otras plantas.



**Fig1: Árbol de algarrobo**

**Fuente: Briceño, 1997**

## 2.1.4. Producción, Composición Y Utilización

### 2.1.4.1. Producción

La producción de un árbol adulto puede alcanzar y fácilmente superar los 100 kg. No son raros los árboles que produce entre 200 y 300Kg. En casos excepcionales se alcanzan los 400-500 y en ciertos casos incluso los 1.000 kg.

El árbol es adulto entre los 30 y 100 años y es improductivo, sino se injerta, hasta los 10 años, a partir de los cuales comienzan a producir de forma gradual cada año si las condiciones de cultivo permiten. A los cincuenta años el algarrobo puede considerarse todavía joven y a los cien años, si está sano, fructifica aun abundantemente (**Iglesia y Spina, 1989**).

### 2.1.4.2. Composición

La composición media de la algarroba bien seca es la siguiente:

Pulpa .....	90 -91,00%
Semillas.....	8 - 9,50%
Partes leñosas e impurezas (desechos).....	0,5 - 2%

La pulpa tiene la siguiente composición:

Humedad .....	3,70-25%
Proteínas .....	2,02-16%
Grasas .....	0,22- 4,02%
Celulosa .....	2,86-15,31%
Cenizas .....	1,40- 3,87%
Glucosa .....	3,00-20,54%
Sacarosa .....	7,02-43,62%
Mucílago .....	20 -58,0%
Taninos.....	1,3 - 1,5%

En las algarrobas secas hay también hemicelulosa, elementos minerales y poli fenoles (ácido gálico).

Las algarrobas verdes tienen a su vez diversas catequinas y leuco antocianinas, consideradas precursores de los taninos, ácido gálico y diversos inhibidores del desarrollo.(**Iglesia y Spina, 1989**).

Las diversas variedades de algarrobo contienen elevadas cantidades de azúcar (sacarosa e invertosa) comparándose con otros frutos frescos maduros.

La harina de algarroba contiene un 1,8% de compuestos taninos y similares, entre ellos ésteres del ácido gálico, taninos altamente condensados y pequeñas cantidades de ácido gálico libre y de tres fenoles no bien identificados.

En las vainas verdes también están presentes compuestos fenólicos, taninos hidrolizados y ácido gálico. **(Iglesia y Spina, 1989).**

El elevado contenido de taninos en las algarrobas puede explicar la inhibición de las enzimas digestivas. La sacarosa puede ser extraída de la pulpa de la mezcla de diversos azúcares mediante la oportuna técnica (etanol) con un rendimiento de más de un 26% y se presenta de óptima calidad pero cristalizado, mientras el residuo puede ser utilizado en la alimentación de animales y como fertilizante.

El contenido en sacarosa de las vainas, que es de un 2-5% a finales de marzo, aumenta rápidamente a partir de finales de mayo hasta alcanzar el máximo contenido a mediados de agosto. **(Iglesia y Spina, 1989).**

\*Los frutos de algarroba contienen sustancias que estimulan el desarrollo y sustancias inhibitoras en todos sus estadios. El nivel de las sustancias estimuladoras disminuye gradualmente con la maduración de los frutos mientras que aumenta el de sustancias inhibitoras:

la concentración de azúcares (reductores y no reductores) está relacionada con el balance de los reguladores del crecimiento, aumentando con el aumento de los inhibidores y disminuyendo conforme disminuye el contenido de sustancias promotoras.

Las jóvenes semillas contienen inhibidores, pero no promotores, al contrario, las semillas maduras contienen ambas sustancias.

Las semillas tienen la siguiente composición media

Epispermo (o tegumento seminal o cubierta externa).....	10-36%
Endospermo (o albumen donde están algunas gomas particulares)	36-46%
Germen (cotiledones y embrión).....	15-25%

La composición química de las semillas según diferenciadores es la siguiente:

Humedad.....	8,89-15,12%
Proteínas.....	13,26-22,97%

Grasas.....	1,11-3,06%
Celulosa.....	6,93-13,33%
Cenizas.....	2,19- 4,56%

Por lo que respecta al epispermo en particular la composición media porcentual es: **(Iglesia y Spina, 1989)**.

Humedad	3,50%
Celulosa	4,70 %
Lignina...	2,50%
Proteínas	5,70%
Nitrogenados	49,50%
Acido tánico	30,00%
Cenizas	4,20%

El endospermo (o albumen) tiene la siguiente composición:

Humedad	8%
Galactosa	28%
Pentosas	3%
Proteínas	1-3%
Pectina	4%
Celulosa	3-4%
Cenizas	1%

Por último el germen (cotiledones y embriones) tiene la siguiente composición química:

Humedad	8-9.10, 567
Prótidos	33,74-6(1,57%)
Carbohidratos	20 -38.70%
Grasas	2.45 %
Celulosa	2.3 10,64%
Fósforo total	0,45%
Sales de Ca y Mg del ácido inositasafosfórico	2,60%

En el germen también hay glutina, pequeñas cantidades de lecitina y vitaminas B1, B2, D, E, y PP. **(Iglesia y Espina ,1989)**

### **2.1.4.3. Utilización**

De la Harina obtenida a partir de la Pulpa de algarroba

La Harina que vamos a utilizar en nuestro trabajo de investigación es obtenida a partir de la pulpa de algarrobo de hecho la pulpa de la algarroba se puede usar, como tal o como harina, en la industria alimentaria como sustancia impalpable con humedad máxima 2% de fácil mezcla con otras harinas, en la destilación para la preparación del alcohol (1), en la industria farmacéutica por las propiedades terapéuticas (antidiarreica y anticitarral) de algunos de sus componentes y como factor de apetibilidad, quimio profiláctico, anti vomitivo.

Obtención de azúcar debido al elevado contenido en sacarosa de la pulpa, utilizando el método Oddo.

#### **Otros usos de la pulpa de algarroba son:**

Como sucedáneo del chocolate: carcao, sustancia similar al cacao obtenida mediante tratamiento especial pero con un nivel muy bajo de grasas y sodio y casi sin teobromina y cafeína. Fácilmente emulsionable y mezclable con otros ingredientes de gran uso en las industrias pasteleras y heladerías. La composición de la pulpa de harina de algarrobo se detalla arriba vemos que tiene un contenido de proteínas de 2 a 16% justamente de esta parte del Algarrobo es que se obtiene la harina que utilizaremos para nuestro trabajo de investigación.



## Cuadro 1: Comparación de las características químicas del polvo de

### Algarroba y el Polvo de cacao:

Características químicas	Polvo de algarroba	Polvo de cacao
Calorías por 100 gramos	177%	295%
Grasas brutas	0,7%	23,7%
Carbohidratos		
Azúcares naturales	46,0%	5,5%
Fibra bruta	7,0%	4,4%
Otros carbohidratos (por diferencia)	35,4%	38,5%
Proteína bruta	4,5%	16,8%
Cenizas	3,4%	8,2%
Humedad	3,0%	3,0%
Hierro (mg/100 g)	50%	10%
Sodio (mg/100 g)	100%	700%
Potasio (mg/100 g)	950%	650%
Cafeína	—	0,16%
Teobromina	—	1,1%

**Fuente:(Iglesia y Spina, 1989).**

#### 2.1.5. VALOR NUTRITIVO

La algarroba pulverizada contiene además un 1,8% de proteínas lo que es relativamente alto en relación con otros productos vegetales, y es también una buena fuente de vitamina A, D, B1 (tiamina), B2 (riboflavina) y B3 (niacina).

Puesto que la algarroba pulverizada contiene el 46% de azúcares naturales, comprendida la fructosa, requiere menos edulcorante que el polvo de cacao o chocolate, por lo que, además de por su contenido ya expuesto, es de gran interés en la preparación de dulces de confitería como sucede con frecuencia en los países anglosajones.

**Cuadro 2: Análisis proximal de la harina de Algarrobo**

**(Prosopis Pallida) (g/100gr)**

Parámetros	%	U
Proteínas	6,89	g
Humedad	12,35	g
Lípidos	1,98	g
Carbohidratos solubles	74,31	g
Poder calórico	342,59	Kcal/g
Minerales	174,13	mg
Fibra cruda	10,78	g
Cenizas	11,16	mg

**Fuente: Bermellón stephany y García Dina, 2015.**

## **2.2. EL Trigo**

### **2.2.1. Generalidades del trigo**

La palabra trigo designa tanto a la planta como a sus semillas comestibles, tal y como ocurre con los nombres de otros cereales (Aykrod et.al, 1970). El trigo es uno de los tres cereales más producido globalmente, y el más ampliamente consumido por el hombre en la civilización occidental desde la antigüedad. El grano de trigo es utilizado para hacer harina, harina integral, sémola, cerveza y una gran variedad de productos alimenticios (Forero, 2000).



**Fig. 2: trigo**

**Fuente: <https://pixabay.com/es/photos/campo%20de%20trigo/>**

## 2.2.2. Taxonomía y morfología

### 2.2.2.1. Taxonomía

**Cuadro 3: Clasificación taxonómica del trigo**

Taxonomía del trigo	
Reino	Vegetal
Subreino	Fanerógamo
División	Cheterodophitas
Subdivisión	Angiosperma
Clase	Monocotiledónea
Ordenes	Cereales
Familia	Gramínea
Genero	Triticum
Especie	<b>Vulgares</b>

**Fuente: Mateo, (2005).**

### 2.2.2.2. Morfología

Las partes de la planta de trigo se pueden describir de la siguiente manera:

- **Raíz**

El trigo posee una raíz fasciculada o raíz en cabellera, es decir, con numerosas ramificaciones las cuales alcanzan en su mayoría una profundidad de 25 cm, llegando algunas de ellas hasta un metro de profundidad. (Potts, 1983).

- **Tallo**

El tallo del trigo, de tipo herbáceo, es una caña hueca con 6 nudos que se alargan hacia la parte superior, alcanzando entre 0,5 a 2 metros de altura, es poco ramificado. (Mateo, 2005).

- **Hojas**

Las hojas del trigo tienen una forma linear lanceolada (alargadas, rectas y terminadas en punta) con vaina, lígula y aurículas bien definidas (Potts, 1981).

- **Inflorescencia**

La inflorescencia es una espiga compuesta por un raquis (eje escalonado) o tallo central de entrenudos cortos, sobre el cual van dispuestas de 20 a 30 espiguillas en forma alterna y laxa o compacta, llevando cada una nueve flores, la mayoría de las cuales abortan, rodeadas por glumas, glumillas o glumelas, lodículos o glomélulas. (Mateo, 2005).

- **Granos**

Los granos son cariósides que presentan forma ovalada con sus extremos redondeados. El germen sobresale en uno de ellos y en el otro hay un mechón de pelos finos. El resto del grano, denominado endospermo, es un depósito de alimentos para el embrión, que representa el 82% del peso del grano. A lo largo de la cara ventral del grano hay una depresión (surco): una invaginación de la aleurona y todas las cubiertas. En el fondo del surco hay una zona vascular fuertemente pigmentada. El pericarpio y la testa, juntamente con la capa aleurona, conforman el salvado de trigo. El grano de trigo contiene una parte de la proteína que se llama gluten. El gluten facilita la elaboración de levaduras de alta calidad, que son necesarias en la panificación. (Mateo, 2005).

### **2.2.3. Composición química del trigo (*Triticum Vulgare*)**

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 o 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 glutenina y gliadina, presentes 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. (De la Vega, 2009).

**Cuadro 4: Valor Nutricional (por 100 g de porción aprovechable de trigo)**

Nutrientes	Cantidad	Unidad
Humedad	14,2	g.
Proteínas	13,0	g.
Carbohidratos	69,6	g
Extracto	1,7	g.
Etéreo -	-	
Fibra	2,9	g.
Ceniza	1,5	g.
Calcio	54,	g.
Tiamina	0,5	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).**

#### **2.2.4. Clasificación del trigo según su utilización**

Son varios los tipos de trigo que se cultivan alrededor del mundo; de acuerdo a su hábito de crecimiento éstos se clasifican en trigos invernales, primaverales intermedios o facultativos. El trigo hexaploide (*Triticum aestivum*), comúnmente conocido como harinero, también se clasifica con base en el color de su grano en rojo y blanco. El trigo tetraploide (*Triticum durum*) es comúnmente conocido como durum o cristalino y tiene color ámbar. (Calaveras, 1996).

Un ejemplo de clasificación del trigo, con base en su uso o procesamiento, es de acuerdo a su textura y características de fuerza de gluten (Tabla 13). Los trigos de gluten fuerte y extensible (grupo 1) son necesarios en los procesos mecanizados de panificación (pan de molde en general) en los cuales las masas deben tolerar el trabajo intenso al cual son sometidas. Estos trigos también son utilizados como correctores de trigos de menor fuerza de gluten. Los trigos con gluten medio fuerte y extensible (grupo 2) son aptos para la producción semimecanizada y manual de pan a partir de masas fermentadas (pan blanco, pan de masa hojaldrada y pan dulce, moldeados manualmente y horneado sin molde) y no fermentadas (pan plano como el árabe, tortilla de harina, etc.). Por otro lado, los trigos de endospermo suave (o blando) y gluten débil (grupo 3), son requeridos en la industria galletera y de repostería. Estos trigos deben poseer un contenido de proteína menor que el de los trigos de los grupos 1 y 2. Los trigos de gluten tenaz (poco extensibles), del grupo 4, son altamente indeseables en la industria panificadora, ya que producen masas de panificación que, por el hecho de tener extensibilidad muy limitada, presentan poca tolerancia al sobre mezclado, deficiente capacidad de expansión durante la fermentación y el horneado, y pobres características de manejo y moldeado. El trigo cristalino o durum (grupo 5) produce semolina (harina gruesa) de color amarillo y posee un gluten medio fuerte y tenaz, adecuado para elaborar pastas alimenticias muy densas y resistentes. (Calaveras, 1996).

## 2.2.5. Harina de trigo

### 2.2.5.1. Definición:

Por harina de trigo se entiende al producto elaborado con granos de trigo común, *Triticum estivan 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).

### 2.2.5.2. 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).

**Cuadro 5: Composición Química de la Harina de trigo**

Componente	Harina 100% extracción
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, (1986).**

### 2.2.5.3. Principales componentes de la harina

- **Carbohidratos:** se llama así a ciertos compuestos químicos formados por carbono, hidrógeno 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. (Primo, 1998). 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 enlaces de hidrógeno. (Primo, 1998).

- **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. (Primo, 1998).

La cantidad de proteína determina las propiedades de panificación de la harina, y sus características generales y naturaleza coloidal determinan su calidad. (Primo, 1998).

- **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. (Primo, 1998).
- **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. (Primo, 1998).

#### 2.2.5.4. 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 alto contenido de proteína y otro tipo de harina con baja proteína. A este sistema de molienda se denomina molienda o separación por impacto (Primo, 1998).

### 2.2.5.5. 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 micronizadas sería lo ideal. (Calaveras, 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 Micronizadas, ya que han sido trituradas nuevamente reduciéndole el tamaño de la partícula. Una harina panificable, normal tiene entre 110 y 180 mieras de granulometría, las harinas micronizadas son las que tienen una granulometría entre 40 y 80 mieras. 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. Mezclas Alimenticias**

Las mezclas alimenticias son combinaciones de diferentes alimentos: cereales, cultivos andinos, leguminosas, leche, etc., que se efectúan a fin de obtener un producto final comestible de alta calidad nutricional, con un balance adecuado de AA esenciales en una dieta. Las mezclas se destinan principalmente a la población infantil en riesgo de desnutrición a fin de cubrir mejor sus necesidades nutricionales. (Mataix, et. Al, 2003).

### **2.3.1. Complementación proteica**

Aunque la calidad de una proteína sea la adecuada en términos de alimentación habitual, no se puede considerar la proteína de un alimento aislado, puesto que usualmente se mezclan alimentos con distintos tipos de proteínas. Así, si la combinación de dos alimentos suministra proteínas que se complementan en sus aminoácidos deficitarios, el resultado es una proteína de mejor calidad que si se considera por separado. En general los cereales tienen cierta deficiencia en lisina. (Mataix, et. al, 2003).

### **2.3.2. Computo Químico:**

Los métodos más comunes para determinar la calidad de las Proteínas alimenticias se dividen en químicos y biológicos.

Dentro de los métodos químicos se encuentra el método de Computo Químico, conocido como puntaje químico, número O score químico propuesto por Mitchell y Block, (1946).

Este método se basa en calcular el porcentaje de presencia de los aminoácidos esenciales con respecto al patrón de referencia de Aminoácidos esenciales para niños mayores de 1 año y adultos g/100g (FAO/OMS, 1985). El porcentaje del aminoácido esencial que está en menor proporción indica el aminoácido limitante al cual se le denomina score químico (SQ). cuando no hay déficit de ningún aminoácido esencial el SQ es 100% y equivale al de una proteína ideal o de referencia por el contrario si una proteína carece en un aminoácido esencial su SQ es cero (Soriano del Castillo, 2006).

Los patrones de referencia reciben este nombre debido a que son proteínas que permiten una óptima síntesis proteica por lo que son utilizados Como modelos, referencias o mezclas aminoacidicas deseables.

$$\text{Computo Químico} = \frac{g \text{ AAE. ALIMENTO O MEZCLA}}{g. \text{ AAE. PROTEINA PATRON}}$$

El computo aminoacido califica las proteínas estableciendo una comparación porcentual entre la composición aminoacida de una proteína patrón que garantiza una óptima síntesis proteica y la composición aminoacida de la proteína o mezcla proteica a evaluar. Las proteínas son compuestos que participan en una serie de reacciones orgánicas en forma permanente a fin de permitir mantener la vida . En forma continua se producen procesos de construcción y destrucción de componentes nitrogenados. El último objetivo de la ingestión de proteínas es la provisión de aminoácidos componentes responsables de la síntesis proteica de todo ser vivo (Soriano del Castillo, 2006).

### **2.3.3. Características reológicas de las harinas.**

#### **2.3.3.1 Amilografía**

La amilografía es una técnica de gran utilidad, sirve para probar harinas para las distintas formas de preparación como sopas, purés, emulsiones, etc. Para cuyo destino una característica importante es la viscosidad del producto después de la gelificación y para ajustar la adición de malta a las harinas de panificación (Kent, 1971)

Un amilograma nos indica etapas bien marcadas: la de calentamiento a temperatura constante y de enfriamiento, lo que nos permite una evaluación de la viscosidad, gelatinización y el fenómeno de retrogradación de las harinas (Kent, 1971).

Los puntos más importantes de este ciclo de calentamiento y enfriado son la temperatura de gelatinización, la viscosidad máxima en el calentamiento la viscosidad final después de la cocción, el aumento de la viscosidad en el enfriamiento y la viscosidad de la pasta fría. Todos estos puntos se pueden medir con un viscoamilografía (Repo-Carrasco, 1998).

Al mencionar los cinco puntos importantes durante el ciclo, se obtiene información sobre las características del almidón.

**Viscosidad máxima:** esta viscosidad es importante para el usuario porque, en la mayoría de los casos, tiene que calentar el almidón hasta el punto. Algunos almidones dan picos muy altos y diferenciables, mientras otros, como algunos almidones modificados, no tiene este pico.

**Viscosidad cuando alcanza la temperatura de 95°C:** Algunos almidones, como del maíz céreo, presentan una disminución drástica de viscosidad en este punto, mientras el almidón de maíz común presenta solo una disminución leve de viscosidad. Esto refleja la fragilidad de los gránulos de almidón y muestra que los gránulos de almidón de maíz céreo son frágiles que los del maíz común. Algunos almidones modificados tienen gránulos muy fuertes y no te presentan la disminución de viscosidad de este punto.

**Viscosidad después de cocción a 95°C por 30 minutos:** Este punto ilustra la estabilidad de una pasta durante la cocción. Los almidones modificados demuestran tenerla.

