

**UNIVERSIDAD PRIVADA ANTONOR ORREGO**  
**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**  
**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA EN INDUSTRIAS**  
**ALIMENTARIAS**



Efecto de la adición de harina de cáscara de espárrago  
(*Asparagus officinalis*) sobre la viscosidad aparente, el overrun, la viabilidad de  
bifidobacterias y aceptabilidad general en un helado de mango

**TESIS PARA OBTENER EL TITULO PROFESIONAL DE:**


**INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS**

**CINDY PAOLA RODRIGUEZ-LARRAIN BYRNE**

**TRUJILLO, PERÚ**

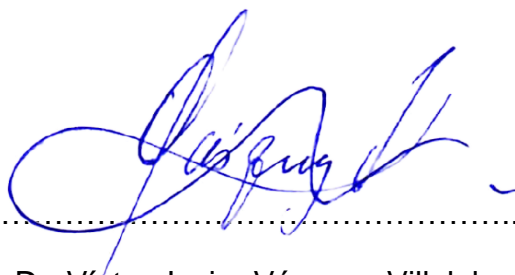
**2020**

La presente tesis ha sido revisada y aprobada por el siguiente Jurado:



.....  
Ing. Dr. Fernando Rodríguez Avalos

PRESIDENTE



.....  
Ing. Dr. Víctor Javier Vásquez Villalobos

SECRETARIO



.....  
Ing. M.Sc. Luis Francisco Márquez Villacorta

VOCAL



.....  
Ing. M.Sc. Carla Consuelo Pretell Vásquez

ASESOR

## **DEDICATORIA**

A Dios por brindarme la fuerza suficiente para poder superar los obstáculos que se presentan durante las etapas de la vida.

A mis padres y a mi padrino Miguel Rodriguez por su apoyo incondicional durante toda mi carrera profesional.

## **AGRADECIMIENTO**

Un agradecimiento especial a la ingeniera Carla Pretell. Carlita, gracias por haberme apoyado durante este proceso, tu paciencia y compromiso por ayudarme a sacar esta tesis, hizo que los viajes constantes y amanecidas valieran totalmente. Eres una persona y profesional ejemplar, digna de admiración.

## ÍNDICE GENERAL

	Pág.
CARÁTULA.....	i
APROBACIÓN DEL JURADO .....	ii
DEDICATORIA .....	iii
AGRADECIMIENTO .....	iv
ÍNDICE GENERAL .....	v
ÍNDICE DE CUADROS.....	viii
ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
I. INTRODUCCIÓN .....	1
II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA .....	4
2.1. Prebiótico .....	4
2.1.1. Generalidades.....	4
2.1.2. Fibra dietaria .....	5
2.1.2.1. Composición química de la fibra .....	6
2.1.2.2. Clasificación de la fibra .....	9
2.1.2.3. Propiedades de la fibra .....	10
2.1.2.4. Harina de cáscara de espárrago .....	12
2.1.3. Beneficios en la salud .....	12
2.1.4. Alimentos prebióticos .....	15
2.2. Probiótico .....	16
2.2.1. Generalidades.....	16
2.2.2. Especies importantes.....	16
2.2.3. Viabilidad de probióticos .....	18

2.2.4. Beneficios en la salud .....	19
2.2.5. Alimentos probióticos .....	20
2.3. Simbiótico.....	21
2.3.1. Generalidades.....	21
2.3.2. Alimentos simbióticos.....	21
2.4. Helado.....	22
2.4.1. Definición .....	22
2.4.2. Clasificación .....	22
2.4.3. Características cualitativas en helados .....	22
2.5. Viscosidad.....	24
2.6. Overrun .....	25
2.7. Evaluación sensorial .....	26
2.7.1. Pruebas orientadas al consumidor.....	26
2.7.1.1. Pruebas hedónicas .....	27
III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	28
3.1. Lugar de ejecución.....	28
3.2. Materiales y equipos .....	28
3.2.1. Materia prima.....	28
3.2.2. Insumos .....	28
3.2.3. Material de vidrio .....	28
3.2.4. Equipos.....	29
3.2.5. Instrumentos.....	29
3.2.6. Reactivos.....	29
3.2.7. Medios de cultivo.....	29
3.3. Esquema experimental .....	29
3.4. Procedimiento para la elaboración del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago.....	31
3.5. Descripción del proceso de elaboración del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago .....	32
3.6. Formulación base del helado .....	33
3.7. Obtención de harina de cáscara de espárrago .....	33

