

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



TITULACIÓN POR EXAMEN PROFESIONAL

Trabajo Monográfico:

**“USO TECNOLÓGICO DE FIBRA CÍTRICA Y ALGUNAS
APLICACIONES PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS EN
DIFERENTES SEGMENTOS DE LA INDUSTRIA ALIMENTARIA”**

Presentado por:

ANDREA ALEJANDRA NEIRA BETETA

Lima – Perú

2017

UNIVERSIDAD NACIONAL AGRARIA LA MOLINA

FACULTAD DE INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

TITULACIÓN POR EXAMEN PROFESIONAL

Trabajo Monográfico:

**“USO TECNOLÓGICO DE FIBRA CÍTRICA Y ALGUNAS APLICACIONES
PARA EL DESARROLLO DE PRODUCTOS EN DIFERENTES SEGMENTOS DE
LA INDUSTRIA ALIMENTARIA ”**

Presentado por:

ANDREA ALEJANDRA NEIRA BETETA

Sustentado y aprobado ante el siguiente jurado:

Mg. Sc. Walter F. Salas Valerio
PRESIDENTE

Mg. Sc. Fanny E. Ludeña Urquiza
MIEMBRO

Dra. Ana C. Aguilar Gálvez
MIEMBRO

Dr. Américo Guevara Pérez
TUTOR

Lima – Perú

2017

INDICE

RESUMEN DE TRABAJO

ABSTRACT

I.	INTRODUCCION.....	1
II.	REVISION BIBLIOGRAFICA	2
2.1	FIBRA DIETARIA.....	2
2.1.1.	PROPIEDADES FUNCIONALES	2
2.1.2.	FUENTES DE FIBRA	4
2.2	FIBRA CÍTRICA CITRI-FI.....	5
2.2.1	COMPOSICIÓN DE FIBRA CÍTRICA CITRI-FI.....	6
2.2.2	CLASIFICACIÓN DE FIBRA CÍTRICA CITRI-FI.....	7
2.2.3	BENEFICIOS DE USO DE FIBRA CÍTRICA CITRI-FI	7
2.3	APLICACIONES	8
2.3.1.	INDUSTRIA DE KEEKS.....	8
2.3.2.	INDUSTRIA DE MERMELADAS	14
2.3.3.	INDUSTRIA DE SALSAS - MAYONESA.....	17
III.	DESARROLLO DEL TEMA	21
3.1.	LUGAR DE REALIZACIÓN	21
3.2.	MATERIALES Y MÉTODOS.....	21
3.2.1.	MATERIALES	21
3.2.2.	MÉTODOS DE EVALUACIÓN.....	22
3.3.	APLICACIÓN EN KEKE.....	22
3.3.1.	FLUJO DE OPERACIONES PARA ELABORAR KEEKS UTILIZANDO FIBRA CÍTRICA.....	23
3.3.2.	EVALUACIÓN DE FORMULACIONES DE KEEKS	25
3.4.	APLICACIÓN EN MERMELADA	30
3.4.1.	FLUJO DE OPERACIONES PARA ELABORAR MERMELADA UTILIZANDO FIBRA CÍTRICA	30
3.4.2.	EVALUACION DE FORMULACIONES DE MERMELADA	33
3.5.	APLICACIÓN EN MAYONESA	35
3.5.1.	FLUJO DE OPERACIONES PARA ELABORAR MAYONESA UTILIZANDO FIBRA CÍTRICA.....	35

3.5.2.	EVALUACIÓN DE FORMULACIONES DE MAYONESA	37
IV.	CONCLUSIONES	40
V.	RECOMENDACIONES	41
VI.	REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS	42
VII.	ANEXOS.....	45

INDICE DE CUADROS

Cuadro 1: Composición básica de la fibra cítrica Citri-Fi.....	6
Cuadro 2: Principales productos de fibra cítrica Citri-Fi.....	7
Cuadro 3: Principales beneficios del uso de fibra cítrica Citri-Fi.....	8
Cuadro 4: Fórmula de kekitos de naranja con 20 y 25% de reducción de grasa.....	24
Cuadro 5: Codificación de las muestras de kekitos.....	26
Cuadro 6: Resultados de evaluación Dúo-trío en kekitos con reducción de grasa de 20 y 25% a los nueve días de producción.....	27
Cuadro 7: Resultados de evaluación Dúo-trío en kekitos con reducción de grasa de 20 y 25% a los dieciocho días de producción.....	28
Cuadro 8: Resultados de prueba de preferencia entre el patrón y las muestras con reducción de grasa de 20 y 25%.....	29
Cuadro 9: Formulación de mermelada de fresa con diferentes porcentajes de pectina / Citri-Fi.....	31
Cuadro 10: Porcentajes referencia utilizados en la formulación de mermelada de fresa.....	32
Cuadro 11: Resultados de evaluación de diversas características en formulaciones de mermelada de fresa.....	33
Cuadro 12: Formulación de mayonesas con aplicación de fibra cítrica.....	36
Cuadro 13: Promedio de valores obtenidos en la prueba descriptiva para seis características evaluadas.....	37

INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Origen de la fibra cítrica Citri-Fi.....	6
Figura 2: Flujo de operaciones para elaborar kekes utilizando fibra cítrica.....	23
Figura 3: Muestra de kekitos patrón y muestra con Citri-Fi reducción 25%.....	29
Figura 4: Flujo de operaciones para elaborar mermelada utilizando fibra cítrica.....	30
Figura 5: Formulaciones de mermelada patrón de fresa y alternativas con aplicación de Citri-Fi.....	34
Figura 6: Flujo de operaciones para elaborar mayonesa utilizando fibra cítrica.....	35
Figura 7: Comparación de los seis atributos evaluados en cinco formulaciones de mayonesa.....	38
Figura 8: Perfil descriptivo de las cinco formulaciones de mayonesa evaluadas.....	38
Figura 9: Comparación entre la muestra patrón y la mejor formulación con Citri-Fi 300FG.....	39

INDICE DE ANEXOS

ANEXO 1: TABLA DE JUICIOS CORRECTOS PARA ESTABLECER DIFERENCIA SIGNIFICATIVA EN PRUEBAS DÚO-TRÍO.....	45
ANEXO 2: FORMATO DE EVALUACIÓN SENSORIAL DE MAYONESA.....	46

RESUMEN DE TRABAJO

Se realizó un estudio sobre las aplicaciones de fibra cítrica Citri-Fi, importada de la empresa Fiberstar, en kekes, mermelada y mayonesa. Se hace referencia a los diversos usos de este producto en los diferentes segmentos de la industria, tales como panificación, jaleas - mermeladas y salsas - aderezos. En cada uno de los segmentos mencionados se evaluaron diferentes formulaciones con distintas sustituciones de algún componente. En el caso de kekes se realizó un reemplazo parcial de grasa con el fin de mejorar la calidad sensorial a lo largo de la vida útil; en las mermeladas se realizó un reemplazo parcial de pectina para definir si puede ser sustituible por la fibra; y en la mayonesa se reemplazó grasa de forma parcial con el fin de reducir calorías en el producto. En todos los casos, la fórmula base, sobre la cual se realizaron las modificaciones, fue utilizada como control para la evaluación sensorial realizada a los productos finales. Se demostró que la fibra cítrica tiene un buen desempeño como sustituto de grasa parcial en kekes y mayonesa, pudiéndose reducir con éxito un 25 por ciento de grasa en kekes y un 40 por ciento de grasa en mayonesa respecto al total utilizado en las fórmulas normales; también se demostró que esta fibra puede trabajar en mezcla con la pectina para dar resultados aceptables en formulación de mermeladas con reducción adicional de pulpa de fruta.

Palabras clave: fibra cítrica, keke, mayonesa, mermelada.

ABSTRACT

A study was carried out on citrus fiber applications Citri-Fi, imported from the company Fiberstar, in cakes, jam and mayonnaise. Reference is made to the various uses of this product in different segments of the industry, such as baking goods, jams and dressings. In each of the segments mentioned, different formulations with different substitutions of some component were evaluated. In the case of cakes, a partial fat replacement was performed in order to improve the sensory quality throughout the useful life; in the jams, a partial pectin replacement was made to define if it can be replaced by fiber; and in mayonnaise fat was partially replaced in order to reduce calories in the product. In all cases, the base formula, on which the modifications were made, was used as a control for the sensory evaluation performed on the final products. It was demonstrated that citrus fiber has a good performance as a substitute for partial fat in cakes and mayonnaise, being able to successfully reduce 25 percent fat in cakes and 40 percent fat in mayonnaise compared to the total used in normal formulas; It was also demonstrated that this fiber can work in mixture with the pectin to give acceptable results in formulation of jams with additional reduction of fruit pulp.

Keywords: citrus fiber, cake, mayonnaise, jam.

I. INTRODUCCION

El uso de ciertos aditivos es casi inevitable para mejorar el aspecto de los alimentos, conservarlos o aumentar su vida útil, haciendo que exista un mayor aprovechamiento de los mismos. Agregar aditivos a los alimentos es algo que con frecuencia causa controversia; algunos consumidores creen que todos son productos químicos, lo que les confiere la connotación de ser artificiales y, por lo tanto dañinos, tratándose especialmente de conservadores y colorantes. En realidad, sin ellos muchos alimentos no estarían disponibles a lo largo del año; otros no tendrían color, sabor, textura atractivos; a algunos les faltarían nutrimentos y otros más no soportarían el transporte de largas distancias, además, en muchos casos la falta de aditivos pondría en riesgo la inocuidad de los alimentos. Aunque aún existe mucho desconocimiento sobre el tema en la población general, la tendencia del mercado es hacia el consumo de alimentos de buena calidad, que utilicen aditivos naturales, de fácil preparación y conservación, y que no tengan efectos nocivos en la salud.

En el mercado existen diferentes fuentes de fibra como trigo, avena, entre otras, que presentan dentro de sus beneficios la mejora de procesos, la absorción de agua y la modificación de textura. La industria tiene un interés creciente en la utilización de las fibras naturales con fines tecnológicos, para impulsar el desarrollo de productos cada vez más saludable, acordes a las necesidades del mercado actual. El país importa diferentes marcas de fibra, de diversos orígenes, para utilizarlas con fines tecnológicos. Una de ellas es la fibra cítrica Citri-Fi de la marca Fiberstar, utilizada para el desarrollo de este trabajo.

Teniendo en cuenta lo antes indicado se ejecutó el trabajo profesional planteando los siguientes objetivos:

- Aplicar la fibra cítrica como aditivo en kekes, mermeladas y mayonesas.
- Evaluar los productos obtenidos con aplicación de fibra mediante la evaluación sensorial.

II. REVISION BIBLIOGRAFICA

2.1 FIBRA DIETARIA

Las fibras dietéticas son sustancias de origen vegetal, hidratos de carbono o derivados de los mismos, excepto la lignina que resisten la hidrólisis por las enzimas digestivas humanas y llegan intactos a colon donde algunas pueden ser hidrolizadas y fermentadas por la flora del colon. La fibra consta de dos fracciones (insoluble y soluble en agua) y sus propiedades vendrán determinadas por los porcentajes de estas fracciones. La fibra insoluble es escasamente fermentada y tiene un marcado efecto laxante y regulador intestinal, mientras que la fibra soluble es fermentada en alta proporción y sus principales propiedades se relacionan con la disminución del colesterol y glucosa en la sangre y desarrollo de la flora intestinal (Saura-Calixto y Larrauri, 1996).

Para que una fibra sea lo más completa posible en sus propiedades debe tener una composición equilibrada en fracción soluble e insoluble. Los cereales son ricos en fibra insoluble, mientras que las frutas y leguminosas contienen, especialmente las primeras, una mayor proporción de fibra soluble (Saura-Calixto, 1993).