**Viscosidad después del enfriamiento hasta 50°C.** Este punto demuestra la tendencia del almidón ala retrogradación. El almidón de maíz tiene una marcada tendencia de retrogradación.

**Viscosidad después de 30 minutos a 50°C.** Los cambios de viscosidad durante este periodo indican la estabilidad de la pasta cocida (Repo-Carrasco, 1998)



**Fig. 3: Amilografo de brabender**

### 2.3.3.2. Farinografía

Es el control importante en las harinas a fin de medir la plasticidad y movilidad de la masa cuando se la somete a amasado continuo a temperatura constante, es realizado con el farinógrafo Brabender.

Esquemáticamente el farinógrafo Brabender registra en forma de banda ancha la fuerza que se requiere para accionar las palas de un mezclador que gira a velocidad constante a través de una masa de consistencia inicial fija. En el curso del ensayo dicha fuerza varía según la naturaleza de la harina, produciéndose por consiguiente bandas o gráficos de distinta forma que reciben el nombre de farinogramas. (Brabender, 2011).

El aparato registra los cambios que sufre la masa durante un cierto periodo de tiempo y la apreciación de las características de la masa no queda limitada a un determinado momento. En general se puede decir que cuanto más tiempo resiste una harina al proceso de amasado, tanto más fuerte es. (Kent, 1971).

El farinógrafo es muy útil para registrar las características de la masa de una harina adecuada ciertos fines especiales, ya que otras harinas destinadas al mismo fin particular deben dar farinogramas similares. (Kent, 1971).

El farinograma puede utilizarse para efectuar distintos ensayos, pero generalmente se emplea para obtener la curva de una suspensión harina-agua, empleándose el farinógrafo también puede obtenerse una curva de fermentación que refleja la debilitación de las masas durante este proceso. (Kent, 1971).

En el farinograma, se describen parámetros muy importantes que a continuación detallamos.

**Tiempo de llegada(E):** El tiempo de llegada es el tiempo necesario para que el borde superior de la curva alcance la línea de 500UB después de que ha empezado el mezclado y adición del agua. Este valor es la medida de la velocidad en que la harina absorbe el agua. En general, en una variedad dada de trigo, el tiempo de llegada aumenta cuando el contenido de proteína aumenta. (Repo-Carrasco, 1998).

**Tiempo de desarrollo o mezclado (A):** El tiempo entre la adición del agua y el desarrollo de la máxima consistencia de la masa es definido como el tiempo de desarrollo de la masa. También es llamado tiempo de mezclado o tiempo de pico (peak time). Ocasionalmente se pueden presentar 2 picos, en este caso el segundo debe ser considerado como el tiempo de desarrollo. (Repo-Carrasco, 1998)

**Estabilidad (B):** La estabilidad es definida como el tiempo entre el punto donde la curva, por primera vez, intercepta la línea de 500UB (tiempo de llegada). Y el punto donde el borde superior de la curva se aleja de la línea de 500UB (tiempo de salida) Este valor en general da unas indicaciones sobre la tolerancia de la harina para el mezclado. (Repo-Carrasco, 1998).

**Tiempo de salida (E+B):** Es el tiempo transcurrido desde la adición del agua hasta que el borde superior de la curva deja la línea de 500UB. Es igual a la suma del tiempo de llegada y la estabilidad. Tiempos mayores indican harinas fuertes. (Repo-Carrasco, 1998).

**Debilitamiento de 20 minutos:** la diferencia en unidades Brabender entre la altura del centro de la curva en el punto máximo (pico) y la altura del centro de la curva 20 minutos después de la adición del agua se llama debilitamiento de 20 minutos. Este valor da información sobre la ruptura y fuerza de una masa: a mayor valor, más débil la harina. (Repo-Carrasco, 1998).

**Índice de tolerancia al mezclado (ITM) (C):** El valor de ITM es, en unidades de Brabender, la diferencia entre el máximo de la curva (medida en el borde superior) y la misma después de 5 minutos del pico. En general las harinas que tienen una buena tolerancia al mezclado tienen ITM bajo y, a mayor valor de ITM, más débil la harina. (Repo-Carrasco, 1998).

**Valor valorimétrico (D):** el valor valorimétrico es un índice de calidad empírico. Está basado en el tiempo de desarrollo y tolerancia al mezclado y se deriva del farinograma con un accesorio especial proporcionado por la empresa que manufactura los equipos.

El valor valorimétrico depende de 2 características de la curva farinográfica: el tiempo de desarrollo y el grado en que la masa rompe después del pico. El valor valorimétrico permite al analista reportar un solo valor para el farinograma; sin embargo no permite visualizar la curva exacta. (Repo-Carrasco, 1998).

**Tiempo de rotura (F):** el tiempo de rotura es el tiempo desde el inicio del mezclado hasta el punto en que la consistencia ha disminuido 30 unidades de Brabender. Se determina dibujando una línea horizontal a través del centro de la curva en el punto más alto y otra paralela 30 unidades más abajo. El tiempo desde el inicio del mezclado hasta que el centro de la curva descendente cruza esta línea inferior, es el tiempo de rompimiento. Este tiempo nos cuenta sobre la fuerza y resistencia de la masa al mezclado. (Repo-Carrasco, 1998)

**Cuadro 6: Parámetros Farinográficos para diferentes harinas según su uso**

Parámetros	Masa	Panes	Queques	Galletas fermentadas	Bizcochos dulces
Absorción de agua (%)	60-			<55	<55
Agua (%)	64				
Desarrollo (min)	8-13	4-9	1-2	3-6	1-3
Estabilidad (min)	>15	12-18	2-4	6-12	2-4



**Fig. 4: Farinógrafo de Brabender**

La absorción del agua representa la cantidad necesaria de este elemento para alcanzar una consistencia en el amasado de 500 Unidades Brabender "UB" (Pantanelli, 2009).

Según (Repo-Carrasco, 1998) afirma que una buena absorción de agua para la elaboración de queques oscila entre 48 y 52%, valor que es cercano a la muestra de Harina de trigo.



La masa de harina de trigo logra superar los 500 UB, indicador de que la masa es resistente y ofrece fuerza para la absorción de agua; manifestándose con un valor de 56.00%.

Para que la masa adquiriera sus condiciones óptimas en cuanto a estructura física y cualidades plásticas, fue necesario que transcurra un tiempo de 8 minutos 15 segundos. Este factor (tiempo de desarrollo de la masa) está determinado en el farinograma (Demarcado en la figura por el eje 0,0 y la línea vertical DDT) por el tiempo que demora la curva para llegar a su punto más alto, contando desde el comienzo de la operación.

El tiempo de desarrollo es el tiempo requerido para que se hidraten las proteínas. Según (Repo-Carrasco, 1998) afirma que el tiempo de desarrollo recomendado para harinas destinadas a la elaboración de queques debe oscilar entre 1-2 minutos; valores menores a los obtenidos en nuestros farinograma.

### **2.3.3.3. Extensografía**

La medición de la extensibilidad de una masa es importante para poder definir los usos finales de una harina.

La Extensografía es un método, complementando a la farinografía, para medir la extensibilidad y resistencia de una harina. La determinación se hace en la siguiente manera: en la amasadora del farinógrafo se hace una masa de consistencia estándar (500BU en farinógrafo) con 300g de harina, 5g de sal y agua según la absorción farinográfica, amasando durante un minuto. Se deja reposar cinco minutos y se amasa nuevamente durante dos minutos, para luego dividirla en trozos de 150g. Estos trozos se moldean con un redondeador o formadora de cilindro que les da forma de barra. Estos se colocan en la cámara de reposo donde maduran durante 45 minutos. Posteriormente se les coloca en el extensógrafo de modo que un brazo desplazable estira la masa hasta que se rompa. La fuerza necesaria para estirar y romper se registra automáticamente en un gráfico junto con la longitud que ha estirado. La maduración y estiramiento se repite 3 veces, obteniendo así tres curvas con tres tiempos de maduración (30, 60, 90), siendo el último utilizado para la evaluación. (Repo-Carrasco, 1998). (Ver Figura)

**Cuadro 7: Parámetros del Extensograma.**

<b>Valor de medición</b>	<b>Medido como</b>	<b>Significado</b>
<b>Energía</b>	Superficie bajo la curva en (cm <sup>2</sup> )	Medida para la calidad de la masa
<b>Resistencia al estiramiento</b>	Alto de la curva 5cm. Luego del inicio de la elevación de la curva (EU)	Muestra la fuerza que se le opone a la elasticidad de la masa
<b>Elasticidad</b>	Largo de la curva en (mm) desde el inicio de la elevación de la curva hasta el máximo (rotura de la muestra)	Muestra las propiedades de elasticidad del gluten
<b>Máximo</b>	Punto más alto de la curva en (EU)	
<b>Relación de tensión</b>	Cociente a partir de resistencia al estiramiento y extensibilidad	Fuerza en el punto de rotura Medida para

**Cuadro 8: Parámetros del extensograma para diferentes harinas según su uso.**

parámetro	Masa	Panes	Queque	Galletas fermentadas	galletas
Resistencia al estiramiento (R) (UE)	300-500	250-350	150-200	200-250	150-200
Extensibilidad(E) (cm)	120-160	140-180	120-160	160-200	120-160
Energía (cm <sup>2</sup> )	>150	130-180	<100	100-150	<100



**Fig. 5: Extensografo de Brabender**

## **2.4. Control de Calidad de las Harinas**

### **2.4.1. 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, 1998).

### 2.4.2. 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).

### 2.4.3. 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 600-400°C durante 6 horas. Al finalizar este tiempo se pesa 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:

**Cuadro 9: 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).**

#### **2.4.4. 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 impurezas en la rutina. Harina de trigo para la panadería debe ser amarillenta o levemente amarilla, sin manchas negras (salvado). El color de una comida especial fusiones pueden estar relacionadas con el contenido de cenizas que esta harina cuando ha comparado con otro de la misma combinación de comida. Esto significa que usted no puede asociar diferentes mezclas harinas, es decir, usted no puede relacionar el color con el contenido de cenizas de pertenecientes a distintas mezclas de harina. 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 del valor es 100, la más clara es la harina; a+ indica tonalidad predominante para el rojo, a-, tonalidad predominante para el verde, mientras b+ indica tonalidades amarillas y b-, tonalidades azules. Normalmente se utiliza también la prueba de Pekar o el Método Kent-Jones & Martin. En la prueba de Pekar se coloca la harina sobre una placa de vidrio se la humedece y compara con patrones establecidos (Repo-Carrasco, 1998).

## **2.5 Generalidades en la Elaboración de Cupcakes**

### **2.5.1. Definición de Cupcake**

Un 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. (DRAE, 2001).

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, 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 puede variar presentan un diámetro inferior al de la palma de la mano de una persona adulta. (Bardón Iglesias, R. et al., 2010).

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. (Mijan, 2007).

### 2.5.2. 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 y 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 de huevo o leche; más grasa y generalmente de peor calidad (grasas saturadas y trans); menos almidón y más azúcares. . (Mijan, 2007).

**Cuadro 10: Composición proximal del cupcake (por 100 g)**

Componentes	Cantidad
Agua (gr)	24.23
Calorías (Kcal l)	377
Proteína (gr)	4.54
Lípidos (gr)	15.85
Carbohidratos (gr)	53.98
Fibra (gr)	1.00

Fuente: USDA, (2009).

**Cuadro 11: Composición de micronutrientes del cupcake  
(mg/100 g)**

Componentes	Cantidad
Potasio (mg)	115
Calcio (mg)	46
Fosforo (mg)	145
Magnesio (mg)	10
Sodio (mg)	339
Hierro (mg)	1.26
Vitamina C (mg)	0.9
Tiamina (mg)	0.161
Riboflavina (mg)	0.166
Niacina (mg)	1.330

**Fuente: USDA, (2009).**

### **2.5.3. Queques enriquecidos**

En este grupo, sobre todo en la línea de productos dirigidos al público infantil, se ofertan también productos enriquecidos con vitaminas y minerales y otras sustancias beneficiosas. Esto debe ir acompañado de mejoras generales de los productos en cuanto a contenido calórico total, azúcares simples y grasas saturadas y grasas trans, lo que quedará delimitado a efectos normativos por el establecimiento de los llamados "perfiles nutricionales". (Bardón Iglesias, R. et al., 2010).

Estos ingredientes deben encontrarse en las proporciones requeridas para aportar una cantidad significativa y por tanto para poder ejercer su efecto beneficioso a partir de las cantidades de producto que se consumen normalmente. En estos casos, es especialmente importante cuidar que el enriquecimiento sea significativo y el ingrediente biodisponible, pues de lo contrario no ofrecen ninguna ventaja al consumidor y pueden inducirle a error en su elección. Por otro lado, el

enriquecimiento en oligoelementos debe de tener en cuenta otras fuentes de la dieta y el estado nutricional de la población a la que van dirigidos, ya que se podría incurrir en posibles sobredosificaciones de determinados nutrientes (ejemplo vitaminas liposolubles) con un efecto opuesto al pretendido (Bardón Iglesias, R. et al., 2010).

#### **2.5.4. Requisitos**

Según la Norma técnica peruana (NTP. 206.002:1981, revisada el 2011), los requisitos para los bizcochos son los siguientes:

##### **A) Cuadro 12: Requisitos físico-químicos permitidos en los bizcochos**

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

**Fuente: RM. N° 1020-2010/MINSA**

##### **B) Requisitos microbiológicos**

Deberán estar exentos de microorganismos patógenos.



### 2.5.5. 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).



**Fig.6: Harina de trigo**

**Fuente: Internet/ fotos de harina de trigo.**

- **Influencia de la harina en la elaboración de Cupcakes**

La calidad de la harina de trigo es relevante para la elaboración de productos batidos como el cupcake. Se necesitan 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.

- **Influencia de la margarina en la elaboración de cupcakes**

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 evitará que el agua llegue hasta las proteínas. De este modo no se formará gluten y los ingredientes no estarán fuertemente ligados entre sí con lo 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*), o de la caña de azúcar (*Saccharum officinarum*, L.). (ASEMAC, 2012).

El azúcar concede ternura y fineza a las masas de los cupcakes, dan color a las cortezas, y actúan 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. Si bien existen numerosos tipos de azúcares, el más empleado en la elaboración de cupcakes es la sacarosa o azúcar común. (Dendy, 2001).

- **Influencia del azúcar en la elaboración de cupcakes**

El azúcar tiene varias funciones en los pasteles de este tipo además de la obvia de endulzarlos el azúcar facilita la incorporación del aire dentro de la manteca plástica cuando se crema conforme la cuchara, la espátula, o los batidores incorporan los cristales de azúcar granulada a la manteca el aire que se adhiere a las caras de los cristales se introduce en pequeñas burbujas dentro de la grasa para este propósito el azúcar debe estar en forma cristalina para ser efectiva.... El azúcar también eleva la temperatura a la cual las proteínas del huevo se coagulan durante el horneado también retrasa el empastado de los granos de almidón (Charley 2004).

El azúcar también tiene capacidad de colorear los productos horneados gracias a las distintas reacciones químicas, que tienen lugar en el alimento durante la fase de la cocción. Los productos azucarados pueden combinarse con las proteínas procedentes de ingrediente 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, 2001).

##### **• Influencia del huevo en la elaboración de cupcakes**

En las 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).

La importancia del huevo como ingrediente en productos de pastelería se debe a su contribución al valor nutritivo así como a su influencia sobre la mejora de la apariencia y calidad del consumo del producto final. En la elaboración de los cupcakes, el huevo tiene una acción ligante con otros ingredientes y un efecto emulgente que contribuye a incrementar la mantecosidad 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 tienen influencia en la masa y productos terminados se utiliza 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, 2001).

### **• Influencia de la leche en la elaboración de Cupcakes**

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**

El 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 (como el cítrico o el 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. (Gianola, 19)

### **• Composición química**

Aunque su composición química es variable, la mayoría de polvos de hornear comerciales están constituidos de: 1 álcali o base (bicarbonato de sodio), 2 sustancias ácidas (sulfato de aluminio y fosfato monocálcico) y almidón: mantiene el polvo en estado seco. Para actuar, el polvo de hornear requiere la presencia de un líquido y calor. Por la presencia de dos ácidos en su composición se dice que el polvo de hornear es una leudante de "doble acción" (double acting): el fosfato mono cálcico se activa al entrar en contacto con la

humedad de la masa, y el sulfato de aluminio se activa con el calor del horno. (Dendy, 2001).

- **Mecanismo de acción**

El mecanismo de reacción es el siguiente: El ácido reacciona con el bicarbonato produciendo burbujas de CO<sub>2</sub>, y dando volumen a la masa. Se diferencia de la levadura biológica en que el efecto de esta última es mucho más lenta, mientras que la levadura química actúa de inmediato y es perceptible a la vista. (Gianola, 1995).

- **Influencia en la elaboración de los cupcakes**

La función que cumple el polvo de hornear en la elaboración de los cupcakes es hacer que el nivel de altura de la masa se incremente durante el horneado. Para una mejor distribución se tamiza junto con la harina. La dosis promedio es del 3% del peso de harina, es decir que para 500 g de harina se utilizan 15 g de polvo leudante. (Gianola, 1995).

## **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).

- **Composición Química**

Químicamente está compuesto de sales de Calcio y Sodio del ácido propiónico el cual es un eficiente inhibidor de moho y filamentación que prolonga la vida útil de los productos. (Gianola, 1995).

- **Mecanismo de Acción**

El ácido propiónico cuando está 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. (Gianola, 1995).

- **Influencia en la elaboración de los cupcakes**

El antimoho se utiliza en los cupcakes, como en cualquier producto de bollería y/o panificación, para evitar la proliferación de mohos sobre el producto. (Gianola, 1995).

#### **H) Harina de algarrobo:**

La harina de algarrobo es utilizada en nuestra producción de cupcakes como harina sucedánea con formulaciones de 5%,10% y 15% de sustitución parcial por harina de trigo esta Harina de algarrobo se obtiene de la pulpa del algarrobo.

#### **Cuadro 13: Composición química de la pulpa de Algarrobo:**

La pulpa Tiene la siguiente composición:

Componente	Contenido
Humedad	3.70-25%
Proteínas	2.02-16%
Grasas	0.22-4.02%
Celulosa	2.86-15.31%
Cenizas	1.40-3.87%
Glucosa	3.00-20.54%
Sacarosa	7.02-43.62%
Mucilago	20-58.0%
Taninos	1.3-1.5%

Fuente: Iglesia y Espina, (1989).

Así la harina obtenida de esta pulpa tiene sus propias características químicas como el porcentaje de proteínas el cual es determinado en la investigación más adelante en el punto de caracterización de las harinas.

## **2.5.6. Etapas en la elaboración de Cupcakes**

### **A) Cremado**

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.

### **B) 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 ingrediente que contienen 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 acabo 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 la 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 sea uniforme (Dendy, 2001).

### **C )Dosificado**

Esta operación consiste en colocar en pequeños moldes la masa de los cupcakes para que adquieran su forma característica. (Dendy, 2001)

#### **D) 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 los fabricantes cuecen los productos a la más alta temperatura posible para lograr las características deseadas pero sin quemar la superficie. (Dendy, 2001). 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. (Dendy, 2001).

#### **E) 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).

### **2.6. Control De La Calidad de los cupcakes**

#### **2.6.1 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. (Anzaidúa. 1994).

##### **2.6.1.1. Conducción del panel**

Para conducir o llevar a cabo las evaluaciones en los paneles sensoriales se deben tener en cuenta ciertas condiciones deseables; Una sala libre de olores extraños (perfumes, cigarrillos y otros) y ruidos, contarse con un área de preparación de las muestras (Mackey et al., 1984).

A fin de eliminar la distracción y prevenir la comunicación entre panelistas se usan cabinas individuales eliminando así la distracción, 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 que 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 el 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 et al., 1984).