3.8. Análisis del helado.....	35
3.8.1. Físicoquímico.....	35
3.8.1.1. Viscosidad .....	35
3.8.1.2. Overrun.....	35
3.8.2. Viabilidad de bifidobacterias .....	35
3.8.3. Análisis sensorial del helado .....	36
3.8.4. Análisis estadístico .....	36
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	38
4.1. Determinación de la viscosidad aparente .....	38
4.2. Determinación del overrun.....	42
4.3. Determinación de viabilidad de bifidobacterias.....	46
4.4. Determinación de aceptabilidad general .....	50
V. CONCLUSIONES .....	54
VI. RECOMENDACIONES .....	55
VII. BIBLIOGRAFÍA .....	56
VIII. ANEXOS .....	62

## INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Propiedades de cada componente de la fibra dietaria .....	13
Cuadro 2. Recomendación de ingesta de fibra.....	15
Cuadro 3. Composición del helado.....	23
Cuadro 4. Formulación base del helado .....	33
Cuadro 5. Prueba de Levene para la viscosidad aparente del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago .....	40
Cuadro 6. Análisis de varianza para la viscosidad aparente del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago .....	41
Cuadro 7. Prueba de Duncan para la viscosidad aparente del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago .....	42
Cuadro 8. Prueba de Levene para el overrun del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago .....	45
Cuadro 9. Análisis de varianza del overrun del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago .....	45
Cuadro 10. Prueba de Duncan del overrun del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago .....	46
Cuadro 11. Prueba de Levene aplicada a la viabilidad de bifidobacterias en el helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago.....	48



Cuadro 12. Análisis de varianza aplicado a la viabilidad de bifidobacterias en el helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago .....	49
Cuadro 13. Prueba de Duncan para la viabilidad de bifidobacterias en el helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago.....	49
Cuadro 14. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general en el helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago.....	52
Cuadro 15. Prueba de Wilcoxon para la comparación de aceptabilidad general del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago. ....	52

## ÍNDICE DE FIGURAS

	Pág.
Figura 1. Relación entre la viscosidad dinámica y aparente .....	25
Figura 2. Esquema experimental para la elaboración de helado con adición de harina de cáscara de espárrago .....	30
Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de helado de mango con harina de cáscara de espárrago .....	31
Figura 4. Diagrama de flujo para la obtención de harina de cáscara de espárrago.....	34
Figura 5. Tarjeta de evaluación sensorial del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago .....	37
Figura 6. Viscosidad aparente del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago a 4 °C .....	38
Figura 7. Overrun del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago .....	43
Figura 8. Viabilidad de bifidobacterias en el helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago .....	47
Figura 9. Aceptabilidad general en el helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago .....	50

## ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1.	Análisis fisicoquímico y microbiológico del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago .	62
Anexo 2.	Imágenes de la elaboración de la harina de cáscara de espárrago .....	63
Anexo 3.	Imagen del overrun o espumamiento del helado.....	64
Anexo 4.	Imágenes de la preparación y evaluación de muestras para la viabilidad de bifidobacterias.....	65
Anexo 5.	Resultados del análisis sensorial.....	66

## RESUMEN

Se evaluó el efecto de la adición de harina de cáscara de espárrago (1, 3 y 5%) sobre la viscosidad aparente, overrun, viabilidad de bifidobacterias y aceptabilidad general del helado de mango. El helado se almacenó a  $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ , realizándose los análisis al día 1. El análisis de varianza demostró un efecto significativo a un nivel de confianza del 95% de la adición de harina de cáscara de espárrago sobre las características físicoquímicas estudiadas. El helado de mango con 3% de adición de harina de cáscara de espárrago presentó una viscosidad aparente ( $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ ) de 2854.00 mPa.s; en tanto que el helado con 1% de adición presentó un overrun de 25.13%, considerándose los mejores valores para este tipo de producto, en base a los antecedentes revisados. El producto con adición de 5% presentó el mayor recuento de bifidobacterias 6.96 ciclos logarítmicos para el día 1. La prueba de Wilcoxon denotó efecto significativo de la adición sobre la aceptabilidad general del helado. El helado de mango con 1% de harina de cáscara de espárrago presentó las mejores características sensoriales con un rango promedio de 3.12 para el día 1.