2.1.1. PROPIEDADES FUNCIONALES

López *et al.* (1997) indican que las propiedades físico-químicas o funcionales de la fibra pueden agruparse en cuatro apartados:

- a. Propiedades de hidratación (solubilidad, hinchamiento, capacidad de retención y absorción de agua, viscosidad y gelación).
- b. Capacidad de intercambio iónico.
- c. Tamaño de partícula, densidad y características de superficie (porosidad y capacidad de adsorción de grasa).
- d. Adsorción de moléculas orgánicas.

a. PROPIEDADES DE HIDRATACIÓN

Las propiedades de hidratación dependen en gran medida de la naturaleza físico-química de los constituyentes de la fibra. La solubilidad, hinchamiento, capacidad de retención de agua y viscosidad de la fibra dietaria en los alimentos están determinadas fundamentalmente por su contenido de pectinas, gomas, mucílagos y hemicelulosas solubles, mientras que la celulosa, hemicelulosas insolubles, lignina y otros componentes relacionados con la fibra tienen una influencia limitada sobre estas propiedades. Esta diferencia es debida al mayor número de polisacáridos con grupos funcionales libres en los residuos de azúcares. Además de la naturaleza química de la fibra, las propiedades de hidratación también están determinadas por la estructura física de los polisacáridos que la forman, así como por el tamaño de partícula y peso molecular de los polisacáridos, forma y fuerza iónica, pH, temperatura y tipo de iones presentes en solución (López *et al.*, 1997).

Ramírez (1985) señala que la cocción, procesamiento y masticación de los vegetales destruyen su anatomía, pero subsiste la capacidad de la fibra para retener agua.

Diversos autores han informado que la capacidad de retención de agua de cada fibra depende de su estructura química y física y se afecta durante su separación en procesos tales como: extrusión, tiempo y temperatura de lavado y molienda del producto seco (Borroto *et al.*, 1995).

El procesamiento de los alimentos modifica la textura de los mismos, lo que se traduce en cambios de las propiedades funcionales de la fibra, influyendo de esta manera en su comportamiento cuando se encuentra formando parte de una solución. De forma genérica, la reducción del tamaño de partículas se traduce en un aumento de la capacidad de hinchamiento y de retención de agua, debido al incremento del área superficial de las partículas en contacto con el agua (López *et al.*, 1997).

b. CAPACIDAD DE INTERCAMBIO CATIONICO

López *et al.* (1997) indican que la reducción de la biodisponibilidad de determinados minerales y electrolitos debido a su adsorción y eliminación en las heces, constituye uno de los efectos adversos atribuidos tradicionalmente a la fibra dietaria.

El mismo autor señala que la disminución de la absorción mineral depende del tipo de fibra ingerido por el organismo y las condiciones del entorno gastrointestinal, puesto que su posible efecto sobre la biodisponibilidad mineral puede verse atenuado si se tiene en cuenta que la fibra dietaria soluble y especialmente las pectinas, son fermentadas en el colon, permitiendo la liberación de minerales como el hierro y el calcio.

c. TAMAÑO Y ESTRUCTURA DE PARTÍCULAS, DENSIDAD Y CARACTERÍSTICAS DE SUPERFICIE (POROSIDAD Y CAPACIDAD DE ADSORCIÓN DE GRASA)

Este grupo de propiedades funcionales determinan el comportamiento reológico de la fibra. La capacidad de adsorción de grasa está relacionado con la composición química, y el tamaño y área superficial de la partícula de fibra. La grasa queda atrapada en la superficie de la fibra principalmente mediante procesos mecánicos (López *et al.*, 1997).

d. ADSORCIÓN DE MOLÉCULAS ORGÁNICAS

Esta propiedad se basa en la capacidad que poseen algunos componentes la fibra para unir determinadas sustancias en el intestino, como ácidos y sales biliares, colesterol, drogas, compuestos tóxicos y carcinogénicos. La lignina, pectina y goma guar se han identificado como los componentes de la fibra con mayor capacidad para unir moléculas orgánicas *in vitro* (López *et al.*, 1997).

2.1.2. FUENTES DE FIBRA

La fibra dietaria está presente en los alimentos de origen vegetal: cereales, leguminosas, frutas, verduras, nueces y semillas de oleaginosas. Su contenido y composición varía en los diferentes alimentos, también en un mismo alimento puede diferir en su concentración

de fibra de acuerdo a su grado de madurez, refinación, tratamiento tecnológico (Pak, 2000).

Los cereales constituyen la principal fuente de fibra para el organismo, aunque son deficitarios en fibra soluble. Según Saura-Calixto (1995), las legumbres, frutas y verduras contienen fibra de mayor calidad, con una composición más equilibrada que incluye altos porcentajes de fracción soluble.

Saura-Calixto y Larrauri (1996) señalan las siguientes ventajas de las fibras de frutas respecto a la de cereales:

- Mayor contenido de fibra total y soluble.
- Composición más equilibrada.
- Menor contenido calórico.
- Menor contenido de ácido fítico.
- Mayor capacidad de retención de agua y aceite.
- Mayor fermentabilidad.
- Mayor versatilidad para un amplio rango de aplicaciones.

2.2 FIBRA CÍTRICA CITRI-FI

Este producto es fabricado por la empresa Fiberstar, de Estados Unidos, y comercializada a otros países por su amplia gama de aplicaciones en la industria de los alimentos.

Es un ingrediente funcional y natural, una fibra cítrica obtenida a partir de los sub-productos del proceso de extracción de jugo de naranja, como se observa en la figura 1. Se obtiene por métodos físicos, controlando temperaturas y presiones y se procesa mecánicamente para obtener un área superficial mayor.

Este producto es usado principalmente para adicionar humedad, controlar la migración de humedad, reemplazar grasa y para reducir costos en gran variedad de productos, mejora la calidad y el aspecto saludable de sus productos terminados.

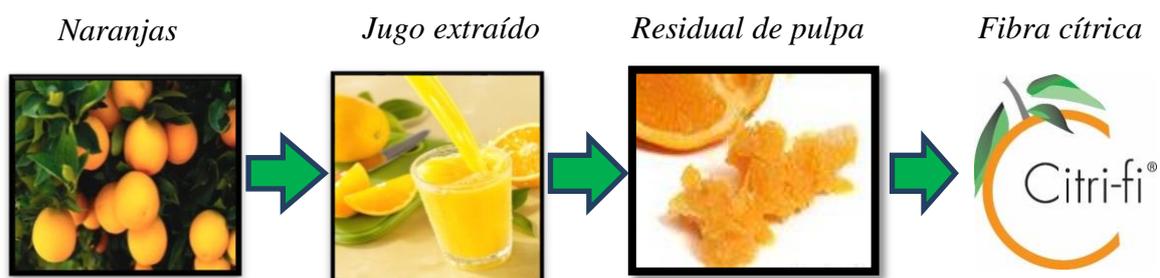


Figura 1: Origen de la fibra cítrica Citri-Fi.

2.2.1 COMPOSICIÓN DE FIBRA CÍTRICA CITRI-FI

Citri-Fi no se purifica, se deja intacta para preservar la fibra soluble, la fibra insoluble, la proteína y los azúcares. Debido al proceso patentado, las fibras, proteínas y lípidos solubles e insolubles permanecen intactos. La pectina es parte de la composición natural del producto. La composición del Citri-Fi se detalla en el cuadro 1.

Cuadro 1: Composición básica de la fibra cítrica Citri-Fi

COMPOSICIÓN DE CITRI-FI	
Grasa total	1.08%
Grasa saturada	0.30%
Carbohidratos	12.50%
Azúcares	7.36%
Proteínas	8.15%
Fibradietética	68.20%
Fibra soluble	33.30%
Fibra insoluble	34.90%
Humedad	7.42%
Cenizas	2.65%

FUENTE: Fiberstar (2015)

2.2.2 CLASIFICACIÓN DE FIBRA CÍTRICA CITRI-FI

En el cuadro 2 se detallan todos los productos que comercializa la empresa Fiberstar y la descripción de cada uno de ellos.

Cuadro 2: Principales productos de fibra cítrica Citri-Fi

LÍNEA DE PRODUCTO	DESCRIPCIÓN	VARIEDADES
Citri-Fi 100	Fibra cítrica	100, 100FG, 100M40
Citri-Fi 200	Fibra cítrica co-procesada con goma guar	200, 200FG, 200M40
Citri-Fi 300	Fibra cítrica co-procesada con goma xantán	300FG, 300M40
*Citri-Fi 125	Fibra cítrica (incluida la cáscara)	125FG, 125M40
TAMAÑO DE PARTÍCULA		
Polvo standard	Más del 95% pasa por malla de 30 mesh	
Polvo fino (FG)	Más del 95% pasa por malla de 100 mesh	
Micropolvo (M40)	Más del 95% pasa por malla de 200 mesh	

FUENTE: Fiberstar (2015)

2.2.3 BENEFICIOS DE USO DE FIBRA CÍTRICA CITRI-FI

La fibra cítrica Citri-Fi, en sus diferentes presentaciones, presenta una amplia gama de usos. En el cuadro 3, se detallan los diferentes beneficios de su aplicación, ya sea para reducir los costos de formulación, para mejorar la calidad del producto o para obtener productos más saludables.

Cuadro 3: Principales beneficios del uso de fibra cítrica Citri-Fi

BENEFICIOS PRINCIPALES	
Reducción de costos	Reducción de huevos
	Reducción de aceite/grasa
	Reemplazo de pectina
Mejora en la calidad	Incremento/ control de migración de humedad
	Emulsificante / estabilizante
	Espesante
	Retardo de sinéresis
	Mejora sensación (textura) en boca
Productos más saludables	Reducción de grasa/aceite
	Mejora la textura en productos libres de gluten
	Fuente de fibra dietaria

FUENTE: Fiberstar (2015)

2.3 APLICACIONES

2.3.1. INDUSTRIA DE KEKES

Según Fiberstar (2015), en la industria de kekes y bizcochos, la fibra cítrica Citri-Fi es empleada con la finalidad de:

- Mejorar la calidad del producto: Mejor textura, más humedad, vida útil más larga.
- Disminuir costos: Reemplaza otros ingredientes tales como grasas, aceites huevos, aumenta rendimientos.
- Mejorar la nutrición: Reduce grasas, calorías y colesterol.
- Lograr etiquetado limpio: Etiquetado como fibra cítrica o vegetal, sin números E.

La misma marca indica que los beneficios ya mencionado se pueden lograr de las siguientes formas:

- Reemplazando parcialmente el aceite/grasa.
- Reemplazando parcialmente huevo líquido pasteurizado de la fórmula.
- Añadiendo Citri-Fi y agua adicional a la fórmula para el control de humedad.

Fiberstar (2015), menciona que en productos de panificación se puede lograr una reducción de grasa de entre 20 y 40 por ciento utilizando dos líneas de Citri-Fi:

- Con la línea Citri-Fi 100 y Citri-Fi 100FG se puede reemplazar la grasa por hasta 8 partes de fibra cítrica y agua en una ratio de 1:7 partes.
- Con la línea Citri-Fi 200 y Citri-Fi 200FG se puede reemplazar la grasa por hasta 11 partes de fibra cítrica y agua en una ratio de 1:10 partes.

a. DEFINICIÓN DE PRODUCTO

Los kekes y kekitos son un tipo de bizcochos y deben cumplir con ciertos requisitos tanto físico-químicos como microbiológicos. La norma técnica peruana ITINTEC 206.002 (1981), define "Bizcocho" como un producto de consistencia blanda, de sabor dulce obtenido por amasamiento y cocimiento de masas, preparadas con harina y con uno o más de los siguientes elementos: levadura, leudantes, leche, féculas, huevos, sal, azúcar, agua potable, mantquilla, grasa comestibles y otros aditivos permitidos.