#### 2.6.1.2. 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 (Espinoza A., 2003).

**B. Muestras:** Se presentan unas 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 tal como se consumiría habitualmente, procurando evitarle la sensación de que se encuentra en una circunstancia de laboratorio o bajo análisis (Espinoza A., 2003).

**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 B-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).

## 2.6.2. Vida útil

Xiong y Hernández (2002), afirman que la vida útil está íntimamente relacionada con la calidad del alimento y de esto son conscientes tanto los productores como los consumidores, por lo que la FDA (Food and Drug Administración) y la USDA exigen declarar la vida útil del producto indicando claramente la fecha de expiración en los empaques o container. Labuza (1999), indica que esencialmente, la vida útil de un alimento, es decir, el periodo que retendrá un nivel aceptable de su calidad alimenticia desde el punto de vista de la seguridad y del aspecto organoléptico, depende de cuatro factores principales; conocer la formulación, el procesado, el empaçado y las condiciones de almacenamiento. Actualmente dentro de la terminología del procesamiento moderno estos factores son orientados en el concepto de HACCP (Hazard Análisis Critical Control Point), donde se comprende una metodología del control de calidad que apunta a asegurar una “alta calidad”. Estos cuatro factores son críticos pero su relativa importancia depende de la peresibilidad del alimento. Desde el punto de vista de la industria alimentaria La vida útil está basada en la cantidad de pérdida de calidad que se permitirá antes del consumo del producto. Para los consumidores, el extremo de vida útil es el tiempo cuando el producto absolutamente ya no tiene un sabor aceptable. Para la alta calidad del arte culinario, esto significa un cambio muy pequeño que puede tener lugar, cuando los consumidores quieren una calidad igual a “gusto a fresco” o “como recién preparado”. Comprendiendo que nunca se puede satisfacer a todos los consumidores en todo el tiempo, sobre todo para un cierto nivel de calidad y de esos sistemas alimentarios juntamente con sus mecanismos de deterioración es inherentemente complejo, una definición universal de la vida útil es casi imposible establecer. Desde el punto de vista sensorial La vida útil de un alimento se puede definir como el tiempo que transcurre entre la producción/envasado del producto y el punto en el cual se vuelve inaceptable bajo determinadas condiciones ambientales (Ellis, 1994). La finalización de la vida útil de alimentos puede deberse a que el consumo implique un riesgo para la salud del consumidor, o porque las propiedades sensoriales se han deteriorado hasta hacer que el alimento sea rechazado. En este último caso la evaluación sensorial es el principal método de evaluación, ya que no existen métodos instrumentales o químicos que reemplacen a adecuadamente a nuestros sentidos (Warner, 1995). Este curso da los criterios necesarios de diseño de ensayos de vida útil y análisis de resultados quedeben

emplearse para definir cuando un producto se ha tornado sensorialmente inaceptable. Desde el punto de vista de la producción de un nuevo producto El conocimiento de la vida útil es un aspecto muy importante. Esta vida debe al menos exceder el tiempo mínimo requerido de distribución del productor al consumidor. La determinación oportuna y objetiva de la "vida útil" de sus productos le permitirá a los empresarios evitar pérdidas por devolución, ampliar su mercado nacional y de exportación, la confianza del consumidor. También cuando se lance un nuevo producto al mercado, haya sustitución ó cambio de especificaciones de alguna materia prima, se hace también necesario la determinación de la "vida útil". La vida de almacén es controlada por:

- la interacción de los componentes del sistema.
- el proceso empleado
- la permeabilidad del empaque a la luz, la humedad y los gases.
- la distribución de la humedad y tiempo-temperatura relativa durante el transporte y almacenaje.

El productor debe tener un conocimiento de estos factores así como de las maneras críticas de falla del alimento. Con esta información, el productor puede entonces elegir los mejores sistemas para maximizar la vida de almacén. Poner sobre el producto una fecha abierta que indique la vida de alta calidad del producto (Labuza, 1999).(<http://biblioteca.uns.edu.pe/saladocentes/>).

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 et al, 2003).

El tiempo de vida útil depende de 4 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 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 ó estrés mecánico, luz y temperatura. Estos parámetros son dependientes tanto del empaque como de las condiciones de almacenamiento (Labuza, 2000)

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

En general, el final de la vida en anaquel del producto alimenticio se define como el tiempo en el cual las muestras almacenadas son percibidas como diferentes en alguna medida (Chao, 2003).

#### **2.6.2.1. Factores que afectan la calidad del 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 empackado, 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 de! 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,
- Control de la temperatura durante el almacenamiento y distribución .Humedad relativa durante el procesamiento, 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 productores 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 y 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, produciendo 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 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 ó deshidratados (donde se gana 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 Subramanian, 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 Subramanian, 2000; citado por Chao, 2003)

### **III. OBJETIVOS**

#### **3.1. General:**

- Optimizar Cupcakes elaborado con sustitución parcial de harina de Trigo por harina de algarrobo. Para obtener un producto de mayor calidad nutricional y sensorial.

#### **3.2 Específicos:**

- Realizar los análisis fisicoquímicos de la harina de algarrobo y de trigo.
- Determinar el valor nutricional de las 4 formulaciones de cupcakes.
- Aplicar el análisis sensorial a las formulaciones de cupcakes.
- Determinar la vida útil de los cupcakes

### **IV. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **4.1. 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 de la 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



## **4.2. Materia Prima e insumos**

### **4.2.1. Materia Prima**

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

- **Harina de trigo** Se ha utilizado 5 kg de harina para panificación, marca NicollinI, lote N° 111 0025, adquirido en el comercial D'GOBA E.I.R.L. (Nuevo Chimbote)
- **Harina de Algarrobo**, Se ha utilizado 1 kg de harina de Algarrobo lista para usar que se compró en el supermercado Plaza Veá.

### **4.2.2. 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 (Nuevo 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.

## **4.3. Equipos, materiales y reactivos**

### **4.3.1. En la elaboración de Cupcakes**

#### **4.3.1.1. Equipos**

- Batidora. Marca Nova. Modelo 301. Serie 0549026 País: Perú
- Horno Rotatorio por convección. Marca Nova. Modelo. MAX 1000. Serie: 0501028. País: Perú
- Mesa de acero inoxidable.

#### **4.3.1.2. Utensilios**

- Batidor manual tipo globo

- Cernidores.
- Espátula
- Moldes de aluminio
- Recipientes de aluminio (Cuencos)

#### **4.3.1.3. Materiales de empaque**

- Pirotines de papel especial para hornear, número 7
- Bolsas de polipropileno de densidad #2.
- Bolsas de polipropileno de densidad #2.
- Bolsas negras de polipropileno.
- Pote termo formado PET.

### **4.3. 2. Para la evaluación Tecnológica de los Cupcakes**

#### **4.3.2.1. Equipos:**

- Autoclave. Marca: SELECTA. Serie: 117968.
- Balanza Analítica. Marca: PRECISA
- LX320A. Desviación: 0.001g. País: Suiza.
- Balanzagramera Marca: PRECISA. Modelo: XB4200C. Desviación: 0.01g. País: Suiza.
- CABINET. Marca: CHC. Modelo: CHC -777A2-04. Tipo: Clase II. Serie: 777A2-04-BF19-026. País: Corea.
- Cocina a gas, FADIC. País: Perú.
- Cocina Eléctrica. Marca: KESSEN. Modelo: HP- Y6870-26. Serie: 46804273. País: China.
- Colorímetro, KONIKA MINOLTA. Modelo: CR-400.
- Determinador de Humedad. Marca: PRECISA.
- Modelo: XM-50. Desviación: 0.001g. País: Suiza.
- Equipo de Actividad de Agua. Marca: ROTRONIC. Modelo: HydroLab2. Perú: Perú.
- Estufa. Marca: POL-EKO APARATURA. Modelo: SW-17TC. Serie: SW-1990. País: E.E.U.U.

- Mufla. Marca: THERMOLYNE. Serie: 34703484.
- País: Alemania.
- pH metro digital. Marca: TERMOCIENTIFIC. Modelo: Orión Star A21. Serie: ORION 8302BNUND. País: E.E.U.U
- Secador de Bandejas. Marca: TORRH. Modelo: SBT-10X10. Serie: JP0010113. País: Perú.
- Selladora. Marca: TEW. Modelo: TISH-200. Serie: E82163. País: Taiwán.
- Soxhlet. Marca: FOSS. Modelo: 207-MCSX. Serie: 20460047. Marca: China.
- Texturómetro. Marca: BROOKFIELD. Modelo: CT34500. Serie: 8555940. País: E.E.U.U.

#### **4.3.2.2. Materiales de Laboratorio**

- Bureta
- Crisoles de porcelana
- Desecador
- Embudo de vidrio
- Espátula
- Matraces Erlenmeyer (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 )

#### 4.3.2.3. 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.

## 4.4 METODOLOGIA

### 4.4.1 Metodología para Caracterización De Las Harinas De Trigo y Algarrobo

La caracterización se realizó individualmente a la harina de trigo y harina de algarrobo y a las formulaciones de las pastas alimenticias. Los análisis se realizaron en el Laboratorio de Investigación desarrollo de productos agroindustriales de la Escuela de Agroindustria.

- B) Proteína:** la determinación de la proteína total se realizó según el método UNE - EN ISO 5983-2 Parte 2 Dic. 2006.
- C) Grasa:** se utilizó el equipo Soxhlet, usando hexano como solvente. Metodología de la Asociación Oficial de Químicos Analistas (AOAC) 963.15 2005, método Soxhlet.
- D) Ceniza:** se realizó por la incineración de la materia orgánica en una mufla; **siguiendo** la metodología por la NTP 205.038:1975 (Revisada el 2011): harinas. Determinación de cenizas.
- G) Color:** Para la determinación del color de la harina de trigo, quinua y zapallo fue utilizado el colorímetro (Marca. KONICA MINOLTA) siguiendo el **sistema** CIE-lab, determinándose los valores de L\* luminosidad (Negro 0/Blanco 100), a\* (verde-/rojo+) y b\* (azul-/amarillo+). La cromacidad (C\*) y el ángulo.

#### 4.4.2. Metodología Para La Elaboración de los cupcakes

##### 4.4.2.1 Formulación

La formulación para la elaboración de los Cupcakes es aquella que

Utilizo (bhatet.al2003) modificada en el porcentaje De leche.

**Cuadro14: Formulación control utilizada para  
La producción de cupcake.**

Insumo	Cantidad (%)
Harina	100
Azúcar	60
Huevos	40
Margarina	50
Leche	40
Polvo de hornear	2
Emulsionante	0.5
Antimoho	0.25

**Fuente: Bhat et el, (2003).**

\*Cabe decir que el porcentaje total de harina De trigo en las formulaciones a investigar Será sustituida por los respectivos Porcentajes de harina de algarrobo, (5%,10%,15%.), Con esta formulación base Se elaboró el cupcake control el cual fue Analizado para contrastar datos obtenidos.

##### 4.4.2.2 Diseño Experimental:

Para determinar la mezcla optima de las harinas para el cupcake Y así Cumplir con el objetivo principal de esta investigación se procedió a las siguientes etapas que se detallan a continuación.

### **1. Determinación de las proporciones de harinas**

El porcentaje de sustitución Parcial de la harina de trigo por Una Harina sucedánea puede variar desde 1% hasta 20% en esta investigación tomaremos los porcentajes

Representativos de 5%, 10% y 15%. De sustitución parcial de harina de algarrobo por harina de trigo en la elaboración de los cupcakes..

### **2. Elaboración de los Cupcakes**

Los cupcakes se elaboraron considerando las cantidades para

Las mezclas de las harinas anteriormente determinadas, y

Manteniendo el resto de insumos igual que para la formulación

Control (Ver cuadro 14).

### **3. Evaluación de los Cupcakes**

Una vez obtenidos los cupcakes de las 3 mezclas, se procedió a su evaluación en función a las siguientes variables: Análisis Sensorial, (color, sabor, textura). Características Tecnológicas, (textura, aw, pérdida de peso, colorimetría. Volumen específico), Características Fisicoquímicas y nutritivas de los cupcakes (PH, Acidez, Humedad, AW., Proteínas).

### **4. Evaluación del Cupcakes Óptimo**

Con el fin de comprobar si el Cupcakes óptimo, cumplía con las especificaciones estipuladas en las normas técnicas peruanas para este tipo de producto se procedió a evaluar el % Humedad, % Acidez, PH, AW, Proteínas, los cuales serán comparados con las mismas evaluaciones que se realizarán al cupcakes control (100% Harina de trigo)

### **5. Determinación del tiempo de Vida útil**

Se realizó mediante Tratamiento estadístico de los resultados de un análisis Sensorial

#### 4.4.2.3. Procedimiento Para La Elaboración De Los Cupcakes

Para tal elaboración de los cupcakes se tomó como referencia la metodología establecida por (Ronquillo, 2012).

**Recepción:** Se recibe la materia prima en las debidas condiciones de higiene y calidad sensorial y organoléptica

**Pesado:** Todos los ingredientes según la formulación indicada.

**Batido:** Consiste en batir el azúcar y la mantequilla hasta que presente una coloración casi blanca (cremar).

**Mezclado 1:** Se mezcla en un recipiente todos los ingredientes secos (harinas, levadura química, anti moho).

**Mezclado 2:** Se incorpora la mezcla 1 en el batido hasta tener una mezcla homogénea.

**Mezclado 3:** Consiste en adicionar la leche, los huevo en la mezcla 2. Hasta obtener una masa homogénea

**Moldeado:** en un molde para cupcakes de 5cm de diámetros por 3 de alto se coloca los capacillos o pirotines y se vacía la mezcla hasta la mitad

**Horneado:** Se hornea a 180°C durante 35 minutos Se desmolda y se deja enfriar

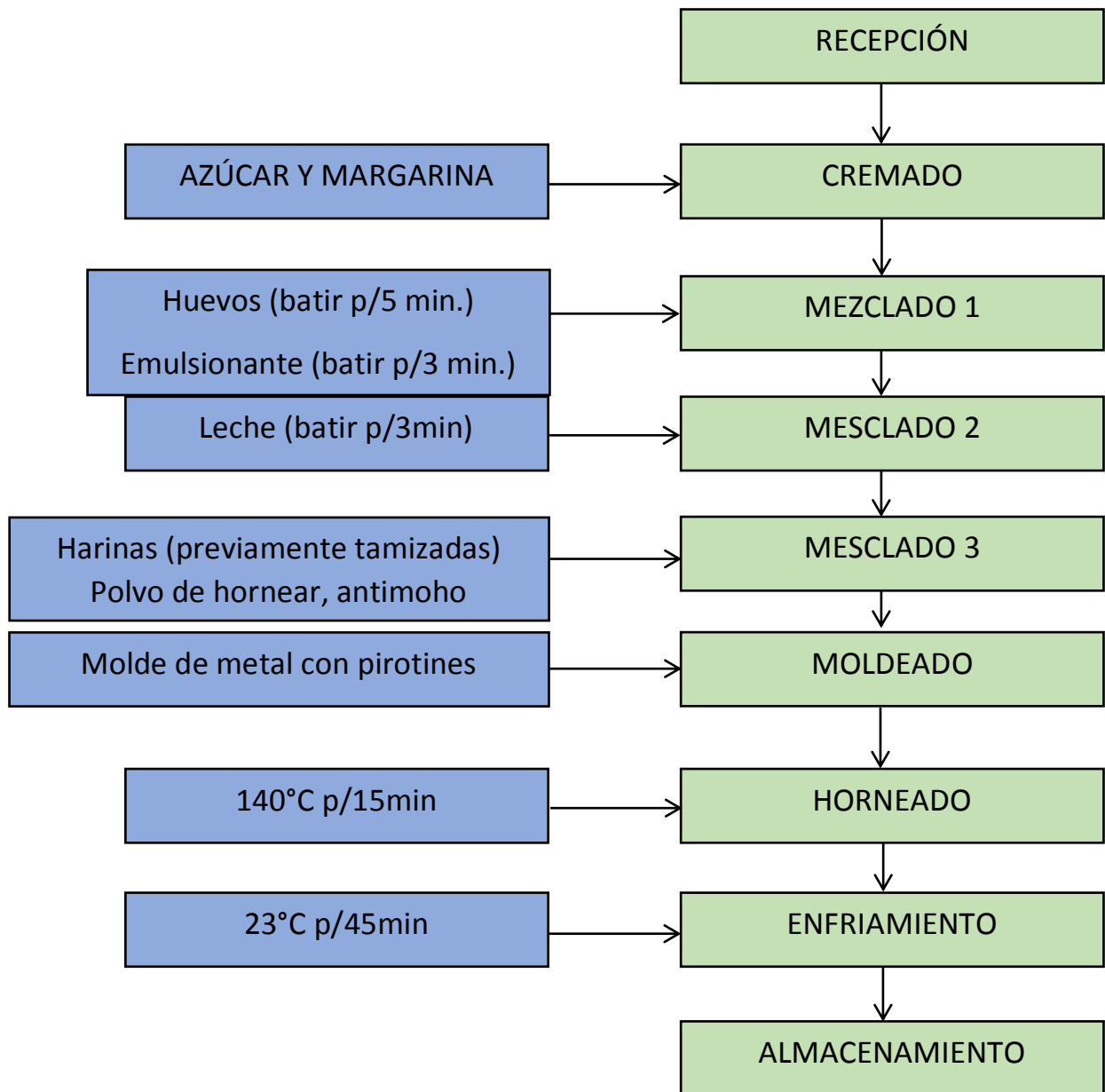
**Enfriado:** Una vez sacad del horno se deja enfriar hasta que estén a temperatura ambiente

**Empacado:** Una vez alcanzada la temperatura de la operación anterior, se envasan los cupcakes en fundas plásticas.

**Almacenado:** Serán almacenados a temperatura ambiente en un lugar seco y fuera del alcance de los rayos del sol.

**Fig. 7: Diagrama de flujo del proceso de elaboración de cupcakes**

(Muños ,2010)





#### **4.4.2.4. Evaluación de los cupcakes**

Las 4 formulaciones fueron evaluadas según los siguientes

Análisis

##### **4.4.2.4.1. Análisis de Proteínas**

Para la determinación del % de proteína se evaluaron todas las formulaciones de los cupcakes en estudio mediante el método de kjeltalbs.

##### **4.4.2.4.2. Análisis Sensorial**

Los cupcakes fueron evaluados por 30 panelistas semi entrenados, de ambos sexos y diferentes grupos de edad, pertenecientes a la Universidad Nacional *del* Santa (E AP de Ingeniería Agroindustrial), a fin de conocer el grado de aceptación de los cupcakes Las características evaluadas fueron sabor, color y textura intención de compra.

La prueba se realizará a las 10:00 am en los paneles de degustación de la Planta Piloto de Agroindustna 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 6.

##### **4.4.2.4.3. Evaluación fisicoquímica**

Se evaluaron en función de los requisitos de la Norma técnica peruana NTP:

**A) Acidez:** Se determinó según el método indicado por la N.T.P 206 013 1981 (Revisada el 2011): bizcochos, galletas, pastas y fideos Determinación de la acidez, basada en la neutralización de la acidez de la muestra, mediante titulación con una solución de

hidróxido de sodio (NaOH 0.1 N). en presencia de fenolftaleína como indicador El resultado se expresó en % de ácido láctico

**B) Textura:** Para este análisis se utilizó el Texturómetro de marca BROOKFIELD

**C) Actividad de agua:** Se utilizó el equipo de Actividad de Agua. ROTRONIC.

**D) pH:** Se determinó por el método de la Norma Técnica Peruana 209.059 (1974). Determinación del pH (Método potenciométrico)

**E) Color de la corteza:** Para la determinación del color de la corteza de los cupcakes fue utilizado el colorímetro marca KONICA MINOLTA, siguiendo el sistema CIE-lab, determinándose los valores de  $L^*$  luminosidad (negro 0/blanco 100),  $a^*$  (verde-/rojo+) y  $b^*$  {azul- /amarillo\*} La cromacidad  $C^*$  y el ángulo de tonalidad ( $h^\circ$ ), 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:

Cromacidad  $C^* = \sqrt{a^{*2} + b^{*2}}$  El ángulo de

Tonalidad fue determinado por:

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

**F) Volumen específico:** Se utilizó el método desplazamiento de semillas de Alpiste para por diferencia de volumen y una vez tomado el peso del cupcake, se divide el volumen obtenido entre la masa del cupcake y se obtenga el Volumen específico.

