



**UNIVERSIDAD TÉCNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERÍA EN ALIMENTOS
CARRERA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS**



“Efecto de aceites de soya (*Glycine max*), oliva (*Olea europaea*) y palma (*Arecaceae*) en la reología de la masa e índice de oxidación en cupcakes de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y trigo (*Triticum aestivum*)”

Trabajo de Titulación, modalidad Proyecto de Investigación, previa la obtención del Título de Ingeniero en Alimentos, otorgado por la Universidad Técnica de Ambato, a través de la Facultad de Ciencia e Ingeniería en Alimentos.

Autor: Bolívar Enrique Núñez Vásconez

TUTOR: Ing. César Augusto German Tomalá

**Ambato – Ecuador
Septiembre - 2017**

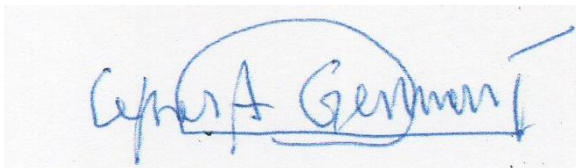
APROBACIÓN DEL TUTOR

Ing. Cesar Augusto German Tomalá

CERTIFICA:

Que el presente trabajo de titulación ha sido prolijamente revisado. Por lo tanto autorizo la presentación de éste Trabajo de Titulación bajo la Modalidad Proyecto de Investigación, el mismo que corresponde a las normas establecidas en el Reglamento de Títulos y Grados de la Facultad


Ambato, 07 de Agosto del 2017.



Ing. César Augusto German Tomalá
C.I: 1801167105
TUTOR

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Bolívar Enrique Núñez Vásconez, manifiesto que los resultados obtenidos en el proyecto de investigación, previo la obtención del título de Ingeniero en Alimentos son absolutamente originales, auténticos y personales; a excepción de las citas.

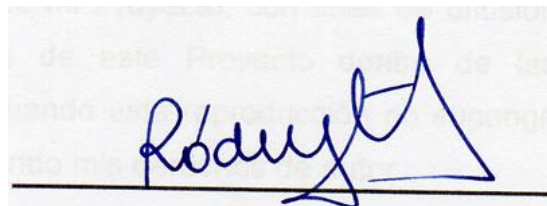


Sr. Bolívar Enrique Núñez Vásconez
Ci. 180457648-4
AUTOR

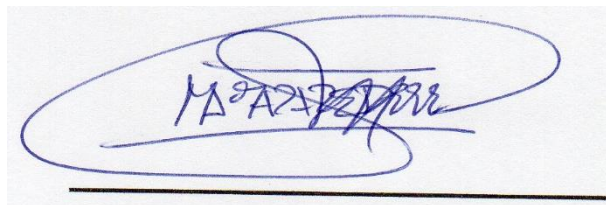
APROBACIÓN DE LOS MIEMBROS DEL TRIBUNAL DE GRADO

Los suscritos profesores calificadores, aprueban que ha sido elaborado de conformidad con las disposiciones emitidas por la facultad de Ciencia e Ingeniería en alimentos de la Universidad Técnica de Ambato.

Para constancia firmar:

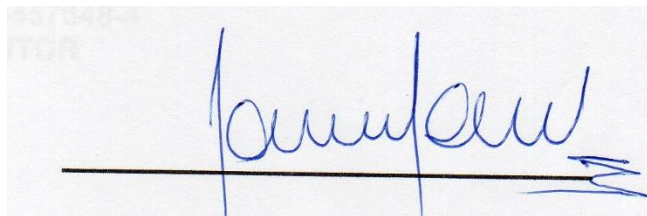
A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Rodrigo', is written over a solid black horizontal line.

PRESIDENTE DEL TRIBUNAL

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'MAYRA', is written over a solid black horizontal line.

Ph. D. Mayra Liliana Paredes Escobar

CI.050187395-4

A handwritten signature in blue ink, appearing to read 'Lander', is written over a solid black horizontal line.

Químico Mg. Lander Vinicio Pérez Aldas

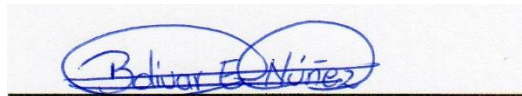
CI. 180270659-6

Ambato, 12 de septiembre del 2017

DERECHOS DE AUTOR

Autorizo a la Universidad Técnica de Ambato, para que haga de este proyecto de Investigación o parte de él, un documento disponible para su lectura, consulta y procesos de Investigación, según las normas de la Institución.

Cedo los derechos en línea patrimoniales de mi Proyecto, con fines de difusión pública, además apruebo la reproducción de este Proyecto dentro de las regulaciones de la Universidad, siempre y cuando esta reproducción no suponga una ganancia económica y se realice respetando mis derechos de autor.

A handwritten signature in blue ink, reading "Bolívar E. Núñez", is written over a horizontal line. The signature is enclosed in a blue oval.

Sr. Bolívar Enrique Núñez Vásconez
CI. 180457648-4
AUTOR

DEDICATORIA

“Nadie se hace grande demostrando

Lo pequeños que otros pueden ser.

Grande es quien engrandece

A todos los que tiene alrededor”

*Este trabajo está dedicado a mi madre,
a mi padre, a mis hermanas y a mi sobrina.*

AGRADECIMIENTOS

A Dios por haberme permitido culminar una etapa más, de los propósitos de mi vida

A mis padres Marina y Eugenio por su amor, trabajo y sacrificios en todos estos años gracias a ustedes he logrado llegar hasta aquí y convertirme en lo que soy.

A mis hermanas Paola, Erika, Camila por brindarme el apoyo y amor incondicional, por no dejarme solo en ningún aspecto de mi vida.

A mi primo Rubén, por brindarme su apoyo incondicional.

A Mafer y Tatty, amigas que me brindaron su apoyo sin ningún interés.

Al Ingeniero Cesar German por brindarme su apoyo y compartir sus conocimientos para culminar con éxito este proyecto.

INDICE

DEDICATORIA	I
AGRADECIMIENTOS	II
INDICE	III
INDICE DE FIGURAS	V
INDICE DE TABLAS	VI
RESUMEN	VIII
ABSTRACT.....	IX
INTRODUCCION.....	1
CAPÍTULO I	2
1. EL PROBLEMA.....	2
1.1. TEMA DE INVESTIGACION.....	2
1.2. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION	2
1.3. OBJETIVOS	3
1.3.1. Objetivo General.....	3
1.3.2. Objetivos Específicos	3
CAPÍTULO II	4
2. MARCO TEORICO.....	4
2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS.....	4
2.2. HIPÓTESIS	6
2.3. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES	6
2.3.1. Variable independiente	6
2.3.2. Variable dependiente	7
CAPÍTULO III	8
3. MATERIALES Y MÉTODOS.....	8
3.1. MATERIALES	8
3.2. MÉTODOS.....	8
3.2.1. Harina de Zanahoria Blanca	8
3.2.1.1. Porcentaje de Humedad en Harina de Zanahoria Blanca	10
3.2.1.2. Actividad de Agua en Harina de Zanahoria Blanca	10

3.2.1.3.	Tamaño de Partícula	10
3.2.2.	Proceso elaboración de cupcake	11
3.2.3.	Pruebas Reológicas	11
3.2.3.1.	Comportamiento Viscoelástico.....	11
3.2.3.2.	Evaluación Textura	12
3.2.4.	Comparación de los aceites	12
3.2.5.	Vida de Anaquel.....	13
3.2.5.1.	Análisis Microbiológicos	13
3.2.5.2.	Análisis Físicos	13
3.2.6.	Evaluación sensorial	14
3.2.7.	Rendimiento y Costo	15
3.2.8.	Diseño Experimental.....	15
3.2.9.	Análisis Estadístico.....	16
CAPÍTULO IV	17
4.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN	17
4.1.	ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS.....	17
4.1.1.	Pruebas Viscoelásticas Mixolab	17
4.1.1.1.	Índice de Absorción de Agua	18
4.1.1.2.	Índice de Viscosidad	18
4.1.1.3.	Índice de Gluten	19
4.1.1.4.	Índice de Amasado	19
4.1.1.5.	Índice de Retrogradación.....	20
4.1.1.6.	Índice de Amilasas	20
4.1.1.7.	Caracterización de las masas por Mixolab estándar	21
4.1.1.8.	Absorción del agua curva C1.....	21
4.1.1.9.	Calidad de la Proteína curva C2	22
4.1.1.10.	Gelatinización de almidón curva C3.....	22
4.1.1.11.	Actividad amilasa curva C4	23
4.1.1.12.	Retrogradación del almidón curva C5.....	23
4.1.2.	Evaluación de Textura con el empleo del Texturómetro Brookfield	23
4.1.2.1.	Dureza	23
4.1.2.2.	Trabajo de Dureza Terminado	24

4.1.2.3. Deformación Recuperable	25
4.1.2.4. Trabajo Total.....	26
4.1.2.5. Masticabilidad	27
4.1.3. Comparación de los aceites.	28
4.1.4. Vida de anaquel	29
4.1.4.1. Análisis microbiológicos.....	29
4.1.4.2. Análisis físicos.....	30
4.1.5. Evaluación sensorial	32
4.1.6. Rendimiento y costo al mejor tratamiento.....	33
4.1.7. Diseño experimental.....	36
4.2. VERIFICACION DE LA HIPOTESIS	37
CAPÍTULO V.....	38
5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES	38
5.1. CONCLUSIONES	38
5.2. RECOMENDACIONES	39
REFERENCIA CITADA.....	40
ANEXOS.....	43
ANEXO A.....	44
ANEXO B.....	58
ANEXO C.....	61
ANEXO D.....	65
ANEXO E.....	76
ANEXO F.....	85
INSTRUCTIVOS.....	63

INDICE DE FIGURAS

Fig. Nº 1: Diagrama de flujo elaboración harina de zanahoria blanca.	9
Fig. Nº 2: Diagrama de flujo elaboración Cupcake.	11
Fig. Nº 3: Dureza de cada tratamiento durante 4 días de evaluación.	24
Fig. Nº 4: Trabajo de Dureza Terminado de cada tratamiento durante 4 días de evaluación.	25
Fig. Nº 5: Deformación Recuperable de cada tratamiento durante 4 días de evaluación.	26
Fig. Nº 6: Trabajo total de cada tratamiento durante 4 días de evaluación.....	27
Fig. Nº 7: Masticabilidad de cada tratamiento durante 4 días de evaluación.....	28

Fig. N° 8: Evaluación sensorial mejores tratamientos	33
Fig. N° 9: % de Rendimiento obtenido de cada uno de los tratamientos en la elaboración de cupcakes de harina de trigo y zanahoria blanca	35
Fig. A1: Datos Obtenidos 100% Harina de trigo	45
Fig. A2: Fuerza ejercida en (Nm) vs Tiempo de la masa 100% trigo.....	46
Fig. A3: Fuerza ejercida en (Nm) vs Tiempo de la masa 100% trigo	47
Fig. A4: Datos Obtenidos 75% Harina de trigo, 25% harina de zanahoria blanca.....	49
Fig. A5: Fuerza ejercida en (Nm) vs Tiempo de la masa 75% harina de trigo, 25% harina de zanahoria blanca.....	50
Fig. A6: Fuerza ejercida en (Nm) vs Tiempo de la masa 75% harina de trigo, 25% harina de zanahoria blanca.....	51
Fig. A7 Datos Obtenidos 50% Harina de trigo, 50% harina de zanahoria blanca	53
Fig. A8: Datos Obtenidos 50% Harina de trigo, 50% harina de zanahoria blanca.....	55
Fig. A9: Datos Obtenidos 25% Harina de trigo, 75% harina de zanahoria blanca.....	56
Fig. D1: % de Rendimiento obtenido de cada uno de los tratamientos en la elaboración de cupcakes de harina de trigo y zanahoria blanca.	75

INDICE DE TABLAS

Tabla N° 1: Materia Prima	8
Tabla N° 2: Resultados obtenidos en análisis de MIXOLAB Profiler en 3 mezclas de harina de trigo y harina de zanahoria blanca.	17
Tabla N° 3: Usos de la harina según su índice de amasado	19
Tabla N° 4: Fuerza y tiempo de cada formulación.	21
Tabla N° 5: Estabilidad del amasado	21
Tabla N° 6: Índice de Peróxidos	29
Tabla N° 7: Acidez	31
Tabla N° 8: Porcentaje de rendimiento de la obtención de Harina de Zanahoria Blanca...33	
Tabla N° 9: Porcentaje de rendimiento al realizar cupcakes de harina de trigo con sustitución de Harina de zanahoria blanca	34
Tabla N° 10: Estimación económica del costo de producir 15 cupcakes con de harina de trigo con sustitución de Harina de zanahoria blanca.	36
Tabla A1: Valores obtenidos de las curvas para la masa 100 % harina de trigo	45
Tabla A2: Resultados índice evaluado por el Mixolab 100 % harina de trigo.....	48
Tabla A3: Resultados Chopin S por el Mixolab 100 % harina de trigo.	48
Tabla A4: Valores obtenidos de las curvas para la masa 75% harina de trigo, 25% harina de zanahoria blanca.....	49
Tabla A5: Resultados índice evaluado por el Mixolab 75% harina de trigo, 25% harina de zanahoria blanca.....	52
Tabla A6: Resultados Chopin S por el Mixolab 75% harina de trigo, 25% harina de zanahoria blanca	52

Tabla A7:	Valores obtenidos de las curvas para la masa 50% harina de trigo, 50% harina de zanahoria blanca.....	54
Tabla A8:	Resultados índice evaluado por el Mixolab 50% harina de trigo, 50% harina de zanahoria blanca.....	54
Tabla A9:	Resultados Chopin S por el Mixolab 50% harina de trigo, 50% harina de zanahoria blanca	56
Tabla A10:	Informe datos % humedad 100% harina de zanahoria blanca.	57
Tabla A11:	Informe datos actividad de agua 100% harina de zanahoria blanca.	57
Tabla B1:	Informe de promedio de datos de cada tratamiento para dureza.....	59
Tabla B2:	Informe de promedio de datos de cada tratamiento para trabajo de dureza terminado.....	59
Tabla B3:	Informe de promedio de datos de cada tratamiento para deformación recuperable.	59
Tabla B4:	Informe de promedio de datos de cada tratamiento para trabajo total.	60
Tabla B5:	<i>Informe de promedio de datos de cada tratamiento para masticabilidad.....</i>	60
Tabla C1:	Informe datos microbiológicos mejor tratamiento.	62
Tabla C2:	Informe datos % humedad mejor tratamiento.	62
Tabla C3:	Informe datos pH mejor tratamiento.	62
Tabla D1:	Catadores en la evaluación de aceptabilidad 9 tratamientos.....	66
Tabla D2:	Anova en la evaluación de aceptabilidad 9 tratamientos.....	66
Tabla D3:	Catadores en la evaluación de color	67
Tabla D4:	Catadores en la evaluación de olor	68
Tabla D5:	Catadores en la evaluación de sabor	69
Tabla D6:	Catadores en la evaluación de textura.....	70
Tabla D7:	Catadores en la evaluación de aceptabilidad.....	71
Tabla D8:	Datos obtenidos de catadores en la evaluación.	72
Tabla D9:	Datos obtenidos de rendimiento R1.	72
Tabla D10:	Datos obtenidos de rendimiento R2.	72
Tabla D11:	Datos obtenidos de rendimiento R3.	73
Tabla D12:	Datos obtenidos de % de rendimiento.	73
Tabla D13:	Anova de % de rendimiento.	74
Tabla D14:	Análisis de varianza y test de Tukey obtenida mediante la aplicación del paquete estadístico INFOSTAT.....	74

RESUMEN

La determinación del mejor tratamiento de sustitución para la elaboración de cupcakes de zanahoria blanca en diferentes concentraciones (25 %, 50 %, 75 %), se realizó mediante la evaluación de distintos tipos de aceites (Palma, Oliva y Soya). En la reología de la masa en el equipo Mixolab, a las masas de la mezcla de harinas de trigo y zanahoria blanca 25 %, 50 %, 75 % de harina de zanahoria blanca y 75 %, 50 %, 25 % de harina de trigo respectivamente, encontrando parámetros como: índice de absorción, amasado, gluten, viscosidad, amilasas y la retrogradación del almidón para cada una, la sustitución adecuada para un cupcake con características aceptadas es de hasta un 50 % de harina de trigo y un 50 % de harina de zanahoria blanca, debido a que la actividad amilásica es baja cuando tenemos mayor porcentaje de sustitución de contenido de gluten. El análisis en los tratamientos finales fueron: dureza, trabajo de dureza terminado, deformación recuperable, trabajo total, masticabilidad, mediante un texturómetro Brookfield por 4 días a cada tratamiento, al transcurrir los días se incrementaban las propiedades mencionadas, teniendo el envejecimiento del cupcake por pérdida de agua. El tratamiento que tenía 25 % harina de zanahoria blanca y 75 % de harina de trigo resultó ser el mejor, porque tuvo mayor cantidad de harina de trigo, elaborado con aceite de palma, manteniendo el estado físico, y características sensoriales.

Palabras clave: Zanahoria blanca, harinas, cupcake, aceites, análisis de alimentos, características sensoriales, comportamiento viscoelástico, análisis microbiológicos.

ABSTRACT

The determination of the best substitution treatment for the preparation of white carrot cakes at various concentrations (25%, 50%, 75%) was performed by evaluating various types of oils (palm, olive and soybean). In the rheology of mass in the Mixolab team, masks the mixture of wheat flour and white carrot 25%, 50%, 75% white carrot flour and 75%, 50%, 25% flour wheat respectively, finding parameters such as: absorption index, kneading, gluten, viscosity, amylases and the retrogradation of starch for each, the adequate substitution for a cupcake with accepted characteristics is up to 50% wheat flour and 50% of white carrot meal, because the amylase activity is low when we have a higher percentage of substitution of gluten content. The analyzes in the final treatments were: hardness, work of finished hardness, recoverable deformation, total work, chewing, by means of a Brookfield texturometer for 4 days at each treatment, as the days progressed the mentioned properties increased, taking cupcake aging for loss of water Treatment that had 25% white carrot flour and 75% wheat flour proved to be the best, because it had more wheat flour, made with palm oil, maintaining physical state, and sensory characteristics.

Key words: White carrot, flours, cupcake, oils, food analysis, sensory characteristics, viscoelastic behavior, microbiological analysis

INTRODUCCION

En el proyecto se desarrolló un cupcake con la mezcla de harinas de zanahoria blanca y trigo, para promover el uso de zanahoria blanca en productos de repostería ya que aporta valores nutritivos dentro de una dieta balanceada.

El uso de diferentes aceites vegetales en la elaboración de los cupcakes de zanahoria blanca y trigo permitirá crear un producto sin colesterol, bajo en niveles de sodio y grasas saturadas, con un porcentaje alto (80-84%) en ácidos grasos insaturados principalmente el oleico y palmitoleico **(Guitto, 2014)**. Además, el uso de aceites en la elaboración de los cupcakes de zanahoria blanca se vería enfocado a disminuir el índice de oxidación del producto y así alargar la vida útil del mismo.

Los aceites y grasas comestibles constituyen una fuente importante para la alimentación humana, habiéndose incrementado su demanda en función del tiempo dado el crecimiento de la población mundial. La composición de los aceites varía considerablemente en el aporte de ácidos grasos saturados, monoinsaturados y poliinsaturados, y particularmente en el poseer ácidos grasos omega-6 y omega-3 **(Guiotto, 2014; Autino, 2009)**.

CAPÍTULO I

1. EL PROBLEMA

1.1. TEMA DE INVESTIGACION

“Efecto de aceites de soya (*glycinemax*), oliva (*olea europaea*) y palma (*arecaceae*) en la reología de la masa e índice de oxidación en cupcakes de zanahoria blanca (*arracaciaxanthorrhiza*) y trigo (*triticumaestivum*)”

1.2. JUSTIFICACION DE LA INVESTIGACION

El presente trabajo está orientado a la elaboración de un producto, dulce hecho a base de harina de zanahoria blanca y trigo. Actualmente está en aumento el desarrollo de nuevos alimentos procesados para mejorar la nutrición humana, por lo que se considera proporcionar a la población un producto de calidad. En este trabajo se busca fomentar el uso de la harina de zanahoria blanca en productos de repostería. Por otro lado, el uso de diferentes aceites vegetales en la elaboración de los cupcakes de zanahoria blanca y trigo permitirá crear un producto sin colesterol, bajo en niveles de sodio y grasas saturadas, con un porcentaje alto (80-84%) en ácidos grasos insaturados principalmente el oleico y palmitoleico (**Guitto, 2014**). Además, el uso de aceites en la elaboración de los cupcakes de zanahoria blanca se vería enfocado a disminuir el índice de oxidación del producto y así alargar la vida útil del mismo. El grado de deterioro de los alimentos depende del tipo de grasa o aceite utilizado, por lo que utilizar aceites de origen vegetal como el de soya, oliva y palma evitarían la producción de compuestos volátiles que imparten olores y sabores desagradables así como la reducción en su valor nutritivo.