Los requisitos físico-químicos que exige la norma mencionada son: un máximo de 40 por ciento de humedad, un máximo de 0.7 por ciento de acidez y un máximo de 3.0 por ciento de cenizas.

b. INGREDIENTES PRINCIPALES

Los ingredientes principales para la elaboración de kekes son:

- **Harina**

Según la legislación peruana, la harina es el producto resultante de la molienda del grano de trigo (*Triticum vulgare*, *Triticum durum*) con o sin separación parcial de la cáscara (ITINTEC 205.027, 1986). La principal función de la harina es proporcionar la estructura al producto y ser el soporte para los demás ingredientes.

- **Sal**

Se conoce como sal comestible o simplemente sal, al cloruro sódico obtenido y conservado de forma que se pueda utilizar en la alimentación humana. Las funciones de la sal en la pastelería, citados por Calaveras (1996) son:

- Da sabor al producto. Además resalta los sabores de otros ingredientes como las masas dulces.
- Fortalece el gluten. Permite a la masa retener mejor el agua y el gas.
- Contrae y estabiliza el gluten de la harina. Facilitando así conseguir una pieza bien formada con miga que no se desmorone al cortar.
- Coadyuva a mantener la humedad de la pieza una vez que se ha salido del horno.

- **Huevos**

Según Potter (1973), los huevos además de contribuir con nutrientes, sabor y color; pueden ayudar a crear la estructura de los pasteles. Como el gluten, la clara de huevo es una mezcla de proteínas, forma películas y retiene el aire cuando se bate, al calentarse se coagula y produce rigidez. Estos son particularmente importantes cuando los huevos se combinan con cantidades proporcionalmente bajas de harina débil, como en el caso de la elaboración de pastel de ángel o esponja, donde el aire apresado dentro de la espuma de huevo es el principal agente de esponjamiento, ya que no se emplea polvo de hornear.

Tejeras (2004) señala que en las masas batidas ricas en huevo (magdalenas, bizcochos), la yema permite obtener una buena miga permitiendo mayor emulsión aumentando el volumen del batido, lo que repercutirá en mayor esponjamiento.

- **Azúcar**

Funciona como ablandador en los productos horneados. Además de dulzura, el azúcar también tiene la propiedad de retener humedad en los productos horneados (Calaveras, 1996).

Gracias a la propiedad higroscópica del azúcar, el alimento se puede conservar por más tiempo tierno. También ayuda a la rápida formación de la corteza, debido a la caramelización y a la reacción de Maillard entre azúcares reductores y las proteínas presentes (Potter, 1973).

- **Grasas**

Según Potter (1973), a diferencia de la harina y los huevos que forman la estructura y la endurecen, la grasa vegetal la ablanda. Muchas formulaciones requieren que se

bata la grasa para incorporar aire antes de combinarlas con los otros ingredientes. Cuando la masa se cuece en el horno, la grasa de manteca se derrite y libera las burbujas de aire que contiene, contribuyendo así la acción esponjadora del polvo de hornear y del vapor que está dilatando. Luego la grasa derretida se deposita alrededor de las paredes celulares de la estructura en proceso de coagulación, ablandando y lubricando la textura. El tamaño de las cavidades dentro de la estructura celular y volumen del pastel es afectado por el número y tamaño de las burbujas de aire y las gotitas de agua atrapadas dentro de la grasa batida. Éstos a su vez son determinados por la plasticidad de la grasa y el uso de emulsionantes.

La rancidez oxidativa, está caracterizada por el desarrollo de peróxidos y sus derivados, como aldehídos y cetonas. Sus efectos pueden incluir una simple pérdida de sabor agradable, sabor seboso y de sabores notablemente desagradables de aldehídos y cetonas de bajo peso molecular. Una sabor ácido (agrio) o a levadura puede desarrollarse como resultado de una contaminación por varios microorganismos indeseables (Andersen y Williams, 1965).

c. ELABORACIÓN DEL PRODUCTO

Madrid (1987) considera que las técnicas artesanales e industriales de elaboración de los productos de confitería, pastelería y bollería llevan consigo una serie de operaciones tales como: preparación de las materias primas; selección y mezcla de los ingredientes; adición de agua y otros productos auxiliares; pesado, división y moldeo por unidades o piezas; colocación de las piezas en envases o bandejas; tratamientos térmicos diversos; empaquetado o conservación para su exposición y venta; almacenamiento.

Las etapas más importantes en la elaboración de productos pasteleros y que determinan las características del producto final son el mezclado y el horneado, los cuales son descritos a continuación:

- **Mezclado**

Los métodos de mezcla en pastelerías según la US WHEAT ASSOCIATION (1990); mencionado por Paredes (1998) son:

- **Método de varias etapas**

Se usa sobre todo en batidos de alta proporción (alta cantidad de azúcar). Consiste en mezclar en varias etapas los ingredientes de una fórmula dada. En la primera, se incorporan los ingredientes secos y se mezclan durante 5 a 6 minutos; transcurrido este tiempo se incorporan los huevos y la leche y se continúa la mezcla durante 4 a 5 minutos más. En algunos casos se incorporan primero los ingredientes secos (a excepción de la harina), luego los ingredientes líquidos; y finalizada la mezcla se incorpora la harina poco a poco. Es recomendable utilizar velocidades altas al comenzar la mezcla disminuirla gradualmente hasta completar la mezcla total. Este método se usa a menudo en combinación con otros.

- **Método de cremado**

Consiste en unir la grasa, azúcar y la sal hasta obtener una buena uniformidad; de tal manera que se tornen suaves e incorporen aire en forma de finas celdas. Luego que se ha cremado el azúcar, grasa y sal se incorporan los huevos poco a poco hasta obtener la esponjosidad deseada. En las últimas etapas se añade alternadamente, el agua y la harina o se añade primero el líquido y luego la harina.

La metodología indica que en primer lugar se crema la grasa y el azúcar por 5 minutos y luego se añaden los huevos gradualmente por un tiempo aproximado de 3 a 5 minutos. Luego de la incorporación de los huevos se debe dar un tiempo adicional de batido de 2 a 3 minutos; en este periodo se puede añadir de $\frac{1}{2}$ a $\frac{2}{3}$ partes del líquido (leche o agua). En el último periodo y a velocidad lenta se añade la harina y el líquido restante, continuando la mezcla hasta obtener la incorporación total (aproximadamente 2 minutos más). Respecto al leudante, si la fórmula lleva polvo de hornear. Se debe mezclar con la harina, y si se usa soda, se debe cremar conjuntamente con el azúcar y la grasa.

• **Horneado**

Potter (1973) menciona que el horneado es un proceso de calentamiento en que ocurren muchas reacciones a diferentes velocidades. Entre ellas está la producción

y expansión de gases; la coagulación de gluten, de huevos y gelatinización de almidón; la deshidratación parcial debido a la evaporación del agua; el desarrollo de sabores; cambios de color debido a las reacciones tipo Maillard, entre leche, gluten y proteínas de huevo con azúcares reductores, y otros cambios de color de origen químico; formación de corteza debido a la deshidratación superficial, oscurecimiento de la corteza debido a reacciones tipo Maillard y caramelización de los azúcares.

La ICMSF (2001) señala que durante el horneado, la temperatura interna de la masa se aproxima o excede ligeramente los 100 °C. Cuando la miga alcanza los 98 °C se consigue el horneado óptimo; dichas especificaciones aseguran la eliminación de microorganismos vegetativos patógenos, por tanto no se espera la sobrevivencia de estos como *Bacillus cereus*, *Bacillus subtilis*, *S. aureus*, *E. coli*, *Salmonella* y mohos; provenientes de los materiales directos como el huevo entero en polvo, harina, azúcar, leche entera en polvo, margarina, manteca, pasas, aditivos, etc.

Además, Tejero (2004) recomienda realizar un nebulizado de microbicidas compuesto por propionato cálcico o sorbato potásico al 10 y 5 por ciento respectivamente, lo cual se rosea sobre la superficie de los kekes y kekitos para retardar el crecimiento de hongos en el producto.

d. DETERIORO DEL PRODUCTO

Los factores que influyen en el deterioro de los productos de pastelería son muchos; entre los más importantes se tiene: la pérdida de humedad y de peso, el enranciamiento del componente graso, daño físico por transporte y almacenamiento, retrogradación del almidón, deterioro por desarrollo de hongos, pérdida del aroma y sabor, los que conllevan a la expiración del producto. Al respecto, Tejero (2004) hace mención a lo siguiente:

- **Retrogradación del almidón**

Se menciona que la evolución de la consistencia de la corteza y la frescura de la miga se deben principalmente a los cambios con el agua y la retrogradación del almidón. El almidón del trigo está compuesto por amilopectina y por amilosa, siendo cuatro veces mayor el contenido de amilopectina. Durante la etapa de

cocción parte de la amilosa escapa de los gránulos de almidón, se disuelve en el agua y forma un gel bastante firme entre los gránulos de almidón hinchado del pan recién cocido. Con el tiempo esta amilosa recrystaliza a su forma original insoluble, se vuelve dura y quebradiza y reduce la esponjosidad de la miga. Por tanto, la retrogradación es el factor principal que influye en los cambios de la consistencia de la miga con el paso del tiempo. Al añadir emulgente suavizante, el comportamiento del almidón durante la cocción es diferente: cuando la temperatura llega a 55°C entran dichos aditivos en forma cristalina líquida reaccionando con la amilosa y formando un complejo helicoidal insoluble. Esta reacción eleva la temperatura de gelatinización de los gránulos de almidón, reduciéndose así la totalidad del almidón gelatinizado. Esto significa que el gel del almidón tiene menos amilosa y por ello la miga se mantiene más blanca y esponjosa. Luego entonces, está demostrado que los emulgentes disminuyen la retrogradación de parte del almidón y reducen la pérdida de agua de la proteína, retrasando así la formación de una estructura rígida de la misma, y proporcionando una miga más blanca y esponjosa durante un periodo más largo.

- **Enranciamiento de las grasas**

Puede definirse como la estimación organoléptica subjetiva de un olor desagradable que afecta la calidad de los productos, debido a la reacción del oxígeno atmosférico con determinados compuestos de los alimentos, formándose compuestos no deseables y altamente tóxicos.

- **Deterioro microbiológico**

Se menciona que la cantidad de agua en los productos de panificación y pastelería es factor decisivo para el crecimiento de hongos, aunque hay que tener en cuenta que los productos empaquetados aún calientes, así como las altas temperaturas ambientales y el grado de contaminación ambiental, favorecen el enmohecimiento del pan.

2.3.2. INDUSTRIA DE MERMELADAS

Fiberstar (2015) menciona que en la industria de mermeladas y jaleas, la fibra cítrica Citri-Fi puede ser empleada para:

- Desarrollar productos "todo natural", "100% de fruta" ó "sin aditivos".
- Mejorar la viscosidad o textura.
- Regular la humedad de los rellenos.
- Reemplazar pectinas.

Citri-Fi contiene aproximadamente 32 por ciento de pectina, que por naturaleza sigue en su forma natural altamente metoxilada. Bajo ciertas condiciones se pueden formar geles de azúcar-ácido. Los parámetros que pueden afectar esta formación son: el contenido de azúcar (°Brix), el valor del pH, la concentración de Citri-Fi y el contenido de pectina de las frutas.

a. DEFINICION DEL PRODUCTO

Se entiende por mermelada el producto preparado por cocción de frutos enteros, troceados o colados y azúcar hasta conseguir una consecuencia semifluida o espesa. Generalmente ello se logra al mezclar al menos 45 partes de fruta con 55 partes de azúcar (Madrid y Cenzano, 1994).

b. INGREDIENTES PRINCIPALES

Para la elaboración de mermeladas se requiere básicamente de cuatro ingredientes: fruta, sacarosa, ácido y pectina. En algunos casos se requerirá de agua y también de preservantes como sorbato de potasio o benzoato de sodio (Smith, 2007).