#### 4.4.2.4.4. Optimización

La optimización consistió en determinar la mezcla óptima (proporciones de las 2 harinas), O el porcentaje de sustitución ideal 5%, 10% o 15% Se hizo aplicando el análisis estadístico al los análisis realizados a los cupcakes para evaluar su calidad nutricional, sensorial, y fisicoquímica.

#### 4.4.2.4.5. Cálculo de la vida útil del cupcake

La vida útil del cupcake se determinó utilizando el método de análisis sensorial al que se le aplica análisis estadístico utilizando la regresión lineal tomamos los días versus la calificación del cupcake según la escala hedónica y se calculan las variables a y b de la fórmula:

$$Y=a+bx$$

Donde y son los días de almacenamiento y x la calificación según la escala hedónica. Se calcula también el límite superior y el límite inferior también se calcula el coeficiente de determinación o intervalo de confianza., se hace la prueba de hipótesis al 0.05 de significancia Y se calcula el valor de la prueba de la hipótesis. El ultimo día en que el cupcake está en condiciones óptimas o aceptables es el día final.

## V. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 5.1. Análisis de las harinas:

**5.1.1 Colorimetría:** Los resultados del análisis del color de las harinas de trigo y Algarrobo se muestran en la tabla

**Tabla 1 : Colorimetria de las harinas de Trigo y Algarrobo**

Muestra	L*	a*	b*	c*	h
Harina de Algarrobo	78.63±0.63	1.56±0.01	23.71±0.15	23.8±0.18	95.82±0.82
Harina de trigo	91.18±0.75	- 0.69±0.001	11.21±0.12	11.23±0.14	- 96.09±0.90

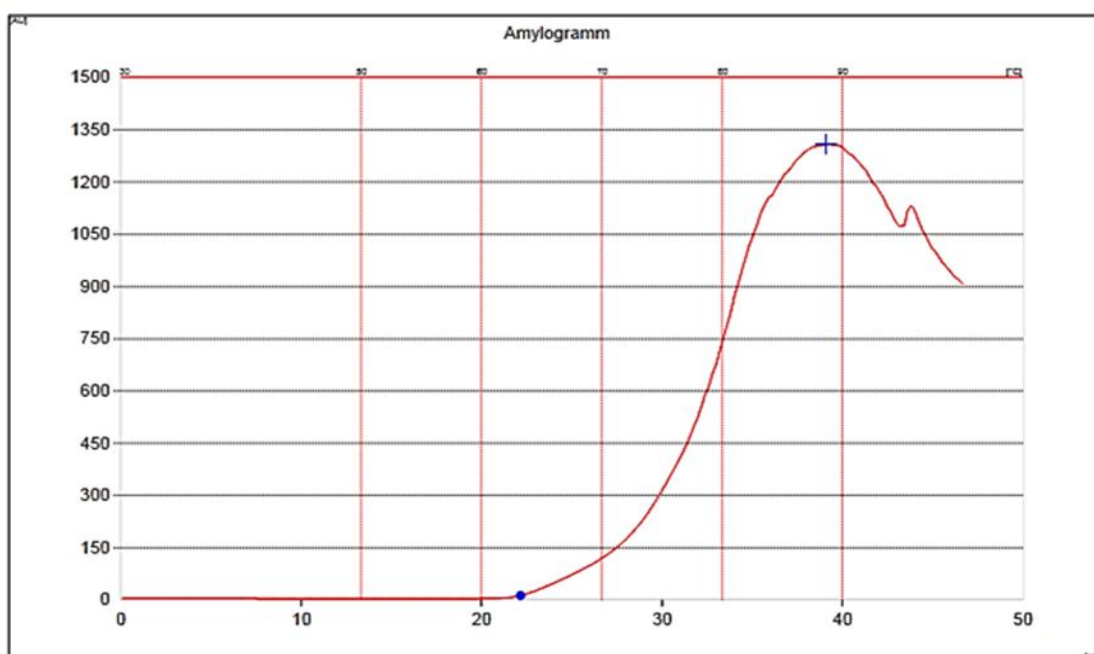
En la tabla podemos observar que la harina de trigo el valor presentado de b' es (11.21), el cual muestra una tendencia al color amarillo y en a\* (-0.69) una ligera tendencia al color verde. L' presento un valor de (91.18) que nos indica que tiene una alta tendencia al color blanco El ángulo de tonalidad presento un valor de 96 .09. que corresponde al segundo cuadrante de las coordenadas de color (verde- amarillo), con una tendencia más al amarillo La cromacidad presento un valor de 11.23. Con respecto a la harina de Algarrobo, podemos observar que el valor presentado de b' (23.71), el cual muestra una tendencia al color amarillo y en a' (1.56) una ligera tendencia al color rojo Ei valor de L\* (78.63) nos indica que tiene una tendencia ai color blanco El ángulo de tonalidad presento un valor de 95.82 que corresponde al primer cuadrante de las coordenadas de color (rojo- amarillo), con una tendencia más al amarillo La cromacidad presento un valor de 23.8

### 5.1.2. Análisis Reológico de la Harina de Trigo.-

**Cuadro 15: Características Amilograficas de la harina trigo**

Parámetros	Harina de trigo
Humedad	15.60%
Peso de la muestra	81.50 g /448.50 ml
Inicio de la gelatinización	63.30 °C
Temperatura de gelatinización	88.60 °C
Máxima gelatinización	1309.00 AU

❖ Realizado por el laboratorio de Análisis y Composición de productos agroindustriales de la Universidad Nacional del Santa



**Fig 8. : Amilograma de la harina de trigo pastelera**

**Fuente: AMILOGRAFO-E de Brabender®, Laboratorio de Análisis y Composición de productos agroindustriales de la Universidad Nacional del Santa.**

La figura 12 muestra el amilograma para la harina de trigo, la cual tiene como coordenadas al tiempo (eje x) y la viscosidad (eje y). Además en la parte superior del amilograma se presenta la temperatura (°C) de la prueba.

El amilograma representa el inicio de la gelatinización del almidón cuando se alcanza la temperatura de 63.30 °C en un tiempo de 22 minutos de iniciada la prueba. Luego de

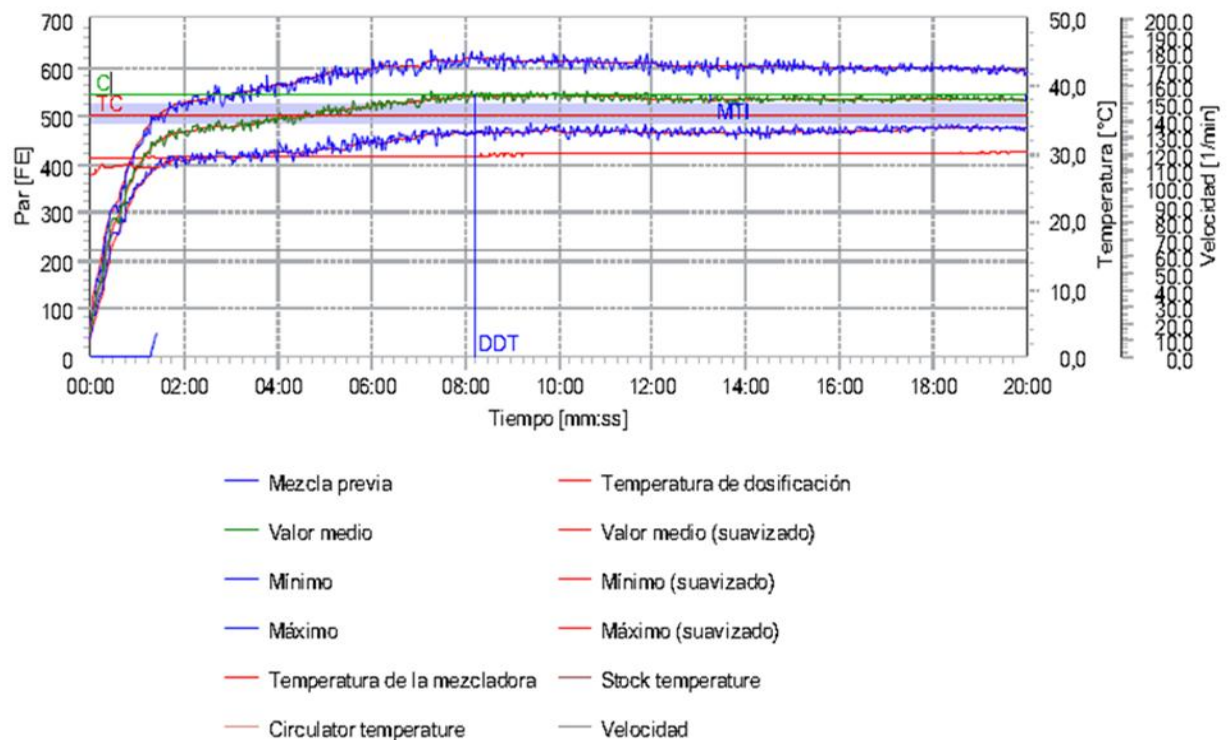
transcurrido 39 minutos de la prueba se alcanza la viscosidad máxima de gelatinización del almidón de la harina de trigo con un valor de 1309.00 AU a una temperatura de 88.60°C (temperatura de gelatinización).

**Cuadro 16: Características farinográfica de la harina de trigo.**

**Pastelera:**

Parámetros	Harina de trigo
Contenido de humedad	15.60%
Absorción de agua	56.00%
Tiempo de desarrollo de la masa	8.15 min
Consistencia	542.00 UB
Índice de tolerancia al mezclado	11.00 UB

❖ Realizado por el Laboratorio de Análisis y Composición de productos agroindustriales de la Universidad Nacional del Santa.



**Fig. 9: Farinograma de la Harina de trigo pastelera**

Fuente: AMILOGRAFO-E de Brabender®, Laboratorio de Análisis y Composición de productos agroindustriales de la Universidad Nacional del Santa.

La absorción del agua representa la cantidad necesaria de este elemento para alcanzar una consistencia en el amasado de 500 Unidades Brabender "UB" (Pantanelli, 2009).

Según (Repo-Carrasco, 1998) afirma que una buena absorción de agua para la elaboración de queques oscila entre 48 y 52%, valor que es cercano a la muestra de Harina de trigo.

La masa de harina de trigo logra superar los 500 UB, indicador de que la masa es resistente y ofrece fuerza para la absorción de agua; manifestándose con un valor de 56.00%.

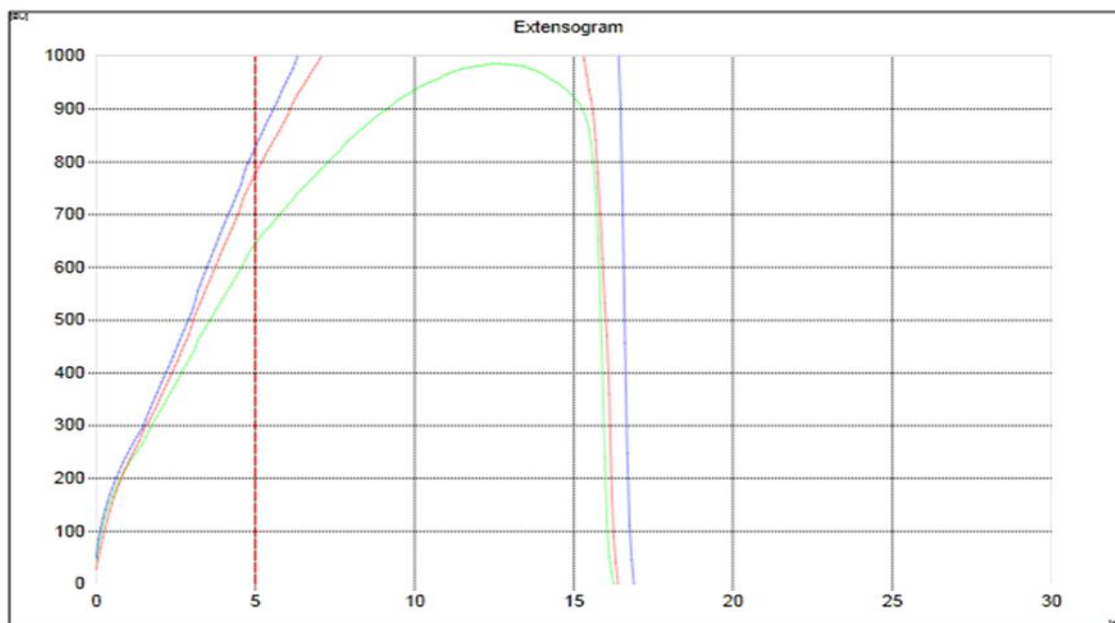
Para que la masa adquiriera sus condiciones óptimas en cuanto a estructura física y cualidades plásticas, fue necesario que transcurra un tiempo de 8 minutos 15 segundos. Este factor (tiempo de desarrollo de la masa) está determinado en el Farinograma (Demarcado en la figura por el eje 0,0 y la línea vertical DDT) por el tiempo que demora la curva para llegar a su punto más alto, contando desde el comienzo de la operación.

El tiempo de desarrollo es el tiempo requerido para que se hidraten las proteínas. Según (Repo-Carrasco, 1998) afirma que el tiempo de desarrollo recomendado para harinas destinadas a la elaboración de queques debe oscilar entre 1-2 minutos; valores menores a los obtenidos en nuestros Farinograma.

**Cuadro 17: Características Extensográficas de la harina de trigo**

Parámetros	Harina de trigo		
	30 min **	60 min **	90min **
Energía [cm <sup>2</sup> ]	205	252	294
Resistencia a la extensión [UB]	648	782	834
Resistencia Máxima [UB]	986	1236	1393
Extensibilidad [mm]	163	164	169
Número proporcional	4.0	4.8	4.9
Número proporcional máximo	6.1	7.5	8.2

❖ Realizado por el Laboratorio de Análisis y Composición de productos agroindustriales de la Universidad Nacional del Santa.



**Fig.10: Extensograma de la harina de trigo Pastelera Fuente: EXTENSOGRAFO-E de Brabender®, Laboratorio de Análisis y Composición de productos agroindustriales de la Universidad Nacional del Santa.**



La figura 13 muestra tres curvas que representan el comportamiento de la masa, a través de su extensibilidad (cm) y resistencia o tenacidad (Unidades Brabender-UB) a esta extensión; en tiempos asignados de fermentación de 30 min (color verde), 60 min (rojo) y 90 min (azul).

Es importante mencionar que al igual que en el Farinograma de la masa de harina de trigo, en el extensograma la harina logra sobrepasar las 500 UB, indicador de que la masa es resistente y ofrece fuerza.

La masa evaluada presenta una mayor energía o área total de la curva (cm<sup>2</sup>) cuando el tiempo de fermentación fue 90 min, obteniendo un valor de 294 cm<sup>2</sup>; en comparación con las áreas obtenidas a 30min y 60min de fermentación con 205 cm<sup>2</sup> y 252 cm<sup>2</sup>; respectivamente . Por lo tanto al transcurrir 90 min de fermentación se presenta la mayor fuerza de la masa, considerando lo mencionado por (Nitzke, 2005); quien cita que cuanto mayor sea el área, mayor es la energía ejercida y mayor es la fuerza de la masa y harina.

La resistencia a la extensión (obtenido en el punto más alto de la curva, a 50 mm o 5 cm de su iniciación como se muestra en la figura 13) para los tiempos de fermentación de 30, 60 y 90 fue de 648UB, 782UB y 834 UB, respectivamente. Es decir que a 90 min la masa muestra más capacidad de retención de gas carbónico (CO<sub>2</sub>) formado durante la fermentación.

Las resistencias máximas (punto más alto de la curva) representadas en el extensograma (figura 13) para los tiempos de fermentación de 30, 60 y 90 minutos fueron 986 UB, 1236 UB y 1393 UB respectivamente.

En cuanto a la extensibilidad (longitud del principio al final de la curva) se presentó los valores de 163mm, 164mm y 169mm para los tiempos de fermentación de 30,60 y 90 minutos.

### **5.1.3 Análisis químico –proximal para la harinas**

#### **5.1.3.1. Análisis químico proximal para la Harina de Algarrobo.**

La caracterización químico proximal de la harina de Algarrobo fue:

##### **5.1.3.1. Proteínas:**

El porcentaje de proteínas obtenido para la harina de algarrobo fue de 8.92% con una desviación estándar de 0.23 que en comparación con el Porcentaje de proteínas en la harina de trigo que es de 12% a 13.5% Es menor.

##### **5.1.3.2. Grasas:**

El porcentaje de grasa encontrado en el análisis para la harina de algarrobo fue de 3.5%, con una desviación estándar de 0.12 según (calaveras, 1996).en la harina de trigo el porcentaje de lípidos es de 2.2% vemos que en la harina de algarrobo tiene solo 1.5% más que la harina de trigo

##### **5.1.3.3. Cenizas:**

El porcentaje de cenizas encontrado para la harina de algarrobo fue De 1.01% con una desviación estándar de 0.02 y para la harina de trigo según (calaveras 1996) es de 1.5%.

##### **5.1.3.4. Humedad:**

Se determinó un porcentaje de Humedad de 6% con una desviación estándar de 0.67.

##### **5.1.3.5. Carbohidratos:**

Se determinó que el contenido aproximado de Carbohidratos en la harina de algarroba es de 80.57%.

**Cuadro 18: Análisis químico-proximal de la harina de algarrobo**

Componentes	Porcentaje en 100 gr
Proteínas	8.92% $\pm$ 0.23
Grasa	3.5% $\pm$ 0.12
Cenizas	1.01% $\pm$ 0.02
Humedad	6% $\pm$ 0.67
Carbohidratos	80.57 %

❖ Análisis realizado en el laboratorio de análisis y composición de productos agroindustriales de la Universidad Nacional Del Santa.

**5.1.3.2. Análisis Químico-Proximal Para la Harina de Trigo.**

**Cuadro 19: Análisis Químico-Proximal de la Harina de Trigo**

Componentes	Porcentaje en 100 gr
Proteínas	12.18 $\pm$ 0.02
Grasa	2.27 $\pm$ 0.30
Cenizas	1.04 $\pm$ 0.20
Humedad	12.70 $\pm$ 0.30
Carbohidratos	70.38
Fibra	1.43

❖ Análisis realizado en el laboratorio de Análisis y composición de productos agroindustriales de la Universidad Nacional del Santa

## 5.2. Producción de los Cupcakes

### A) Recepción de Materia Prima:

- **Harina de trigo:** Se empleó Harina de trigo marca NicollinI Premium de uso industrial, que cumple con la Norma Técnica Peruana 209 652 2006 El porcentaje utilizado, según mezclas de la tabla
- **Harina de algarrobo:** Se empleó harina de algarroba la cual se adquirió en supermercado plaza vea.

### B) Recepción de insumos: Se recepción los siguientes insumos:

- Azúcar rubia.
- Margarina.
- Leche Entera.
- Huevo.
- Antimoho.
- Emulsionante en pasta.
- Polvo de hornear.

C) **Pesado:** En esta operación se pesaron las materias primas e insumos según las formulaciones de cada ensayo. Operación que se realizó en una balanza de marca PRECISA Esta operación permitió determinar la cantidad de materia prima que ingresa.