1.3. OBJETIVOS

1.3.1. Objetivo General

- Comparar el efecto de aceites de soya (*Glycinemax*), oliva (*Olea europaea*) y palma (*Areceaceae*) en la reología de la masa e índice de oxidación en cupcakes de zanahoria blanca (*Arracaciaxanthorrhiza*) y trigo (*Triticumaestivum*)”.

1.3.2. Objetivos Específicos

- Elaborar cupcakes de zanahoria blanca y trigo utilizando aceites de soya, oliva y palma.
- Caracterizar la masa de los cupcakes de zanahoria blanca y trigo mediante el empleo del equipo MIXOLAB y TEXTUROMETRO PRO CT3 (BROOKFIELD).
- Determinar el índice de oxidación en los cupcakes de zanahoria blanca y trigo.
- Calcular el tiempo de vida útil del producto terminado mediante pruebas microbiológicas y físicas.
- Evaluar el mejor tratamiento en el producto terminado mediante pruebas sensoriales.

CAPÍTULO II

2. MARCO TEORICO

2.1. ANTECEDENTES INVESTIGATIVOS

La zanahoria blanca es una planta andina más antigua que precedió a la papa. No hay vestigios que permitan identificar el área de origen, que pudo ser la parte septentrional de América del Sur, por la presencia de especies silvestres afines. Fuera de los Andes se cultiva en las Antillas, América Central, África, Sri Lanka y en grandes áreas comerciales al sur de Brasil, donde es industrializada (Fao, 1999).

Varios autores sugieren que la arracacha es la planta cultivada más antigua de América, cuyo cultivo había empezado a desarrollarse en la época preincaica y que su utilización y cultivo entre los Chibchas de la meseta de Bogotá habría procedido al de la papa y el maíz, afirmaciones respaldadas con evidencias arqueológicas de tumbas incaicas (MAG, 1994)

En Ecuador este cultivo se distribuye a lo largo del callejón interandino y en menor escala en las estribaciones de las cordilleras Oriental y Occidental. En la actualidad la principal zona de producción del país está en San José de Minas, ubicada en el cantón Quito, Provincia de Pichincha en el límite con la provincia de Imbabura, la producción se concentra entre los 2000 y 2500 m de altitud, en propiedades de mediana extensión (alrededor de 10 ha). Los agricultores de esta zona realizan siembras comerciales de esta raíz en rotación con maíz. La cercanía al mercado de Quito, desde donde se distribuye el producto a otras ciudades y la mejora de los caminos hacia la capital han hecho que esta zona surja como el principal centro de producción. Otras zonas como Baños en la provincia de Tungurahua cuya producción está dedicada a la zona central del país, en Pimampiro e Intag también se observa un buen potencial de producción que por su lejanía a los centros de distribución son utilizados como autoconsumo.

En la actualidad la zanahoria blanca constituyen uno de los productos de mayor consumo en estado fresco. En el Ecuador el cultivo está muy extendido principalmente en las provincias de Pichincha y Chimborazo **(Aragundi y Plua, 2011)**

La zanahoria blanca al vapor, hervida, cruda, cocida, licuada o simplemente fresca y a bocados, forma parte del grupo de alimentos con “efectos prometedores” en la prevención de algunos tipos de cáncer. Además, la zanahoria asegura que, si se cuece entera y después se trocea, contiene un 25% más de falcarinol, un compuesto que protege a la hortaliza del ataque de hongos y que en nuestro organismo actúa como protector ante el desarrollo de ciertos tipos de tumores **(Menarguez Ana, 2016)**.

Las raíces de arracacha constituyen uno de los alimentos nativos más agradables y alimenticios, destacando su almidón, el cual se caracteriza por tener diminutos gránulos, empleados generalmente como un alimento altamente digerible de niños y ancianos **(Jiménez, 2005)**. La zanahoria blanca tiene en su composición micronutrientes como el magnesio, potasio, calcio, fósforo, hierro y fibra. La ventaja de este cultivo se debe a su viabilidad para producirlo todo el año, razón que ha permitido tomar la iniciativa de encontrar diversos usos en la industria alimentaria, los cuales aporten con alimentos ricos en vitaminas bio-digeribles y propicien el cultivo de esta hortaliza **(Domenech & Noboa, 2013)**.

En cupcakes, estudios se han centrado en el uso de polvos de cáscara de frutas como la naranja para mejorar el aroma y el sabor **(Benjamín et al., 2007)**, en la reducción de calorías empleando edulcorantes naturales **(Johnson et al., 2005; Pong et al., 1991)** y se han realizados escasos estudios sustituyendo de manera parcial la harina de trigo por harina de zanahoria en este tipo de postres, destacando que en Ecuador no existe una educación alimentaria orientada al consumo de dietas con contenidos de harinas de zanahoria lo que permite buscar el aprovechamiento de este recurso alimentario disponible en la región y de escaso valor comercial **(Padrón et al., 2009)**.

Los cupcakes tienen su origen en la cocina estadounidense del siglo XIX, tradicionalmente eran horneados por las amas de casa en tacitas de cerámica o de té y los sabores eran simples, luego con el paso del tiempo crecieron en popularidad y hoy en día pueden encontrarse gran variedad de cupcakes "gourmet", decoraciones súper originales y las más exquisitas coberturas y rellenos. La vida útil de los cupcakes puede variar, de 1 a 4 días de su elaboración, su almacenaje se recomienda a temperatura ambiente **(Barroso Teffy, 2013)**

Los aceites y grasas comestibles su importancia radica en su alto valor energético, el cual permite el máximo almacenamiento en la menor cantidad posible de sustancia alimenticia. Además, las grasas pueden ser vehículo de las vitaminas liposolubles y fuente de ácidos grasos esenciales, los cuales son indispensables para el organismo **(Bockisch, 1998)**.

Los aceites y grasas de origen vegetal están presentes en organelos celulares de frutos o granos oleaginosos, llamados cuerpos lipídicos, los cuales deben romperse para su liberación. Normalmente, el aceite de frutos como la palma y la oliva se extrae por prensado mecánico en frío o en caliente, dependiendo de las características del aceite a producir o bien de la calidad inicial de la materia prima. Cuando se obtiene por prensado en frío y no se refina, el aceite es apreciado por el aroma y sabor del fruto original **(Regitano-d'Arce y Ferreira, 2009)**.

El aceite de oliva posee vitamina E (antioxidante natural) y fitosteroles. Se destaca por su elevado aporte de grasa monoinsaturada (principalmente, ácido oleico), la que mejor colabora en la prevención de enfermedades cardiovasculares. Esta grasa monoinsaturada aumentan los niveles en sangre del 'buen colesterol' (HDL-colesterol). También evitan la oxidación de las lipoproteínas o transportadores en sangre del colesterol (relacionadas con el desarrollo de enfermedades cardiovasculares) y de otras sustancias vinculadas con el desarrollo de ciertos tipos de cáncer **(De Marco et al., 2007)**.

2.2. HIPÓTESIS

EFFECTO DE ACEITES DE SOYA (*Glycinemax*), OLIVA (*Olea europaea*) Y PALMA (*Arecaceae*) EN LA REOLOGÍA DE LA MASA E ÍNDICE DE OXIDACIÓN EN CUPCAKES DE ZANAHORÍA BLANCA (*Arracaciaxanthorrhiza*) Y TRIGO (*Triticumaestivum*).

Ho: Tiene efecto el aceite de soya (*glycinemax*), oliva (*olea europaea*) y palma (*arecaceae*) en la reología de la masa e índice de oxidación en cupcakes de zanahoría blanca (*arracaciaxanthorrhiza*) y trigo (*triticumaestivum*).

Hi: No tiene efecto el aceite de soya (*glycinemax*), oliva (*olea europaea*) y palma (*arecaceae*) en la reología de la masa e índice de oxidación en cupcakes de zanahoría blanca (*arracaciaxanthorrhiza*) y trigo (*triticumaestivum*).

2.3. SEÑALAMIENTO DE VARIABLES

2.3.1. Variable independiente

Harina de zanahoria blanca (*arracacia xanthorrhiza*)

2.3.2. Variable dependiente

Reología del cupcake

CAPÍTULO III

3. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. MATERIALES

Tabla N° 1: Materia Prima

Ingrediente	Porcentaje %
Harina de Trigo	75
Harina de Zanahoria Blanca	25
Canela molida	5
Levadura	15
Aceite	75
Azúcar	75
Huevos	15
Esencia de Vainilla	5

Fuente: Laboratorio de Tecnología De Cereales FCIAL-UTA

Elaborado por: Bolívar Nuñez

La zanahoria blanca que se empleó para obtener harina fue del cantón de Baños que se expende en los mercados de la ciudad de Ambato.

La harina de trigo que se empleó para los tratamientos es de marca comercial Harina de trigo blanca.

Los aceites fueron adquiridos en el supermercado Megamaxi de marcas comerciales.

3.2. MÉTODOS

3.2.1. Harina de Zanahoria Blanca

La zanahoria blanca se almacenó a temperatura ambiente siguiendo la metodología descrita por **Noboa y Domenech. (2013)**

Zanahoria Blanca

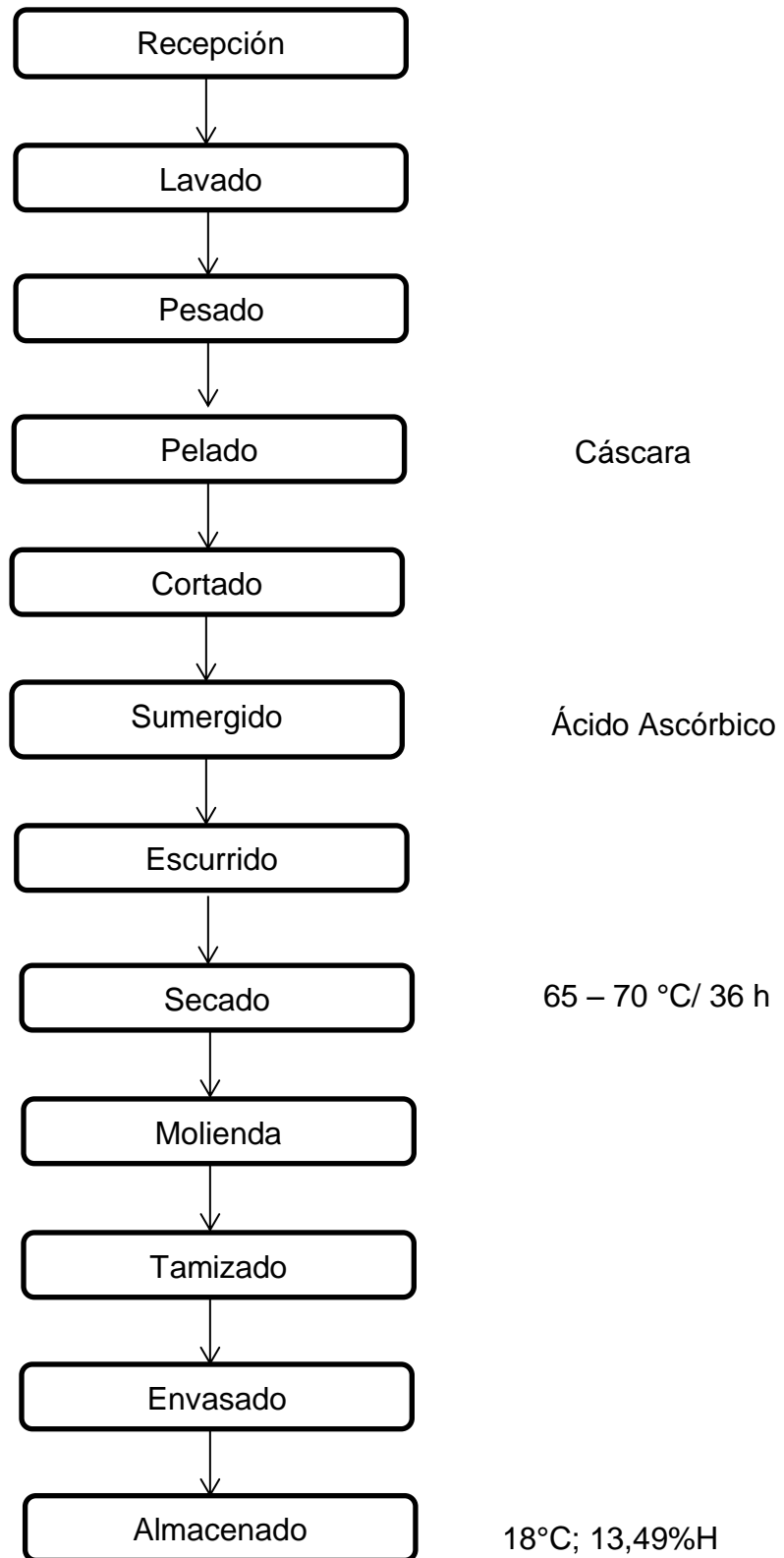


Fig. Nº 1: Diagrama de flujo elaboración harina de zanahoria blanca.

Elaborado por: Bolívar Nuñez.

3.2.1.1. **Porcentaje de Humedad en Harina de Zanahoria Blanca**

La determinación del porcentaje de humedad se realizó en el equipo METTLER TOLEDO Hx204 Moisture Analyzer, siguiendo las instrucciones manuales del equipo como:

- ✓ Limpiar la superficie adecuadamente con el kit de limpieza
- ✓ Pesar la muestra aproximadamente 3 gramos
- ✓ Colocar en el recipiente porta muestra, aspergeando en todo el recipiente
- ✓ Hacer la lectura de 10 – 20 minutos aproximadamente por cada replica.

3.2.1.2. **Actividad de Agua en Harina de Zanahoria Blanca**

La determinación de actividad de agua se realizó en el equipo AQUA LAB DEW POINT WATER ACTIVITY METER 4TE, siguiendo las instrucciones manuales del equipo como:

- ✓ Limpiar la superficie adecuadamente con el kit de limpieza
- ✓ Calibrar el equipo con H₂O Destilada de alta pureza
- ✓ Pesar la muestra aproximadamente 3 gramos
- ✓ Colocar en el recipiente porta muestra
- ✓ Hacer la lectura de 3 – 4 minutos aproximadamente por cada replica
- ✓ Registro de actividad de agua y temperatura de lectura.

3.2.1.3. **Tamaño de Partícula**

La determinación de tamaño de partícula se realizó en el tamiz, para ser utilizado en la mezcla de masas.

3.2.2. Proceso elaboración de cupcake

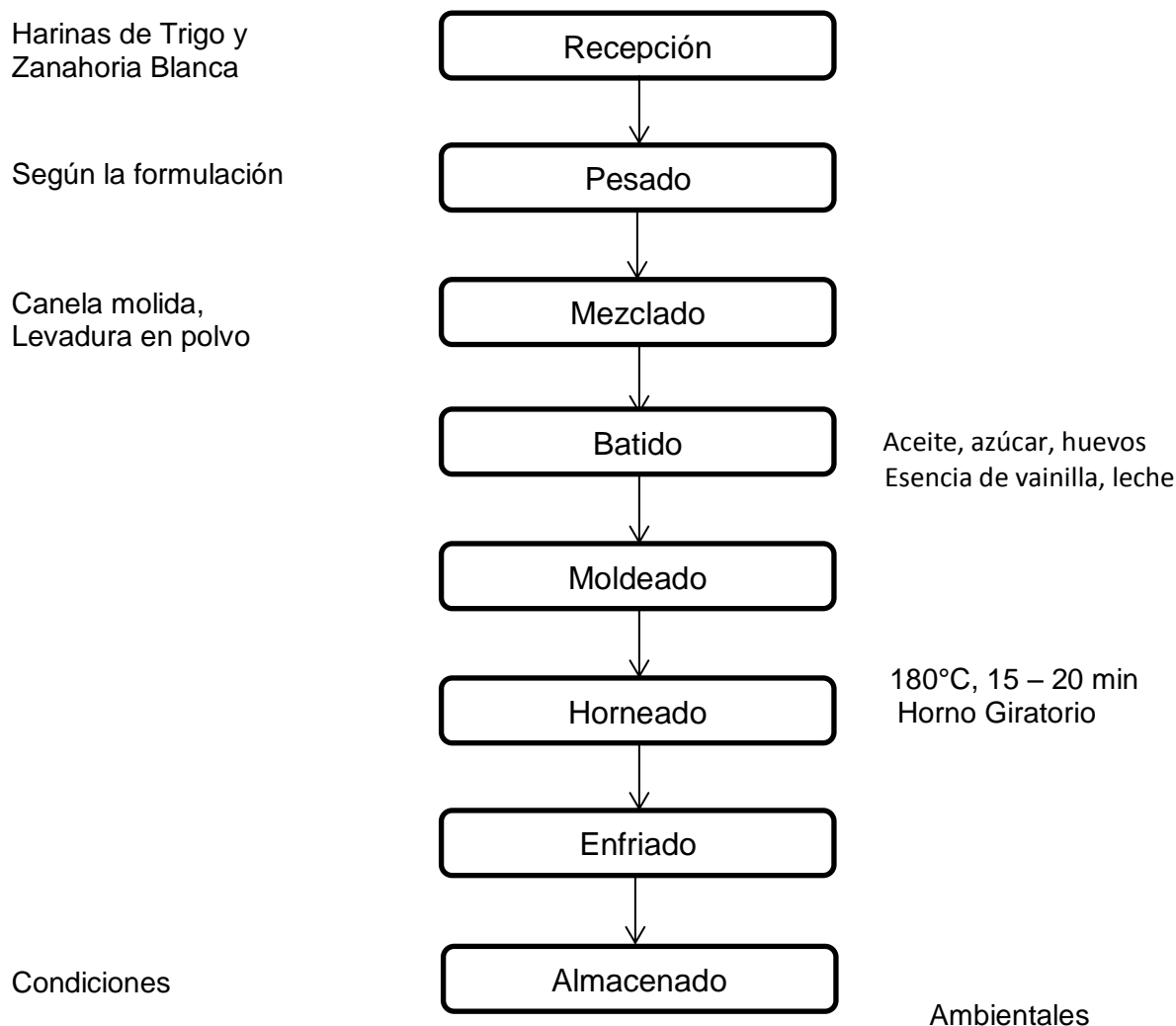


Fig. Nº 2: Diagrama de flujo elaboración Cupcake.

Elaborado por: Bolívar Nuñez

3.2.3. Pruebas Reológicas

3.2.3.1. Comportamiento Viscoelástico

Se efectuó el análisis del comportamiento viscoelástico de la masa en el equipo **MIXOLAB** siguiendo el método CHOPIN (Chopin, 2006), que determina el comportamiento del desarrollo, debilitamiento de proteínas, gelatinización de almidón y actividad amilásica.

Se efectuó el análisis para muestras con sustitución de harina de zanahoria blanca de: 0, 25, 50 y 75%, la sustitución restante es harina de trigo.

Se empleó la curva de Mixolab Standard para determinar el comportamiento del desarrollo o curva C1, debilitamiento de las proteínas o curva C2, gelatinización del almidón o curva C3, actividad amilásica o curva C4.

También se realizó el análisis mediante el Mixolab Profiler en donde se analizó el comportamiento de la masa considerando el índice de absorción, viscosidad, gluten amasado, retrogradación y amilasas.

3.2.3.2. Evaluación Textura

La textura se determinó de acuerdo a los parámetros de dureza, deformación recuperable, trabajo de dureza, trabajo total realizadas en el ciclo uno y masticabilidad realizada en el ciclo dos del producto final de cada uno de los tratamientos mediante el empleo de **TEXTUROMETRO PRO CT3 (BROOKFIELD)**, con la sonda TA3/1000, a una velocidad de 1 mm/seg, con una ubicación base de 80,9 mm, para una deformación del 50 %, durante 4 días.

El análisis del Texturómetro Mod. Brookfield CT3, simula de masticación del consumidor al momento de dar el mordisco, la evaluación se realizó durante cuatro días almacenadas las muestras a temperatura ambiente 18°C.

3.2.4. Comparación de los aceites

Se realizó el índice de oxidación mediante la metodología descrita por **Nielsen (2010)**. Analizando aceites comerciales siendo el caso de aceites de Palma, Soya, Oliva y aceite de maíz como testigo. Se determinó la oxidación de los lípidos que son las principales causas de deterioro químico de los alimentos debido a esto se tiene la aparición de olores y sabores desagradables, en los cupcakes, haciendo que el alimento sea inaceptable para el consumidor y reduciendo o limitando su vida útil, reduciendo el valor nutritivo de los alimentos.