- **Fruta**

Es importante mencionar que no se puede fabricar una mermelada de buena calidad con una fruta que no es buena, como con frutas verdes o excesivamente maduras. La fruta no madura rara vez tiene las características aromáticas y el color de la fruta bien madura, y es frecuente que su pectina no sea adecuada para los fabricantes de mermelada. En efecto, la pectina se solubiliza y su disponibilidad aumenta a medida que la fruta madura. La fruta excesivamente madura suele ser poco aromática y es proclive al deterioro microbiológico. Además, las enzimas habrán degradado su pectina y desintegrado su estructura (Arthey, 1996).

- **Edulcorante**

El más usado es la sacarosa, o azúcar blanca, bien como producto seco o jarabe. Pueden utilizarse igualmente otros edulcorantes, como jarabes ricos en azúcar invertido o fructosa. Estos jarabes deben utilizarse con precaución, porque el contenido en azúcar invertido del producto final puede afectar a la gelificación y a la cristalización potencial, especialmente en las mermeladas de contenido en sólidos solubles totales más altos (como las mermeladas para productos horneados) (Arthey, 1996).

- **Pectina**

Normalmente para una elaboración a escala industrial de mermelada, también se utiliza algún agente gelificante como un ingrediente más, con el objetivo de tener una textura estandarizada. El agente gelificante más comúnmente usado es la pectina, que es un compuesto que se encuentra naturalmente en las frutas. Esta sustancia es el cemento que une las células vegetales; cada variedad de fruta tiene diferente contenido y calidad de la misma. Esta es una de las razones por la que ciertas mermeladas tienen más consistencia y otras menos. Las cantidades de pectina que se usan comúnmente fluctúan entre 0,5 y 1 por ciento del peso total del producto (Holdsworth, 1988).

c. **DETERMINACION DEL PUNTO FINAL**

Contardi (2008) indica que cuando la mermelada está por alcanzar el punto, se observa una serie de cambios: es más espesa, cuesta más revolver, se despega de los bordes de la olla, aparece una fina espuma en la superficie. Existen diferentes métodos para determinar le punto final de la mermelada:

- **"Método de la prueba de agua"**: tomar un vaso de vidrio, llenar de agua hasta la mitad y dejar caer una gota: si la gota llega entera hasta el fondo la mermelada alcanzó punto; si la gota al tocar la superficie del agua se desarma en el recorrido, le falta punto.
- **"Control por temperatura"**: el punto final se obtiene cuando la temperatura alcanza alrededor de 105 – 106°C.

- **“Control sólidos solubles”**: cuando alcanza los 65°Brix. Se mide con refractómetro.

2.3.3. INDUSTRIA DE SALSAS - MAYONESA

Según Fiberstar (2015), en la industria de kekes y bizcochos, la fibra cítrica Citri-Fi es empleada con la finalidad de:

- Mejorar la calidad del producto reduciendo sinéresis, mejorando la estabilidad y mejorando la textura.
- Disminuir costos al remplazar los ingredientes más caros como aceite, grasa, huevos, estabilizantes y emulsificantes.
- Mejorar la nutrición reduciendo grasas, calorías y colesterol.
- Lograr etiquetado limpio al sustituir los productos químicos, estabilizantes y emulsificantes.

La misma marca indica que los beneficios ya mencionado se pueden lograr de las siguientes formas:

- Reemplazando de emulsificantes y estabilizantes sintéticos con Citri-Fi.
- Reemplazando parcial de aceite y huevos con Citri-Fi y agua extra.
- Uso Citri-Fi para controlar la humedad, emulsificar y estabilizar fórmulas.

Para el caso de mayonesa, la sustitución de aceite/grasa va del 10 al 50 por ciento. Para el reemplazo de aceite se añade agua adicional de 7 a 11 veces el peso de Citri-Fi (Fiberstar, 2015).

a. DEFINICION DEL PRODUCTO

La mayonesa es una emulsión aceite en agua, constituida básicamente por aceites vegetales comestibles, huevo o yema de huevo, vinagre y jugo de limón (García *et al.*, 1988).

La emulsión se forma mezclando lentamente el aceite con una pre-mezcla consistente de huevo, vinagre y mostaza, porque almezclar el aceite de una sola vez con la fase acuosa resultaría la formación de una emulsión agua-en-aceite (Liu *et al.*, 2006).

La mayonesa tiende a ser más inestable que muchas otras emulsiones alimentarias debido a la gran cantidad de aceite emulsificado en relación a una cantidad de agua relativamente pequeña (García *et al.*, 1988). El elevado contenido de aceite hace que el número de gotas emulsionadas sea muy elevado y que estén relativamente cerca una de otras. La distancia de separación entre las gotas depende de las fuerzas de atracción de Van der Waals y fuerzas de repulsión tanto electrostáticas como estéricas. El compacto empaquetamiento de las gotas de aceite justifica su consistencia (Gallegos *et al.*, 1988).

b. INGREDIENTES PRINCIPALES

Los ingredientes utilizados para la elaboración de mayonesas son:

- **Aceite**

Es recomendable el uso de aceite de origen vegetal, especialmente maravilla y soya. Este ingrediente imparte las características de textura y recubrimiento bucal y tiene un importante rol en la estabilidad del sabor y la vida útil del producto (González, 1997).

- **Huevo**

La yema de huevo es un emulsificador alimenticio muy efectivo y por lo tanto, ampliamente utilizado, especialmente en la preparación de mayonesa, aderezos para ensaladas y salsas (Guilmineau y Kulozik, 2007).

Desde el punto de vista estructural, la yema de huevo es una dispersión de lipoproteínas de baja densidad y gránulos insolubles en una solución acuosa de glicoproteínas solubles llamadas livetinas. En la yema de huevo nativa, los gránulos consisten en un complejo de lipoproteínas de alta densidad y fosfoproteínas llamadas fosvitinas, que se unen por medio de puentes fosfocálcicos. Por otro lado, las proteínas de baja densidad consisten de un núcleo de lípidos rodeados por una capa interfásica de fosfolípidos y proteínas llamadas las apoproteínas de baja densidad (Guilmineau y Kulozik, 2007).

- **Vinagre**

Actúa como preservante contra alteraciones microbiológicas y coagula las proteínas de la clara de huevo, estabilizando la espuma. Por otra parte, el vinagre contribuye a acentuar el sabor del producto (González, 1997).

- **Mostaza**

La mostaza es añadida por su contribución de sabor, pero también por su contribución a la estabilización de la emulsión. Los aderezos contienen generalmente mostaza en polvo como un efectivo emulsificante. Añadiendo pocas cantidades de mostaza en polvo (0,5%) se incrementa la estabilidad de la emulsión (Friberg *et al.*, 2004).

- **Goma guar**

La goma guar forma dispersiones coloidales cuando es hidratada en agua fría. Debido a su carácter no-iónico, es compatible con diversas sales en un amplio rango de concentraciones, además esta propiedad le permite una alta estabilidad en un amplio rango de pH (1,0 – 10,5) (González, 1997).

c. **EMULSION**

Una emulsión es una suspensión de una fase en otra en que es inmisible. Una de las fases, la fase dispersa, existe como gotas discretas suspendidas en la segunda, llamada fase continua; además existe una capa interfásica entre las dos fases, que es ocupada por un material surfactante. Hay tres tipos principales de emulsiones que son importantes en alimentos, las emulsiones aceite-en-agua, agua-en-aceite y agua-en-aceite-en-agua (Friberg *et al.*, 2004).

Debido a la tensión interfásica entre el aceite y el agua, cualquier emulsión procurará minimizar la energía interfásica haciendo el área interfásica entre el aceite y el agua lo más pequeña posible. En la ausencia de surfactantes, esto es logrado por la coalescencia de las gotas de aceite, para dar capas separadas de aceite y agua. La presencia de moléculas surfactantes adsorbidas disminuye la tensión interfásica entre las fases de aceite y agua, de manera que la fuerza motriz para la coalescencia es reducida. Muchos surfactantes no reducen simplemente la tensión superficial, sino que inhiben activamente

la coalescencia alterando las propiedades viscoelásticas de la interfase. El material absorbido puede también impedir el encuentro cercano de las gotas de aceite provocando que las superficies tengan suficiente carga para entre sí o creando una capa superficial extendida, que también impide el acercamiento. Así, aunque las emulsiones tienden a considerarse como termodinámicamente inestables, es posible, mediante el uso adecuado de surfactante, controlar la cinética de desestabilización y producir emulsiones con una larga vida útil (Friberg *et al.*, 2004).

d. REDUCCION DE GRASA

Cuando se desarrolla un producto donde la reducción del contenido graso se lleva a cabo mediante un sustituto graso, es de considerable importancia conocer o establecer las características físicas y químicas de los ingredientes funcionales utilizados; las posibles interacciones con otros componentes del alimento y las implicaciones que pueden existir para las operaciones del procesado (Roller y Jones, 1996).

Cambiar el contenido graso de un producto puede tener un impacto significativo en las características sensoriales, ya que los atributos principales pueden ser afectados (apariencia, sabor, sensación bucal, y textura). La magnitud del impacto dependerá del tipo y estructura del producto, del alcance de la reducción de grasa, y de la precisión de las medidas tomadas para compensar los efectos de la reducción de la grasa en la reformulación o proceso de modificación. Además, la reducción de la grasa puede tener un efecto profundo en la estabilidad física de un producto. Uno de los roles importantes de los sustitutos grasos, por lo tanto, es su habilidad para mantener la estabilidad física mientras que al mismo tiempo proveen calidad aceptable en términos sensoriales (Roller y Jones, 1996).

III. DESARROLLO DEL TEMA

3.1. LUGAR DE REALIZACIÓN

El trabajo profesional se realizó en las instalaciones del laboratorio de investigación y desarrollo del departamento de alimentos de la empresa Química Suiza Industrial del Perú SA, ubicada en el distrito de La Victoria.

3.2. MATERIALES Y MÉTODOS

3.2.1. MATERIALES

a. Para pruebas en keke

- **Insumos:** harina pastelera especial, núcleo de keke granomix, azúcar blanca, aceite vegetal, clara de huevo en polvo, Citri-Fi 100FG, suero de leche en polvo, polvo de hornear, sorbato de potasio, esencia de naranja, sal, color amarillo huevo y agua.
- **Envases:** bolsas de polietileno.
- **Utensilios:** balanza, batidora, cernidor, moldes para kekitos y horno.

b. Para pruebas en mermelada

- **Insumos:** fresas, azúcar, ácido cítrico, pectina APC104 HM Slow set, Citri-Fi 100, Citri-Fi 100FG y sorbato de potasio.
- **Envases:** frascos de vidrio con tapa.
- **Utensilios:** balanza, olla de acero, cuchara, termómetro y cocina.

c. Para pruebas en mayonesa

- **Insumos:** aceite vegetal, huevo, azúcar, sal, mostaza, pimienta, vinagre, jugo de limón, Citri-100, Citri-Fi 100FG, Citri-Fi 300FG, Citri-Fi 300M40 y agua.
- **Envases:** frascos de vidrio con tapa.

- **Utensilios:** balanza y licuadora.

3.2.2. MÉTODOS DE EVALUACIÓN

a. Para pruebas en keke

Para la comparación del producto terminado se realizó una evaluación sensorial, se llevó a cabo pruebas dúo-trío para determinar diferencia significativa entre muestras, las pruebas fueron realizadas por un panel entrenado de 16 jueces.

b. Para pruebas en mermelada

Durante la preparación de la mermelada se midió:

- Sólidos solubles con un Refractómetro Refractro30GS de la marca Mettler Toledo. Método refractométrico, citado por Lees (1982).
- pH con un potenciómetro SevenEasy de la marca Mettler Toledo. Método electrométrico, mediante el uso del pHmetro, sugerido por Lees (1982).

Para la comparación del producto terminado se realizó una evaluación de características físicas.

c. Para pruebas en mayonesa

Para la comparación del producto terminado se realizó una evaluación sensorial, se llevó a cabo con un panel entrenado de 7 jueces. Se realizó un perfil descriptivo, con una escala lineal no estructurada de 10 cm de longitud.