**Fig. 11: Pesado de insumos**



**Fig. 12: pesado de insumos en balanza analítica**

#### D) Cremado

Se añadió la margarina junto con el azúcar y se batió durante 15 minutos, hasta formar una pasta homogénea



**Fig.13: Cremado**

#### E) Mezclado 1

Esta operación consistió en agregar los huevos por un espacio de 1 minuto aproximadamente entre cada uno, batiendo durante 5 minutos.



**Fig. 14: Mezclado 1**

A continuación se añadió el emulsionante y se batió por 10 minutos más:

## F) Mezclado 2

El segundo mezclado consistió en agregar la leche, batiéndose por 2 minutos para lograr su completa integración a la masa.



**Fig.15: Mezclado 2**

## G) Mezclado 3

En esta operación se procedió a agregar la mezcla de harinas según corresponda a la formulación, previamente cernida, asimismo se agregó el polvo y el antimoho. Se mezcló manualmente hasta que se obtenga una masa homogénea.



**Figura 16: Mezclado 3**

#### **I) Moldeado**

El dosificado se realizó en pirotines Colocados previamente en moldes de Acero inoxidable. y en cada uno se agregó 55g masa

Esta operación Se realizó de manera manual.



**Fig. 17: Moldeado**

#### **I) Horneado**

Se llevó a cabo en el horno rotatorio por convección, a una temperatura de 140°C durante 15 minutos



**Fig.18: Horneado de los cupcakes**



**j) Enfriado**

Se realizó a temperatura de ambiente aproximadamente por 45 minutos



**Fig. 19: Enfriado**

**k) Envasado**

Los cupcakes fueron empacados en bolsas de polipropileno de alta Densidad, luego las bolsas fueron selladas herméticamente.



**Fig. 20: Envasado de cupcakes**

## **I) Almacenamiento**

Finalmente se llevó a almacenamiento a temperatura ambiente (26-27°C), en un lugar fresco, sin exposición excesiva a la luz.

### **5.3. Evaluación de los cupcakes:**

#### **5.3.1 Análisis sensorial de los cupcakes:**

El análisis Sensorial se realizó para evaluar 3 características en los Cupcake la que fueron Color, Sabor y Textura los resultados fueron.

**Cuadro 20: Resultados para Color:**

<b>Color</b>		
<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>
<b>6</b>	<b>8</b>	<b>7</b>
<b>8</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
<b>7</b>	<b>7</b>	<b>6</b>
<b>6</b>	<b>5</b>	<b>7</b>
<b>8</b>	<b>9</b>	<b>8</b>
<b>7</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
<b>7</b>	<b>8</b>	<b>7</b>
<b>6</b>	<b>8</b>	<b>7</b>
<b>8</b>	<b>6</b>	<b>8</b>
<b>7</b>	<b>7</b>	<b>6</b>

- ❖ **Prueba Aplicada a un panel no entrenado conformado por alumnos de la EAP de ingeniería agroindustrial.**

**Cuadro 21: Resultados para textura:**

<b>Textura</b>		
<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>
<b>6</b>	<b>7</b>	<b>6</b>
<b>8</b>	<b>3</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>
<b>7</b>	<b>5</b>	<b>6</b>
<b>8</b>	<b>9</b>	<b>8</b>
<b>9</b>	<b>7</b>	<b>7</b>
<b>3</b>	<b>3</b>	<b>2</b>
<b>6</b>	<b>7</b>	<b>6</b>
<b>8</b>	<b>3</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>5</b>	<b>5</b>

- ❖ **Prueba Aplicada a un panel no entrenado conformado por alumnos de la EAP de ingeniería agroindustrial.**

**Cuadro 22: Resultados para sabor:**

<b>Sabor</b>		
<b>T1</b>	<b>T2</b>	<b>T3</b>
<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>
<b>6</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
<b>8</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>4</b>	<b>8</b>
<b>9</b>	<b>9</b>	<b>8</b>
<b>8</b>	<b>7</b>	<b>6</b>
<b>5</b>	<b>6</b>	<b>4</b>
<b>6</b>	<b>8</b>	<b>8</b>
<b>8</b>	<b>7</b>	<b>8</b>
<b>6</b>	<b>6</b>	<b>4</b>

- ❖ **Prueba Aplicada a un panel no entrenado conformado por alumnos de la EAP de ingeniería agroindustrial.**

**Cuadro 23: Escala Hedónica para Color, Textura y Sabor:**

Numero	Valoración
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

**Cuadro 24: Resultados para la intención de compra:**

Intención de compra		
T1	T2	T3
5%	10%	15%
5	4	2
4	5	3
4	4	4
4	5	5
4	5	5
5	4	4
2	5	3
5	4	5
4	6	4
4	4	3

❖ **Prueba Aplicada a un panel no entrenado conformado por alumnos de la EAP de ingeniería agroindustrial.**

**Cuadro 25: Escala hedónica para intención de compra:**

Numero	Valoración
1	Con certeza no lo compraría
2	Posiblemente no lo compraría
3	Talvez compraría/Talvez no lo compraría
4	Posiblemente lo compraría
5	Con certeza lo compraría

- Se determina que la formulación con mayor intención de compra es la de 10%, en segundo lugar la de 5% y en tercer lugar la de 15%, se determinó estos resultados al comparar las medias de la sumatoria de los datos de cada formulación del test de intención de compra.

Con estos resultados se realizó el análisis estadístico para determinar la mejor formulación por sus atributos sensoriales que determinan la calidad sensorial del producto. A continuación veamos el análisis estadístico;

**Tabla 2: Análisis univariado de varianza - Sensorial**

**Factores inter-sujetos**

		Etiqueta de valor	N
Detalles	1	Color	30
	2	Sabor	30
	3	Textura	30
Tratamientos	1	5%	30
	2	10%	30
	3	15%	30

**Tabla 3: Pruebas de efectos inter-sujetos**

**Variable dependiente: Datos**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	17,978 <sup>a</sup>	4	4,494	1,998	,102
Interceptación	3946,844	1	3946,844	1754,816	,000
Detalles	15,556	2	7,778	3,458	<b>,036</b>
Tratamientos	2,422	2	1,211	,538	<b>,586</b>
Error	191,178	85	2,249		
Total	4156,000	90			
Total corregido	209,156	89			

En el análisis de varianza conformado por los detalles como el color el sabor y la textura el valor de significancia es de 0,036 que nos indica que es muy bajo por lo que podemos decir que no dan la misma precisión porque es menor de 0,05 y los detalles es muy distinto ósea que si van a dar un mejor proceso con el 5%,10% y 15% ya que el resultado es mayor que 0.05 podemos deducir que no hay diferencias significativas entre los tratamientos

**Tabla 4: Pruebas post hoc**

(I) Detalles		(J) Detalles	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
HSD Tukey	Color	Sabor	,33	,387	,666
		Textura	1,00*	,387	<b>,031</b>
	Sabor	Color	-,33	,387	,666
		Textura	,67	,387	,203
	Textura	Color	-1,00*	,387	<b>,031</b>
		Sabor	-,67	,387	,203

Para evaluar los detalles como la combinación entre color, sabor y textura se evalúa uno cada uno y con una seguridad del 95% se aprecia que existe diferencia significativa entre Color y Textura ya que el valor de 0.031 es menor que 0.05 como se puede también apreciar que lo mismo es para la textura y Color.

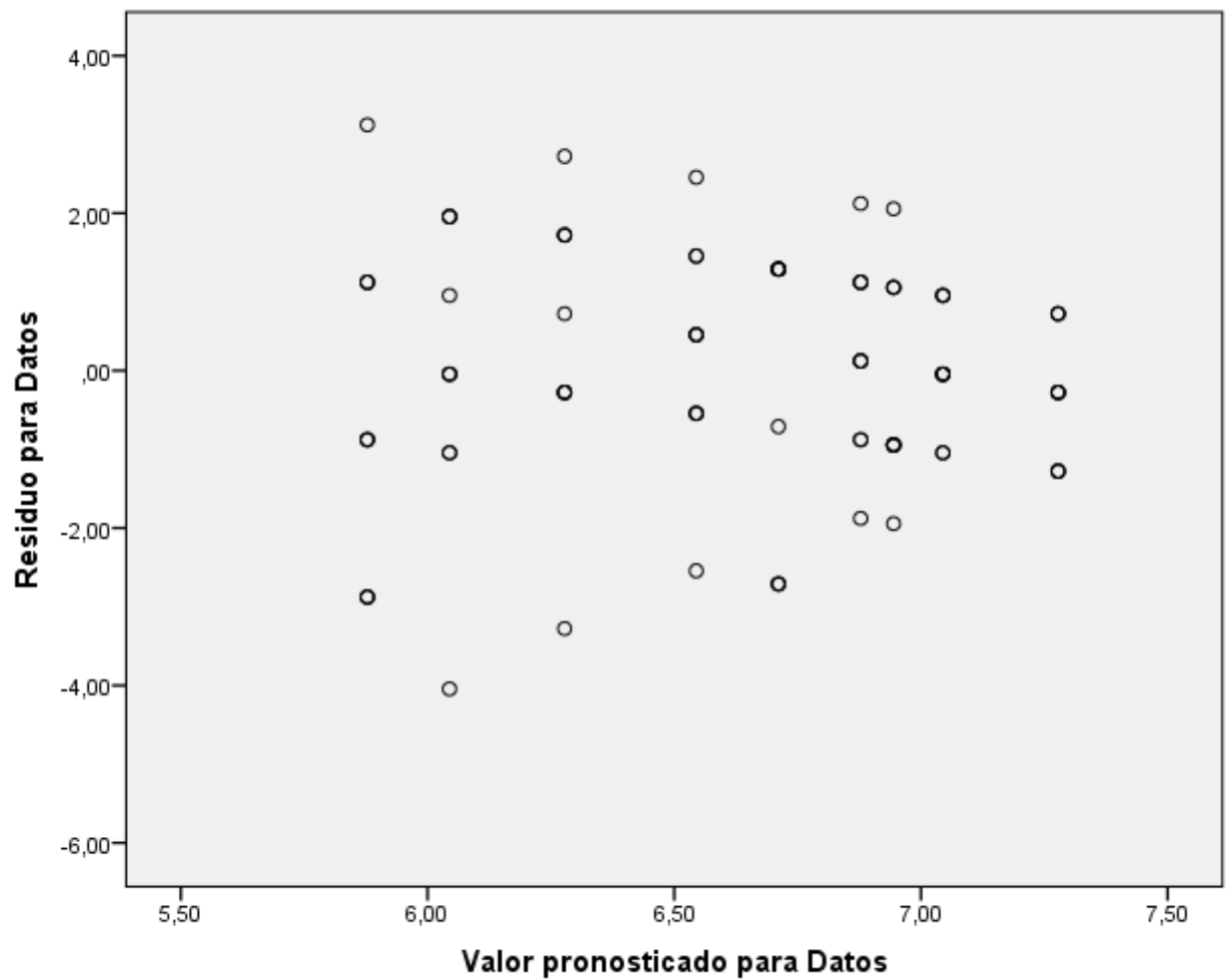
**Tabla 5: Comparaciones múltiples****Variable dependiente: Datos**

	(I) Tratamientos	(J) Tratamientos	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
HSD Tukey	5%	10%	,40	,387	,558
		15%	,23	,387	,819
	10%	5%	-,40	,387	,558
		15%	-,17	,387	,903
	15%	5%	-,23	,387	,819
		10%	,17	,387	,903
		10%	,17	,387	1,000

Para evaluar los detalles como la combinación entre 5% , 10% y 15% se evalúa uno cada uno y con una seguridad del 95% se aprecia que no existe diferencia significativa entre estos procedimientos.



### Gráfico de Análisis Sensorial:



Lo que podemos observar es que en este grafico no se muestra ninguna tendencia curvilínea lo que quiere decir que no ahí muestra ni presencia entre los detalles y tratamientos.

### 5.3.2. Evaluación Físicoquímica del cupcake

- **Proteínas:**

Para las diferentes formulaciones estos fueron los resultados:

**Tabla 6: porcentaje de proteínas en los cupcakes**

Formulaciones	5%	10%	15%
% de Proteína	6.84±0.1	8.3±0.15	10.9±0.17

En el cuadro anterior podemos observar que la formulación con mayor porcentaje de proteínas es la de 15% de sustitución parcial de harina de trigo por harina de algarrobo, según fuentes como USDA (2009). En la tabla de composición proximal del cupcake el porcentaje de proteínas para un cupcake normal es de 4.54% y en nuestros cupcakes vemos un incremento del porcentaje de proteínas de hasta 6% en el mejor de los casos lo cual nos da una idea de lo tanto que se puede mejorar el producto en su calidad nutricional. con un cambio en su formulación con adición de harinas sucedáneas o sustituciones parciales. Vemos que en los 3 casos hay un incremento de su calidad nutricional a nivel de proteínas.

- **Humedad**

Para las distintas formulaciones estos fueron los resultados:

**Tabla 7: porcentaje de humedad en los cupcakes**

Formulaciones	0%	5%	10%	15%
% de Humedad	16±0.18	16±0.15	14±0.16	12.4±0.19

En la tabla anterior podemos observar que el porcentaje de Humedad va disminuyendo conforme aumenta el porcentaje de sustitución en las formulaciones de manera que la diferencia de humedad de la formulación

de 15% y la humedad de la formulación de 0% es de casi 4% lo cual podemos interpretar como que a mayor sustitución por harina de algarrobo menor humedad se presenta en los cupcakes lo cual es bueno y afecta su calidad sensorial en el sentido de que el cupcake tiene una consistencia Mas migosa y la miga está más dispersa de repente por la menor humedad pero es bueno para lo del tiempo de vida útil.

- **Determinación de pH:** Se evaluaron los cupcakes del blanco y de las 4 formulaciones

**Tabla 8: PH de formulaciones de cupcakes:**

Formulaciones	0%	5%	10%	15%
PH	7.06±0.12	7.15±0.11	6.61±0.16	6.47±0.15

Según los resultados el PH para las formulaciones de 5% y el blanco son similares y ronda el pH neutro mientras que las formulaciones de 10 y 15% presentan un PH similar que disminuye en comparación con los anteriores mostrando una ligera tendencia al PH ácido el pH influye en los productos de panificación durante los días de almacenamiento en lo que es el crecimiento de microorganismos afecta y es importante en este Sentido.

- **Determinación de Acidez:** Se determinó la acidez de las 4 formulaciones de cupcakes. y se obtuvieron los siguientes resultados

**Tabla 9: Porcentaje de acidez en las formulaciones**

**De cupcakes:**

FORMULACIONES	0%	5%	10%	15%
%ACIDEZ (ACIDO LACTICO)	0.3 ±0.14	0.4±0.17	0.4±0.17	0.6±0.18

Observamos que la concentración de acidez en los cupcakes va incrementándose conforme aumenta el porcentaje de sustitución de harina de algarrobo en los cupcakes, oscilando entre 0.3 % y 0.6% de ácido láctico la Acidez de los cupcakes según podemos observar cumple con los límites máximos permitidos en la normas sanitaria para la fabricación elaboración y expendio de productos de panificación galletería y pastelería por RM.No1020210 /MINSA La cual dice que un biscocho debe tener como máximo 0.70% de acidez expresada en ácido láctico.

- **Determinación de volumen específico:**

Se determinó el volumen Especifico de las 4 formulaciones y se

Obtuvieron los siguientes resultados:

**Tabla 10: volumen específico de formulaciones de**

**Cupcakes:**

FORMULACIONES	0%	5%	10%	15%
VOLUMEN ESPECIFICO (En ml/gr)	1.27±0.011	1.25±0.012	1.20±0.013	1.16±0.015



**Fig. 21: Método de desplazamiento de semillas de Alpiste**



**Fig. 22: Comparación de volumen de las 4 formulaciones de cupcakes**

- **Determinación de Textura:**

Se evaluó la textura para las 3 formulaciones de cupcake durante 5 días con sus respectivas repeticiones por día a continuación los resultados:

**Tabla 11: Textura de las formulaciones de cupcakes**

DÍAS	Textura			
	0%	5%	10%	15%
1	64.64±0.120	91.15 ± 0.120	85.9 ± 0.233	76.15 ± 1.610
2	126.21±0.115	78.7 ± 0.140	84.8 ± 0.238	90.01 ± 0.020
3	99.67±0.040	115.0 ± 0.031	97.58 ± 0.235	101.01 ± 0.334
4	113.65±0.120	87.22 ± 0.231	97.91 ± 0.024	90.79 ± 0.070
5	84.39±0.115	65.16 ± 0.120	64.42 ± 0.262	59.64 ± 0.011

**Tabla 12: Análisis univariado de varianza**

**Factores inter-sujetos**

	Etiqueta de valor	N
Factor 1	0%	5
	5%	5
	10%	5
	15%	5

**Tabla 13: Prueba de igualdad de**

**Levene de varianza de error**

**Variable dependiente: Textura**

F	df1	df2	Sig.
,689	3	16	,572

Prueba la hipótesis nula que la varianzade error de la variable dependiente es igual entre grupos.<sup>a</sup>

a. Diseño : Intercepción + Factor

**Tabla 14: Pruebas de efectos inter - sujetos**

**Variable dependiente: Textura**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	581,056 <sup>a</sup>	3	193,685	,568	,644
Intercepción	157367,992	1	157367,992	461,394	,000
Factor	581,056	3	193,685	,568	,644
Error	5457,127	16	341,070		
Total	163406,175	20			
Total corregido	6038,183	19			

a. R al cuadrado = ,096 (R al cuadrado ajustada = -,073)

**Tabla 15: Medias marginales estimadas**

**Factor**

**Variable dependiente: Textura**

Factor	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
0%	97,712	8,259	80,203	115,221
5%	87,456	8,259	69,947	104,965
10%	86,128	8,259	68,619	103,637
15%	83,520	8,259	66,011	101,029



**Tabla 16: Pruebas post hoc - Factor**

**Comparaciones múltiples**

**Variable dependiente: Textura**

			Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%
(I) Factor	(J) Factor	Límite inferior				
HSD Tukey	0%	5%	10,2560	11,68025	,816	-23,1614
		10%	11,5840	11,68025	,756	-21,8334
		15%	14,1920	11,68025	,627	-19,2254
	5%	0%	-10,2560	11,68025	,816	-43,6734
		10%	1,3280	11,68025	,999	-32,0894
		15%	3,9360	11,68025	,986	-29,4814
	10%	0%	-11,5840	11,68025	,756	-45,0014
		5%	-1,3280	11,68025	,999	-34,7454
		15%	2,6080	11,68025	,996	-30,8094
	15%	0%	-14,1920	11,68025	,627	-47,6094
		5%	-3,9360	11,68025	,986	-37,3534
		10%	-2,6080	11,68025	,996	-36,0254
Bonferroni	0%	5%	10,2560	11,68025	1,000	-24,8821
		10%	11,5840	11,68025	1,000	-23,5541
		15%	14,1920	11,68025	1,000	-20,9461
	5%	0%	-10,2560	11,68025	1,000	-45,3941
		10%	1,3280	11,68025	1,000	-33,8101
		15%	3,9360	11,68025	1,000	-31,2021
	10%	0%	-11,5840	11,68025	1,000	-46,7221
5%		-1,3280	11,68025	1,000	-36,4661	

**Tabla 17: Comparaciones múltiples**

**Variable dependiente: Textura**

			Intervalo de confianza al 95%
	(I) Factor	(J) Factor	Límite superior
HSD Tukey	0%	5%	43,6734
		10%	45,0014
		15%	47,6094
	5%	0%	23,1614
		10%	34,7454
		15%	37,3534
	10%	0%	21,8334
		5%	32,0894
		15%	36,0254
	15%	0%	19,2254
		5%	29,4814
		10%	30,8094
Bonferroni	0%	5%	45,3941
		10%	46,7221
		15%	49,3301
	5%	0%	24,8821
		10%	36,4661
		15%	39,0741
	10%	0%	23,5541
		5%	33,8101
		15%	37,7461