Para la determinación de índice de peróxidos se pesó aproximadamente 2 gramos de aceite en un erlenmeyer, se añadió 10 ml de cloroformo, se agitó para disolver la grasa, se añadió 15 ml de ácido acético glacial, se agitó la mezcla, se añadió 1 ml de la disolución de yoduro potásico, se agitó la mezcla durante 1 minuto y dejar en reposo en la oscuridad durante 5 min, se añadió 75 ml de agua destilada, valorar la mezcla con tiosulfato sódico, antes de la valoración el color de la mezcla debe de ser amarillento rojizo. Para observar bien el cambio, se añadió unas gotas de

almidón. El ensayo en blanco (adicionar todos los reactivos excepto la muestra de aceite).

El cálculo del índice de oxidación se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$IP = \frac{(S - B) * N}{W} * 1000$$

Ec. 1

Dónde:

IP= Índice de peróxidos

S= Volumen de tiosulfato gastado (ml)

B= Volumen de tiosulfato gastado en el blanco (ml)

N= Concentración del tiosulfato (Normalidad)

W= Peso de la muestra (g)

3.2.5. Vida de Anaquel

3.2.5.1. Análisis Microbiológicos

Se efectuó el análisis microbiológico mediante la metodología de la AOAC, 2012; para la identificación de mohos, levaduras, aerobios mesófilos y coliformes totales.

3.2.5.1.1. Mohos y levaduras

Instructivo técnico para recuento de Mohos y Levaduras mediante Técnica Petrifilm AOAC Official Method 997.02.

3.2.5.1.2. Aerobios Mesofilos

Instructivo técnico para recuento de Aerobios Mesofilos mediante Técnica Petrifilm AOAC Official Method 990.12

3.2.5.1.3. Coliformes Totales

Instructivo técnico para Recuento de Coliformes y E. coli mediante Técnica Petrifilm AOAC Official Method 991.14.

3.2.5.2. Análisis Físicos

Los análisis físicos se realizaron al mejor tratamiento de cupcake.

3.2.5.2.1. **Porcentaje de humedad en el cupcake**

La determinación de porcentaje de humedad se realizó en el equipo METTLER TOLEDO Hx204 Moisture Analyzer, siguiendo las instrucciones manuales del equipo como:

- ✓ Limpiar la superficie adecuadamente con el kit de limpieza
- ✓ Pesar la muestra aproximadamente 3 gramos
- ✓ Colocar en el recipiente porta muestra, aspergeando en todo el recipiente
- ✓ Hacer la lectura de 10 – 20 minutos aproximadamente por cada replica.

3.2.5.2.2. **Acidez en el cupcake**

La determinación de acidez se realizó en el equipo Titulador automático METTLER TOLEDO G20, siguiendo las instrucciones manuales del equipo como:

- ✓ Colocar la muestra en el frasco de plástico específico del equipo
- ✓ Encender el equipo, seleccionar titulación de jugos
- ✓ Observar pH inicial
- ✓ Correr el programa, programación pH 8,13

3.2.5.2.3. **pH en el cupcake**

La determinación de pH se realizó en el equipo Thermo Scientific Orion Star A211 siguiendo las instrucciones manuales del equipo como:

- ✓ Pesar 15 gramos de muestra.
- ✓ Mezclar con 100 ml de agua destilada.
- ✓ Disolver con ayuda de una espátula hasta que sea homogénea
- ✓ Agitar, sumergir el electrodo en la muestra.
- ✓ Realizamos la medición 3 veces y establecemos el promedio.

3.2.6. **Evaluación sensorial**

Se efectuó una evaluación sensorial que es el conjunto de técnicas de medida y evaluación de determinadas propiedades de los alimentos receptadas los sentidos humanos (Saltos, 2010). Se realizó una hoja de catación para esta evaluación de acuerdo a Saltos (2010) con la Norma Técnica Ecuatoriana INEN 530, Para la evaluación sensorial de los cupcakes de zanahoria blanca y trigo se empleó un panel semientrenado de 30 consumidores utilizando la escala hedónica como 1 a la menor y 5 a la mayor de acuerdo a cada uno de los atributos de consistencia, color, apariencia, olor, sabor y aceptabilidad al compararse con un postre elaborado a

base de aceite de maíz (control). Para la evaluación de los cupcakes y el control, estos se colocaron alineados sobre un mesón, los mismos que fueron previamente rotulados con códigos (cada código correspondió a una formulación).

3.2.7. Rendimiento y Costo

La determinación del rendimiento se desarrolló de acuerdo a la materia prima utilizada con el producto final de acuerdo al balance de masa y número de cupcakes obtenidos.

El costo se desarrolló con una estimación económica en la producción total de cupcakes del mejor tratamiento.

3.2.8. Diseño Experimental

Se realizó un diseño experimental a x b. Los factores y niveles son los siguientes.

$$Y_{ijk} = \mu + A_i + B_j + (AB)_{ij} + R_k + \epsilon_{ij}$$

dónde:

μ = Efecto global

A_i = Efecto del i-ésimo nivel del factor A; $i = 1, \dots, a$

B_j = Efecto del j-ésimo nivel del factor B; $j = 1, \dots, b$

$(AB)_{ij}$ = Efecto de la interacción entre factores A y B

R_k = Efecto de las repeticiones, $k = 1, \dots, r$

ϵ_{ij} = Residuo o error experimental

Factor A: Porcentaje de harina de trigo (*Triticum vulgare*) y de harina de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza* Bancr.)

	PORCENTAJE DE HARINA DE TRIGO (%)	PORCENTAJE DE HARINA DE ZANAHORIA BLANCA (%)
a0	75	25
a1	50	50
a2	25	75

Factor B: Aceites vegetales comestibles

	ACEITES VEGETALES (150 ML)
b0	Soya
b 1	Oliva
b 2	Palma

Para el análisis estadístico de los datos se aplicó un Diseño Experimental A * B con 3 réplicas de estudio, cuyo diseño permitirá obtener 27 tratamientos.

3.2.9. Análisis Estadístico

Los resultados obtenidos se compararon con un análisis de varianza y pruebas de comparación de medias ($P < 0,05$) utilizando paquetes estadísticos de EXCEL e INFOSTAT.

CAPÍTULO IV

4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. ANÁLISIS Y DISCUSIÓN DE LOS RESULTADOS

4.1.1. Pruebas Viscoelásticas Mixolab

Se registrarán los resultados experimentales de los índices de: comportamiento del desarrollo, debilitamiento de proteínas, gelatinización de almidón y actividad amilásica se empleó la curva de Mixolab Standard.

Se registran los Análisis del comportamiento de la masa considerando el índice de absorción, viscosidad, gluten amasado, retrogradación y amilasas, obtenidos mediante el empleo del equipo Mixolab Profiler, en muestras con porcentajes de sustitución de harina de zanahoria blanca: 25 %, 50 %, 75 %, el porcentaje de sustitución restante es harina de trigo, se muestran en la siguiente Tabla.

Tabla N° 2: Resultados obtenidos en análisis de MIXOLAB Profiler en 3 mezclas de harina de trigo y harina de zanahoria blanca.

% Sustitución de harina	Índices					
	Absorción	Viscosidad	Gluten	Amasado	Retrogradación	Amilasas
0	8	2	2	4	2	5
25	9	0	5	2	----	5
50	9	0	3	1	2	4
75	----	----	----	----	----	----

Fuente: LACONAL
Elaborado por: Bolívar Nuñez

4.1.1.1. Índice de Absorción de Agua

El índice de absorción de las diferentes mezclas de harinas de trigo y harina de zanahoria blanca varían de acuerdo al porcentaje de sustitución, el valor de harina de trigo 100 % tiene un índice menor 8 de absorción de agua, indicando que no necesita mayor adición de agua para formar una masa viscoelástico, registrando valores de 7 a 8 en el índice de absorción (Lascano, 2010). Comparando con las mezclas 75 % Harina trigo – 25 % Harina de zanahoria blanca; y 50 % Harina trigo – 50 % Harina de zanahoria blanca, tienen un nivel alto de absorción, indicando que necesita mayor cantidad de agua para la formación de la masa viscoelástico.

El índice de absorción de agua tiene relación con la humedad de cada mezcla con 13,5 %, 13,5 %, 13,6 % para 0 %, 25 %, 50 % de sustitución de harina de zanahoria blanca por 100 %, 75 %, 50 % de harina de trigo respectivamente, a mayor humedad de la mezcla se necesita menor adición de agua, y a menor humedad de la mezcla viceversa, por lo tanto en las mezclas con menor humedad necesita mayor adición de agua para una masa viscoelástico.

El análisis Mixolab indica el índice de absorción, se utilizó menor cantidad de agua para Harina de trigo 100 % con una hidratación de 66,2 %, para las mezclas con sustitución, 75 % Harina trigo – 25 % Harina de zanahoria blanca; y 50 % Harina trigo – 50 % Harina de zanahoria blanca, con una hidratación de, 67,6, 71,5 % respectivamente.

4.1.1.2. Índice de Viscosidad

Los índices de viscosidad para Harina de trigo 100 % con un valor de 2 se considera una masa no muy viscosa ya que las amilasas no llegan a su alcance máximo por la hidrólisis del almidón, para las mezclas con sustitución, 75 % Harina trigo – 25 % Harina de zanahoria blanca; y 50 % Harina trigo – 50 % Harina de zanahoria blanca, con un valor de 0 para las dos muestra mencionadas, obteniendo una actividad amilásica fuerte y un bajo daño de almidón.

La viscosidad máxima dependerá de factores como: la gelatinización del almidón y los exógenos y endógenos ataques de enzimas amilasas Dubat (2013).

4.1.1.3. Índice de Gluten

El índice de gluten de la muestra Harina de trigo 100 % presento un valor de 2, siendo el valor más bajo, para la muestra 50 % Harina trigo – 50 % Harina de zanahoria blanca con un valor de 3 indicando que las muestras presenta menor resistencia a la presión y la disminución de viscosidad por su bajo contenido de gluten. Para la muestra 75 % Harina trigo – 25 % Harina de zanahoria blanca; con un valor de 5 es el más alto de todas las muestras presenta una mejor estructura proteica por los enlaces de hidrógeno.

Este fenómeno apresura a caer la viscosidad por la temperatura entre 20 °C y 60 °C. Esta evolución modificará la elasticidad de la masa. Estas redes pueden ser fácilmente rotas ya que tienen un valor de baja energía, moviendo por lo tanto la red de gluteninas antes de rebotar por otra parte. Dubat (2013).

4.1.1.4. Índice de Amasado

Tabla Nº 3: Usos de la harina según su índice de amasado

Tipo de Farinograma	Usos	Mixolab índice de amasado
Débil	Pasteles, galletas, fideos de trigo suaves	1 - 3
Mediano	Galletas, fideos, pan de bajo volumen	2 - 4
Fuerte	Pan de molde, fideos de trigo duro	4 - 6
Muy fuerte	Para mezclas	n.d

Fuente: Sistema MIXOLAB
Elaborado por: Bolívar Nuñez

El índice de amasado va a depender del comportamiento de la masa durante el proceso de amasado, dependerá su estabilidad. Cuanto más alto será el índice mayor estabilidad tendrá la masa Dubat (2013).

El índice de amasado en harina de trigo presenta un valor de 4, es una harina de tipo mediano y adecuado para la elaboración de galletas, fideos, pan de bajo volumen, para las mezclas 75 % Harina trigo – 25 % Harina de zanahoria blanca; y 50 % Harina trigo – 50 % Harina de zanahoria blanca, presentan valores de 2 y 1 respectivamente, estas mezclas de harina tipo débil que son adecuadas para la elaboración de pasteles, que se asemeja a la elaboración de cupcakes.

En la Tabla A2 se muestran los resultados obtenidos para Harina de trigo 100 %, como para las mezclas con sustitución, 75 % Harina trigo – 25 % Harina de zanahoria blanca; y 50 % Harina trigo – 50 % Harina de zanahoria blanca, el índice de gluten es alto, indicando que a mayor contenido de proteína mayor será la resistencia y estabilidad.

4.1.1.5. Índice de Retrogradación

El almidón tiene un papel crítico en el endurecimiento. Cuando baja la temperatura después de la cocción, la miga presenta dureza Dubat (2013).

Los índices de retrogradación para Harina de trigo 100 % presenta un valor de 2, para las mezclas con sustitución, 75 % Harina trigo – 25 % Harina de zanahoria blanca; y 50 % Harina trigo – 50 % Harina de zanahoria blanca, presentan valores de 0 y 2 respectivamente, poseen un índice de retrogradación bajo, indicando mayor tiempo de vida útil, dado que es inversamente proporcional, mientras más bajo es el índice de retrogradación mayor será la vida útil del cupcake.

4.1.1.6. Índice de Amilasas

El índice amilásico será alto con una baja actividad amilásica (hipo diastásica) y un bajo índice demostrará una actividad amilásica importante (hiperdiastásica), un índice de 5 es para un trigo que no tiene una gran actividad diastásica, con valores de 3 - 4, y bajo de 2 la muestra está por seguro hiperdiastásica Dubat (2013).

Los índices de amilasas para Harina de trigo 100 % presenta un valor de 5, para las mezclas con sustitución, 75 % Harina trigo – 25 % Harina de zanahoria blanca; y 50 % Harina trigo – 50 % Harina de zanahoria blanca, presentan valores de 5 y 4 respectivamente, indicando que se encuentran entre los valores permitidos y normales, siendo todos los tratamientos buenos por tener menor actividad amilásica, por lo que no degradará el almidón, obteniendo cupcakes con mayor volumen.

4.1.1.7. Caracterización de las masas por Mixolab estándar

Se realizó el análisis de masas de Harina de trigo 100 %, para las mezclas con sustitución, 75 % Harina trigo – 25 % Harina de zanahoria blanca; y 50 % Harina trigo (Ht) – 50 % Harina de zanahoria blanca (Hzb) obteniendo resultados de fuerza o torque en (Nm) y tiempo, para cada curva proporcionados por el Mixolab en el anexo A.

Tabla N° 4: Fuerza y tiempo de cada formulación.

Curva	100% Ht - 0% Hzb		75% Ht – 25% Hzb		50% Ht – 50% Hzb	
	Par (Nm)	Tiempo (min)	Par (Nm)	Tiempo (min)	Par (Nm)	Tiempo (min)
C1	1,15	4,52	1,14	1,12	1,15	0,85
C2	0,38	18,73	0,41	17,55	0,25	22,85
C3	1,48	24,43	0,92	25,50	0,47	31,67
C4	1,25	33,45	0,81	31,33	0,41	32,48
C5	1,49	45,05	1,09	45,03	0,54	45,03

Fuente: Sistema MIXOLAB

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla N° 5: Estabilidad del amasado

% Sustitución Harina zanahoria blanca	Estabilidad (min)
0	8,32
75	6,60
50	5,28

Fuente: Sistema MIXOLAB

Elaborado por: Bolívar Nuñez

4.1.1.8. Absorción del agua curva C1

La curva C1 simula un farinograma de amasado, tiempo y estabilidad del amasado, de acuerdo a Mixolab.

Las harinas se encuentran entre el rango ideal de 1 a 1,1 Nm, de torque o fuerza, la muestra de Harina de trigo 100 %, tiene una estabilidad de amasado de 8,32

minutos indicando que es una harina fuerte con una estructura de la red de gluten, para las mezclas con sustitución, 75 % Harina trigo – 25 % Harina de zanahoria blanca; y 50 % Harina trigo – 50 % Harina de zanahoria blanca, sus tiempos de estabilidad de amasado es de 6,60 y 5,28 minutos respectivamente, son menores a 7 minutos las harinas son consideradas débiles, no obteniendo una buena estructura de gluten.

Lascano (2010), indica que son consideradas débiles si la estabilidad del amasado es menor a 7 minutos, por el contrario son consideradas fuertes y con excelente estructura de la red de gluten no menor a 7 minutos, son estables en el periodo de amasado y producirá una buena oxigenación en sus moléculas de almidón para formar una buena red de gluten.

4.1.1.9. Calidad de la Proteína curva C2

La curva C2 nos indica la calidad de las proteínas el valor ideal de fuerza es de 0,5 Nm para obtener un cupcake con buen volumen, con un par superior a 0,6 Nm para obtener cupcake con bajo volumen, indicando que al aumentar la temperatura pierden consistencia la masa y se debilitan las proteínas.

Las harinas se encuentran entre el rango ideal de 0,5 Nm, la muestra de Harina de trigo 100 %, tiene un par de 0,38 Nm, para las mezclas con sustitución, 75 % Harina trigo – 25 % Harina de zanahoria blanca; y 50 % Harina trigo – 50 % Harina de zanahoria blanca, su par es de 0,41 y 0,25 Nm respectivamente, son menores a 7 minutos las harinas son consideradas débiles, no obteniendo una buena estructura de gluten, indicando que no pierde calidad de proteína, produciendo CO₂ para obtener cupcakes de buen volumen en las masas.

4.1.1.10. Gelatinización de almidón curva C3

La curva C3 simula el horneado del cupcake, debido a esto tendrá un aumento de temperatura, con lo que se produce el hinchamiento de almidón, produciendo la gelatinización del mismo. El valor ideal debe ser el par alto de C3, indicándonos la calidad de almidón y una actividad amilásica baja.

La Harina de trigo 100 %, tiene un par de 1,48 Nm, dando un bajo daño de almidón y una actividad amilásica débil, para las mezclas con sustitución, 75 % Harina trigo – 25 % Harina de zanahoria blanca; y 50 % Harina trigo - 50% Harina de zanahoria blanca, sus par son 0,92 y 0,47 Nm respectivamente, obteniendo un almidón de calidad baja y una actividad amilásica débil dando una gelatinización del almidón mayor, con bajo daño del almidón.

4.1.1.11. **Actividad amilasa curva C4**

La curva C4 valora la resistencia de la masa a temperaturas altas actuando amilasas en el almidón, las dextrinas no transformadas en maltosa juegan un papel relevante en la retención de agua y en la esponjosidad de la miga. Conforme se va degradando el almidón dañado, parte del agua absorbida por estos gránulos pasa de nuevo a la masa, reduciéndose la consistencia de la misma. Un exceso de dextrinas contribuye a hacer pegajosa la masa.

Dependiendo de la cantidad de enzimas amilásicas, se obtiene el volumen y la consistencia del cupcake con mayor cantidad de enzima mejor volumen del cupcake. Para la Harina de trigo 100 %, tiene un par de 1,25 Nm, es el valor más alto de las muestras pero con demasiado daño del almidón, para las mezclas con sustitución, 75 % Harina trigo – 25 % Harina de zanahoria blanca; y 50 % Harina trigo – 50 % Harina de zanahoria blanca, sus par es de 0,81 y 0,41 Nm respectivamente, con demasiado daño del almidón, indicando que la actividad amilásica es baja mientras se continua con la sustitución de harina de zanahoria blanca.

4.1.1.12. **Retrogradación del almidón curva C5**

La curva C5 es la última fase la de enfriamiento de los cupcakes, donde el almidón se vuelve a estructurar luego de la gelatinización del mismo, de esta manera se puede conocer su tiempo de vida útil del cupcake ya que al ser el par un valor alto acorta la vida útil del cupcake.

Para la Harina de trigo 100 %, tiene un par de 1,49 Nm, siendo el valor más alto de las muestras con una actividad amilásica débil, para las mezclas con sustitución, 75 % Harina trigo – 25 % Harina de zanahoria blanca; y 50 % Harina trigo – 50 % Harina de zanahoria blanca, sus par es de 1,09 y 0,54 Nm respectivamente, con actividades amilásicas débiles, indicando que los cupcakes tienen una vida útil mayor ya que sus valores de par son bajos, señalando que las sustituciones de harina de zanahoria blanca ayuda para extender su vida útil, recalcando que la mejor sustitución es de 75 % Harina trigo – 25 % Harina de zanahoria blanca por sus valores obtenidos, indicando que las pruebas se realizaron hasta la sustitución 50% Harina trigo – 50 % Harina de zanahoria blanca, debido a que el programa no corrió con la última sustitución 25 % Harina trigo – 75 % Harina de zanahoria blanca.

4.1.2. **Evaluación de Textura con el empleo del Texturómetro Brookfield.**

Texturómetro o analizador de textura que somete una muestra a fuerzas controladas en compresión, usando una sonda. La resistencia del material a estas fuerzas se mide por una célula de carga calibrada y se muestran en Newtons.

4.1.2.1. **Dureza**

La dureza se considera como la fuerza máxima durante el primer ciclo de compresión, en cualquier tiempo Bourne (1982).