3.3. APLICACIÓN EN KEKE

Se evaluaron durante el tiempo de vida útil del producto, dos formulaciones de kekitos con reducción de 20 y 25 porciento de grasa y aplicando el mismo tipo de fibra cítrica a ambas formulaciones.

3.3.1. FLUJO DE OPERACIONES PARA ELABORAR KEKES UTILIZANDO FIBRA CÍTRICA.

En kekes se realizó un sustitución parcial de grasa de 20 y 25 por ciento con aplicación de Citri-Fi 100FG. En la figura 2 se muestra el flujo de operaciones seguido para elaborar los kekes con fibra a nivel laboratorio.

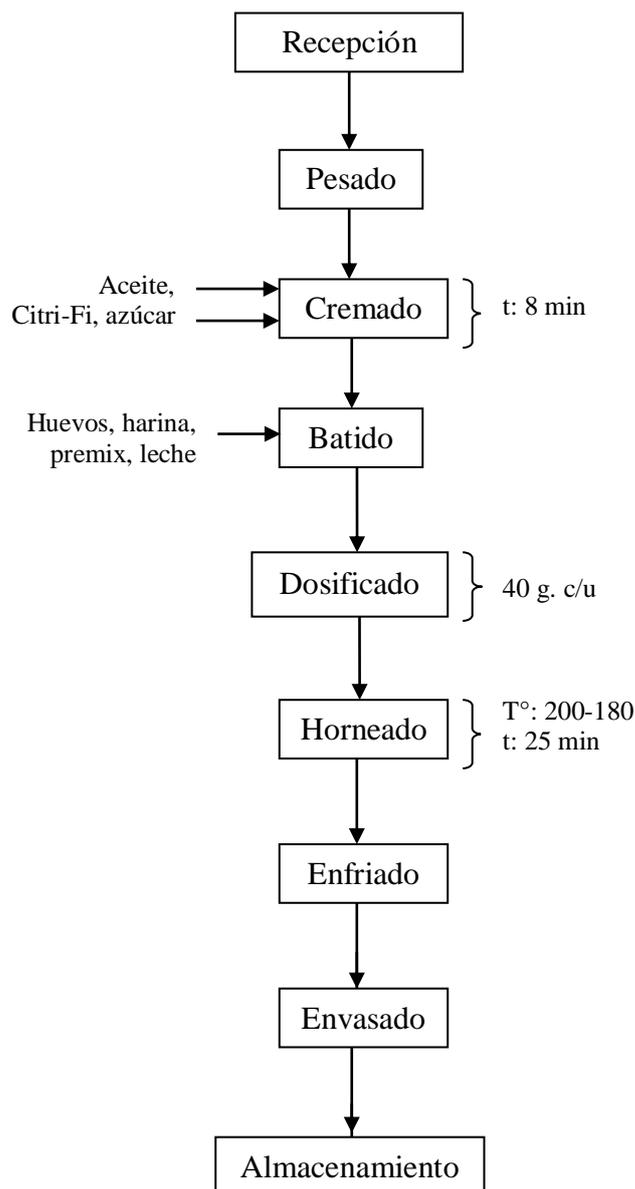


Figura 2: Flujo de operaciones para elaborar kekes utilizando fibra cítrica.

- a. **Recepción:** se recibieron las materias primas y se almacenaron conservándose en sus propios envases o contenedores hasta el momento de su utilización, procurando

mantenerlas en lugares frescos y poco húmedos. Los productos como margarina y huevos, se guardaron refrigerados.

- b. **Pesado:** se pesaron los insumos de acuerdo a cada una de las formulaciones detalladas en el cuadro 4.

Cuadro 4: Fórmula de kekitos sabor naranja con 20 y 25% de reducción de grasa

INSUMOS	PRODUCTO PATRÓN (KG)	REDUCCIÓN 20% GRASA (KG)	REDUCCIÓN 25% GRASA (KG)
Polvo de hornear	0.07	0.07	0.07
Aceite vegetal	4.00	3.20	3.00
Citri Fi 100FG	-	0.11	0.14
Agua	-	0.69	0.86
Sorbato de potasio	0.03	0.03	0.03
Esencia de naranja	0.06	0.06	0.06
Clara de huevo en polvo	0.60	0.60	0.60
Harina pastelera especial	9.00	9.00	9.00
Granomix núcleo de keke	1.39	1.39	1.39
Azúcar blanca	7.00	7.00	7.00
Maizena	1.39	1.39	1.39
Suero de leche en polvo	0.48	0.48	0.48
Sal de mesa	0.06	0.06	0.06
Color amarillo huevo	0.01	0.01	0.01

El peso de la grasa reducida fue reemplazado por una parte de Citri-Fi 100FG y seis partes de agua adicional. Si bien Fiberstar (2015) indica que es posible reemplazar la grasa hasta con 1 parte de Citri-Fi 100FG y siete partes de agua para reducir los costos, se decidió trabajar con una fórmula menos exigente debido a que el objetivo principal era reducir grasa sin afectar las características sensoriales del producto.

El porcentaje de reducción de grasa se realizó con el mínimo de grasa a reducir para evitar cambios de sabor, ya que por experiencias pasadas una reducción de 40 por ciento de grasa, porcentaje máximo recomendado por Fiberstar, genera cambios en el sabor (Boletín empresarial QSI del Perú, 2016).

- c. **Cremado:** la grasa se depositó en una batidora con el Citri-Fi 100FG y se batió por 4 minutos, luego se agregó el azúcar y se batió 4 minutos más. El aceite se trabajó a 20° C debido a que Gallegos (2003) indica que las mejores temperaturas de cremado de las grasas se consiguen entre 20 y 25 °C, para lograr la incorporación de aire en forma fina.
- d. **Batido:** una vez cremada la grasa, se agregaron los demás insumos en el siguiente orden: sal, huevos, harina con premix, leche y finalmente los saborizantes y leudantes.
- e. **Dosificado:** la mezcla contenida en la batidora se vertió en moldes previamente engrasados, el vertido se realiza por gravedad, se colocaron 40 gramos de masa en cada molde individual.
- f. **Horneado:** la mezcla se horneó en un horno a temperatura inicial de 200° C, bajando paulatinamente la temperatura hasta 180 °C para que a corteza no se endurezca, según lo experimentado por Gallegos (2003).
- g. **Enfriado:** se sacaron los kekes del horno y se dejaron enfriar a temperatura ambiente.
- h. **Envasado:** luego de que los kekes se enfriaron, se envasaron en bolsas de polietileno.
- i. **Almacenamiento:** el producto terminado se almacenó en un lugar fresco durante dieciocho días para ser evaluado en dos fechas distintas, a los nueve y a los dieciocho días.

3.3.2. EVALUACIÓN DE FORMULACIONES DE KEKES

Para evaluar el desempeño de la fibra cítrica en la reducción de grasa en kekitos, los productos terminados fueron sometidos a evaluación sensorial. Se realizó una prueba discriminante dúo-trío a los 9 días de elaborado el producto (a la mitad de la vida útil) y otra a los 18 días de elaboración (al final de la vida útil).

En cada una de las fechas la evaluación se realizó con 16 jueces entrenados quienes realizaron una prueba de kekes con reducción de 20 por ciento de grasa frente al patrón y otra prueba de kekes con reducción del 25 por ciento de grasa frente al patrón.

En cada prueba recibieron una muestra codificada con P de muestra patrón y dos muestras adicionales codificadas con códigos de 4 dígitos (una de las muestras fue el patrón oculto). La codificación que se utilizó se muestra en el cuadro 5.

Cuadro 5: Codificación de las muestras de kekitos

CODIFICACIÓN PARA MUESTRAS CON 20% DE REDUCCIÓN DE GRASA		
Alternativas de kekitos	Código de evaluación (a los 9 días)	Código de evaluación (a los 18 días)
Kekitos Patrón	P	P
Kekitos con reducción de 20%	5383	1277
Kekitos con patrón codificado	3431	8540
CODIFICACIÓN PARA MUESTRAS CON 25% DE REDUCCION DE GRASA		
Alternativas de kekitos	Código de evaluación (a los 9 días)	Código de evaluación (a los 18 días)
Kekitos Patrón	P	P
Kekitos con reducción de 25%	2614	7245
Kekitos con patrón codificado	6709	3082

Los resultados de las pruebas dúo-trío se muestran en el cuadro 6 para la evaluación a los 9 días de producido y en el cuadro 7 para la evaluación a los 18 días de producido. En ambos cuadros se evalúa si existe diferencia significativa entre la muestra patrón frente a la muestra con reducción de 20 por ciento de grasa y si existe diferencia significativa entre la muestra patrón y la muestra con reducción del 25 por ciento de grasa.

Cuadro 6: Resultados de evaluación Dúo-trío en kekitos con reducción de grasa de 20 y 25% a los nueve días de producción

JUECES	REDUCCIÓN 20%		REDUCCIÓN 25%	
	SI*	NO*	SI*	NO*
1		X	X	
2	X		X	
3	X			X
4	X		X	
5		X	X	
6	X		X	
7		X		X
8		X		X
9	X		X	
10	X		X	
11	X		X	
12		X	X	
13	X			X
14		X		X
15		X		X
16		X	X	
Total: 16	8	8	10	6

*SI Respuesta correcta (acertaron la muestra igual a P)

*NO Respuesta incorrecta (no acertaron la muestra igual a P)

El número de juicios positivos para establecer diferencia significativa en una prueba dúo-trío con 16 panelistas es igual o mayor a 12, por lo que no hay diferencia significativa entre muestras.

Cuadro 7: Resultados de evaluación Dúo-trío en kekitos con reducción de grasa de 20 y 25% a los dieciochodías de producción

JUECES	REDUCCION 20%		REDUCCION 25%	
	SI*	NO*	SI*	NO*
1	x		x	
2	x		x	
3		x	x	
4	x		x	
5	x		x	
6	x		x	
7	x			x
8		x	x	
9	x		x	
10	x		x	
11	x		x	
12		x	x	
13	x		x	
14	x		x	
15	x			x
16	x		x	
Total: 16	13	3	14	2

*SI Respuesta correcta (acertaron la muestra igual a P)

*NO Respuesta incorrecta (no acertaron la muestra igual a P)

El número de juicios positivos para establecer diferencia significativa en una prueba dúo-trío con 16 panelistas es igual o mayor a 12, por lo que se determinó que tanto la muestra con reducción de 20 por ciento de grasa como la muestra con reducción de 25 por ciento de grasa presentan diferencia significativa frente al patrón hacia el final de la vida útil del producto. Por esta razón fue necesario realizar una prueba de preferencia entre las muestras.

Cuadro 8: Resultados de prueba de preferencia entre el patrón y las muestras con reducción de grasa del 20 y 25%

MUESTRA	PORCENTAJE DE PREFERENCIA
Muestra patrón	19%
Muestra con reducción de 20% de grasa	37%
Muestra con reducción de 25% de grasa	44%

La muestra de mayor preferencia por los jueces fue la muestra con reducción de grasa de 25 por ciento, seguida por la muestra con reducción de grasa de 20 por ciento.

Los jueces indicaron que la muestra seleccionada como la de mayor preferencia presentaba mayor frescura que las otras, sintiéndose más suave y húmedo en la boca.

En la figura 3 se puede visualizar que entre la muestra patrón y la muestra con reducción de 25 por ciento de grasa no existe diferencia de apariencia.

Los kekes elaborados con fibra cítrica presentan mejores características sensoriales al final de la vida útil, permitiendo extender la calidad sensorial por más tiempo.



Muestra patrón



Muestra reducción (25%)

Figura 3: Muestras de kekitos patrón y muestra con Citri-Fi reducción 25%.

3.4. APLICACIÓN EN MERMELADA

En mermeladas se evaluaron tres formulaciones reducidas en pulpa y con diferentes porcentajes de reducción de pectina, a dos de esas formulaciones se les aplicó un tipo de fibra cítrica.