**Tabla 18: Subconjuntos homogéneos**

**Textura**

	Factor	N	Subconjunto
			1
Student-Newman-Keuls <sup>a,b</sup>	15%	5	83,5200
	10%	5	86,1280
	5%	5	87,4560
	0%	5	97,7120
	Sig.		,627
HSD Tukey <sup>a,b</sup>	15%	5	83,5200
	10%	5	86,1280
	5%	5	87,4560
	0%	5	97,7120
	Sig.		,627

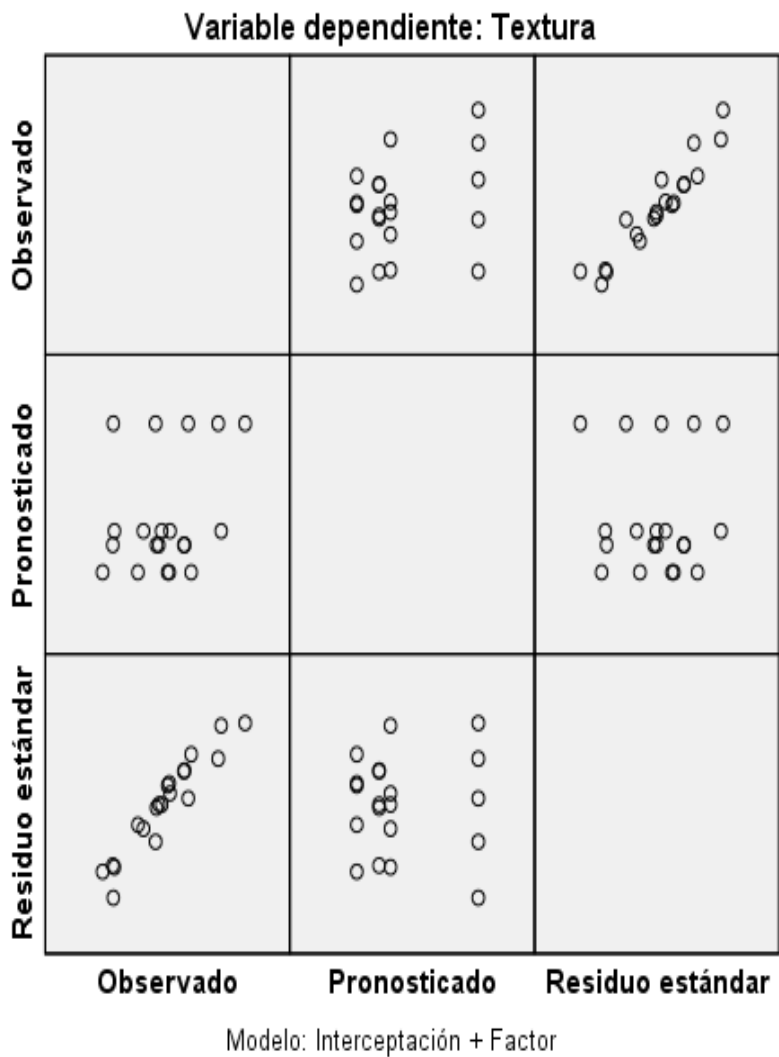
Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática(Error) = 341,070.

a. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

b. Alfa = .05.



Se observa que no hay diferencias significativas entre los tratamientos por ser  $p > 0.05$  entonces podemos concluir que respecto a la variable textura las diferencias de los datos entre los tratamientos es mínima y prácticamente no varían es decir los 3 tratamientos tienen similares condiciones en la textura.

- **Determinación de AW:**

Se realizó la medida de la Actividad De Agua durante 5 días a los Cupcakes para cada formulación y estos fueron los resultados:

**Tabla 19: AW de las formulaciones de cupcakes**

AW				
DÍAS	0%	5%	10%	15%
1	0.680±0.012	0.680 ± 0.127	0.670 ± 0.027	0.661 ± 0.025
2	0.676±0.011	0.670 ± 0.016	0.664 ± 0.016	0.666 ± 0.040
3	0.677±0.032	0.672 ± 0.017	0.670 ± 0.020	0.665 ± 0.044
4	0.689±0.021	0.678 ± 0.023	0.669 ± 0.015	0.660 ± 0.023
5	0.668±0.030	0.661 ± 0.021	0.655 ± 0.022	0.658 ± 0.037

No observamos una amplia variabilidad entre los datos de AW al pasar de los días y entre los diferentes tratamientos aplicaremos el análisis de varianza y la prueba de tukey para confirmar

A estos resultados se les aplico el análisis estadístico siguiente:

**Tabla 20: Análisis univariado de varianza**

**Factores inter-sujetos**

	Etiqueta de valor	N
Sustituciones	1	0%
	2	5%
	3	10%
	4	15%

**Tabla 21: Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error**

F	df1	df2	Sig.
,520	3	16	<b>,674</b>

En la prueba de homogeneidad de varianzas para exista igualdad en ellas el valor de significancia debe de ser mayor que 0.05 entonces como el valor es superior 0.674 por lo tanto existe igualdad de varianzas.

**Tabla 22: Análisis de Varianza Pruebas de efectos inter-sujetos AW**

**Variable dependiente: AW**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	,001 <sup>a</sup>	3	,000	6,046	<b>,006</b>
Interceptación	8,963	1	8,963	215333,719	<b>,000</b>
Sustituciones	,001	3	,000	6,046	<b>,006</b>
Error	,001	16	4,162E-5		
Total	8,965	20			
Total corregido	,001	19			

En el análisis de varianza vemos que el factor es menor que 0.05 de significancia con un valor encatrado de 0.06 lo que significa existe diferencias significativas.

**Tabla 23: Medias marginales estimadas**

**FACTOR**

**Variable dependiente: AW**

FACTOR	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
0%	,678	,003	,672	,684
5%	,672	,003	,666	,678
10%	,666	,003	,659	,672
15%	,662	,003	,656	,668

Se verifica a las medias de cada factor, o que no ayuda a ver que las medias son parecidas entre los factores 0% y 5% aparte son parecidas las medias del factor 10% y 15%, menciona su intervalo de confianza para cada una de ellas al 5% de significancia.

**Tabla 24: Pruebas post hoc - FACTOR**

	(I) FACTOR	(J) FACTOR	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.
HSD Tukey	0%	5%	,00580	,004080	,505
		10%	,01240*	,004080	,035
		15%	,01600*	,004080	,006
	5%	0%	-,00580	,004080	,505
		10%	,00660	,004080	,397
		15%	,01020	,004080	,098
	10%	0%	-,01240*	,004080	,035
		5%	-,00660	,004080	,397
		15%	,00360	,004080	,814
	15%	0%	-,01600*	,004080	,006
		5%	-,01020	,004080	,098
		10%	-,00360	,004080	,814

Existe diferencia significativa cuando el valor es menor de 0.05 como se ve entre los siguientes casos: Para 0% tiene diferencia significativa con 10% y 15%. Para 5% Tiene diferencia significativa con 0%, Para 10% tiene diferencia significativa con 0%, y Para 15% tiene diferencia significativa con 0%.



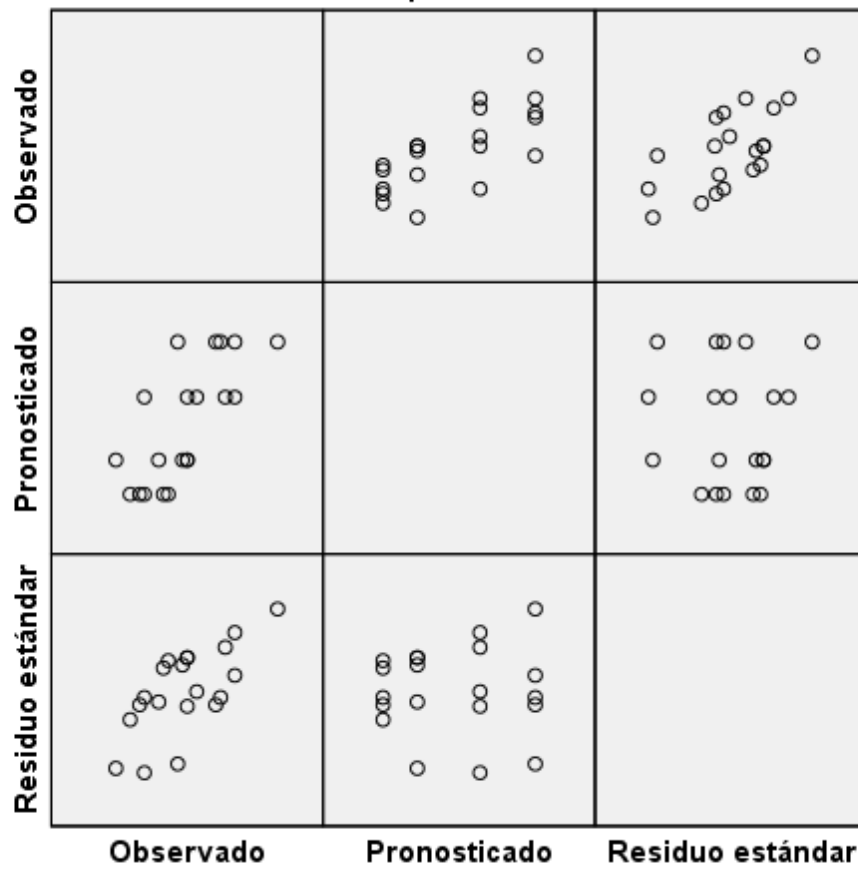
**Tabla 25: Subconjuntos homogéneos**

AW

	FACTO R	N	Subconjunto	
			1	2
Student-Newman- Keuls <sup>a,b</sup>	15%	5	,66200	
	10%	5	,66560	
	5%	5	,67220	,67220
	0%	5		,67800
	<b>Sig.</b>		<b>,058</b>	<b>,174</b>
HSD Tukey <sup>a,b</sup>	15%	5	,66200	
	10%	5	,66560	
	5%	5	,67220	,67220
	0%	5		,67800
	<b>Sig.</b>		<b>,098</b>	<b>,505</b>

En este caso verificamos los subconjuntos en la evaluación se considera como un grupo el valor que es mayor de 0.05 de significancia por lo tanto según tukey es significativos los factores 0% y 5%.

Variable dependiente: AW



Modelo: Interceptación + FACTOR

- **DETERMINACIÓN DE PERDIDA DE PESO:**

Se realizó esta prueba durante 5 días a los cupcakes de las

Diferentes formulaciones y estos fueron los resultados:

**Tabla 26: Datos Del Análisis De Pérdida De Peso En Las**

**Formulaciones de Cupcakes:**

<b>PERDIDA DE PESO</b>				
<b>DÍAS</b>	<b>0%</b>	<b>5%</b>	<b>10%</b>	<b>15%</b>
1	49.85±0.120	47.26 ± 0.120	48.32 ± 0.230	49.43 ± 0.121
2	48.77±0.112	46.46 ± 0.115	47.54 ± 0.130	48.91 ± 0.118
3	47.35±0.113	45.38 ± 0.118	46.82 ± 0.190	47.86 ± 0.111
4	47.25±0.145	45.08 ± 0.110	46.72 ± 0.140	46.22 ± 0.210
5	47.06±0.124	45.00 ± 0.090	46.49 ± 0.111	46.16 ± 0.115

**Tabla 27: Porcentaje de pérdida de peso**

DIAS/SUSTITUCION	% DE PERDIDA DE PESO			
	0%	5%	10%	15%
0	0%	0%	0%	0%
1	0,42%	1,56%	1,21%	1,10%
2	2,58%	3,23%	2,80%	2,15%
3	5,41%	5,48%	4,27%	4,24%
4	5,61%	6,11%	4,48%	7,52%
5	5,94%	6,27%	4,95%	7,64%

- Aquí observamos en el cuadro que las formulaciones de 5% y 10% son las que presentan menor pérdida de peso a través de los días mientras que las de 0% y 15% presentan mayor pérdida de peso este peso se traduce en humedad perdida en el ambiente por lo que el cupcake al pasar de los días de almacenamiento se va secando o perdiendo humedad lo cual afecta su calidad sensorial.

A continuación vamos a observar el análisis estadístico para ver las diferencias significativas en los tratamientos que son las distintas formulaciones.

**Tabla 28: Análisis univariado de varianza**

**Factores inter-sujetos**

	Etiqueta de valor	N
Factor 1	0%	5
2	5%	5
3	10%	5
4	15%	5

**Tabla 29: Prueba de igualdad**

**De Levene de varianzas de error**

Variable dependiente: Perdida Peso

F	df1	df2	Sig.
1,634	3	16	,221

Prueba la hipótesis nula que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.<sup>a</sup>

a. Diseño : Interceptación + Factor

**Tabla 30: Pruebas de efectos inter-sujetos****Variable dependiente: Pérdida de Peso**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	14,300 <sup>a</sup>	3	4,767	3,622	,036
Interceptación	44550,192	1	44550,192	33856,524	,000
Factor	14,300	3	4,767	3,622	,036
Error	21,054	16	1,316		
Total	44585,545	20			
Total corregido	35,353	19			

a. R al cuadrado = ,404 (R al cuadrado ajustada = ,293)

**Tabla 31: Medias marginales estimadas****Factor****Variable dependiente: Perdida Peso**

Factor	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
0%	48,056	,513	46,968	49,144
5%	45,836	,513	44,748	46,924
10%	47,178	,513	46,090	48,266
15%	47,716	,513	46,628	48,804

**Tabla 32: Pruebas post hoc - Factor**

**Comparaciones múltiples**

**Variable dependiente: Perdida Peso**

	(I) Factor	(J) Factor	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%
						Límite inferior
HSD Tukey	0%	5%	2,2200*	,72549	,034	,1443
		10%	,8780	,72549	,630	-1,1977
		15%	,3400	,72549	,965	-1,7357
	5%	0%	-2,2200*	,72549	,034	-4,2957
		10%	-1,3420	,72549	,288	-3,4177
		15%	-1,8800	,72549	,083	-3,9557
	10%	0%	-,8780	,72549	,630	-2,9537
		5%	1,3420	,72549	,288	-,7337
		15%	-,5380	,72549	,879	-2,6137
	15%	0%	-,3400	,72549	,965	-2,4157
		5%	1,8800	,72549	,083	-,1957
		10%	,5380	,72549	,879	-1,5377
		10%	,8780	,72549	1,000	-1,3045
		15%	,3400	,72549	1,000	-1,8425
	5%	0%	-2,2200*	,72549	,045	-4,4025
10%		-1,3420	,72549	,497	-3,5245	
15%		-1,8800	,72549	,118	-4,0625	

En la prueba de tukey observamos que para la comparación de 0% y 5% hay una diferencia significativa con respecto a la pérdida de peso ya que el valor de  $p < 0.05$ , alternamente para 5% y 0% de igual manera. de aquí deducimos que la formulación de 5% es la que presenta la diferencia significativa con respecto a la formulación control para la variable de pérdida de peso.



**Tabla 33:COMPARACIONES**

**MULTIPLES**

**Variable dependiente Pérdida de  
Peso**

			Intervalo de confianza al 95%
	(I) Factor	(J) Factor	Límite superior
HSD Tukey	0%	5%	4,2957
		10%	2,9537
		15%	2,4157
	5%	0%	-,1443
		10%	,7337
		15%	,1957
	10%	0%	1,1977
		5%	3,4177
		15%	1,5377
	15%	0%	1,7357
		5%	3,9557
		10%	2,6137

**Tabla 34: Subconjuntos homogéneos**

**Pérdida de Peso**

	Factor	N	Subconjunto	
			1	2
Student-Newman-Keuls <sup>a,b</sup>	5%	5	45,8360	
	10%	5	47,1780	47,1780
	15%	5		47,7160
	0%	5		48,0560
	Sig.			,083
HSD Tukey <sup>a,b</sup>	5%	5	45,8360	
	10%	5	47,1780	47,1780
	15%	5	47,7160	47,7160
	0%	5		48,0560
	Sig.			,083

Se visualizan las medias para los grupos en los subconjuntos homogéneos.

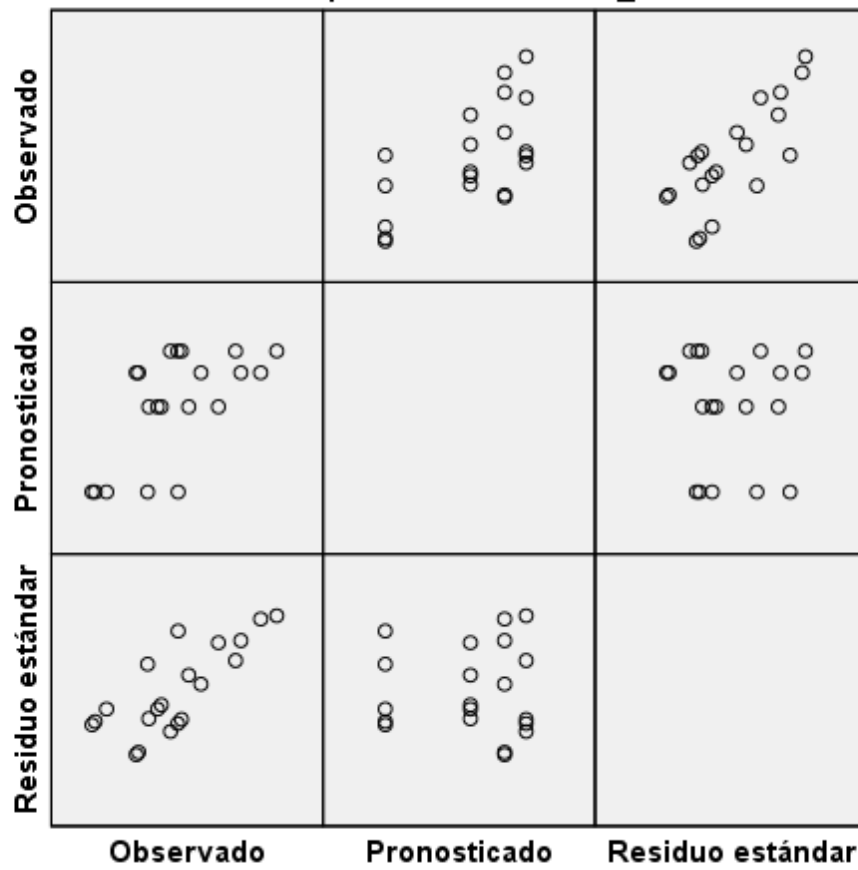
Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 1,316.

. Utiliza el tamaño de la muestra de la media armónica = 5,000.

b. Alfa = .05.