Se observa en la Figura N°3 la dureza va incrementando con el tiempo, obteniendo valores de 37,85 N, 33,53 N en los tratamientos a0b0, a2b1 siendo los tratamientos más duros, a diferencia de los tratamientos a0b2, a1b0, a1b1, a1b2, siendo los tratamientos con menor dureza durante el análisis de cuatro días, observando mayor destrucción del cupcake al día 4.

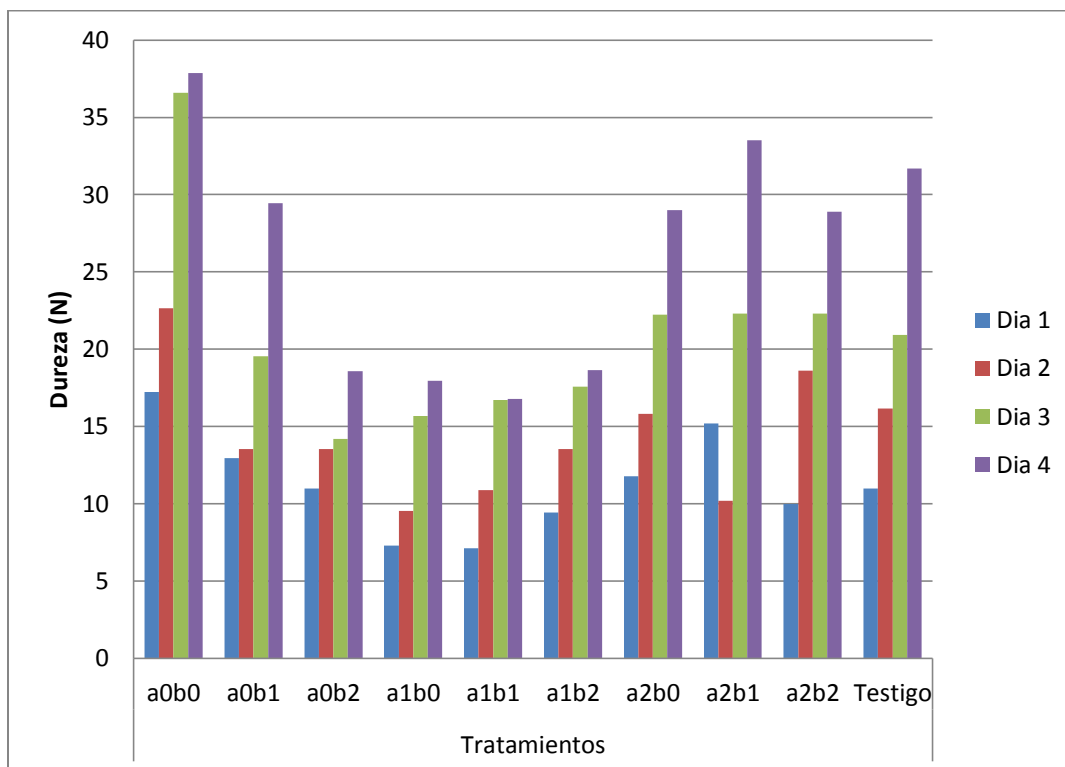


Fig. N° 3: Dureza de cada tratamiento durante 4 días de evaluación.

Elaborado por: Bolívar Núñez

4.1.2.2. Trabajo de Dureza Terminado

El trabajo de dureza terminado es el trabajo que se necesita para destruir la fuerza interna de mantiene un alimento unido.

Se observa en la Figura N°4 el trabajo de dureza terminado va incrementando acorde con el tiempo, obteniendo valores de 0,2778 J, 0,244 J en los tratamientos a0b0, a0b1 siendo los tratamientos que presentan mayor trabajo, aumento el trabajo de dureza, a diferencia de los tratamientos a0b2, a1b2, los tratamientos con menor trabajo dureza durante el análisis de cuatro días.

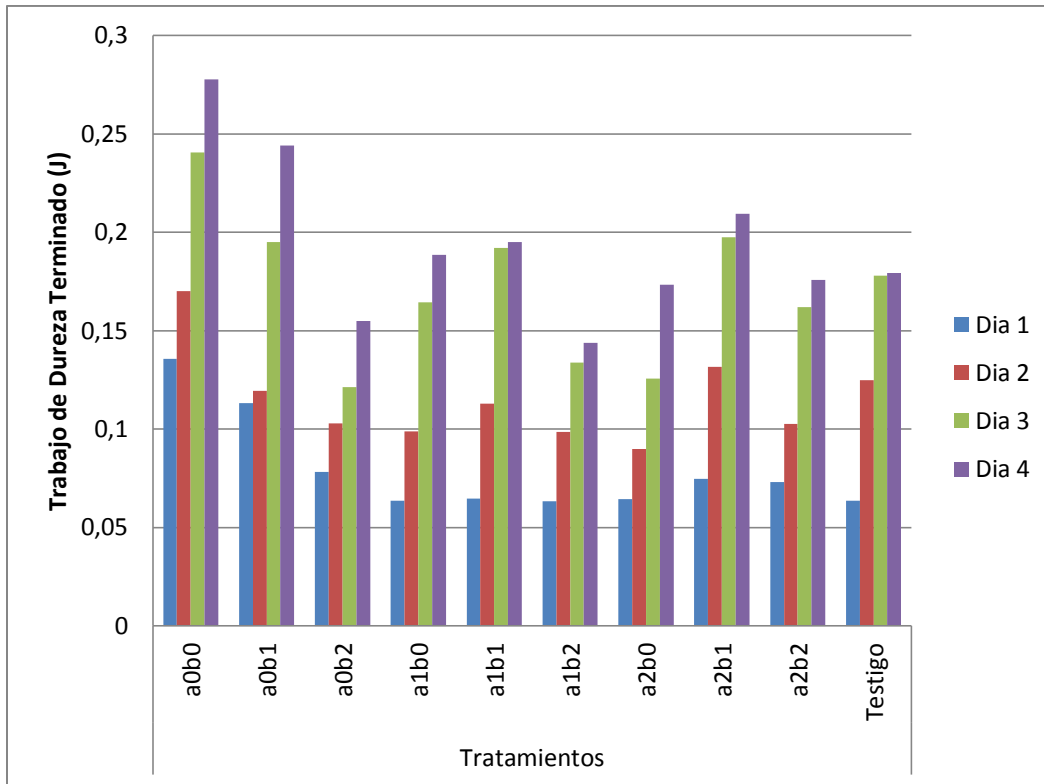


Fig. N° 4: Trabajo de Dureza Terminado de cada tratamiento durante 4 días de evaluación.

Elaborado por: Bolívar Nuñez

4.1.2.3. Deformación Recuperable

Capacidad de recuperar altura después de ser sometidas a una fuerza de compresión.

Se observa en la Figura N°5, la deformación recuperable es mejor en los tratamientos a0b1y a2b2 que tienen la capacidad de recuperarse luego de ser sometidos a una fuerza, a diferencia de los tratamientos restantes que no logran recuperarse con facilidad como los mencionados anteriormente, la deformación es notable de acuerdo al paso de los días evaluados.

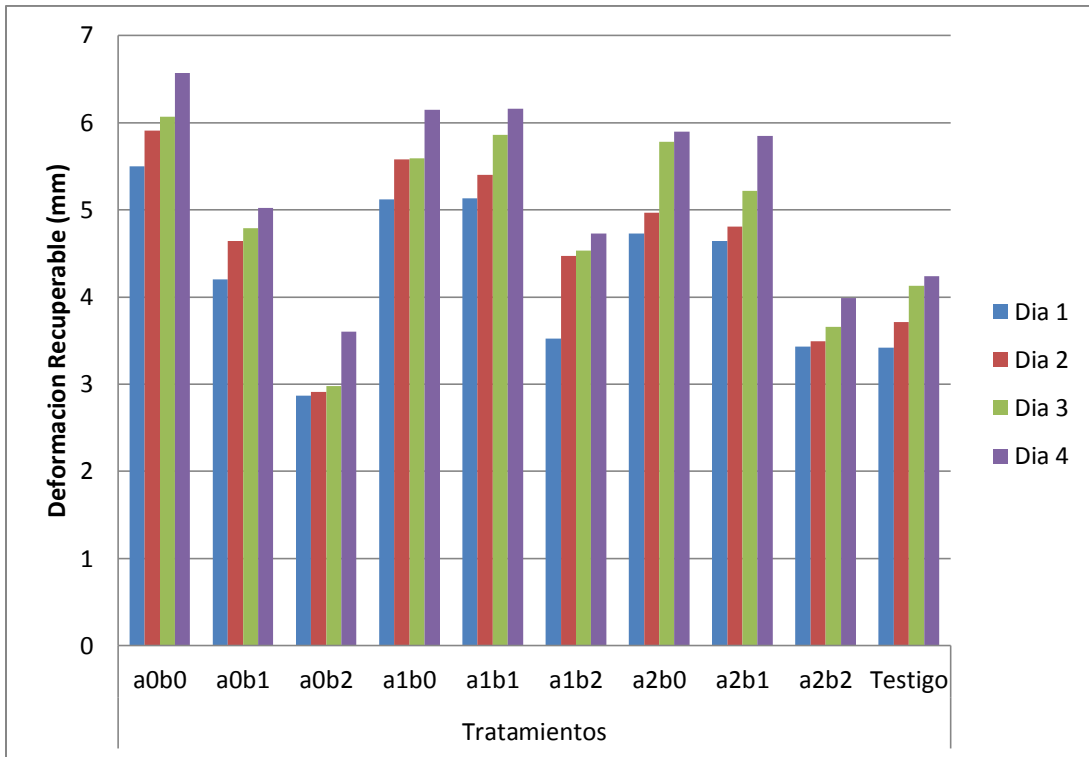


Fig. Nº 5: Deformación Recuperable de cada tratamiento durante 4 días de evaluación.

Elaborado por: Bolívar Nuñez

4.1.2.4. Trabajo Total

Trabajo que se necesita para destruir las fuerzas internas del alimento y el trabajo que realiza el alimento contra una fuerza de compresión a medida que se va quitando (Labs.Inc2011).

En la Figura N°6, que la fuerza incrementa de acorde pasan los días de evaluación, debido a que todos los tratamientos necesitan mayor trabajo total para comprimir al cupcake, y romperlo al mismo.

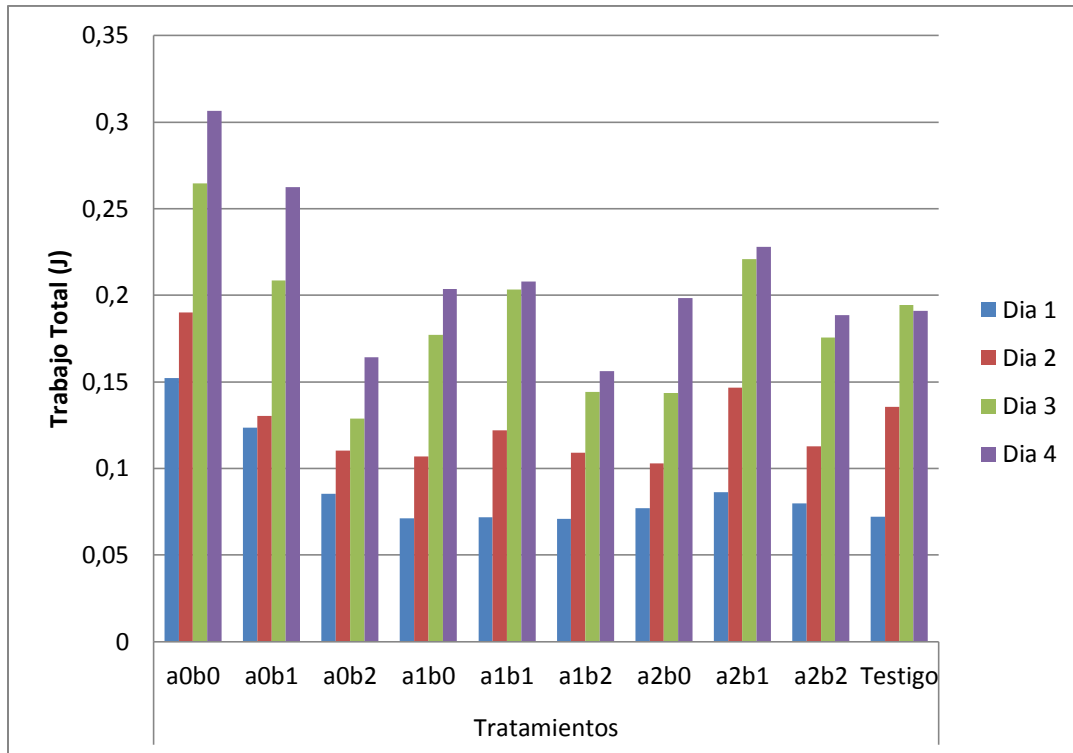


Fig. N° 6: Trabajo total de cada tratamiento durante 4 días de evaluación.

Elaborado por: Bolívar Nuñez

4.1.2.5. Masticabilidad

Sensorialmente se define como la fuerza requerida para desintegrar un alimento sólido hasta que esté listo para ser deglutido (Civille y Szczesniak, 1973).

En la Figura N°7, se indica que para realizar la masticabilidad tienen menor energía los tratamientos a0b1, a0b2, a1b0, a1b1, a1b2; totalmente diferente a los tratamientos restantes ya que estos necesitan mayor energía para realizar la masticabilidad debido al envejecimiento de los cupcakes.

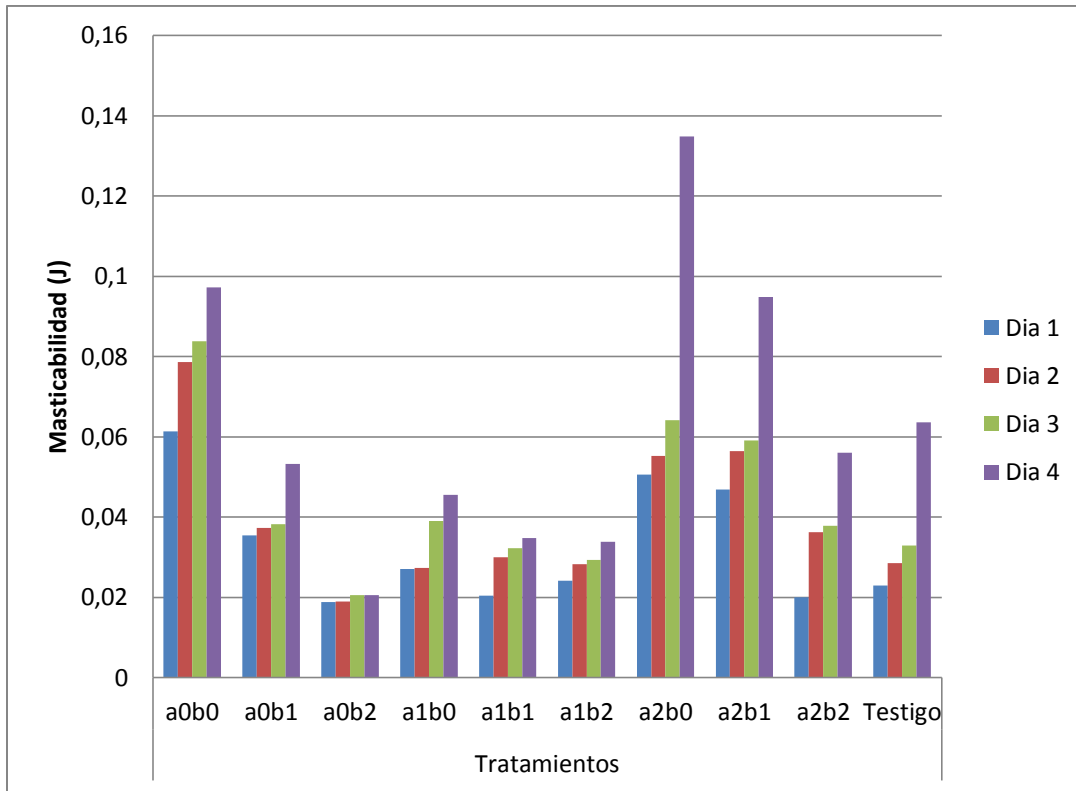


Fig. N° 7: Masticabilidad de cada tratamiento durante 4 días de evaluación.

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Según Alvarado (2009) para obtener productos con la textura requerida, es aconsejable recurrir a la utilización de aditivos mejoradores de este parámetro, pues al sustituir parcialmente la harina de trigo por otro tipo de harina, la elasticidad y viscosidad en las masas no es la misma y pueda no resultar muy agradable para el consumidor.

Señalando el cupcake elaborado sin utilización de aditivos, y sustituido por harina de zanahoria blanca en diferentes formulaciones, la misma que no tendrá elasticidad y viscosidad como un cupcake realizado con 100 % harina de trigo, lo que genera alteraciones en la textura de los tratamientos, este análisis se realizó durante cuatro días, para la comprobación respectiva del envejecimiento del cupcake, y en efecto se tiene alteraciones debido a la retrogradación del almidón produciendo el endurecimiento del cupcake.

4.1.3. Comparación de los aceites.

Los peróxidos son los productos iniciales mayoritarios de la auto oxidación de los lípidos y por ello su determinación está indicada para evaluar el grado de oxidación

en las primeras etapas de esta reacción ya que a lo largo de ella este índice aumenta hasta alcanzar un máximo y luego disminuye.

$$IP = \frac{(S - B) * N}{W} * 1000$$

Ec. 1

Tabla Nº 6: Índice de Peróxidos

Índice de Peróxidos			
Aceite	V Tiosulfato (ml)	Volumen gastado (ml)	IP (meq O2/kg)
Oliva	1,6	1,4	7
Soya	1,4	1,2	6
Palma	1,0	0,8	4
Maíz	0,3	0,1	0,5

Fuente: Laboratorio de Análisis de los Alimentos y Bioquímica FCIAL-UTA
Elaborado por: Bolívar Nuñez

De acuerdo al Codex Alimentarius (2014), el índice de peróxidos para aceites de fritura debe ser alrededor de 2 -10 meq O2/kg, de aceite para ser comestible y no debe presentar características organolépticas alteradas.

En el laboratorio se determinó el índice de peróxidos para muestras de aceites como: oliva, soya, palma y maíz (testigo), de fritura donde se obtuvo valores de 7, 6, 4 y 0,5 meq O2/kg respectivamente indicando que estos valores se encuentran dentro del rango establecido con lo que se puede afirmar que los aceites utilizados mencionados anteriormente son de buena calidad ya que a mayor índice de peróxido mayor deterioro en el aceite.

4.1.4. Vida de anaquel

4.1.4.1. Análisis microbiológicos

En la industria alimenticia implica reunir condiciones higiénico-sanitarias para saber la calidad microbiológica del alimento o de las materias primas y por ende predecir el tiempo de vida útil o las fuentes de contaminación (**PRIETO, Y OTROS 2008**).

Para el análisis microbiológico se elaboró 10 muestras de los cupcakes de zanahoria blanca 25 % y trigo 75 % correspondientes al mejor tratamiento, los análisis de laboratorio se realizaron cada 2 días por 10 días, por duplicado. Las muestras se almacenaron en condiciones normales. Los ensayos microbiológicos se realizaron en Petri film 3M, para obtener resultados reales y concisos.

4.1.4.1.1. Mohos y levaduras.

La importancia de realizar este análisis es debido a las características que tiene el cupcake ya que con un pH inferior a 4,8 se puede desarrollar estos organismos que deterioran la calidad del producto.

Se realizó en recuento microbiano de mohos y levaduras ejecutando siembras a partir de los días dos, cuatro, seis, ocho y diez días, después de la elaboración del cupcake, de acuerdo a los requisitos sanitarios de alimentos de productos de panadería procesados, con un límite para mohos y levaduras de 5×10^2 UFC/g, observando la ausencia de microorganismos de mohos y levaduras en el cupcake realizado, esto se debe a que los mohos y levaduras se producen en un pH de 4,8; y al ser elaborado higiénicamente y almacenados a temperatura ambiente de 18°C.

4.1.4.1.2. **Aerobios mesofilos.**

Es uno de los indicadores de calidad más común al encontrarse alta nos indica varias determinaciones: una exagerada contaminación de la materia prima, inadecuada manipulación antes durante o después de la elaboración, alteración del producto, inadecuadas condiciones de salubridad (**CANO**, 2006)

Se realizó en recuento microbiano de aerobios mesofilos ejecutando siembras a partir de los días dos, cuatro, seis, ocho y diez días, después de la elaboración del cupcake, de acuerdo a los requisitos sanitarios de alimentos de productos de panadería procesados, con un límite de aerobios mesofilos de 3×10^4 UFC/g, observando que el recuento de aerobios mesofilos se encuentra entre el rango establecido a partir de los días dos, cuatro, seis, ocho y diez días, con valores de $9,0 \times 10^2$; $8,0 \times 10^2$; $9,0 \times 10^2$; $7,0 \times 10^2$; $9,0 \times 10^2$ respectivamente, debido a que los microorganismos aerobios mesofilos se encuentra en el aire, materiales utilizados , manipulación, etc. almacenados a temperatura ambiente de 18°C, señalando que el proceso usado para la elaboración fue higiénicamente elaborado.