3.4.1. FLUJO DE OPERACIONES PARA ELABORAR MERMELADA UTILIZANDO FIBRA CÍTRICA

En la figura 4 se muestra el flujo de operaciones seguido para elaborar mermelada de fresa con el aditivo en mención a nivel laboratorio.

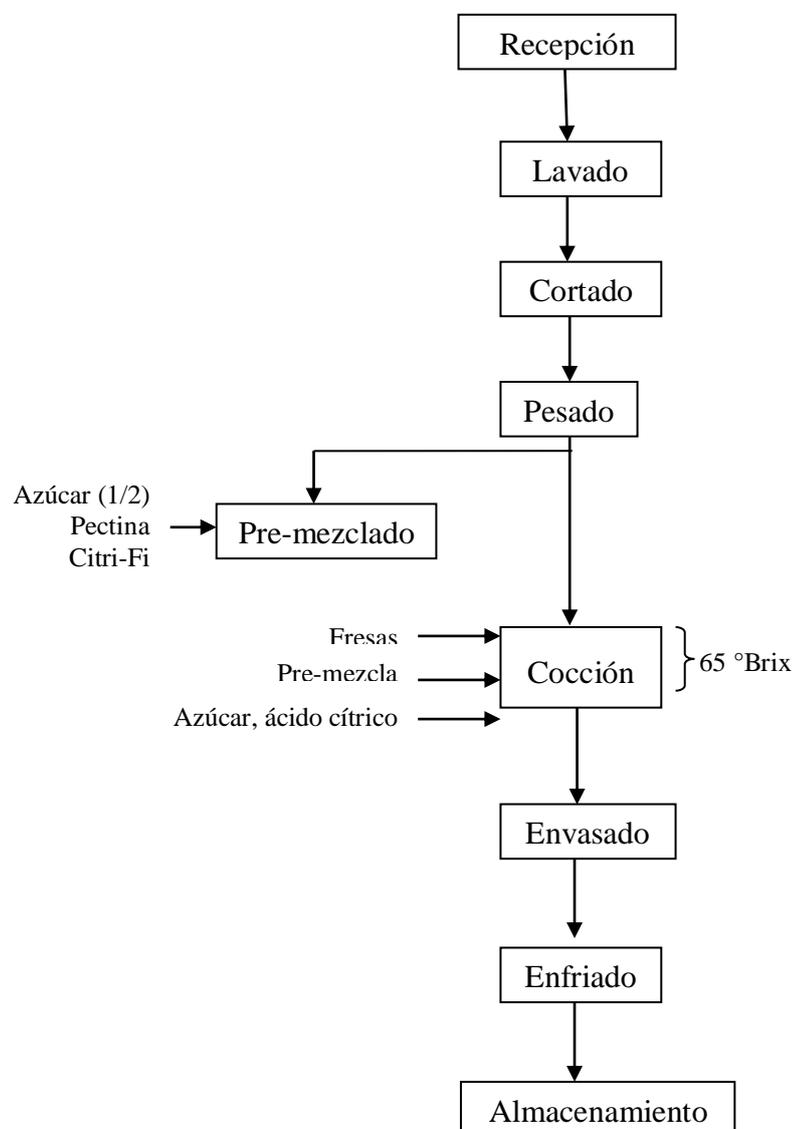


Figura 4. Flujo de operaciones para elaborar mermelada utilizando fibra cítrica.

- a. **Recepción:** se recibieron fresas y se almacenaron en refrigeración. Los demás insumos se mantuvieron a temperatura ambiente.
- b. **Lavado:** se lavó las fresas con abundante agua potable para ayudar a eliminar impurezas externas.
- c. **Cortado:** en esta etapa de acondicionamiento se cortó las hojas de las fresas.
- d. **Pesado:** se pesaron los insumos de acuerdo a cada una de las formulaciones detalladas en el cuadro 9. Dichos pesos corresponden a un porcentaje referencial que se detalla en el cuadro 10.

Cuadro 9: Formulación de mermelada de fresa con diferentes porcentajes de pectina / Citri-Fi

INSUMOS	FÓRMULA PATRÓN (A)	FÓRMULA (B)	FÓRMULA (C)	FÓRMULA (D)
Pulpa de Fresa	250.00 g (47%)	221.81 g. (42%)	221.81 g. (42%)	221.81 g. (42%)
Azúcar blanca	250.00 g	255.00 g.	255.00 g.	255.00 g.
Pectina APC104 HM Slow set pectin	2.50 g	1.55	1.11 g.	1.11 g.
Ácido cítrico	0.50 g	0.44 g.	0.44 g.	0.44 g.
Sorbato de Potasio	0.125 g	0.11 g.	0.11 g.	0.11 g.
Fibra cítrica Citri-Fi 100	-	-	-	6.34 g.
Fibra cítrica Citri-Fi 100FG	-	5.28 g.	6.34	-
Agua	25.00 g.	43.32 g.	8.203	43.32 g.
TOTAL	528.13 g	528.13 g	528.13 g	528.13 g

Cuadro 10: Porcentajes referencia utilizados en la formulación de mermelada de fresa

INSUMOS	FÓRMULA PATRÓN (A)	FÓRMULA (B)	FÓRMULA (C)	FÓRMULA (D)
Pulpa de Fresa	100 %	Reducción 5% sobre el porcentaje en fórmula de la fruta		
Pectina APC104 HM Slow pectin	1% en base a peso fruta	0.7% en base a peso fruta	0.5% en base a peso fruta	0.5% en base a peso fruta
Fibra cítrica	0%	1.0% en base a peso fórmula	1.2% en base a peso fórmula	1.2% en base a peso fórmula

- e. **Pre-mezclado:** se realizó una pre-mezcla con la mitad del azúcar de la fórmula y el total de pectina y fibra cítrica para lograr la correcta dispersión de los mismos.
- f. **Cocción:** se colocó la pulpa en una olla, se llevó a cocción a fuego lento a 85 °C por 10 minutos. Luego se agregó una parte de azúcar y ácido cítrico, se llevó a ebullición y se agregó la pre-mezcla de azúcar, pectina y Ciri-FI. Se coció hasta determinar el punto final midiendo el °Brix del producto, una vez alcanzados los 65°Brix, se retiró del fuego. Se realizó la medición de °Brix para determinar el punto final del producto, debido a que es una de las metodologías indicadas por Contardi (2008).
- g. **Envasado:** se envasó en caliente a 90 °C, se tapó los frascos y se invirtieron para lograr que el producto caliente esterilice la parte superior del envase y la tapa, como lo indican Cheftel y Cheftel (1980).
- h. **Enfriado:** se enfriaron los frascos con el uso de ducha de agua fría. Luego del enfriado se realizó la medición del pH dando un valor de alrededor de 3.4.
- i. **Almacenamiento:** se almacenaron hasta la realización de su evaluación.

3.4.2. EVALUACION DE FORMULACIONES DE MERMELADA

Para definir cuál de las formulaciones fue la más adecuada para el reemplazo parcial de pectina, se evaluaron las siguientes características en el producto terminado: la apariencia, la consistencia, el sabor y la textura en boca. Los resultados de esta evaluación se muestran en el cuadro 11.

Cuadro 11: Resultados de evaluación de diversas características en formulaciones de mermelada de fresa

FÓRMULA	COLOR	SABOR	TEXTURA EN BOCA	CONSISTENCIA	DESCRIPCIÓN GENERAL
Patrón	Rojo intenso, translúcido, con brillo	Característico	Limpia, con partículas sólo de la frutas	Buena consistencia, resistente a fluir	Buena gelificación, buen color y sabor, textura agradable
Fórmula B	Rojo intenso, translúcido, con brillo	Ligeramente menos intenso que el patrón	Muy similar al patrón, ligera sensación de partículas finas	Buena consistencia, resistencia a fluir	Buena gelificación y color, sabor ligeramente menos intenso, partículas muy finas en boca
Fórmula C	Rojo poco intenso, translúcido, con brillo	Ligeramente menos intenso que el patrón	Textura muy ligera y algo más terrosa que el patrón	Mala consistencia, fluye con facilidad	Mala gelificación, color tenue, sabor poco menos intenso, textura ligeramente terrosa
Fórmula D	Rojo pálido, ligeramente opaca, poco brillo	Menos intenso que el patrón	Textura terrosa, con partículas detectables	Buena consistencia, no fluye con facilidad	Buena gelificación, color intenso pero opaco, sabor menos que el patrón, textura terrosa.

Del cuadro 11 se obtiene que la fórmula D no es una buena sustitución para la pectina debido a que brinda al producto una textura terrosa desagradable para el consumir y un color que no es llamativo. La fórmula C tampoco es una buena alternativa, ya que si bien presenta una textura más agradable, el producto queda muy ligero sin la consistencia adecuada de una mermelada.

La formulación B, con 0.7 por ciento de pectina en base al peso de la fruta y 1.0 por ciento de Citri-Fi 100FG en base al peso total de la fórmula, es la que presenta las características más similares a una mermelada patrón. Sin embargo, aún sería necesario hacer algunos ajustes de sabor y de porcentaje de Citri-Fi para lograr una formulación correcta.

En la figura 5 se muestran las imágenes de las mermeladas realizadas, no se considera la formulación D porque fue la que más difiere del patrón

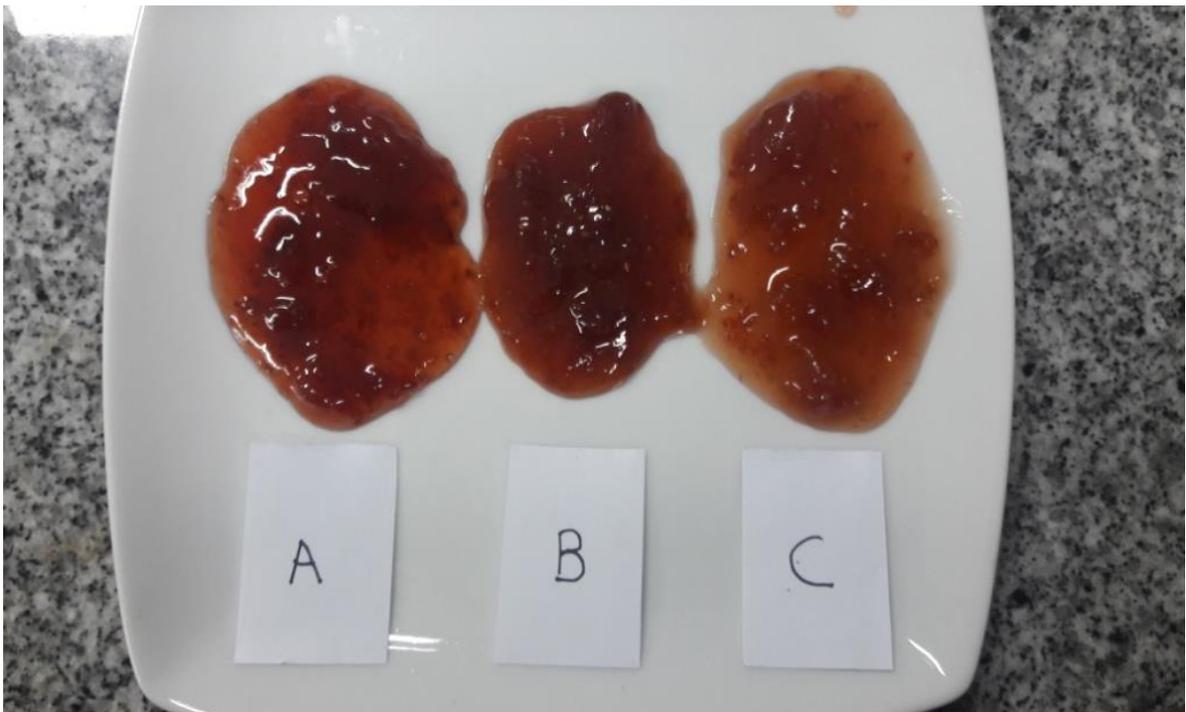


Figura 5: Formulaciones de mermelada patrón de fresa y alternativas con aplicación de Citri-Fi.