Variable dependiente: Perdida\_Peso



Modelo: Interceptación + Factor

**Tabla 35: Factores inter-sujetos de la Sustitución - Características**

		Etiqueta de valor	N
Sustitución	1	0%	15
	2	5%	15
	3	10%	15
	4	15%	15
Características	1	AW	20
	2	Perdida peso	20
	3	Textura	20

**Tabla 36: Prueba de igualdad de Levene de varianzas de error**

F	df1	df2	Sig.
2,179	11	48	,032

**Tabla 37: Análisis de varianza de Pruebas de efectos inter-sujetos****Variable dependiente: Datos**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	9108612,692 <sub>a</sub>	5	1821722,538	1,121	,361
Interceptación	2645466,207	1	2645466,207	1,627	,208
Sustitución	4933398,404	3	1644466,135	1,012	,395
Características	4175214,288	2	2087607,144	1,284	,285
Error	87785076,67 <sub>7</sub>	54	1625649,568		
Total	99539155,57 <sub>6</sub>	60			
Total corregido	96893689,37 <sub>0</sub>	59			

**Tabla 38: Medias marginales estimadas****1. Sustitución****Variable dependiente: Datos**

Sustitución	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
0%	706,637	329,206	46,619	1366,656
5%	44,655	329,206	-615,364	704,673
10%	44,657	329,206	-615,361	704,676
15%	43,966	329,206	-616,052	703,984

**2. Características****Variable dependiente: Datos**

Características	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
AW	,669	285,101	-570,923	572,262
Perdida peso	47,197	285,101	-524,396	618,789
Textura	582,070	285,101	10,478	1153,663

**Tabla 39: Pruebas post hoc – Sustitución**

**Comparaciones múltiples**

**Variable dependiente: Datos**

**Bonferroni**

(I) Sustitución	(J) Sustitución	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
0%	5%	661,98260	465,567692	,965	-613,17852	1937,14372
	10%	661,98013	465,567692	,965	-613,18099	1937,14126
	15%	662,67133	465,567692	,962	-612,48979	1937,83246
5%	0%	-661,98260	465,567692	,965	-1937,14372	613,17852
	10%	-,00247	465,567692	1,000	-1275,16359	1275,15866
	15%	,68873	465,567692	1,000	-1274,47239	1275,84986
10%	0%	-661,98013	465,567692	,965	-1937,14126	613,18099
	5%	,00247	465,567692	1,000	-1275,15866	1275,16359
	15%	,69120	465,567692	1,000	-1274,46992	1275,85232
15%	0%	-662,67133	465,567692	,962	-1937,83246	612,48979
	5%	-,68873	465,567692	1,000	-1275,84986	1274,47239
	10%	-,69120	465,567692	1,000	-1275,85232	1274,46992

**Tabla 40: Subconjuntos homogéneos - Características**

**Comparaciones múltiples**

**Variable dependiente: Datos**

**Bonferroni**

(I) Características	(J) Características	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%	
					Límite inferior	Límite superior
AW	Perdida peso	-46,52705	403,193448	1,000	-1042,75682	949,70272
	Textura	-581,40105	403,193448	,465	-1577,63082	414,82872
Perdida peso	AW	46,52705	403,193448	1,000	-949,70272	1042,75682
	Textura	-534,87400	403,193448	,571	-1531,10377	461,35577
Textura	AW	581,40105	403,193448	,465	-414,82872	1577,63082
	Perdida peso	534,87400	403,193448	,571	-461,35577	1531,10377

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 1625649,568.



Variable dependiente: Datos

Observado		○ ○ ○	○
Pronosticado	○ ○ ○		○ ○
Residuo estándar	○ ○	○ ○	
	<b>Observado</b>	<b>Pronosticado</b>	<b>Residuo estándar</b>

Modelo: Intercepción + Sustitución + Características

**Tabla 41: Análisis univariado de varianza**

**Factores inter-sujetos**

		Etiqueta de valor	N
Sustitución	1	0%	15
	2	5%	15
	3	10%	15
	4	15%	15
Características	1	AW	20
	2	Perdida peso	20
	3	Textura	20

**Tabla 42: Prueba de igualdad de**

**Levene de varianzas de error<sup>a</sup>**

**Variable dependiente: Datos**

F	df1	df2	Sig.
2,179	11	48	,032

Prueba la hipótesis nula que la varianza de error de la variable dependiente es igual entre grupos.<sup>a</sup>

a. Diseño : Interceptación + Sustitución + Características

**Tabla 43: Pruebas de efectos inter-sujetos****Variable dependiente: Datos**

Origen	Tipo III de suma de cuadrados	gl	Cuadrático promedio	F	Sig.
Modelo corregido	9108612,692 <sup>a</sup>	5	1821722,538	1,121	,361
Interceptación	2645466,207	1	2645466,207	1,627	,208
sustitución	4933398,404	3	1644466,135	1,012	,395
Características	4175214,288	2	2087607,144	1,284	,285
Error	87785076,677	54	1625649,568		
Total	99539155,576	60			
Total corregido	96893689,370	59			

a. R al cuadrado = ,094 (R al cuadrado ajustada = ,010)

**Tabla 44: Medias marginales estimadas****1. Sustitución****Variable dependiente: Datos**

Sustitución	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
0%	706,637	329,206	46,619	1366,656
5%	44,655	329,206	-615,364	704,673
10%	44,657	329,206	-615,361	704,676
15%	43,966	329,206	-616,052	703,984

**Tabla 45: Características****Variable dependiente: Datos**

Características	Media	Error estándar	Intervalo de confianza al 95%	
			Límite inferior	Límite superior
AW	,669	285,101	-570,923	572,262
Perdida peso	47,197	285,101	-524,396	618,789
Textura	582,070	285,101	10,478	1153,663

**Tabla 46: Pruebas post hoc****Sustitución****Comparaciones múltiples****Variable dependiente: Datos****Bonferroni**

(I) Sustitución	(J) Sustitución	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%
					Límite inferior
0%	5%	661,98260	465,567692	,965	-613,17852
	10%	661,98013	465,567692	,965	-613,18099
	15%	662,67133	465,567692	,962	-612,48979
5%	0%	-661,98260	465,567692	,965	-1937,14372
	10%	-,00247	465,567692	1,000	-1275,16359
	15%	,68873	465,567692	1,000	-1274,47239
10%	0%	-661,98013	465,567692	,965	-1937,14126
	5%	,00247	465,567692	1,000	-1275,15866
	15%	,69120	465,567692	1,000	-1274,46992
15%	0%	-662,67133	465,567692	,962	-1937,83246
	5%	-,68873	465,567692	1,000	-1275,84986
	10%	-,69120	465,567692	1,000	-1275,85232

**Tabla 47: Comparaciones múltiples**

**Variable dependiente: Datos**

**Bonferroni**

		Intervalo de confianza al 95%
(I) Sustitución	(J) Sustitución	Límite superior
0%	5%	1937,14372
	10%	1937,14126
	15%	1937,83246
5%	0%	613,17852
	10%	1275,15866
	15%	1275,84986
10%	0%	613,18099
	5%	1275,16359
	15%	1275,85232
15%	0%	612,48979
	5%	1274,47239
	10%	1274,46992

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 1625649,568.

**Tabla 48: Subconjuntos homogéneos Características**

**Comparaciones múltiples**

**Variable dependiente: Datos**

*Bonferroni*

(I) Características	(J) Características	Diferencia de medias (I-J)	Error estándar	Sig.	Intervalo de confianza al 95%
					Límite inferior
AW	Perdida peso	-46,52705	403,193448	1,000	-1042,75682
	Textura	-581,40105	403,193448	,465	-1577,63082
Perdida peso	AW	46,52705	403,193448	1,000	-949,70272
	Textura	-534,87400	403,193448	,571	-1531,10377
Textura	AW	581,40105	403,193448	,465	-414,82872
	Perdida peso	534,87400	403,193448	,571	-461,35577

**Tabla 49: Comparaciones múltiples**

**Variable dependiente: Datos**

**Bonferroni**

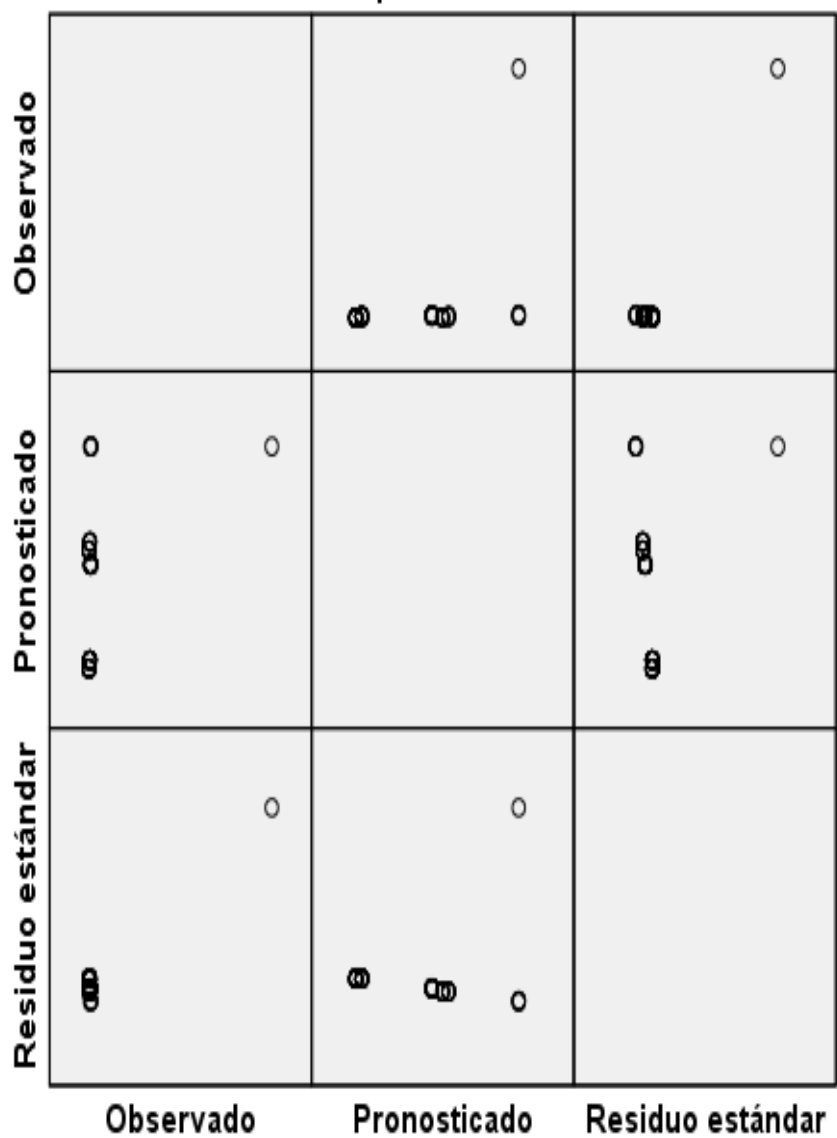
		Intervalo de confianza al 95%
(I) Características	(J) Características	Límite superior
AW	Perdida peso	949,70272
	Textura	414,82872
Perdida peso	AW	1042,75682
	Textura	461,35577
Textura	AW	1577,63082
	Perdida peso	1531,10377

Se basa en las medias observadas.

El término de error es la media cuadrática (Error) = 1625649,568.



Variable dependiente: Datos



Modelo: Interceptación + Sustitucion + Caracteristicas

**Tabla 50: Valores de determinación de colorimetría en los Cupcakes**

<b>DIAS</b>		<b>CONTROL FO =0 %</b>		<b>F1=5 %</b>		<b>F2=10 %</b>		<b>F3=15%</b>
<b>1</b>	L	58.05	L	56.73	L	51.86	L	54.64
	a	14,57	a	15,26	a	17,24	a	15,29
	b	43,81	b	45,32	b	42,61	b	39,86
<b>2</b>	<b>L</b>	58.12	L	59.86	L	51.32	L	43.96
	a	14,3	a	15,2	a	16,35	a	17,47
	b	48,44	b	43,46	b	40,14	b	37,5
<b>3</b>	<b>L</b>	55.68	L	54.70	L	47.48	L	49.71
	a	17,26	a	15,7	a	17,79	a	16,58
	b	45,7	b	43,23	b	38,57	b	40,26
<b>4</b>	<b>L</b>	54.93	L	9.63	L	52.18	L	49.60
	a	16,76	a	13,7	a	17,28	a	15,06
	b	45,19	b	46,44	b	40,87	b	39,39
<b>5</b>	<b>L</b>	56.85	L	49.84	L	54.92	L	51.87
	a	16,02	a	16,49	a	14,22	a	14,48
	b	42,19	b	37,2	b	43,75	b	41,08
<b>DIAS</b>		<b>CONTROL FO =0 %</b>		<b>F1=5 %</b>		<b>F2=10 %</b>		<b>F3=15%</b>
<b>1</b>	c=	46,1693	c=	47,8202	c=	45,9655	c=	42,6920
	h=	1,24973	h=	1,24600	h=	1,18633	h=	1,20451
<b>2</b>	c=	50,5067	c=	46,0414	c=	43,3422	c=	41,3697
	h=	1,28374	h=	1,23435	h=	1,18399	h=	1,13483
<b>3</b>	c=	48,8508	c=	45,9926	c=	42,4750	c=	43,5404
	h=	1,20968	h=	1,22243	h=	1,13864	h=	1,18014
<b>4</b>	c=	48,1979	c=	48,4186	c=	44,3729	c=	42,1708
	h=	1,21564	h=	1,28393	h=	1,17079	h=	1,20561
<b>5</b>	c=	45,1291	c=	40,6910	c=	46,0029	c=	43,5573

- Observamos que para a los valores de la formulación control varían entre 14 y 17 para la corteza del cupcake esto indica que hay una tendencia al color rojo en la corteza.
- Para la formulación de 5% el valor de a va entre 13 y 16 lo cual nos indica una tonalidad en la corteza de rosado con tendencia al rojizo
- Para la formulación de 10% observamos que los valores de a van desde 14 a 17 lo cual indica que esta entre el rosado acercándose al rojo
- Para la formulación de 15% los valores van del 14 al 17
- Para los valores de b para la formulación control en la corteza se encontraron los valores de b que están entre 43 y 48 lo cual indica una tonalidad amarilla.
- Para la formulación de 5% b va de 37 a 46 lo cual nos da una tonalidad de amarillo
- Para la formulación de 10% b oscila entre 38 y 43 lo cual indica una tendencia de verde rosado al amarillo.
- Para la formulación de 15% b oscila entre 37 a 41 mostrando una coloración verde amarillento.

#### **5.4. Evaluación de la vida útil del cupcake:**

La vida útil de los cupcakes se determinó utilizando el método de la suma de cuadrados regresión lineal la aplicación del método a los datos del análisis sensorial con escala hedónica se muestran en el anexo 7 El tiempo de vida útil que se determino es de 6 días.-

## VI. CONCLUSIONES

- Según el análisis sensorial realizado a los cupcakes las pruebas estadísticas nos indican que no hay diferencias significativas entre las formulaciones de 5%,10% y 15% por lo tanto las 3 tienen igual nivel de calidad sensorial es decir no hay diferencia en la calidad de las 3 formulaciones.
- Con respecto al contenido nutricional del cupcake medido como contenido de proteínas el porcentaje medido de proteínas es mayor en las 3 formulaciones de cupcakes con respecto al cupcake normal o control siendo la formulación que presenta mayor porcentaje de proteínas la formulación de 15% con un 10.9% de contenido de proteínas por lo tanto mejoro la calidad nutricional de las 3 formulaciones con la sustitución parcial por harina de algarrobo.
- Con respecto a las características fisicoquímicas concluimos que el pH en los Cupcakes ronde los valores de neutro lo cual es ideal.
- Con respecto a la Acidez se comprobó que las formulaciones de cupcakes cumplen con la normativa que regula el nivel de acidez en estos productos siendo en todos los casos menor a 0.70%.
- Con respecto a la AW existen diferencias significativas entre las 3 formulaciones pero observamos que la AW disminuye conforme aumenta la sustitución por harina de algarrobo.
- Para la textura observamos que esta disminuye conforme aumenta el porcentaje de sustitución pero esta disminución es muy ligera y poco significativa y según el análisis estadístico de tukey no existe diferencias significativas entre las 3 formulaciones por tanto las 3 tienen una buena presencia de textura según los resultados.
- Para la variable de pérdida de peso se determinó según el análisis de tukey que no hay diferencias significativas entre las formulaciones por tanto para las 3 formulaciones la pérdida de peso fue similar.
- La vida útil determinada para el cupcake fue de 6.5 días según la regresión lineal aplicada a los resultados de la prueba sensorial..

## **VII. RECOMENDACIONES**

- Se recomienda hacer determinación de fibra que puede tener un alto valor dietético y antioxidante en la harina de Algarrobo.

## VIII. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- \* Aguirre E. y Rodríguez G. (1997). Industria de cereales y panificación.
- \* Universidad Nacional del Santa. Departamento Académico de Agroindustria. Única Edición. Chimbote – Perú.
- \* Anzaidúa Morales, A. (1994). La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Editorial Acribia. Zaragoza España.
- \* Ayala, J. Y Pardo, R. (1995). Optimización por diseños experimentales.
- \* Concytec. Lima – Peru.
- \* Aykrod, W.R. & Doughty, Joyce (1970). El trigo en la alimentación humana. FAO-Roma, ISBN 92-5-300437.
- \* Bardon Iglesias, R., Belmonte Cortes Susana, Fuster Lorán Fernando (2010). Características de calidad, actitudes y percepción del consumidor ante el sector de productos de panadería, bollería y pastelería industrial y galletas. Edit. Dirección General de ordenamiento e Inspección e INUTCAM. p.82.
- \* Bhat Mudasir A., Bhat Anju. (2013). Study on Physico – Chemical Characteristics of Pumpkin Blended Cake. J Food Process Techno 4: 262.
- \* BILBAO, C. (2007). Revista Panera: Forma e informa. Año 1 . N°5. Lima – Perú.
- \* Calaveras. (1996). Tratado de Panificación y Bollería. Madrid. Editorial : MundiPrensa.
- \* Carrascal Ana Karina, Páez Morales Adriana Inés, Burbano Mariela.(2003). “Manual de Laboratorio: Microbiología de alimentos “: Colombia Ed: Ceja. ISBN: 958683619 v.1 págs.170.
- \* Cauvain, Stanley P. & Young, Linda S. (2002) Fabricación del Pan. Editorial Acribia, S.A., Cap. 10, Alteración y envejecimiento del pan: p.292-293.
- \* Claude Roudot Alain. (2004). Reología y análisis de textura de los alimentos. Editorial Acribia S.A. Zaragoza. España.
- \* Coello Gómez B. (2010). Influencia de la Sustitución de Ingredientes en las Características Reologicas, Calóricas y Sensoriales en un Cake Tipo Magdalena. (tesis de la Producción. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil- Ecuador.
- \* Collazos, C., R White., et al.1997. La composición de los alimentos peruanos. Instituto de Nutrición. Minist. de Salud. Lima.35 p.
- \* Domínguez Castañeda J. (2000). Industrias de Cereales. Departamento académico de Agroindustria. Universidad nacional del Santa. Perú.

- \* Espinoza, E. (2003). Evaluación sensorial de los alimentos. 1ra edición Tacna – Perú.
- \* García García, Diana Paola. (2011). Desarrollo de un producto de Panadería con Harina de Quinoa (*chenopodium quinoa Willd*) [Tesis para licenciatura]. Departamento de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Nacional de Colombia.
- \* Kent.1971. Tecnología de Cereales. Ed. Acribia España.
- \* Muñoz M. (2002). Tabla de Valor Nutritivo de alimentos. Primera Edición Editorial Mc. Graw – Hill. México.
- \* Norma Técnica Peruana 206.011:1981 (Revisada el 2011): BIZCOCHOS, PASTAS Y FIDEOS. Determinación del contenido de cenizas. Lima: INDECOPI.
- \* Norma Técnica Peruana 206.012.1981 (Revisada el 2011): BIZCOCHOS, PASTAS Y FIDEOS. Determinación del contenido de cenizas. Lima: INDECOPI.
- \* Norma Técnica Peruana 206.013.1981 (Revisada el 2011): BIZCOCHOS, GALLETAS, PASTAS Y FIDEOS. Determinación de la acidez. Lima: INDECOPI.
- \* Paucar Menacho L. (2001) Manual de nutrición Humana. Departamento académico de Agroindustria. Universidad nacional del Santa. Perú.
- \* Primo Yúfera Eduardo (1998). Química de los alimentos. Editorial Síntesis S.A. 3ra Edición. Madrid- España. P.81-82.
- \* Zolezzi TizónMariela. (2014). El boom, de los cupcakes: Una tendencia del Mercado. Revista Panadería y Pastelería Peruana. Edición N° 160
- \* Ing. Eric Cardich Briceño (1997). Aspectos naturales, culturales e históricos del algarrobo. Una historia sobre los quilates y los algarrobos. Publicado en Plural. Revista del Programa de Estudios Generales de la Universidad de Lima. 1997. Número 4-5. Pág. 103-111.
- \* José iglesia González y Paolo Espina (1989). El Algarrobo. Ediciones Mundi-Prensa.Madrid.
- \* Helen Charley (2004). Tecnología de Alimentos: Procesos químicos y físicos. Editorial Limusa S.A.Noriega Editores. México.
- \* Bernello Ochoa Estephany Judith, García Cedeño Dina María. (2015). Tesis “Métodos de extracción para los compuestos esenciales del algarrobo “Portoviejo, Ecuador.