4.1.4.1.3. **Coliformes totales.**

Son los que determinan la calidad higiénica del alimento durante la elaboración o producto final (**CANO**, 2006)

Se realizó en recuento microbiano de coliformes totales ejecutando siembras a partir de los días dos, cuatro, seis, ocho y diez días, después de la elaboración del cupcake, de acuerdo a los requisitos sanitarios de alimentos de productos de panadería procesados, con un límite de coliformes totales de 10 UFC/g, observando la ausencia de coliformes totales en el cupcake realizado, al ser elaborado higiénicamente y almacenados a temperatura ambiente de 18°C.

4.1.4.2. **Análisis físicos**

4.1.4.2.1. Humedad

La humedad consiste en la evaporación del agua libre que contiene el alimento su determinación se lo realiza por pérdida de peso a temperaturas altas, dependiendo del tipo de alimento, varía de acuerdo al producto, hasta que tenga un peso constante.

Se realizó la determinación al mejor tratamiento obteniendo un resultado promedio de las tres replicas realizadas con % de Humedad de 25,033 %. Encontrándose dentro de los rangos establecidos de 35 % a 40 %. De acuerdo a la norma NTE INEN 95.

4.1.4.2.2. Acidez

La acidez titulable es el porcentaje de peso de los ácidos contenidos en el producto. Se determina por medio de titulación neutralizando los iones H⁺ del ácido, con una solución de NaOH de concentración conocida.

Se realizó la determinación al mejor tratamiento obteniendo un resultado promedio de las tres replicas realizadas con % de acidez de 0,2225. Encontrándose dentro de los rangos establecidos con un máximo de 0,25 %. Para corroborar este análisis se realizó por el método descrito en la norma NTE INEN 95 debe estar con un pH de 5,5 a 6; obteniendo un promedio de 5,87, encontrándose dentro del rango establecido.

Tabla Nº 7: Acidez

Muestra	Peso Cupcake (gr)	pH inicial	NaOH gastado (ml)	Tiempo (seg)
R1	5,01	5,950	1,271	375
R2	5,01	5,850	1,284	380
R3	5,00	5,832	1,243	367
Promedio	5,01	5,877	1,266	374
Desviación	6,66667E-05	0,008082667	0,000878	86

Fuente: Laboratorio de Análisis de los Alimentos y Bioquímica FCIAL-UTA

Elaborado por: Bolívar Nuñez

4.1.4.2.3. pH

Parámetro fisicoquímico que determina si una sustancia acepta electrones es ácido y si cede electrones es básico. Indicador para conocer si influye en alteraciones, estabilidad, y microorganismos. (VIGO. 1981).

Se realizó la determinación al mejor tratamiento obteniendo un resultado promedio de las tres replicas realizadas con pH 5,87; siendo un pH ácido. Encontrándose

dentro de los rangos establecidos de 5,5 a 9,5; indicándonos mayor estabilidad y alargar la vida útil del cupcake debido a que los microorganismos se reproducen en un pH inferior al obtenido.

4.1.5. Evaluación sensorial

Esta determinación nos ayuda para apreciar la calidad de los alimentos y conocer la aceptación del producto, también para investigar nuevos e innovadores alimentos (**ANZALDÚA** 1982).

Para la evaluación sensorial se realizó 2 cataciones para la obtención del mejor tratamiento de cupcake.

Catación N°1

Se realizó a un panel de 10 catadores semientrenados, en el que se realizó las cataciones de 9 tratamientos, divididos en 3 tratamientos cada uno, realizada cada 30 minutos a la misma persona, en el cual se obtuvo los 3 mejores tratamientos con el parámetro de aceptabilidad, esto se obtuvo por medio de un diseño de bloques.

Catación N°2

Se realizó a un panel de 30 personas semientrenado, en el que se realizó las cataciones de los 3 mejores tratamientos con un testigo elaborado con aceite de maíz, en el que se obtuvo el mejor tratamiento con el parámetro de aceptabilidad, esto se obtuvo por medio del diseño a x b.

En la Figura N° 8 se observa los resultados promedios otorgados por parte de los catadores semientrenado utilizando escalas hedónicas para color, olor sabor, textura aceptabilidad, para determinar el tratamiento con mayor aceptación se hizo la suma de las repuestas de la evaluación sensorial. De acuerdo a la Figura N°8 la preferencia del cupcake por parte de los catadores semientrenado el que obtuvo mayor aceptación es el de tratamiento a0b0 que corresponde a la concentraciones de 75 % Harina de trigo con sustitución 25 % de harina de zanahoria blanca elaborado con aceite de palma, señalando la aceptación en todos los parámetros mencionados anteriormente.

La aceptabilidad sensorial, es necesario para lanzar un nuevo producto al mercado, la aceptabilidad sensorial no garantiza que el producto tenga aceptabilidad global ya que influyen los consumidores y el producto (ISETA, 2011)

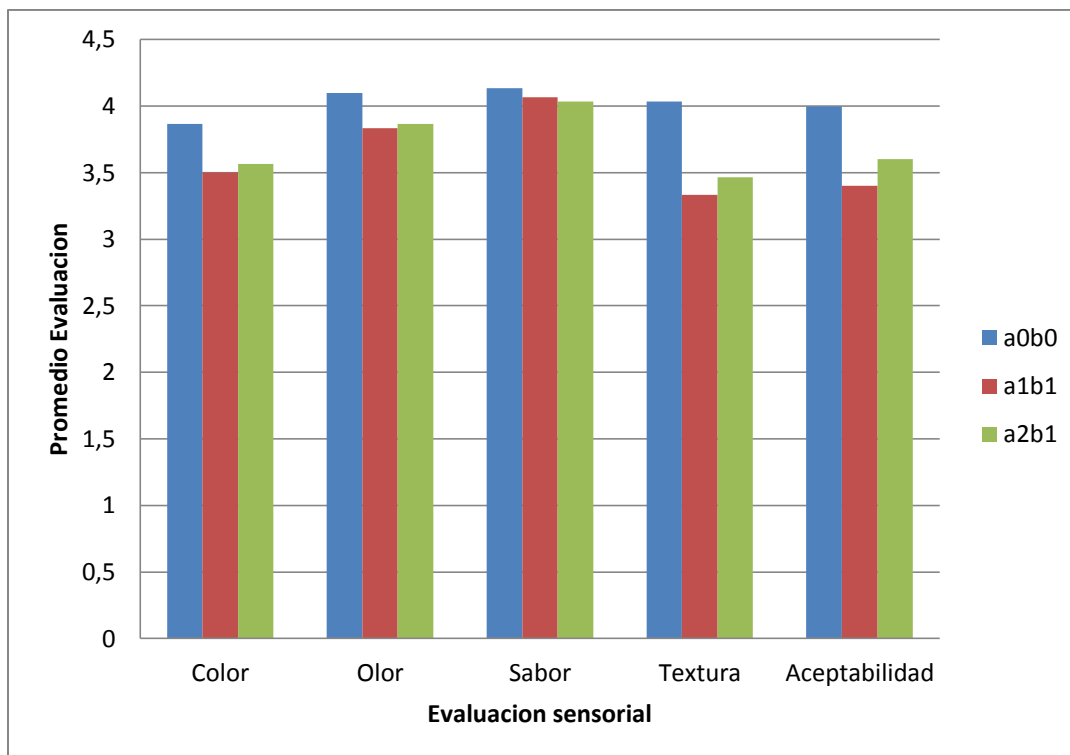


Fig. N° 8: Evaluación sensorial mejores tratamientos

Elaborado por: Bolívar Nuñez.

4.1.6. Rendimiento y costo al mejor tratamiento

Se determinó el rendimiento de Harina de Zanahoria Blanca utilizada como materia prima

Tabla N° 8: Porcentaje de rendimiento de la obtención de Harina de Zanahoria Blanca

Peso inicial Zanahoria Blanca (Kg)	Peso final harina (Kg)	Rendimiento (%)
22,68	7,548	33,28

Elaborado por: Bolívar Nuñez

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{7,548}{22,68} \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 33,28 \%$$

Siguiendo la metodología de **Noboa y Domenech(2013)** para obtener harina de zanahoria blanca, se obtiene un rendimiento de 33,28 %, ya que este tubérculo tiene de 70 a 72 % de humedad, su tiempo de secado fue de 32 horas a una temperatura de 35 - 40°C, para obtener una zanahoria totalmente seca, para facilitar la molienda y obtenerla harina.

Tabla N° 9: Porcentaje de rendimiento al realizar cupcakes de harina de trigo con sustitución de Harina de zanahoria blanca

Peso inicial (masa)	Peso final (cupcakes)	Número total de cupcakes	Rendimiento (%)
0,296 Kg	0,263 kg	15	88,85

Elaborado por: Bolívar Nuñez

$$\text{Rendimiento} = \frac{\text{Peso final}}{\text{Peso inicial}} \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = \frac{0,263}{0,296} \times 100\%$$

$$\text{Rendimiento} = 88,85 \%$$

El rendimiento de 88,85 % es alto, debido a que se pierde una mínima cantidad 11,37 % de lo utilizado, como resultado del horneado, evaporado parte de agua que contiene, debido al fermentación por parte de la levadura utilizada en los cupcakes, obteniendo 15 cupcakes, con un peso promedio de 18 gramos cada uno.

En la Figura N°9 se observa los resultados obtenidos del porcentaje de rendimiento de cada uno de los tratamientos aplicados en la elaboración de cupcakes de harina de trigo y zanahoria blanca. La mayoría de tratamientos presentan rendimientos entre valores de 82-89 % aproximadamente, el tratamiento a0b1 que corresponde a la muestra que contiene 75 % harina de trigo y 25 % harina de zanahoria posee el valor mas alto en rendimiento (89.66 %). Sin embargo, el tratamiento a2b2 que corresponde al cupcake elaborado a base de harina de trigo 25 % y 75 % harina de

zanahoría blanca posee un rendimiento bajo en relación a los otros. Además, se puede deducir que la variación de porcentajes entre las harinas, así como también el tipo de aceite empleado en la obtención del cupcake no influye en los valores de rendimiento obtenidos de cada uno de los tratamientos. No existe diferencia significativa en su rendimiento entre los tratamientos a0b1, a1b0, a0b0, a1b1, a0b2 y a2b; no existe diferencia significativa entre a2b1 y a1b2, no existe diferencia significativa entre a1b2 y a2b0, a2b2 es significativo para todos los tratamientos porque su rendimiento es bajo a comparación de todos los tratamientos.

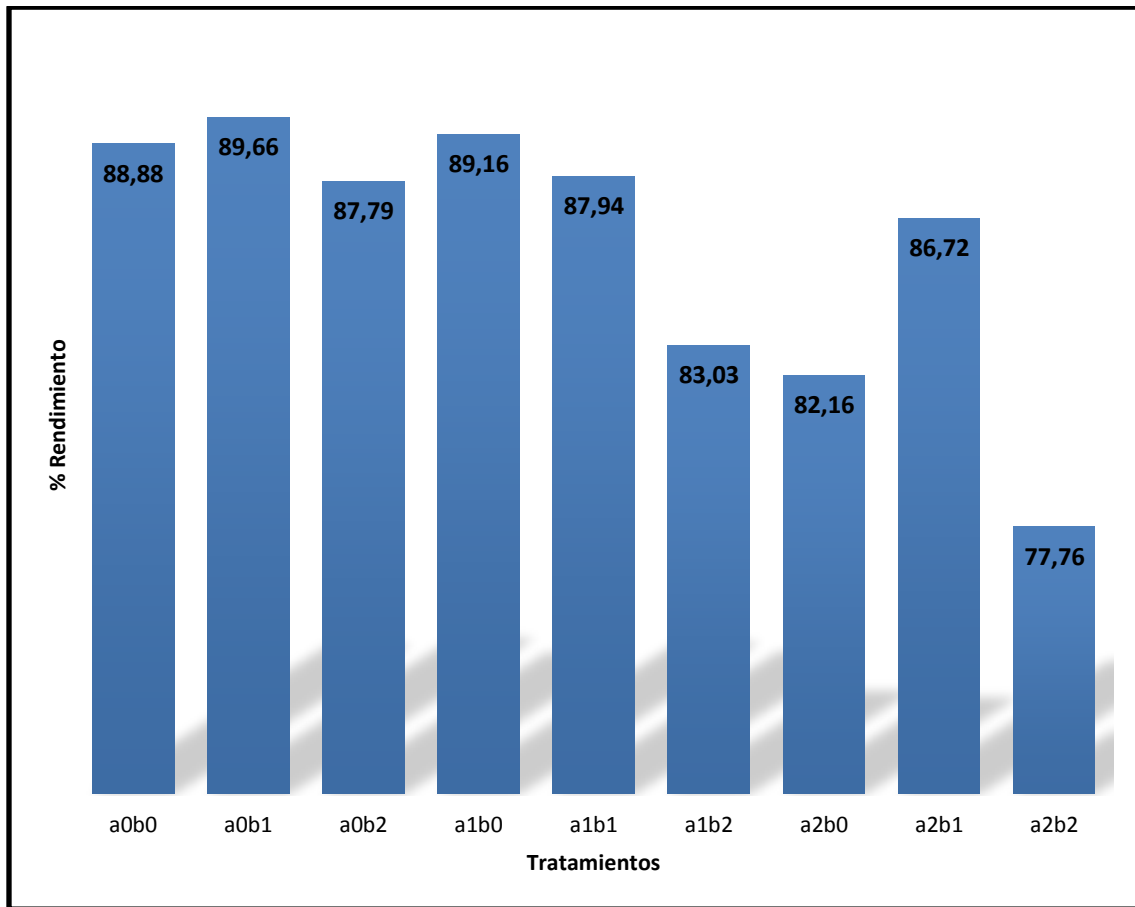


Fig. N° 9: % de Rendimiento obtenido de cada uno de los tratamientos en la elaboración de cupcakes de harina de trigo y zanahoria blanca

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla Nº 10: Estimación económica del costo de producir 15 cupcakes con de harina de trigo con sustitución de Harina de zanahoria blanca.

Materia Prima	Peso (Kg)	Costo (kg)	Subtotal	
Harina de trigo	0,05	1,20/Kg	0,06	
Harina zanahoria Blanca	0,05	2,40/Kg	0,12	
Canela	0,005	12,50/Kg	0,06	
Levadura	0,015	6,00/Kg	0,09	
Aceite	0,075	1,80/lit	0,135	
Azúcar	0,075	1,00/Kg	0,075	
Esencia de Vainilla	0,005	12,00/lit	0,06	
Huevos	0,03	0,15/u	0,15	
Total Materia Prima			\$ 0,75	
Mano de Obra	Total de horas	Costo/h		
	0,66	2,1	\$ 1,39	
Total			\$ 1,39	
Suministros	Unidades	Cantidad	Costo	Subtotal
Agua	m ³	0,5	0,02	0,01
Servicios Básicos	Luz, gas	9	0,07	0,63
Mantenimiento Equipos	Uso maquinaria	3	0,23	0,69
Limpieza		2	0,08	0,16
Depreciaciones		1	0,05	0,05
Varios		1	0,1	0,1
Total suministros				\$ 1,64
Costo por Parada 15 cupcakes				\$ 3,78
Costo por cupcake				\$ 0,25

Elaborado por: Bolívar Nuñez

El costo por parada de 15 cupcakes es de \$ 3,78; con un costo de 0,25 ctvs. de dólar cada cupcake de 18 gramos, este análisis es a escala de laboratorio y con las cantidades de acuerdo a la formulación establecida, siendo un precio accesible para el consumidor, ya que este cupcake tiene características organolépticas aceptables añadiendo que es un producto nuevo en el mercado con contenido alto de proteína.

4.1.7. Diseño experimental

El análisis estadístico de los datos obtenidos en la elaboración de cupcakes de harina de trigo con harina de zanahoria blanca correspondientes al mejor tratamiento, se aplicó un Diseño Experimental A * B con 3 réplicas de estudio, cuyo diseño permitió obtener 27 tratamientos.

El análisis se realizó con el rendimiento de cada uno de los tratamientos con replica indicando:

- Es significativo el a0 para el a1 y a2; y el a1 para el a2

Si existe diferencia significativa en el rendimiento al emplear el 75% de harina de trigo y 25% de harina de zanahoria blanca, en relación a las dos combinaciones empleadas de las harinas.

- Es significativo el b0 del b2 y el b1 del b2

Si existe diferencia significativa entre el aceite de soya y oliva con relación al aceite de palma en el rendimiento de los cupcakes elaborados a base de harina de trigo y zanahoria.

4.2. VERIFICACION DE LA HIPOTESIS

El efecto el aceite de soya (*glycinemax*), oliva (*olea europaea*) y palma (*arecaceae*) en la reología de la masa e índice de oxidación en cupcakes de zanahoria blanca (*arracacia xanthorrhiza*) y trigo (*triticumaestivum*), no influye en la elaboración de cupcakes.

En el análisis de textura se verifico que existían diferencias ya que la dureza va incrementando acorde como pasa el tiempo, tomando en cuenta que los tratamientos que presentan mayor trabajo, aumentan el trabajo de dureza, indicando que no influye el efecto ya que todos los tratamientos aumenta la dureza acorde como pasa el tiempo de igual manera la masticabilidad, la evaluación se la hizo durante cuatro días.

El análisis de índice de peróxidos no influye en el efecto, señalando que los aceites utilizados oliva, soya y palma son de buena calidad, debido a su índice de oxidación por lo que se encuentran dentro de los rangos establecidos y no influyen en el deterioro de los cupcakes.

CAPÍTULO V

5. CONCLUSIONES Y RECOMENDACIONES

5.1. CONCLUSIONES

- El efecto de aceites de soya (*Glycinemax*), oliva (*Olea europaea*) y palma (*Arecaaceae*) en la reología de la masa e índice de oxidación en cupcakes de zanahoria blanca (*Arracacia xanthorrhiza*) y trigo (*Triticum aestivum*), se comparó en la misma, donde el aceite de palma es el más adecuado para la elaboración de los cupcakes porque presenta un índice de oxidación bajo de 4 meq O₂/kg encontrándose dentro de los rangos establecidos.
- Los cupcakes de zanahoria blanca y trigo utilizando aceites de soya, oliva y palma se llegó a la conclusión de que el mejor tratamiento para su elaboración es el a0b0 con 75 % harina de trigo y 25 % harina de zanahoria blanca de sustitución, con aceite de palma, esto se pudo obtener mediante un análisis de diseño de bloques para obtener los tres mejores tratamientos luego de esto el mejor se consiguió por un diseño a x b.
- La masa de los cupcakes de zanahoria blanca y trigo, se empleó los equipos: MIXOLAB, determinó la reología de la masa indicando la cantidad de sustitución de harina de zanahoria blanca y harina de trigo, mientras que con el TEXTUROMETRO PRO CT3 (BROKFIELD), simuló la masticación del consumidor al momento de dar el mordisco.
- El índice de oxidación en los cupcakes de zanahoria blanca y trigo, en la que se obtuvo que los aceites utilizados para este estudio como: oliva, soya, palma y maíz (testigo) se encuentran dentro de los rangos establecidos.

- El tiempo de vida útil del cupcake mediante pruebas microbiológicas y físicas de las que se obtuvo como resultados que puede alargar su vida útil más de 10 días sin aditivos en almacenamiento a temperatura ambiente 18°C.
- El mejor tratamiento determinado mediante pruebas sensoriales aplicadas a catadores semientrenado fue a0b0 el que corresponde al 75% harina de trigo y 25% harina de zanahoria blanca de sustitución, con aceite de palma.

5.2. RECOMENDACIONES

- Se recomienda realizar la determinación de proteína en el producto final ya que en esta investigación solo se pudo llegar a determinar en la masa elaborada.
- Se podría realizar un estudio microbiológico para determinar microorganismos no fúngicos que provocan putrefacción de productos panificados como: *Bacillus subtilis* (o también *B. mesentericus* o *B. panis*) y *B. licheniformis*.
- Se recomienda utilizar las normas de bioseguridad en los laboratorios para evitar posibles contaminaciones en el momento de procesar los productos.
- Se recomienda llevar a cabo un estudio de mercado para determinar si es factible la producción de harina de zanahoria blanca y posteriormente el cupcake de harina de trigo con sustitución de harina de zanahoria blanca.