3.5. APLICACIÓN EN MAYONESAS

En el caso de las mayonesas se evaluaron cuatro formulaciones con reducción del 40 por ciento de grasa referente al peso de la grasa utilizada en la fórmula patrón. En cada una de las formulaciones se aplicó un tipo diferente de Citri-Fi. Luego las muestras se sometieron a una evaluación descriptiva para evaluar su funcionamiento.

3.5.1. FLUJO DE OPERACIONES PARA ELABORAR MAYONESA UTILIZANDO FIBRA CÍTRICA

En la figura 6 se muestra el flujo de operaciones seguido para elaborar mayonesa con el aditivo en mención a nivel laboratorio.

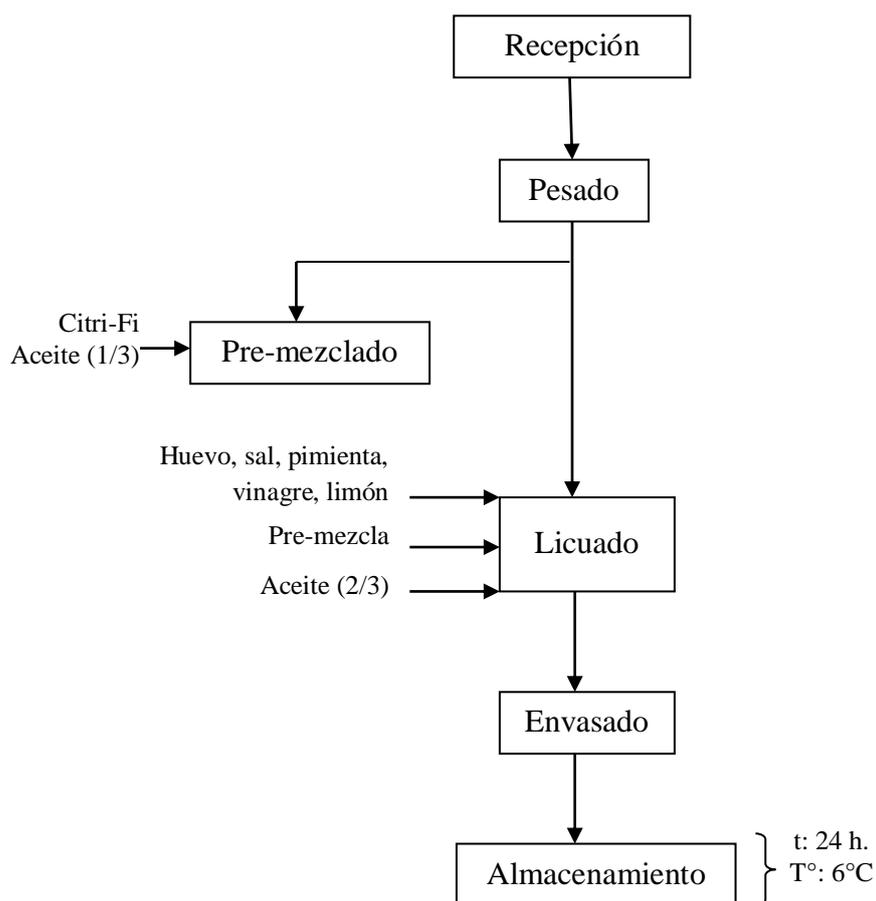


Figura 6: Flujo de operaciones para elaborar mayonesa utilizando fibra cítrica.

- a. **Recepción:** se recibieron las materias primas y se almacenaron conservándose en sus propios envases o contenedores hasta el momento de su utilización, procurando mantenerlas en lugares frescos y poco húmedos. Los productos como los huevos y limones, se guardaron refrigerados.
- b. **Pesado:** se pesaron los insumos de acuerdo a cada una de las formulaciones detalladas en el cuadro 12.

Cuadro 12: Formulación de mayonesas con aplicación de fibra cítrica

INSUMO	FÓRMULA PATRÓN (1)	FÓRMULA (2)	FÓRMULA (3)	FÓRMULA (4)	FÓRMULA (5)
Aceite vegetal	70.10	42.00	42.00	42.00	42.00
Huevo	14.00	14.00	14.00	14.00	14.00
Vinagre	8.50	8.50	8.50	8.50	8.50
Jugo de limón	3.64	3.64	3.64	3.64	3.64
Sal	1.10	1.10	1.10	1.10	1.10
Azúcar	0.92	0.92	0.92	0.92	0.92
Mostaza	0.95	0.95	0.95	0.95	0.95
Pimienta	0.08	0.08	0.08	0.08	0.08
Citri-Fi 100	-	4.00	-	-	-
Citri-Fi 100FG	-	-	4.00	-	-
Citri-Fi 300FG	-	-	-	4.00	-
Citri-Fi 300M40	-	-	-	-	4.00
Agua potable	-	36.00	36.00	36.00	36.00

En todas las formulaciones el cálculo de fibra cítrica se calculó adicionando el 4 por ciento del peso de la fórmula total y agregando 9 veces agua respecto al peso de la fibra cítrica.

- c. **Pre-mezclado:** se realizó una mezcla previa entre 1/3 del aceite de la formulación y el Citri-Fi.
- d. **Licuada:** se agregó a la licuada los huevos y especias y se inició el licuado, luego se agregó la pre-mezcla realizada en chorro fino y finalmente el resto del aceite en chorro fino hasta lograr la consistencia de la mayonesa.
- e. **Envasado:** se envasó el producto en frascos de vidrio esterilizado.
- f. **Almacenamiento:** el producto terminado se almacenó en refrigeración hasta su evaluación.

3.5.2. EVALUACIÓN DE FORMULACIONES DE MAYONESAS

Se evaluó las diferentes fórmulas con reducción del 40 por ciento de aceite y con añadido de diferentes tipos de Citri-Fi.

La evaluación realizada fue una evaluación sensorial descriptiva, realizada con 7 jueces entrenados a los cuales se les presentó la prueba sensorial indicada en el anexo 2. Los resultados se pueden apreciar en el cuadro 13 y figura 7.

Cuadro 13: Promedio de los valores obtenidos en la prueba descriptiva para 6 características evaluadas

ATRIBUTO	MUESTRA				
	1	2	3	4	5
Color	3.4	3.8	3.7	3.6	3.6
Olor	5.4	5.4	5.5	5.4	5.5
Viscosidad	6.4	5.8	5.5	6.8	6.3
Consistencia	8.2	8.3	7.4	8.4	8.4
Suavidad	8.9	7.8	7.5	8.4	8.0
Aceptabilidad	7.5	7.0	6.5	7.4	7.0

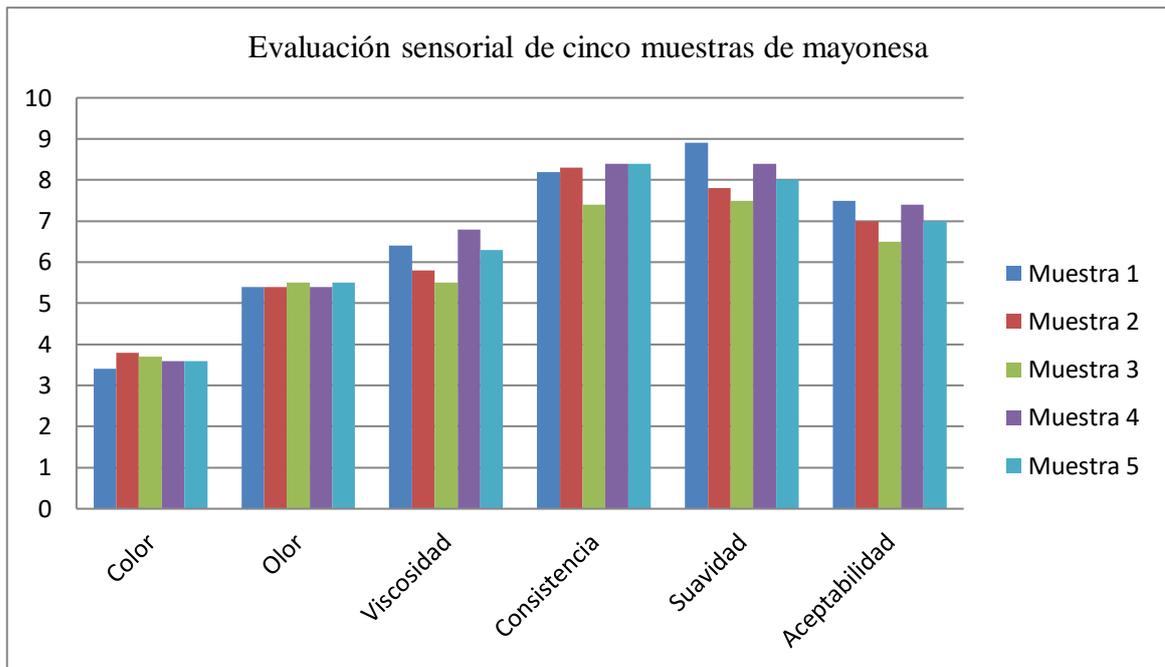


Figura 7: Comparación de los seis atributos evaluados en cinco formulaciones de mayonesa.

Con los datos obtenidos se graficó el perfil descriptivo de cada una de las formulaciones, el cual se muestra en la figura 8.

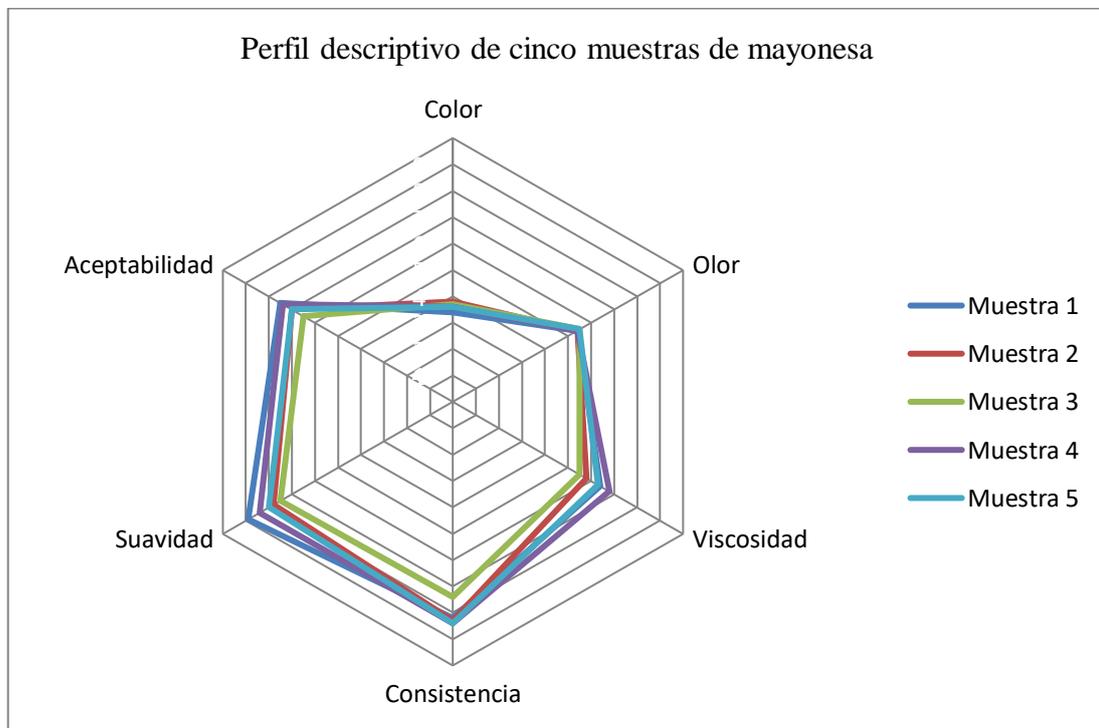


Figura 8: Perfil descriptivo de las 5 formulaciones de mayonesa evaluadas.