**SITIOS WEB:**

- <http://www.agrimundo.cl/?p=30887>
- [http://www.peruecologico.com.pe/flo\\_algarrobo\\_1.htm](http://www.peruecologico.com.pe/flo_algarrobo_1.htm)
- <http://rpp.pe/lima/actualidad/el-algarrobo-un-arbol-con-historia-y-tradicion-en-piura-noticia-462192>
- <http://blog.pucp.edu.pe/blog/victornomberto/2012/05/01>



# **ANEXOS**

## ANEXO 1: MÉTODO DE DETERMINACIÓN DE GRASA EN LAS HARINAS

•Se pesan de 3 a 5g 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).

•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.

•El hexano se recibe en el balón previamente seco y tarado.

•**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:

$$\% \text{ Grasa} = \frac{(A_2 - A_1)}{\text{-----}} \times 100$$

**Dónde:** m

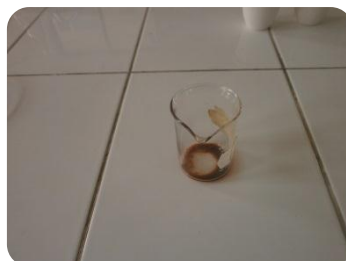
A<sub>2</sub>: peso del balón con el hexano etéreo (g)

A<sub>1</sub> peso del balón vacío (g)

m: Peso de la muestra (g)



**Fig. 23: Equipo Soxhlet debidamente Acondicionado.**



**Fig. 24:  
Grasa obtenida de la harina  
de algarrobo**

## **ANEXO 2: DETERMINACIÓN DE CENIZAS EN LAS HARINAS**

### **Objetivo:**

- Determinar el residuo inorgánico por el método de incineración directa.

### **Procedimiento**

- Pesar un crisol, previamente en la mufla y enfriado en el desecador.
- Pesar en el crisol 1g. de muestra e incinerar en la cocinilla eléctrica hasta total carbonización.
- Colocar la muestra en la mufla y calcinar a 550-600°C por 3 a 5 horas, hasta cenizas blancas o blanco grisáceo.
- Retirar el crisol de la mufla y colocarlo en el desecador, enfriar 30 minutos a temperatura ambiente y pesar el residuo.

### **Cálculo**

$$\% \text{CENIZAS} = \frac{P2 - P1}{m} \times 100$$

### **Dónde:**

P1: Masa de crisol vacío, en g.

P2: Masa del crisol más cenizas, en g.

M: Masa de la muestra, en g.

Referencias: AOAC, 7009, 14th Edition 1984.



**Fig. 25: Determinación de cenizas**

### ANEXO 3: MEDICIÓN DE COLORIMETRÍA EN LAS HARINAS Y DE CORTEZA DE 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  $L^*$ ,  $a^*$ ,  $b^*$ .



**Fig. 26: Medición de color de cupcakes con colorímetro**

## **ANEXO 4: DETERMINACIÓN DE LA TEXTURA EN LOS CUPCAKE**

### **PROCEDIMIENTO DEL ANÁLISIS DE TEXTURA PARA LOS CUPCAKES**

- Se colocó cada uno de los cupcakes (de las 3 mezclas de harinas) sobre el texturómetro Texture Analyzer del Laboratorio de Análisis y Composición de Alimentos
- Se procedió a tomar datos en tres réplicas (3 cupcakes por cada mezcla).
- La evaluación se realizó a través de varios días para observar la variación de la textura.



**Fig. 27: Medición de textura en cupcakes**

## **ANEXO 5: MÉTODO PARA DETERMINACIÓN DE AW EN LOS CUPCAKES**

### **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 requerida el tiempo necesario para que esto ocurra es muy variable dependiendo del alimento a medir el tiempo puede oscilar entre pocos minutos a más de una hora yo espere 20 minutos para cada cupcake aproximadamente.



**Fig. 28: Determinación de AW en cupcakes**

- Luego anotar los resultados arrojados por el equipo.

## ANEXO 6: HOJA DE EVALUACION SENSORIAL DE LOS CUPCAKES

### 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

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

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

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	INTENCIÓN DE COMPRA

**ANEXO 7: REGRESIÓN LINEAL PARA DETERMINAR LA VIDA ÚTIL  
DE LOS CUPCAKES**

	X	Y							
	Tiempo	Puntaje	X <sup>2</sup>	Y <sup>2</sup>	XY	$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X$	Error	Lim. Inf	Lim. Sup
	0	9	0	81	0	8.8571	0.0204	8.587	9.080
	1	8	1	64	8	8.5220	0.2725	8.270	8.736
	2	8	4	64	16	8.1868	0.0349	7.951	8.400
	3	8	9	64	24	7.8516	0.0220	7.628	8.065
	4	8	16	64	32	7.5165	0.2338	7.303	7.730
	5	7	25	49	35	7.1813	0.0329	6.974	7.389
	6	7	36	49	42	6.8462	0.0237	6.641	7.054
	7	7	49	49	49	<b>6.5110</b>	0.2391	<b>6.303</b>	<b>6.719</b>
	8	6	64	36	48	6.1758	0.0309	5.962	6.381
	9	6	81	36	54	5.8407	0.0254	5.617	6.046
	10	5	100	25	50	5.5055	0.2555	5.269	5.713
	11	5	121	25	55	5.1703	0.0290	4.918	5.378
	12	5	144	25	60	4.8352	0.0272	4.565	5.043
Sumatorias=	<b>78</b>	<b>89</b>	<b>650</b>	<b>631</b>	<b>473</b>		<b>1.2473</b>		
Promedios=	<b>6</b>	<b>6.85</b>							
Muestra=	<b>13</b>								



**1. Calculando el Modelo Matamatico y sus constantes:**

$$\beta_1 = \frac{\sum XY_i - n\bar{X}\bar{Y}}{\sum x_i^2 - n\bar{X}^2}$$

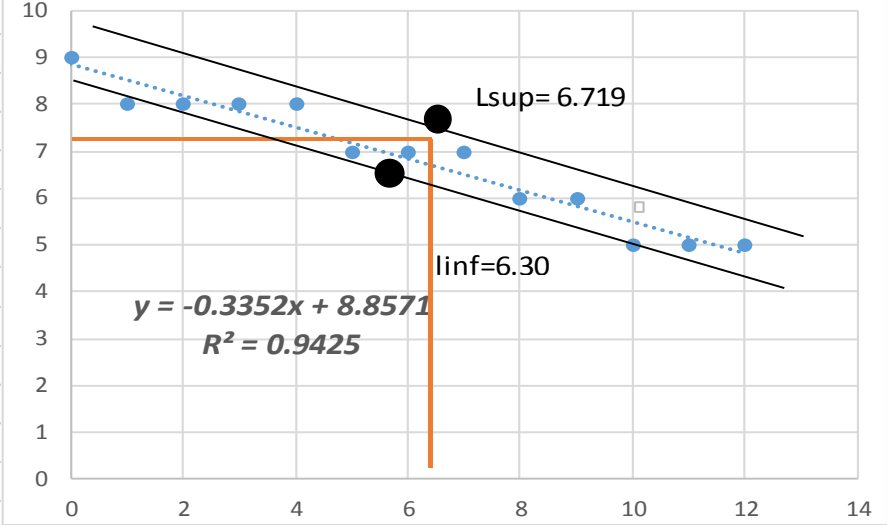
473	534	<b>-0.335</b>
650	468	

$$\beta_0 = \bar{Y} - \beta_1\bar{X}$$

6.85	-2.01098901	<b>8.857</b>

$$\hat{Y} = \beta_0 + \beta_1 X$$

8.86	-0.335 X
------	----------



**2. Calculando el Coeficiente de Determinacion o Grado de Relacion:**

$$r^2 = \frac{[n\sum XY_i - \sum X * \sum Y]^2}{[n\sum X^2 - (\sum X)^2] * [n\sum Y^2 - (\sum Y)^2]}$$

628849	<b>94.25%</b>
667212	

**3. Intervalos de Confianza al 0.95, Limites**

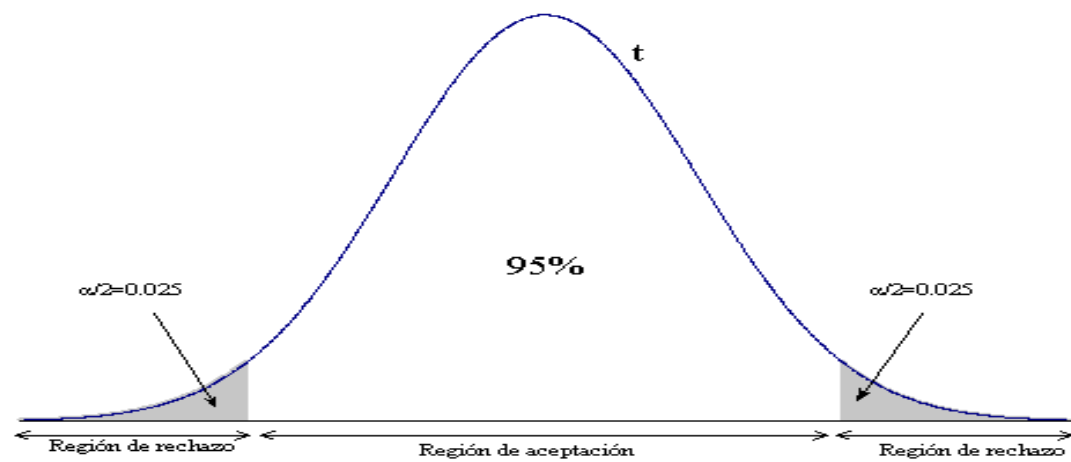
Quando el Coeficiente de Determinacion esta dentro del rango 90% - 97% se considera una buena relacion entre las variables por lo desarrollado la variable tiempo tiene una buena relacion con la variable puntaje al 5% del margen

$$S_{y.x} = \sqrt{\frac{\sum(Y_i - \hat{Y}_i)^2}{n - 2}}$$

<b>0.3367</b>
---------------

$$\hat{Y} \mp t * S_{y.x} * \sqrt{\frac{1}{n} + \frac{(\text{Valor de } X - \bar{X})^2}{\sum X^2 - (\sum X)^2/n}}$$

1-alfa	0.95							
alfa	0.05							
1-(alfa/2)	0.975							
GL	11							
valor T	<b>2.201</b>							
<b>4. Prueba de Hipotesis al 0.05 de Significancia</b>				$H_0: \beta_1 = 0$ $H_i: \beta_1 \neq 0$				
alfa	0.05							
1-(alfa/2)	0.975	<b>2.201</b>	$T_{1-\frac{\alpha}{2}; n-2}$					
n-2=	11							
<b>5° CALCULAMOS EL VALOR DE PRUEBA DE LA HIPOTESIS</b>				$T_k = \frac{\hat{\beta}_1 - \beta_1}{S_{B1}}$				
$SC_{XY} = \sum XY - \frac{\sum X * \sum Y}{n}$	473	$\frac{473}{13}$	<b>436.62</b>	$SCE = SC_Y - \frac{(SC_{XY})^2}{SC_X}$		1047.43403		
$SC_X = \sum X^2 - \frac{(\sum X)^2}{n}$	650	$\frac{6084}{13}$	<b>182</b>	$CME = \frac{SCE}{n-2}$		95.2212758		
$SC_Y = \sum Y^2 - \frac{(\sum Y)^2}{n}$	631	$\frac{7921}{13}$	<b>21.69</b>	$S_E = \sqrt{CME}$		9.75813895		
Reemplazando:	$T_k = \frac{\hat{\beta}_1 - \beta_1}{S_{B1}}$	$\frac{-0.335}{0.72332138}$	<b>-3.124</b>	$S_{\beta_1} = \frac{S_E}{\sqrt{SC_X}}$		0.72332138		



**ANEXO 8 : DIAGRAMA DE FLUJO DE PROCESO DE ELABORACION DE CUPCAKES**

**PESADO**



**CREMADO**



**MEZCLADO 1**



**MEZCLADO 2**



**MEZCLADO 3**



**MOLDEADO**



**HORNEADO**



**ENFRIADO**



**ENVASADO**



**ANEXO 9: SCORE QUIMICO DE LA MEZCLA DE HARINA DE TRIGO Y**

**HARINA DE ALGARROBO**

Alimento		proteina	nitrogeno	Isoleucina	Leucina	Lisina	Met + Cis	feniltalanina	Treonina	Valina
		%	%	mg AA/ gN	mg AA/ gN	mg AA/ gN	mg AA/ gN	mg AA/ gN	mg AA/ gN	mg AA/ gN
Algarroba		0,0892	0,01565	120	211	127	137	70	82	166
trigo		0,135	0,024	228	440	130	250	449	168	258
PATRON DE REFERENCIA		LACTANTES (Menos de 1 año) mg AA/ g N		208	581	413	263	450	269	344
		PRE-ESCOLARES (2-5 años) mg AA/ g N		175	423	363	116	394	213	219
		ESCOLARES (6-12 años) mg AA/ g N		175	275	275	130	138	175	156
Mezcla	% Mezcla	Pt g mezcla	Pt %	N g muestra	Isoleucina mg AA	Leucina mg AA	Lisina mg AA	Met + Cis mg AA	Treonina mg AA	Valina mg AA
Algarrobo	5	0,446	3,36%	0,07825	9,39	16,51	9,93775	10,72	6,4165	12,99
trigo	95	12,825	96,64%	2,28	519,84	1003,2	296,4	570	383,04	588,24
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>13,271</b>	<b>100,00%</b>	<b>2,35825</b>	<b>529,23</b>	<b>1019,71</b>	<b>306,34</b>	<b>580,72</b>	<b>389,4565</b>	<b>601,23</b>
mg AA/gN					<b>221,8644867</b>	<b>427,4841482</b>	<b>128,4233297</b>	<b>243,4501913</b>	<b>163,2684588</b>	<b>252,0484201</b>
contenido de AA en la mezcla (%) -LACTANTES (Menos de 1 año)					<b>107%</b>	<b>74%</b>	<b>31%</b>	<b>93%</b>	<b>61%</b>	<b>73%</b>
contenido de AA en la mezcla (%) -PRE ESCOLAR (2-5 años)					<b>127%</b>	<b>101%</b>	<b>35%</b>	<b>210%</b>	<b>77%</b>	<b>115%</b>
contenido de AA en la mezcla (%) -ESCOLARES (6-12 años)					<b>127%</b>	<b>155%</b>	<b>47%</b>	<b>187%</b>	<b>93%</b>	<b>162%</b>
contenido de AA en la mezcla (%) -PRE ESCOLAR (2-5 años)					<b>274%</b>	<b>359%</b>	<b>128%</b>	<b>230%</b>	<b>292%</b>	<b>311%</b>

Mezcla	% Mezcla	Pt g mezcla	Pt %	N g muestra	Isoleucina mg AA	Leucina mg AA	Lisina mg AA	Met + Cis mg AA	feniltalanina mg AA	Treonina mg AA	Valina mg AA
Algarrobo	0	0	0,00%	0	0	0	0	0	0	0	0
trigo	100	13,5	100,00%	2,4	547,2	1056	312	600	600	403,2	619,2
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>13,5</b>	<b>100,00%</b>	<b>2,4</b>	<b>547,2</b>	<b>1056,00</b>	<b>312,00</b>	<b>600</b>	<b>600</b>	<b>403,2</b>	<b>619,20</b>
mg AA/gN					<b>295,7677963</b>	<b>570,7799578</b>	<b>168,639533</b>	<b>324,3067942</b>	<b>324,3067942</b>	<b>217,9341657</b>	<b>334,6846116</b>
contenido de AA en la mezcla (%) -LACTANTES (Menos de 1 año)					<b>142%</b>	<b>98%</b>	<b>41%</b>	<b>123%</b>	<b>72%</b>	<b>81%</b>	<b>97%</b>
contenido de AA en la mezcla (%) -PRE ESCOLAR (2-5 años)					<b>169%</b>	<b>135%</b>	<b>46%</b>	<b>280%</b>	<b>82%</b>	<b>102%</b>	<b>153%</b>
contenido de AA en la mezcla (%) -ESCOLARES (6-12 años)					<b>169%</b>	<b>208%</b>	<b>61%</b>	<b>249%</b>	<b>235%</b>	<b>125%</b>	<b>215%</b>
contenido de AA en la mezcla (%) -PRE ESCOLAR (2-5 años)					<b>365%</b>	<b>480%</b>	<b>169%</b>	<b>306%</b>	<b>273%</b>	<b>389%</b>	<b>413%</b>

Mezcla	% Mezcla	Pt g mezcla	Pt %	N g muestra	Isoleucina	Leucina	Lisina	Met + Cis	Treonina	Valina
					mg AA	mg AA	mg AA	mg AA	mg AA	mg AA
Algarrobo	10	0,892	6,84%	0,1565	18,78	33,02	19,876	21,44	12,833	25,98
trigo	90	12,15	93,00%	2,16	492,48	950,4	280,8	540	362,88	557,28
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>13,042</b>	<b>100,00%</b>	<b>2,3165</b>	<b>511,26</b>	<b>983,42</b>	<b>300,68</b>	<b>561,44</b>	<b>375,713</b>	<b>583,26</b>
mg AA/gN					<b>214,33108</b>	<b>412,2706073</b>	<b>126,0497825</b>	<b>235,3676047</b>	<b>157,506891</b>	<b>244,5150134</b>
contenido de AA en la mezcla (%) -LACTANTES (Menos de 1 año)					103%	71%	31%	89%	59%	71%
contenido de AA en la mezcla (%) -PRE ESCOLAR (2-5 años)					122%	97%	35%	203%	74%	112%
contenido de AA en la mezcla (%) -ESCOLARES (6-12 años)					122%	150%	46%	181%	90%	157%
contenido de AA en la mezcla (%) -PRE ESCOLAR (2-5 años)					265%	346%	126%	222%	281%	302%

Mezcla	% Mezcla	Pt g mezcla	Pt %	N g muestra	Isoleucina	Leucina	Lisina	Met + Cis	Treonina	Valina
					mg AA	mg AA	mg AA	mg AA	mg AA	mg AA
Algarrobo	15	1,338	9,44%	0,2348	28,176	49,543	29,82	32,1676	19,25	38,977
trigo	85	12,83	90,60%	2,04	465,12	897,6	265,2	510	342,72	526,32
<b>TOTAL</b>	<b>100</b>	<b>14,168</b>	<b>100,00%</b>	<b>2,2748</b>	<b>493,296</b>	<b>947,14</b>	<b>295,02</b>	<b>542,18</b>	<b>361,97</b>	<b>565,30</b>
mg AA/gN					<b>206,8001886</b>	<b>397,0625164</b>	<b>123,6786669</b>	<b>227,2934025</b>	<b>151,7455327</b>	<b>236,9845412</b>
contenido de AA en la mezcla (%) -LACTANTES (Menos de 1 año)					99%	68%	30%	86%	56%	69%
contenido de AA en la mezcla (%) -PRE ESCOLAR (2-5 años)					118%	94%	34%	196%	71%	108%
contenido de AA en la mezcla (%) -ESCOLARES (6-12 años)					118%	144%	45%	175%	87%	152%
contenido de AA en la mezcla (%) -PRE ESCOLAR (2-5 años)					255%	334%	124%	214%	271%	293%