REFERENCIA CITADA

ANZALDÚA, Antonio. Evolución sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Saragoza-España. ACRIBIA S.A. 1994, p.13, 67-77.

Autino, H (2009). Capítulo 2. Preparación de semillas oleaginosas. En *Temas Selectos en aceites y grasas*. Eds. JM Block y D Barrera Arellano, Editorial Blücher, San Pablo (Brasil) pp. 31-95

Benjamin, A. C., Akingbala, J. O., and Baccus-Taylor, G. S. H. (2007). Effect of drying and storage on flavor quality of orange (*Citrus cinensis*(Linn) Osbeck) peel for cupcakes *Journal of Food, Agriculture & Environment* 5, 22:78-82.

Bockisch, M. (1998).Extraction of vegetable oils.En*Fats and oils handbook*.AOCS Press, Champaign (USA)

Bourne, M. C. (1982).*Food texture and viscosity: concept and measurement*,.

CANO, Sara. Métodos de análisis microbiológicos. Norma ISO, UNE. Universidad Pamplona, Madrid, p 33.

Che Man, Y.; Liu, J.; Jamilah, B.; Rahman, R. (1999). Quality changes of RBD palm olein, soybean oil and their blends during deep-fat frying. *Journal of Food Lipids* 6: 181-193.

Chopin. (2006). Mixolab Aplicaciones Handbook *Rheological and Enzymatic Analysis* (Vol. 1).Estados Unidos.

De Marco, Elena; Savarese, Maria; Parisini, Cristian; Battimo, Ilaria; Falco, Salvatore; Sacchi, Raffaele (2007). Frying performance of a sunflower/palm oil blend in comparison with pure palm oil.*European Journal of Lipid Science and Technology* 109: 237.

Dubat, A. (2013). *El Mixolab: Herramienta completa para el control de calidad en molinería en industrias*.

FAO.Food and Agriculture Organization.16 de Marzo del 2013

<http://www.fao.org/docrep/006/w0073s/w0073s0j.htm>
2014-09-27

García, N. (2002) Cupcakes recetas. <http://cupcakesrecetas.com/cupcakes-de-zanahoria>

Guiotto, E. (2014). Aplicación de subproductos de Chía (*Salvia hispánica* L.) y Girasol (*Helianthus annuus* L.) en alimentos. Universidad Nacional de la plata. Argentina. Pp 225.

HISTORIA DEL CUPCAKE. 2009 <http://www.taringa.net/posts/recetas-y-cocina/14600095/Historia-del-Cupcake.html>

2014-10-20.

Jimenez, F. (2005). Características nutricionales de arracacha (*ArracaciaXanthorrhiza*) y sus perspectivas en la alimentación. Perú.Pag: 1-15.

Johnson, H.; Swanson, R.; Savage, E. (2005). Descriptive sensory analysis of yellow cupcakes prepared with nutritive and high intensity sweeteners, *Journal of the American Dietetic Association* 105, 8:48.

Labs.Inc., B. E. (2011). Manual No. M08-373. . In B. P. CT". (Ed.).

Lascano, A. (2010). *Estudio reológico de mezclas de harinas de cereales: cebada (Hordeum Vulgare), maiz (Zea mays), quinua (Chenopodium quinoa), trigo (Triticum vulgare) y tubérculo: papa (Solanum tuberosum) nacionales con trigo (Triticum vulgare) importado para orientar su uso en la elaboración de pan y pastas alimenticias.* Universidad técnica de Ambato. Retrieved from <http://repo.uta.edu.ec/handle/123456789/867>.

Matthäus, Bertrand (2007). Use of palm oil for frying in comparison with other high-stability oils, *European Journal of Lipid Science and Technology*.109: 400.

Nielsen, S. (2010). Food Analysis Laboratory Manual, Food Science Texts Series. Springer Science. Pp. 109-111.

Noboa J. & Domenech L. (2013). Desarrollo de un postre instantáneo y una bebida nutritiva a partir de harina de arroz pre-gelatinizado y harina de zanahoria blanca para alimentación de niños en etapa escolar de 5 a 9 años. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Ecuador. Pp 149.

Padrón, C.; Aguirre, C.; Moreno, M. (2009). Influencia de la sustitución parcial de harina de trigo con harinas de cladodios de cactus (*Opuntia boldinghii* Britton y Rose) integral e hidrolizada enzimáticamente como fuente de fibra en postres tipo ponquecito. *Revista Tecnológica ESPOL- RTE*, 22: 63-71.

Pong, L.; Johnson, J.; Barbeau, W.; Stewart, D. (1991). Evaluation of Alternative Fat and Sweetener Systems in Cupcakes, *Cereal Chemistry* 68, 5:552-555.

PRIETO, Miguel., et al. Concepto de calidad en la industria Agroalimentaria. *Interciencia. Revista de ciencia y tecnología de América.* Vol. 33.,N°. 4, Abril.2008, Caracas, pp. 258-264.

Regitano-d´Arce, M & Ferreira, T. (2009). Fuentes de aceites y grasas. En: Temas selectos en aceites y grasas, Vol 1-Procesamiento (Eds) Jane Mara Block, Daniel Barrera-Arellano. AOCS Press, São Paulo, (Brasil)

Saltos, A. (2010). *Sensometria*

Análsis en el Desarrollo de Alimentos Procesados (Vol. 1). Ambato.

Sundram, K.; Sambanthamurthi, R.; Tan, YA.(2003). Palm fruit chemistry and nutrition. *Asia Pacific journal of clinical nutrition.*12:355-62.

(ISETA), I. S. E. d. T. A. (2011). *Análisis sensorial: Una herramienta de marketing y de innovación.* Buenos Aires-Argentina.

VIGO, Sarrailh., et al. Estudios sobre alimentos tradicionales de humedad intermedia elaborados en la Argentina: Determinación de la actividad acuosa, pH, humedad y sólidos solubles. *Revista de agroquímica y tecnología de alimentos.* Vol.21., N°.1, 1981, España, Pp. 91-99.

ANEXOS

ANEXO A
COMPORTAMIENTO VISCOELÁSTICO

RESULTADOS OBTENIDOS								
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados		
Harina de Trigo	03417057	100 % Harina de Trigo	Simulador Farinografía:					
			Absorción de agua	MIXOLAB	%	66,2		
			Tiempo de desarrollo		min	8,0		
			Debilitamiento (Equ.UF)		UF	28		
			Debilitamiento		Nm	0,06		
			Estabilidad		min.	17,5		
			Caracterización reológica harinas:					
			Absorción de agua: C1	MIXOLAB	Índice	8		
			Amasado: C2		Índice	4		
			Fuerza del gluten: C3		Índice	2		
			Viscosidad del Gel Almidón: C4		Índice	2		
			Resistencia de la amilasa: C5		Índice	5		
			Retrogradación del almidón: C6		Índice	2		

Fig. A1: Datos Obtenidos 100% Harina de trigo

Fuente: Mixolab (LACONAL)

Tabla A1: Valores obtenidos de las curvas para la masa 100 % harina de trigo

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	4.52	1.15	30.5	0.05	8.32
C2	18.73	0.38	60.2		
C3	24.43	1.46	78.3		
C4	33.45	1.25	81.9		
C5	45.05	1.49	59.3		

Fuente: Mixolab (LACONAL)

Elaborado por: Bolívar Nuñez

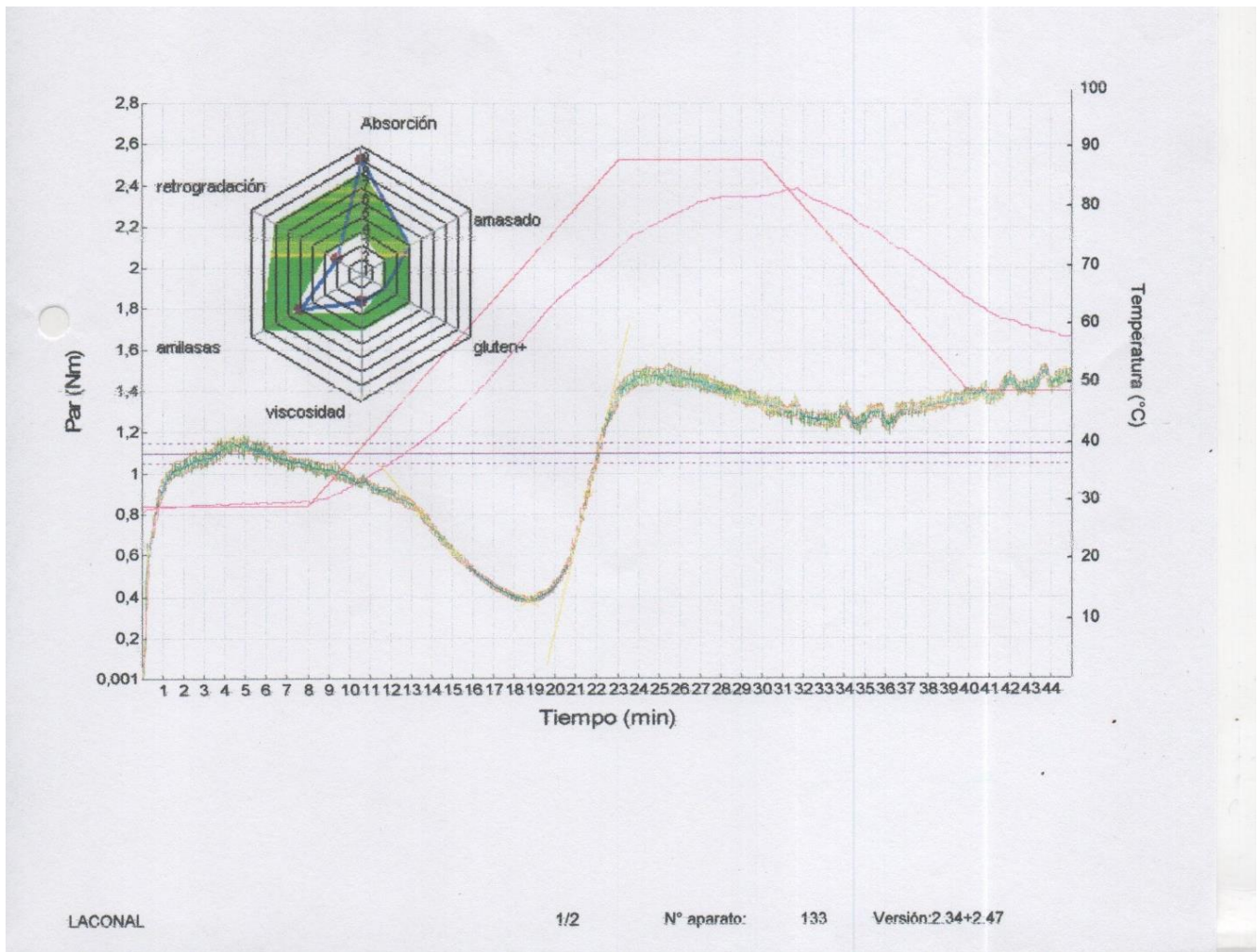


Fig. A3: Fuerza ejercida en (Nm) vs Tiempo de la masa 100% trigo

Fuente: Mixolab (LACONAL)

Tabla A2: Resultados Índice evaluado por el Mixolab 100 % harina de trigo.

	Medición < valor objetivo	Medición > valor objetivo
Absorción		Demasiado daño del almidón Alto contenido de proteína Alto contenido de pentosanos Harina muy seca
Viscosidad	Tipo de almidón Actividad amilasica fuerte Bajo daño del almidón	
Amilasas	Actividad amilasica débil Demasiado daño del almidón Tipo de almidón	
Retrogradación	Tipo de almidón (amilosa/amilopectina) Actividad amilasica débil Uso de amilasas maltogenicas	

Fuente: Mixolab (LACONAL)
Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla A3: Resultados Chopin S por el Mixolab 100 % harina de trigo.

	Chopin S
Absorción	66.2 %
Tiempo de desarrollo	8.0 min
Estabilidad	17.5 min
Debilitamiento (Equ. UF)	28 UF
Debilitamiento (Nm)	0.06 Nm
Cmax	1.11 Nm

Fuente: Mixolab (LACONAL)
Elaborado por: Bolívar Nuñez


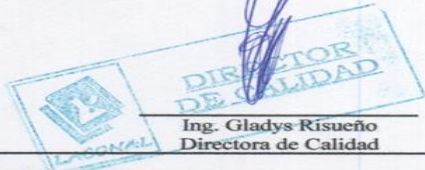
Solicitud N°: 17-034				Pág.: 2 de 2		
Mezcla de harina de trigo y harina de zanahoria blanca	03417058	25% Harina de zanahoria blanca 75% Harina de trigo	Simulador Farinografía:			
			Absorción de agua	MIXOLAB	%	67,6
			Tiempo de desarrollo		min	4,5
			Debilitamiento (Equ.UF)		UF	87
			Debilitamiento		Nm	0,19
			Estabilidad		min.	3,5
			Caracterización reológica harinas:			
			Absorción de agua: C1	MIXOLAB	Índice	9
			Amasado: C2		Índice	2
			Fuerza del gluten: C3		Índice	5
Viscosidad del Gel Almidón: C4	Índice	0				
Resistencia de la amilasa: C5	Índice	5				
Conds. Ambientales: 18,5 °C; 46%HR						
  Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si					CG	
<small>Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente. "La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".</small>						

Fig. A4: Datos Obtenidos 75% Harina de trigo, 25% harina de zanahoria blanca

Fuente: Mixolab (LACONAL)

Tabla A4: Valores obtenidos de las curvas para la masa 75% harina de trigo, 25% harina de zanahoria blanca

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	1.12	1.14	28.8	0.11	6.60
C2	17.55	0.41	57.8		
C3	25.50	0.92	80.9		
C4	31.33	0.81	85.9		
C5	45.03	1.09	57.6		

Fuente: Mixolab (LACONAL)
Elaborado por: Bolívar Nuñez

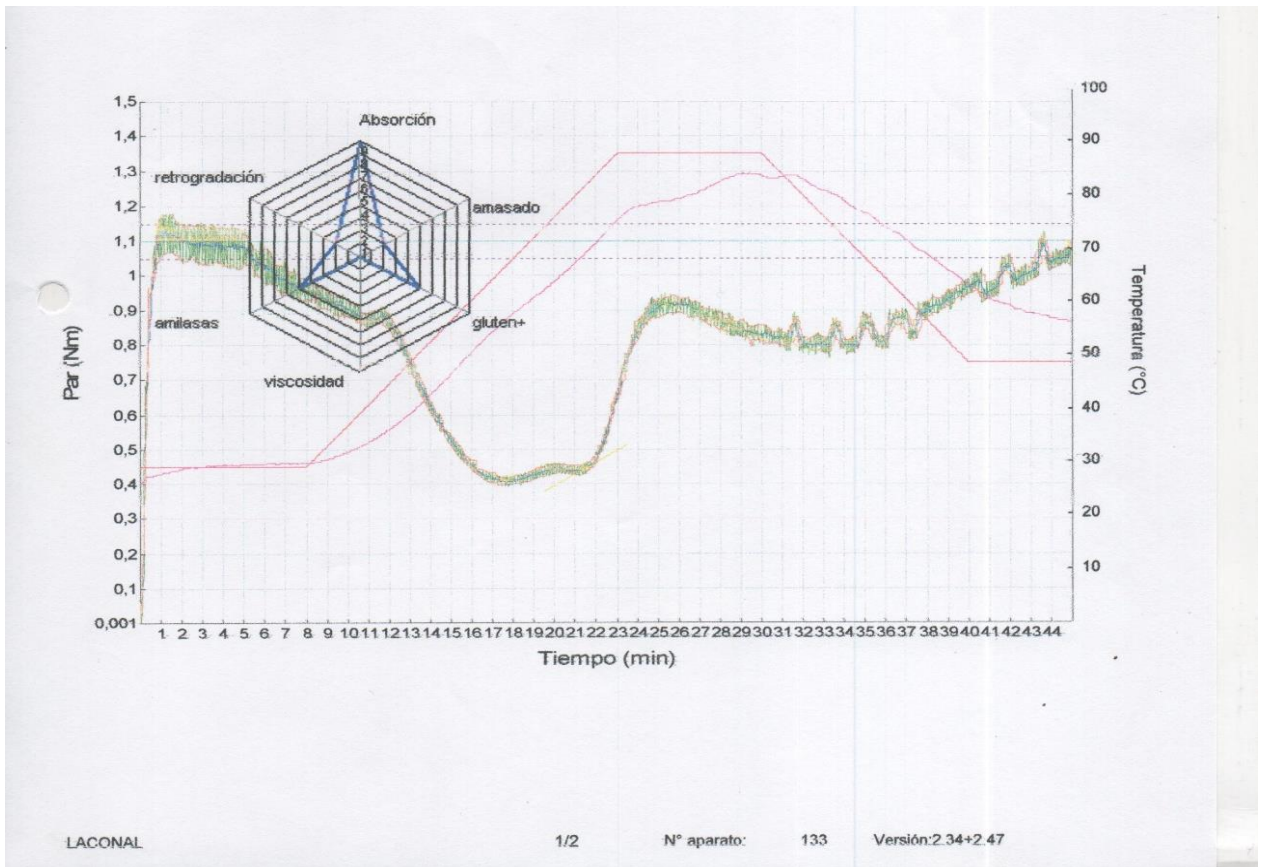


Fig. A5: Fuerza ejercida en (Nm) vs Tiempo de la masa 75% harina de trigo, 25% harina de zanahoria blanca

Fuente: Mixolab (LACONAL)

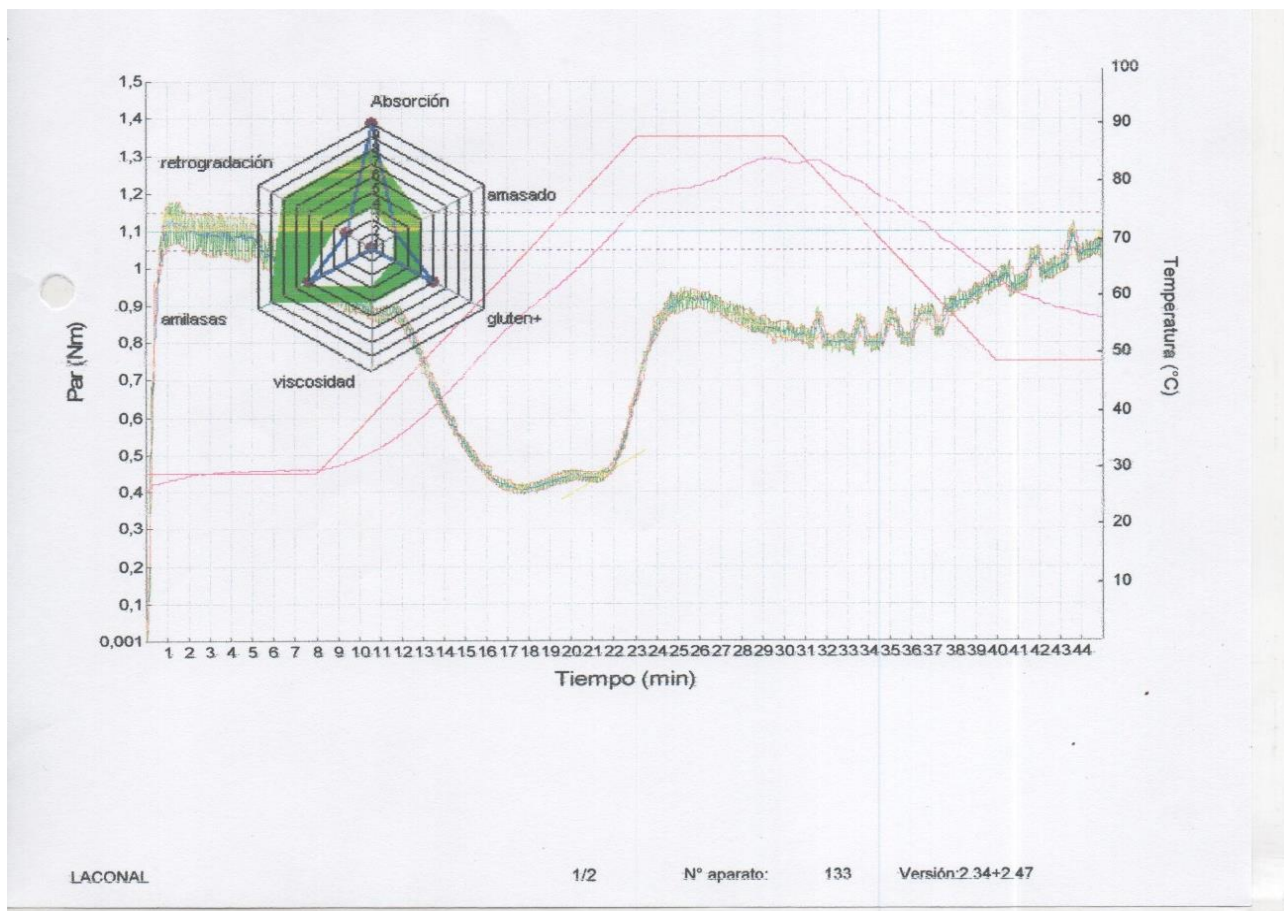


Fig. A6: Fuerza ejercida en (Nm) vs Tiempo de la masa 75% harina de trigo, 25% harina de zanahoria blanca