De las figuras 7 y 8, se determinó que el producto que logra con mayor éxito la reducción del 40 por ciento de la grasa de fórmula es el Citri-Fi 300FG correspondiente a la muestra 4 evaluada.

La formulación con Citri-Fi 300FG es la de mayor aceptación de los jueces y es muy similar a una mayonesa con el 100 por ciento de aceite en las características color, olor, viscosidad, consistencia y suavidad.

Esto se debe a que la línea 300 de la fibra cítrica cuenta dentro de su composición goma xantán que favorece a una emulsión más estable. Tal como lo indica González (1997), quien recomienda goma guar en la formulación de mayonesa.

Adicionalmente en la figura 8 se muestra los productos terminados de la fórmula patrón y la mejor fórmula reducida en grasa.



Patrón

Fórmula 4 - Citri-Fi 300FG

Figura 9: Comparación entre muestra patrón y mejor formulación con Citri-Fi 300FG.

IV. CONCLUSIONES

- Utilizando fibra cítrica Citri-Fi 100FG se logró reducir hasta un 25 por ciento de grasa en kekitos, respecto a la grasa de la fórmula original, sin afectar las características sensoriales del mismo, dando mejores características sensoriales a lo largo de la vida útil.
- Utilizar fibra cítrica Citri-Fi 100FG, bajo las mejores condiciones de trabajo obtenidas con 0.7 por ciento de pectina en base al peso de la fruta y 1.0 por ciento de Citri-Fi 100FG en base al peso total de la fórmula, se logró una formulación aceptable de mermelada. Sin embargo, no es 100 por ciento comparable con un patrón de mercado.
- La fibra cítrica Citri-Fi 100 no es adecuada para el reemplazo de pectina en mermelada de fresa, ya que brindó una textura arenosa.
- Utilizando fibra cítrica Citri-Fi 300FG se logró reducir hasta el 40 por ciento de grasa en mayonesa, respecto a la grasa de la fórmula original, obteniéndose un producto de características similares a una mayonesa 100 por ciento grasa.
- Las fibras cítricas Citri-Fi 100, Citri-Fi 100FG y Citri-Fi 300M40 no son adecuadas para sustituir grasa en mayonesa, no se obtuvo las características sensoriales de una mayonesa 100 por ciento grasa.

V. RECOMENDACIONES

- Realizar pruebas en kekitos incrementado el porcentaje de grasa reducido a 30 ó 35 por ciento en base a la grasa utilizada en la fórmula original.
- Realizar pruebas adicionales en mermelada de fresa con una fibra de granulometría más fina (Citri-Fi 300M40) ó sin reducción de pulpa para determinar si mejora la textura en boca del producto.
- Realizar pruebas de sustitución de pectina en mermeladas con frutas diferentes a la utilizada para este trabajo.
- Realizar pruebas en mayonesa reemplazando huevo por fibra cítrica y agua.
- Por existir una amplia gama de aplicaciones de la fibra cítrica, se recomienda realizar pruebas en productos cárnicos, productos lácteos y bebidas, temas que no fueron considerados en el presente trabajo.

VI. REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

- Andersen, A; Williams, P. 1965. Margarine. 2 ed. Londres, Inglaterra. Pergamon Press.
- Arthey, D. 1996. Procesado de frutas. Reino Unido. Blackie Academia & Professional Chapman & Hall.
- Boletín empresarial QSI del Perú SA. 2016. Proyectos con fibra cítrica presentados durante el año 2016. Lima, Perú.
- Borrot, B; Larrauri, J; Cribeiro, A. 1995. Influencia del tamaño de partículas sobre la capacidad de retención de agua de la fibra obtenida a partir de cítricos y piña. Alimentaria.
- Calaveras, J. 1996. Tratado de panificación y bollería. 1 ed. Madrid, España. A. Madrid Vicente.
- Cheftel, J; Cheftel, H. 1980. Introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Zaragoza, España. Acribia.
- Contardi, C. 2008. Manual de conservas caceras. Mendoza, Argentina. Agencia de extensión rural Lujan de Cuyo.
- FIBERSTAR. 2015. Manuales de uso de Citri-Fi. Disponible en <http://www.fiberstar.net>.
- Friberg, S; Larsson, K; Sjoblom, J. 2004. Food Emulsions. 4 ed. New York, United States of America. University of Missouri-Rolla.
- Gallegos, S. 2003. Diseño y desarrollo de kekitos elaborados a partir de castañas. Tesis Ing. Lima, Perú. UNALM.
- García, F; Berjano, M; Gallegos, C. 1988. Reología a mayonesas: aplicación de un modelo cinético a estudio del flujo transitorio en mayonesas. Rev. Grasas y Aceites 39:4-5.
- González, R. 1997. Caracterización reológica de mayonesa formulada con goma guar y goma xantan. Tesis Ing. Santiago, Chile. Universidad de Chile.

- Guilmineau, F; Kulozik, U. 2007. Influence of a thermal treatment on the functionality of hen's egg yolk in mayonnaise. *Journal of Food Engineering* 78(2).
- Holdsworth, S. 1988. *Conservación de frutas y hortalizas*. Zaragoza, España. Acribia.
- ICMSF (International Commission on Microbiological Specifications for Foods). 2001. *Microorganismos de los alimentos 6: ecología microbiana de los productos alimenticios*. 2 ed. Zaragoza, España. Acribia.
- ITINTEC (Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y Normas Técnicas). 1981. *Bizcochos: requisitos*. NTP 206.002. Lima, Perú.
- ITINTEC (Instituto de Investigación Tecnológica Industrial y Normas Técnicas). 1986. *Harina de trigo para consumo doméstico y uso industrial*. NTP 205.027. Lima, Perú.
- Lees, R. 1982. *Manual de análisis de los alimentos*. Zaragoza, España. Acribia.
- Liu, H; Xu, X; Guo, SH. 2007. Rheological, texture and sensory properties of flow-fat mayonnaise with different fat mimetics. *LWT—Food Science and Technology* 40.
- López, G; Ros, G; Rincón, F; Periago, M; Martínez, C; Ortuño, J. 1997. *Propiedades funcionales de la fibra dietética: mecanismos de acción en el tracto gastrointestinal*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición.
- Madrid, A. 1987. *Manual de técnicas de pastelería y confitería*. Madrid, España. AMV Ediciones.
- Madrid, A; Cenzano, J. 1994. *Nuevo manual de industrias alimentarias*. Madrid. Mundi prensa libros.
- Pak, N. 2000. *Fibra dietética en verduras cultivadas en Chile*. Archivos Latinoamericanos de Nutrición.
- Paredes, C. 1998. *Propuesta de mejora de la calidad en el área de producción de la pastelería Antojitos SA*. Tesis Ing. Lima, Perú. UNALM
- Potter, N. 1973. *La ciencia de los alimentos*. México. Edutex.
- Ramírez, A. 1985. *Alimentos en gastroenterología*. FAP.
- Roller, S; Jones, S. 1996. *Handbook of fat replacers*. CRC Press.
- Saura-Calixto, F. 1993. *Fibra dietética de manzana: hacia nuevos tipos de fibras de alta calidad*. Alimentaria.
- Saura-Calixto, F. 1995. *Fibra dietética: un nuevo concepto en nutrición*. Fronteras de la Ciencia y la Tecnología.
- Saura-Calixto, F; Larrauri, J. 1996. *Nuevos tipos de fibra dietética de alta calidad*. Alimentación, Equipos y Tecnología.

Smith, D. 2007. Jaleas de frutas (en línea). Disponible en <http://www.extension.unl.edu/publications>.

Tejero, F. 2004. Molinería y panadería (en línea). Disponible en <http://www.molineriaypanaderiadigital.com>.

VII. ANEXOS

ANEXO 1: TABLA DE JUICIOS CORRECTOS PARA ESTABLECER DIFERENCIA SIGNIFICATIVA EN PRUEBAS DÚO-TRÍO

TABLA F.1. Número mínimo de juicios correctos para establecer significancia a varios niveles de significancia para pruebas de comparación por pares y dúo - trío (una cola, $p = 1/2$)^a

Número de ensayos (n)	Niveles de probabilidad						
	0.05	0.04	0.03	0.02	0.01	0.005	0.001
7	7	7	7	7	7		
8	7	7	8	8	8	8	
9	8	8	8	8	9	9	
10	9	9	9	9	10	10	10
11	9	9	10	10	10	11	11
12	10	10	10	10	11	11	12
13	10	11	11	11	12	12	13
14	11	11	11	12	12	13	13
15	12	12	12	12	13	13	14
16	12	12	13	13	14	14	15
17	13	13	13	14	14	15	16
18	13	14	14	14	15	15	16
19	14	14	15	15	15	16	17
20	15	15	15	16	16	17	18
21	15	15	16	16	17	17	18
22	16	16	16	17	17	18	19
23	16	17	17	17	18	19	20
24	17	17	18	18	19	19	20
25	18	18	18	19	19	20	21
26	18	18	19	19	20	20	22
27	19	19	19	20	20	21	22
28	19	20	20	20	21	22	23
29	20	20	21	21	22	22	24
30	20	21	21	22	22	23	24
31	21	21	22	22	23	24	25
32	22	22	22	23	24	24	26
33	22	23	23	23	24	25	26
34	23	23	23	24	25	25	27
35	23	24	24	25	25	26	27
36	24	24	25	25	26	27	28
37	24	25	25	26	26	27	29
38	25	25	26	26	27	28	29

Continúa

^a Los valores (x) que no aparecen en la tabla pueden calcularse de:

$$x = (z \cdot n + n + 1) / 2.$$

ANEXO 2: FORMATO DE EVALUACION SENSORIAL DE MAYONESA

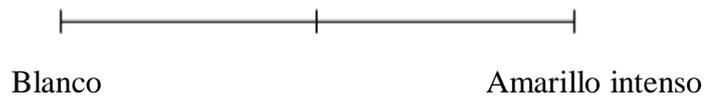
Evaluación sensorial de mayonesa

Nombre: _____

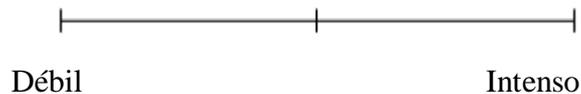
Fecha: _____

A continuación se le presentación 5 muestras de mayonesa codificadas con números de 4 dígitos. Pruébelas en el orden asignado y marque la intensidad percibida de cada atributo en la línea correspondiente.

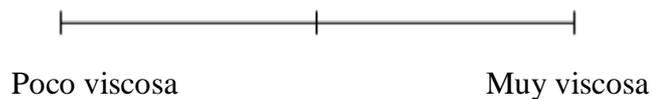
1) Color: Intensidad del color amarillo.



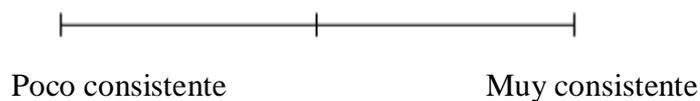
2) Olor: Intensidad del olor característico.



3) Prueba de viscosidad: Tome una cuchara y saque una porción de la muestra. Observe la resistencia contra la manipulación (a mayor resistencia, mayor viscosidad).



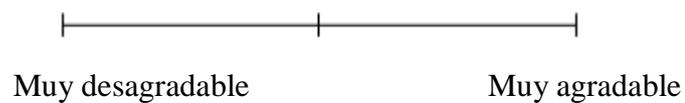
4) Prueba de consistencia: Ahora vierta el contenido de la cuchara sobre la línea horizontal del plato y observe por un momento si ésta retiene la forma (si la retiene se considera consistente).



5) Prueba de suavidad: Ahora proceda a probar la muestra y evalúe su textura en boca.



6) Prueba de aceptabilidad: Finalmente indique si la muestra en general le agrada o le desagrada.



Muchas Gracias!.