Fuente: Mixolab (LACONAL)

Tabla A5: Resultados índice evaluado por el Mixolab 75% harina de trigo, 25% harina de zanahoria blanca

	Medición < valor objetivo	Medición > valor objetivo
Absorción		Demasiado daño del almidón Alto contenido de proteína Alto contenido de pentosanos Harina muy seca
Gluten +		Contenido de gluten muy alto demasiado oxidantes o enzimas
Viscosidad	Tipo de almidón Actividad amilasica fuerte Bajo daño del almidón	
Amilasas	Actividad amilasica débil Demasiado daño del almidón Tipo de almidón	
Retrogradación	Tipo de almidón (amilosa/amilopectina) Actividad amilasica débil Uso de amilasas maltogenicas	

Fuente: Mixolab (LACONAL)
Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla A6: Resultados Chopin S por el Mixolab 75% harina de trigo, 25% harina de zanahoria blanca

	Chopin S
Absorción	67.6 %
Tiempo de desarrollo	4.5 min
Estabilidad	3.5 min
Debilitamiento (Equ. UF)	87 UF
Debilitamiento (Nm)	0.19 Nm
Cmax	1.12 Nm

Fuente: Mixolab (LACONAL)
Elaborado por: Bolívar Nuñez


RESULTADOS OBTENIDOS								
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados		
Mezcla de harina de trigo y harina de zanahoria blanca	04117065	50 % Harina de Trigo 50 % Harina de zanahoria blanca	Simulador Farinografía:					
			Absorción de agua	MIXOLAB	%	71,5		
			Tiempo de desarrollo		min	3,5		
			Debilitamiento (Equ.UF)		UF	99		
			Debilitamiento		Nm	0,22		
			Estabilidad		min.	6,0		
			Caracterización reológica harinas:					
			Absorción de agua: C1	MIXOLAB	Índice	9		
			Amasado: C2		Índice	1		
			Fuerza del gluten: C3		Índice	3		
Certificado No:17-041 Pág.: 2 de 2								
Mezcla de harina de trigo y harina de zanahoria blanca	04117065	50 % Harina de Trigo 50 % Harina de zanahoria blanca	Viscosidad del Gel Almidón: C4	MIXOLAB	Índice	0		
			Resistencia de la amilasa: C5		Índice	4		
			Retrogradación del almidón: C6		Índice	2		
Conds. Ambientales: 18,6 °C; 45%HR								
								
Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad								
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						C0		
<p><small>Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.</small></p> <p><small>"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".</small></p>								

Fig. A7 Datos Obtenidos 50% Harina de trigo, 50% harina de zanahoria blanca

Fuente: Mixolab (LACONAL)

Tabla A7: Valores obtenidos de las curvas para la masa 50% harina de trigo, 50% harina de zanahoria blanca

	Tiempo (min)	Par (Nm)	Temp. masa (°C)	Amplitud (Nm)	Estabilidad (min)
C1	0.85	1.15	29.4	0.12	5.28
C2	22.85	0.25	75.5		
C3	31.67	0.47	85.4		
C4	32.48	0.41	83.9		
C5	45.03	0.54	61.5		

Fuente: Mixolab (LACONAL)
Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla A8: Resultados índice evaluado por el Mixolab 50% harina de trigo, 50% harina de zanahoria blanca

	Medición < valor objetivo	Medición > valor objetivo
Absorción		Demasiado daño del almidón Alto contenido de proteína Alto contenido de pentosanos Harina muy seca
Amasado	Humedad de la harina demasiado alta Proteína débil (baja tenacidad) alto daño de almidón Demasiado daño del almidón	
Viscosidad	Tipo de almidón Actividad amilasica fuerte Bajo daño del almidón	
Amilasas	Actividad amilasica débil Demasiado daño del almidón Tipo de almidón	
Retrogradación	Tipo de almidón (amilosa/amilopectina) Actividad amilasica débil Uso de amilasas maltogenicas	

Fuente: Mixolab (LACONAL)
Elaborado por: Bolívar Nuñez

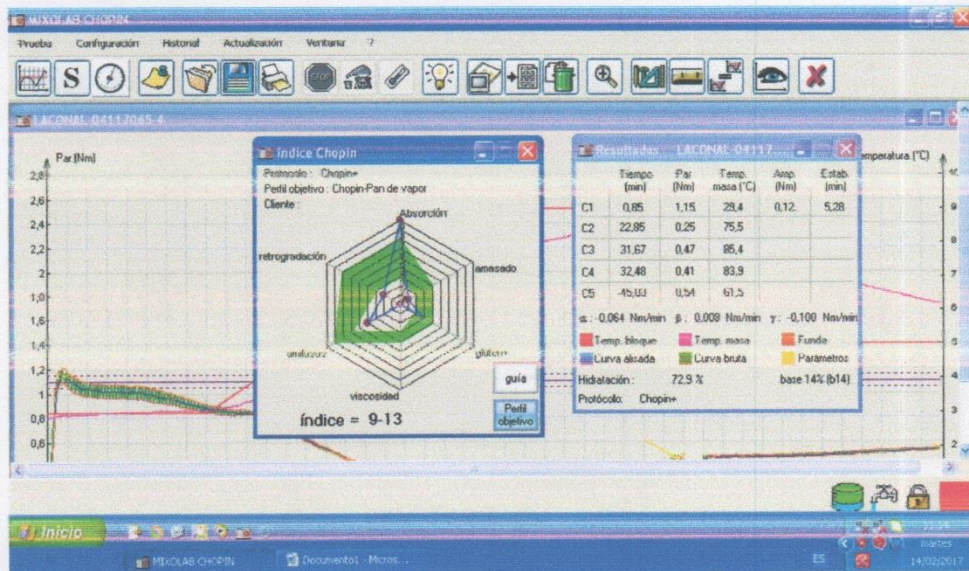
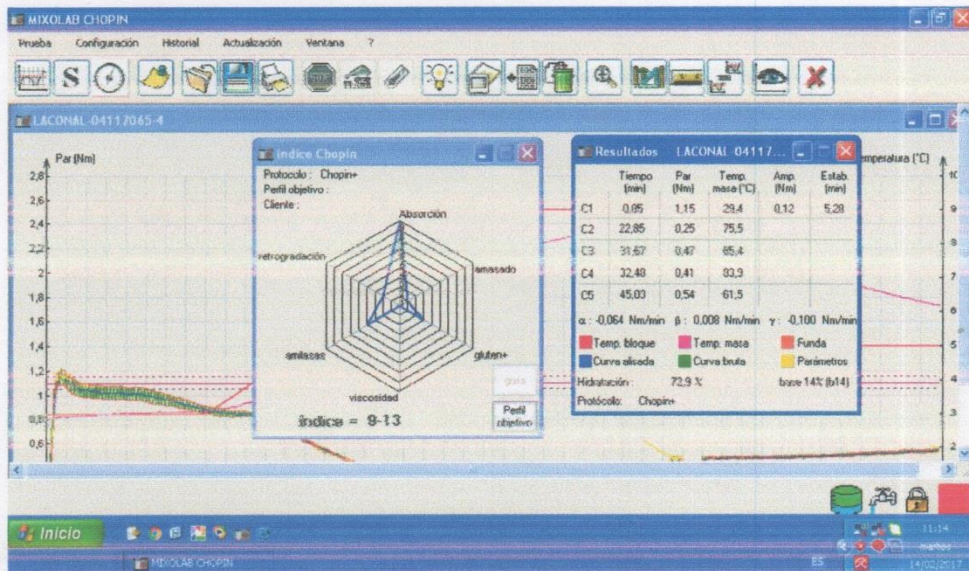


Fig. A8: Datos Obtenidos 50% Harina de trigo, 50% harina de zanahoria blanca

Fuente: Mixolab (LACONAL)

Tabla A9: Resultados Chopin S por el Mixolab 50% harina de trigo, 50% harina de zanahoria blanca

	Chopin S
Absorción	71.5 %
Tiempo de desarrollo	3.5 min
Estabilidad	6.0 min
Debilitamiento (Equ. UF)	99 UF
Debilitamiento (Nm)	0.22 Nm
Cmax	1.07 Nm

Fuente: Mixolab (LACONAL)
Elaborado por: Bolívar Nuñez

RESULTADOS OBTENIDOS						
Muestras	Código del laboratorio	Código cliente	Ensayos solicitados	Métodos utilizados	Unidades	Resultados
Mezcla de harina de trigo y harina de zanahoria blanca	04517070	25 % Harina de Trigo 75 % Harina de zanahoria blanca	Simulador Farinografía:	La muestra no puede ser determinada en el equipo por la alta cantidad de sustituyente en la harina de trigo.		
			Absorción de agua			
			Tiempo de desarrollo			
			Debilitamiento			
			Estabilidad			
			Caracterización reológica harinas:			
			Absorción de agua: C1			
			Amasado: C2			
			Fuerza del gluten: C3			
			Viscosidad del Gel			
			Almidón: C4			
			Resistencia de la amilasa: C5			
Retrogradación del almidón: C6						
Conds. Ambientales: n/a						
 <p>Ing. Gladys Risueño Directora de Calidad</p>						
Autorización para transferencia electrónica de resultados: Si						CG
<p><small>Nota: Los resultados consignados se refieren exclusivamente a la muestra recibida. El Laboratorio no es responsable por el uso incorrecto de este certificado. No es un documento negociable. Sólo se permite su reproducción sin fines de lucro y haciendo referencia a la fuente.</small></p> <p><i>"La información que se está enviando es confidencial, exclusivamente para su destinatario, y no puede ser vinculante. Si usted no es el destinatario de esta información recomendamos eliminarla inmediatamente. La distribución o copia del mismo está prohibida y será sancionada según el proceso legal pertinente".</i></p>						

Fig. A9: Datos Obtenidos 25% Harina de trigo, 75% harina de zanahoria blanca

Fuente: Mixolab (LACONAL)

Tabla A10: Informe datos % humedad 100% harina de zanahoria blanca.

% Humedad Harina de Zanahoria Blanca		
Muestra	Peso Harina ZB (gr)	% Humedad
R1	2,609	10,430
R2	3,199	10,600
R3	3,040	10,560
Promedio	2,949	10,530
Desviación	0,186380667	0,0158

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla A11: Informe datos actividad de agua 100% harina de zanahoria blanca.

Actividad de Agua Harina Zanahoria Blanca			
Muestra	Peso Harina ZB(gr)	Aw	Temperatura
R1	3,15	0,589	24,910
R2	3,15	0,586	24,930
R3	3,15	0,585	24,920
Promedio	3,15	0,587	24,920
Desviación	0	7,88667E-06	0,0002

Elaborado por: Bolívar Nuñez

ANEXO B
PERFIL DE TEXTURA

Tabla B1: Informe de promedio de datos de cada tratamiento para dureza.

Dureza										
Tiempo	Tratamientos									Testigo
	a ₀ b ₀	a ₀ b ₁	a ₀ b ₂	a ₁ b ₀	a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₂ b ₀	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	
Dia 1	17,22	12,95	10,97	7,27	7,11	9,42	11,79	15,2	9,99	10,98
Dia 2	22,65	13,54	13,53	9,54	10,87	13,54	15,81	10,18	18,6	16,14
Dia 3	36,59	19,54	14,2	15,68	16,7	17,58	22,22	22,3	22,31	20,93
Dia 4	37,85	29,43	18,56	17,94	16,79	18,64	29	33,53	28,89	31,69

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla B2: Informe de promedio de datos de cada tratamiento para trabajo de dureza terminado.

Trabajo de dureza terminado										
Tiempo	Tratamientos									Testigo
	a ₀ b ₀	a ₀ b ₁	a ₀ b ₂	a ₁ b ₀	a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₂ b ₀	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	
Dia 1	0,1356	0,1132	0,0781	0,0637	0,0646	0,0632	0,0644	0,0746	0,0731	0,0637
Dia 2	0,1701	0,1193	0,1029	0,0988	0,1129	0,0986	0,0899	0,1315	0,1027	0,1248
Dia 3	0,2406	0,195	0,1213	0,1645	0,192	0,1338	0,1256	0,1974	0,1619	0,178
Dia 4	0,2778	0,244	0,1548	0,1886	0,195	0,1437	0,1734	0,2094	0,1757	0,1793

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla B3: Informe de promedio de datos de cada tratamiento para deformación recuperable.

Deformación Recuperable										
Tiempo	Tratamientos									Testigo
	a ₀ b ₀	a ₀ b ₁	a ₀ b ₂	a ₁ b ₀	a ₁ b ₁	a ₁ b ₂	a ₂ b ₀	a ₂ b ₁	a ₂ b ₂	
Dia 1	5,5	4,2	2,87	5,12	5,13	3,52	4,73	4,64	3,43	3,42
Dia 2	5,91	4,64	2,91	5,58	5,4	4,47	4,97	4,81	3,49	3,71
Dia 3	6,07	4,79	2,98	5,59	5,86	4,53	5,78	5,22	3,66	4,13
Dia 4	6,57	5,02	3,6	6,15	6,16	4,73	5,9	5,85	3,99	4,24

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla B4: Informe de promedio de datos de cada tratamiento para trabajo total.

Trabajo Total										
Tiempo	Tratamientos									Testigo
	a₀b₀	a₀b₁	a₀b₂	a₁b₀	a₁b₁	a₁b₂	a₂b₀	a₂b₁	a₂b₂	
Dia 1	0,1521	0,1235	0,0854	0,0713	0,0718	0,0708	0,0771	0,0864	0,0798	0,072
Dia 2	0,1902	0,1302	0,1104	0,1069	0,1219	0,109	0,1029	0,1468	0,1127	0,1355
Dia 3	0,2646	0,2085	0,1288	0,1772	0,2033	0,1442	0,1435	0,2208	0,1756	0,1943
Dia 4	0,3064	0,2625	0,1641	0,2037	0,2081	0,1561	0,1983	0,2281	0,1884	0,1909

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla B5: Informe de promedio de datos de cada tratamiento para masticabilidad.

Masticabilidad										
Tiempo	Tratamientos									Testigo
	a₀b₀	a₀b₁	a₀b₂	a₁b₀	a₁b₁	a₁b₂	a₂b₀	a₂b₁	a₂b₂	
Dia 1	0,0613	0,0355	0,0189	0,0271	0,0204	0,0241	0,0506	0,0469	0,02	0,023
Dia 2	0,0786	0,0373	0,019	0,0273	0,03	0,0283	0,0553	0,0564	0,0362	0,0285
Dia 3	0,0838	0,0382	0,0205	0,0391	0,0322	0,0293	0,0642	0,0591	0,0379	0,0329
Dia 4	0,0973	0,0533	0,0205	0,0455	0,0348	0,0339	0,1349	0,0948	0,0561	0,0636

Elaborado por: Bolívar Nuñez

ANEXO C
VIDA DE ANAQUEL

Tabla C1: Informe datos microbiológicos mejor tratamiento.

Parámetros	n	m					M
		Día 2	Día 4	Día 6	Día 8	Día 10	
Mohos y Levaduras UFC/g	2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	5,0 x 10 ²
Aerobios Mesofilos UFC/g	2	9,0 x 10 ²	8,0 x 10 ²	9,0 x 10 ²	7,0 x 10 ²	9,0 x 10 ²	3,0 x 10 ⁴
Coliformes totales UFC/g	2	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	1,0 x 10 ²

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla C2: Informe datos % humedad mejor tratamiento.

% Humedad Cupcake		
Muestra	Peso Cupcake (gr)	% Humedad
R1	3,138	25,161
R2	3,120	25,082
R3	3,021	24,856
Promedio	3,093	25,033
Desviación	0,007938	0,050114

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla C3: Informe datos pH mejor tratamiento.

pH Cupcake		
Muestra	Peso Cupcake (gr)	pH
R1	15	6,40
R2	15	6,53
R3	15	6,43
Promedio	15	6,45
Desviación	0	0,009266667

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Instructivo C1: Mohos y levaduras

Instructivo técnico para Recuento de mohos y levaduras mediante Técnica Petrifilm AOAC Official Method 997.02.

- ✓ Preparar una dilución de la muestra utilizando diluyentes estériles como es el agua de peptonada al 0,1%.
- ✓ Pesar 5 g de la muestra en una bolsa estéril.
- ✓ Agregar 45 ml de agua peptonada y homogenizar la muestra por un minuto (Dilución 10-1).
- ✓ A partir de la dilución 10-1 tomar 1 ml y colocar en un tubo con 9 ml con agua peptonada, homogenizar con la misma pipeta 4 a 5 veces (Dilución 10-2).
- ✓ A partir de la dilución 10-1 tomar 1 ml y colocar en un tubo de 9 ml con agua peptonada, homogenizar con la misma pipeta 4 a 5 veces (Dilución 10-3).
- ✓ Colocar en una superficie plana el petrifilm, levantar el film superior y con una pipeta estéril colocar 1 ml de la dilución.
- ✓ Bajar el film sobre el inóculo y ejercer presión con un difusor durante 8 a 10 segundos, para que se reparta el sembrado en el área circular del cultivo.
- ✓ Levantar el aplicador y esperar por un minuto a que modifique el gel.
- ✓ Incubar a 35 °C por 48 horas, (**AOAC OFFICIAL METHOD 990.12**)
- ✓ Contar las colonias (**PLACA PETRIFILM PARA RECuento DE MOHOS Y LEVADURAS**)

Instructivo C2: Aerobios Mesofilos

Mediante Técnica Petrifilm AOAC Official Method 990.12

- ✓ Pesar 5 g de la muestra en una bolsa estéril.
- ✓ Agregar 45 ml de agua peptonada y homogenizar la muestra por un minuto (Dilución 10-1)
- ✓ A partir de la dilución 10-1 tomar 1 ml y colocar en un tubo con 9 ml con agua peptonada, homogenizar con la misma pipeta 4 a 5 veces (Dilución 10-2).
- ✓ A partir de la dilución 10-1 tomar 1 ml y colocar en un tubo de 9 ml con agua peptonada, homogenizar con la misma pipeta 4 a 5 veces (Dilución 10-3).
- ✓ Colocar en una superficie plana el petrifilm, levantar el film superior y con una pipeta estéril colocar 1 ml de la dilución.
- ✓ Bajar el film sobre el inóculo y ejercer presión con un difusor durante 8 a 10 segundos, para que se reparta el sembrado en el área circular del cultivo.
- ✓ Levantar el aplicador y esperar por un minuto a que modifique el gel.
- ✓ Incubar a 35 °C por 48 horas (**AOAC OFFICIAL METHOD 990.12**)

- ✓ Contar las colonias

Instructivo C3: Coliformes Totales

Instructivo técnico para Recuento de Coliformes y E. coli mediante Técnica Petrifilm AOAC Official Method 991.14.

- ✓ Pesar 5 g de la muestra en una bolsa estéril.
- ✓ Agregar 45 ml de agua peptonada y homogenizar la muestra por un minuto (Dilución 10-1)
- ✓ A partir de la dilución 10-1 tomar 1 ml y colocar en un tubo con 9 ml con agua peptonada, homogenizar con la misma pipeta 4 a 5 veces (Dilución 10-2).
- ✓ A partir de la dilución 10-1 tomar 1 ml y colocar en un tubo de 9 ml con agua peptonada, homogenizar con la misma pipeta 4 a 5 veces (Dilución 10-3).
- ✓ En una superficie plana colocar la placa. Poner 1 ml de muestra.
- ✓ Con el aplicador colocar sobre el inóculo en el film superior. Mediante presión repartir y esperar que se solidifique el gel.
- ✓ Incubar las placas (24h a 35°C).
- ✓ Interpretar los resultados. (**AOAC OFFICIAL METHOD 991.14 ó 998.08**)
- ✓ Contar las colonias

ANEXO D
EVALUACIÓN SENSORIAL

Tabla D1: Catadores en la evaluación de aceptabilidad 9 tratamientos

CATADORES	TRATAMIENTOS									Y.j	Promedio
	359	593	423	729	614	279	821	657	529		
Catador 1	4	4	3	4	4	4	5	5	5	38	7,6
Catador 2	5	4	4	5	4	3	4	5	3	37	7,4
Catador 3	4	3	5	2	5	1	1	2	2	25	5
Catador 4	5	4	3	4	3	3	4	5	4	35	7
Catador 5	4	5	5	4	4	3	4	4	5	38	7,6
Catador 6	4	4	3	3	3	4	3	4	5	33	6,6
Catador 7	5	5	5	4	4	4	5	5	5	42	8,4
Catador 8	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45	9
Catador 9	5	5	5	5	5	5	5	5	5	45	9
Catador 10	5	4	5	4	4	4	4	5	4	39	7,8
Yi.	46	43	43	40	41	36	40	45	43	377	Y..
Promedio	4,6	4,3	4,3	4,0	4,1	3,6	4,0	4,5	4,3		

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla D2: Anova en la evaluación de aceptabilidad 9 tratamientos

ANOVA					
FV	SC	GL	CM	RV	Ftablas
Formulaciones	35,34	11	3,2131	8,5613	1,89
días	7,29	9	0,8099	2,1579	1,98
Error	37,16	99	0,3753		
Total	79,79	119			

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla D3: Catadores en la evaluación de color

CATADORES	Color			
	TRATAMIENTOS			
	359	614	657	871
Catador 1	4	5	5	4
Catador 2	3	3	3	3
Catador 3	3	3	3	3
Catador 4	4	4	5	4
Catador 5	3	4	5	4
Catador 6	3	4	5	2
Catador 7	2	5	4	5
Catador 8	3	4	3	4
Catador 9	4	2	2	1
Catador 10	4	4	3	3
Catador 11	3	3	3	3
Catador 12	3	4	3	3
Catador 13	4	4	4	4
Catador 14	2	4	4	4
Catador 15	3	3	3	3
Catador 16	4	3	3	5
Catador 17	5	4	2	4
Catador 18	4	3	3	3
Catador 19	5	4	3	3
Catador 20	4	3	3	3
Catador 21	5	4	4	4
Catador 22	5	3	5	4
Catador 23	5	2	5	5
Catador 24	4	3	4	4
Catador 25	5	3	3	3
Catador 26	4	3	3	5
Catador 27	4	4	3	5
Catador 28	5	2	4	3
Catador 29	4	5	4	3
Catador 30	5	3	3	4
Promedio	3,866667	3,5	3,566667	3,6

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla D4: *Catadores en la evaluación de olor*

Olor				
CATADORES	TRATAMIENTOS			
	359	614	657	871
Catador 1	4	5	4	4
Catador 2	3	3	3	3
Catador 3	5	5	5	5
Catador 4	4	3	3	4
Catador 5	5	3	5	5
Catador 6	3	5	4	4
Catador 7	4	2	4	5
Catador 8	5	5	4	5
Catador 9	5	4	3	4
Catador 10	5	4	5	5
Catador 11	3	3	3	3
Catador 12	4	5	5	5
Catador 13	4	4	4	4
Catador 14	3	5	4	4
Catador 15	3	3	3	3
Catador 16	5	3	3	3
Catador 17	4	3	4	4
Catador 18	5	3	4	4
Catador 19	5	4	4	4
Catador 20	5	4	4	3
Catador 21	4	4	5	3
Catador 22	3	5	3	3
Catador 23	3	5	4	3
Catador 24	4	3	4	3
Catador 25	4	3	4	5
Catador 26	4	4	3	4
Catador 27	5	4	4	4
Catador 28	5	4	3	3
Catador 29	4	3	4	4
Catador 30	3	4	4	3
Promedio	4,1	4	4	4

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla D5: *Catadores en la evaluación de sabor*

Sabor				
CATADORES	TRATAMIENTOS			
	359	614	657	871
Catador 1	3	4	4	3
Catador 2	4	5	3	5
Catador 3	5	5	5	5
Catador 4	5	5	5	4
Catador 5	3	5	3	5
Catador 6	5	4	5	4
Catador 7	5	4	5	2
Catador 8	5	2	4	5
Catador 9	4	4	4	3
Catador 10	4	4	3	5
Catador 11	5	4	5	5
Catador 12	4	5	5	5
Catador 13	5	4	3	4
Catador 14	3	5	4	4
Catador 15	4	4	5	4
Catador 16	4	3	3	4
Catador 17	4	4	3	5
Catador 18	4	4	4	5
Catador 19	5	5	4	5
Catador 20	3	4	4	4
Catador 21	5	3	4	4
Catador 22	5	4	5	4
Catador 23	4	3	3	3
Catador 24	3	4	3	4
Catador 25	3	3	4	3
Catador 26	4	4	5	4
Catador 27	4	5	4	3
Catador 28	4	5	4	3
Catador 29	4	3	4	3
Catador 30	4	4	4	4
Promedio	4,1333333	4	4	4

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla D6: *Catadores en la evaluación de textura*

Textura				
CATADORES	TRATAMIENTOS			
	359	614	657	871
Catador 1	3	4	2	3
Catador 2	4	4	3	5
Catador 3	4	4	4	4
Catador 4	4	2	2	1
Catador 5	4	4	4	5
Catador 6	4	3	4	3
Catador 7	4	2	2	5
Catador 8	3	2	3	4
Catador 9	4	4	5	5
Catador 10	2	2	1	4
Catador 11	4	4	4	4
Catador 12	5	4	5	3
Catador 13	5	5	4	5
Catador 14	4	2	2	2
Catador 15	3	3	3	3
Catador 16	5	2	4	3
Catador 17	4	3	3	4
Catador 18	3	3	3	5
Catador 19	4	4	3	4
Catador 20	5	4	4	3
Catador 21	5	4	4	4
Catador 22	5	3	3	3
Catador 23	4	2	4	4
Catador 24	4	3	3	3
Catador 25	4	4	4	5
Catador 26	4	4	4	4
Catador 27	4	5	5	4
Catador 28	3	2	4	4
Catador 29	5	3	4	4
Catador 30	5	5	4	3
Promedio	4,033333	3	3	4

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla D7: Catadores en la evaluación de aceptabilidad

Aceptabilidad				
CATADORES	TRATAMIENTOS			
	359	614	657	871
Catador 1	4	5	3	5
Catador 2	3	3	4	3
Catador 3	5	5	5	5
Catador 4	5	4	4	2
Catador 5	3	3	3	3
Catador 6	5	4	5	4
Catador 7	5	4	2	3
Catador 8	5	3	3	5
Catador 9	3	3	4	3
Catador 10	4	4	4	5
Catador 11	3	4	5	5
Catador 12	3	4	5	4
Catador 13	5	4	3	4
Catador 14	4	3	4	4
Catador 15	1	3	3	3
Catador 16	5	3	4	3
Catador 17	4	3	3	2
Catador 18	2	3	3	3
Catador 19	4	3	4	3
Catador 20	5	3	3	3
Catador 21	4	2	3	3
Catador 22	5	2	4	3
Catador 23	2	3	4	3
Catador 24	3	3	3	3
Catador 25	4	3	4	3
Catador 26	4	3	3	3
Catador 27	5	4	3	3
Catador 28	5	4	4	3
Catador 29	5	3	3	5
Catador 30	5	4	3	3
Promedio	4	3,4	3,6	3,466667

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla D8: Datos obtenidos de catadores en la evaluación.

Cuadro Resumen						
Muestra	Tratamientos	Color	Olor	Sabor	Textura	Aceptabilidad
359	a0b0	3,866667	4,1	4,133333	4,033333	4
614	a1b1	3,5	4	4	3	3,4
657	a2b1	3,566667	4	4	3	3,6

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla D9: Datos obtenidos de rendimiento R1.

Rendimiento R1				
Tratamientos	W molde	Wmolde + masa	Wmolde + masa horneada	Diferencia
a0bo	0,16	0,468	0,433	0,035
a0b1	0,169	0,492	0,455	0,037
a0b2	0,107	0,463	0,423	0,04
a1b0	0,109	0,439	0,401	0,038
a1b1	0,159	0,507	0,466	0,041
a1b2	0,108	0,472	0,421	0,051
a2b0	0,162	0,542	0,467	0,075
a2b1	0,162	0,534	0,488	0,046
a2b2	0,158	0,559	0,469	0,09
Testigo	0,107	0,477	0,437	0,04

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla D10: Datos obtenidos de rendimiento R2.

Rendimiento R2				
Tratamientos	W molde	Wmolde + masa	Wmolde + masa horneada	Diferencia
a0bo	0,16	0,428	0,4	0,028
a0b1	0,169	0,501	0,47	0,031
a0b2	0,107	0,447	0,4	0,047
a1b0	0,109	0,413	0,38	0,033
a1b1	0,159	0,518	0,471	0,047
a1b2	0,108	0,468	0,401	0,067
a2b0	0,162	0,534	0,469	0,065
a2b1	0,162	0,538	0,492	0,046
a2b2	0,158	0,564	0,475	0,089
Testigo	0,107	0,485	0,436	0,049

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla D11: Datos obtenidos de rendimiento R3.

Rendimiento R3				
Tratamientos	W molde	Wmolde + masa	Wmolde + masa horneada	Diferencia
a0bo	0,16	0,472	0,436	0,036
a0b1	0,169	0,501	0,467	0,034
a0b2	0,107	0,47	0,428	0,042
a1b0	0,109	0,444	0,41	0,034
a1b1	0,159	0,504	0,465	0,039
a1b2	0,108	0,48	0,412	0,068
a2b0	0,162	0,542	0,48	0,062
a2b1	0,162	0,536	0,479	0,057
a2b2	0,158	0,565	0,474	0,091
Testigo	0,107	0,477	0,437	0,04

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla D12: Datos obtenidos de % de rendimiento.

Tratamientos	R1			R2			R3		
	Wfinal	Winicial	%R	Wfinal	Winicial	%R	Wfinal	Winicial	%R
a0b0	0,273	0,308	88,636	0,24	0,268	89,552	0,276	0,312	88,46154
a0b1	0,286	0,323	88,545	0,301	0,332	90,663	0,298	0,332	89,75904
a0b2	0,316	0,356	88,764	0,293	0,34	86,176	0,321	0,363	88,42975
a1b0	0,292	0,33	88,485	0,271	0,304	89,145	0,301	0,335	89,85075
a1b1	0,307	0,348	88,218	0,312	0,359	86,908	0,306	0,345	88,69565
a1b2	0,313	0,364	85,989	0,293	0,36	81,389	0,304	0,372	81,72043
a2b0	0,305	0,38	80,263	0,307	0,372	82,527	0,318	0,38	83,68421
a2b1	0,326	0,372	87,634	0,33	0,376	87,766	0,317	0,374	84,75936
a2b2	0,311	0,401	77,556	0,317	0,406	78,079	0,316	0,407	77,64128

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla D13: Anova de % de rendimiento.

FV	GI	SC	CM	Fc	Ft
R	2	0,199	0,10	0,05	3,52
A	2	202,78	101,38898	50,0	3,52
B	2	133,18	66,59	32,81	3,52
A*B	4	55,6810283	13,920257	6,86	2,89
Error	17	34,51	2,03		
Total	27	426,34			

Elaborado por: Bolívar Nuñez

Tabla D14: Análisis de varianza y test de Tukey obtenida mediante la aplicación del paquete estadístico INFOSTAT

%Rendimiento

Variable	N	R ²	R ² Aj	CV
%Rendimiento	27	0,92	0,88	1,62

Cuadro de Análisis de la Varianza (SC tipo III)

F.V.	SC	gl	CM	F	p-valor
Modelo.	391,64	8	48,95	25,39	<0,0001
Tratamientos	391,64	8	48,95	25,39	<0,0001
Error	34,70	18	1,93		
Total	426,34	26			

Test: Tukey Alfa=0,05 DMS=3,97243

Error: 1,9280 gl: 18

Tratamientos	Medias	n	E.E.	
a0b1	89,66	3	0,80	A
a1b0	89,16	3	0,80	A
a0b0	88,88	3	0,80	A
a1b1	87,94	3	0,80	A
a0b2	87,79	3	0,80	A
a2b1	86,72	3	0,80	A B
a1b2	83,03	3	0,80	B C
a2b0	82,16	3	0,80	C
a2b2	77,76	3	0,80	D

Medias con una letra común no son significativamente diferentes ($p > 0,05$)

Elaborado por: Bolívar Nuñez

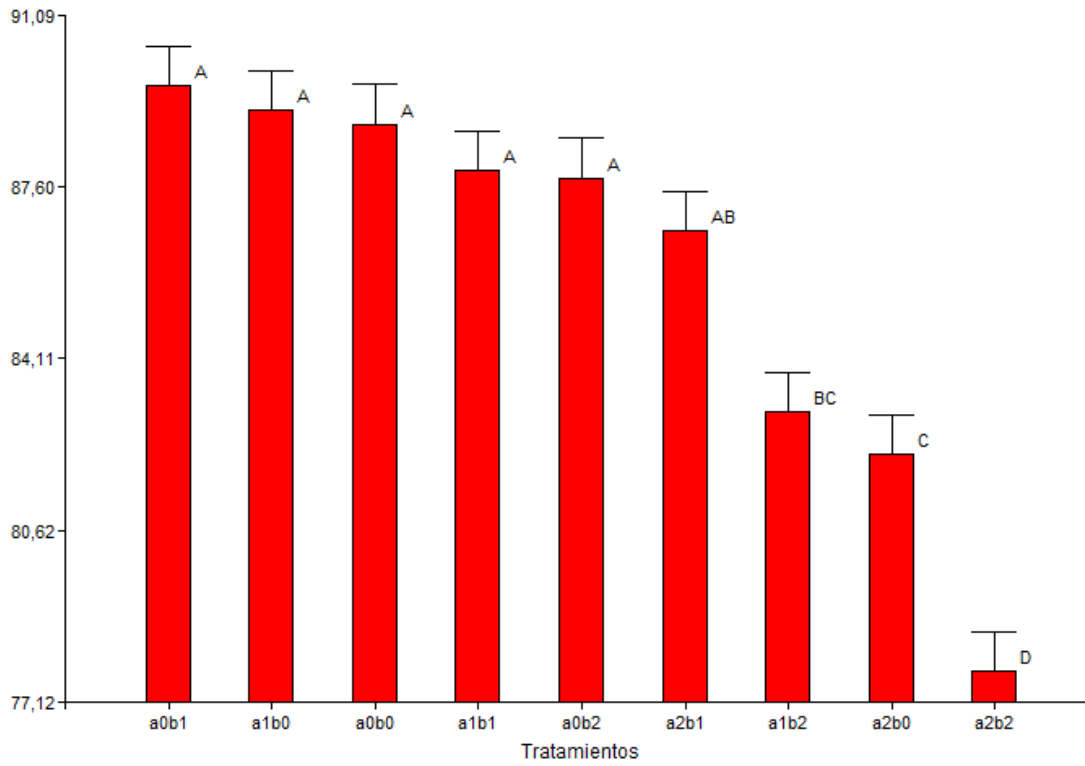


Fig. D1: % de Rendimiento obtenido de cada uno de los tratamientos en la elaboración de cupcakes de harina de trigo y zanahoria blanca.

Elaborado por: Bolívar Nuñez

ANEXO E
FOTOGRAFIAS

Fotografía E1: Zanahoria Blanca



Fotografía E2: Pelado



Fotografía E3: Cortado



Fotografía E4: Cortado



Fotografía E5: Secado



Fotografía E6: Secado



Fotografía E7: Secado



Fotografía E8: Molido



Fotografía E9: Harina zanahoria blanca



Fotografía E10: Pesado



Fotografía E11: Mezclado



Fotografía E12: Amasado



Fotografía E13: Moldes



Fotografía E14: Moldeado



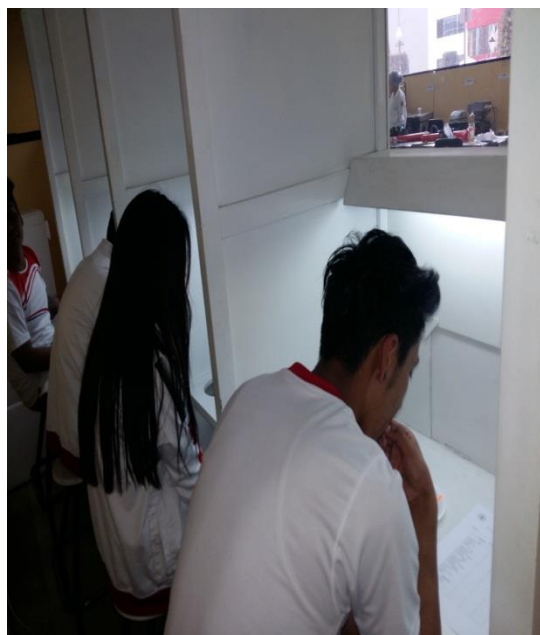
Fotografía E15: Producto final



Fotografía E16: Cataciones



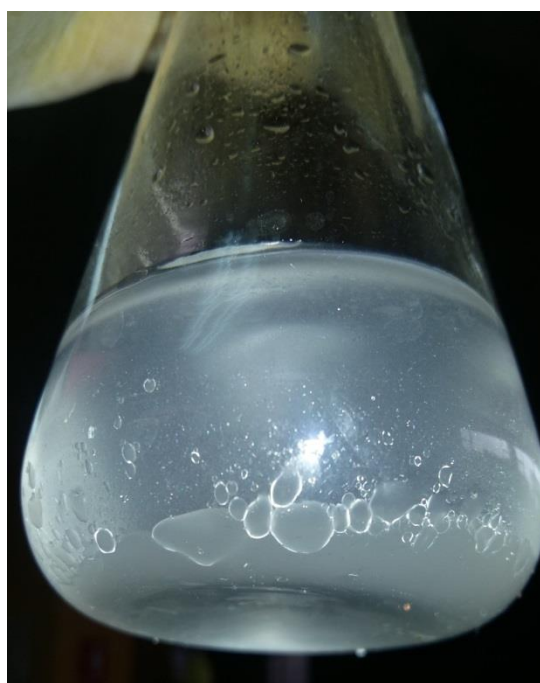
Fotografía E17: Cataciones



Fotografía E18: Índice de Peróxidos



Fotografía E19: Índice de Peróxidos



Fotografía E20: Humedad.



Fotografía E21: Actividad de agua



Fotografía E22: Mixolab.



Fotografía E23: Mixolab.



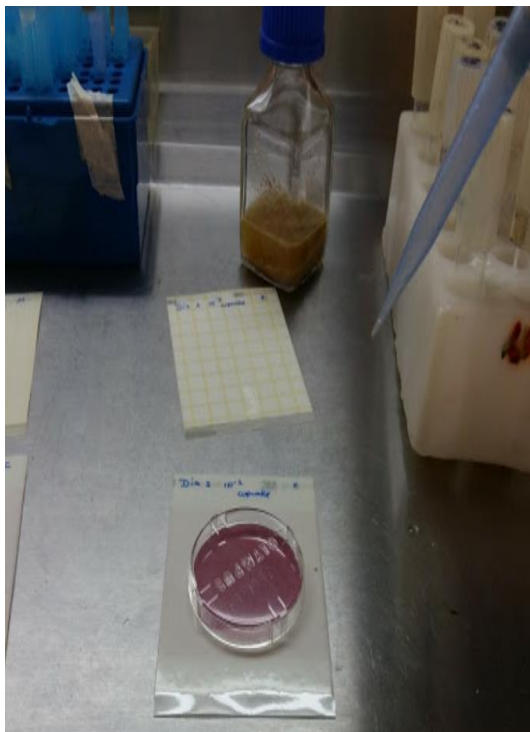
Fotografía E24: Texturómetro



Fotografía E25: pH.



Fotografía E26: Microbiológicos



Fotografía E27: Microbiológicos



Fotografía E28: Microbiológicos



Fotografía E29: Microbiológicos



ANEXO F
HOJA DE CATAACION



UNIVERSIDAD TECNICA DE AMBATO
FACULTAD DE CIENCIA E INGENIERIA EN ALIMENTOS
PROYECTO DE TRABAJO DE TITULACIÓN
MODALIDAD
PROYECTO DE INVESTIGACIÓN



Fecha:.....

TEMA: Catación de Cupcakes

Parámetros	Tratamientos		
Color			
1. Muy Intenso			
2. Intenso			
3. Característico			
4. Opaco			
5. Muy opaco			
Olor			
1. Agrada mucho			
2. Agrada poco			
3. Ni agrada ni desagrada			
4. Desagrada			
5. Desagrada Mucho			
Sabor			
1. Agrada mucho			
2. Agrada poco			
3. Ni agrada ni desagrada			
4. Desagrada			
5. Desagrada Mucho			
Apariencia			
1. Muy Bueno			
2. Bueno			
3. Ni bueno ni malo			
4. Regular			
5. Malo			
Aceptabilidad			
1. Muy aceptable			
2. Aceptable			
3. Poco aceptable			
4. Inaceptable			
5. Muy Inaceptable			

MUCHAS GRACIAS