## **ABSTRAC**

The effect of the addition of asparagus husk flour (1, 3 and 5%) on the apparent viscosity, overrun, bifidobacteria viability and general acceptability of the mango ice cream was evaluated. The ice cream was stored at  $-18^{\circ}\text{C}$ , performing the analyzes on day 1. The analysis of variance showed a significant effect at a 95% confidence level of the addition of asparagus shell flour on the physicochemical characteristics studied. Mango ice cream with 3% addition of asparagus husk flour presented an apparent viscosity ( $4^{\circ}\text{C}$ ) of 2854.00 mPa.s; while ice cream with 1% addition presented an overrun of 25.13%, considering the best values for this type of product, based on the revised antecedents. The product with addition of 5% had the highest bifidobacteria count 6.96 logarithmic cycles for day 1. The Wilcoxon test showed a significant effect of the addition on the general acceptability of the ice cream. Mango ice cream with 1% asparagus shell flour presented the best sensory characteristics with an average range of 3.12 for day 1.

## I. INTRODUCCIÓN

En los últimos años, se han producido cambios significativos en los patrones alimentarios y estilos de vida, caracterizados por el aumento del consumo de grasas saturadas, azúcares, alimentos procesados y disminución del consumo de fibras. Todo esto ha llevado a una mayor incidencia de enfermedades crónicas no transmisibles como obesidad, hipertensión, dislipemias y diabetes (Barrionuevo y otros, 2011).

Actualmente, los organismos internacionales y los consumidores han adoptado estrategias para lograr cambios hacia una alimentación saludable. En respuesta a esto, la tecnología alimentaria ha generado innovaciones e ingredientes de alto valor agregado aplicables a alimentos funcionales, dentro de esta categoría se encuentran los prebióticos, caracterizados por las fibras, almacenadas en numerosas especies de plantas, frutas y cereales. Poseen beneficios para la salud, tales como estimular el crecimiento de bacterias benéficas, reforzar el sistema inmunológico, reducir el riesgo de cáncer al colon, entre otros (Barrionuevo y otros, 2011).

Las bacterias probióticas presentan una microflora viable que mejora el balance de la flora intestinal del huésped. Entre los lactobacilos y bifidobacterias que son probióticos se encuentran cepas determinadas que aparecen en el tracto gastrointestinal del hombre desde etapas tempranas de la vida, pero debido a factores como la edad, la dieta, el ambiente, el estrés y la medicación, descienden a cantidades muy pequeñas lo cual puede desencadenar el crecimiento de bacterias patógenas. Cuando se logra que los probióticos se conserven en número o vuelvan a alcanzar niveles importantes en el intestino, el huésped puede experimentar una serie de beneficios como una mejor tolerancia a la lactosa, acción contra

bacterias patógenas, reducción del colesterol, mejoramiento de la respuesta inmune y antitumoral (Corrales y otros, 2007).

La fibra y los probióticos son dos componentes importantes para una dieta sana y en combinación, sus beneficios se ven multiplicados; por lo que es fundamental promover el consumo de estos alimentos que han demostrado reducir el riesgo de enfermedades crónicas no transmisibles, así como padecimientos infecciosos e inflamatorios. Los productos que contienen ambos componentes mencionados reciben el nombre de alimentos simbióticos (Guarner y otros, 2011).

Existen muchos subproductos o residuos agroindustriales de muy bajo precio, los cuales son desechados o en el mejor de los casos, utilizados como fertilizantes, alimento para animales o utilizados como fuente de producción de energía mediante su combustión. Actualmente, La Libertad es una de las principales zonas de producción agroindustrial en el Perú, en los últimos 4 años la producción de espárrago alcanzó una tasa promedio anual de 11.3%, aumentando las exportaciones de este cultivo (Ricce y otros, 2013).

Durante el proceso de pelado del espárrago blanco se origina un residuo que constituye alrededor del 20-30% de su peso en fresco. Entre los subproductos que se recuperan está la fibra, la cual puede tener aplicación en la preparación de alimentos funcionales. Esta fibra, puede ser muy útil en la suplementación de dietas; ya que su relación fibra insoluble/fibra soluble es mayor que la de ciertos cereales y permite ejercer efectos benéficos en la regulación intestinal, por lo que podrían usarse como ingredientes funcionales en productos de panadería, bebidas dietéticas, postres lácteos, etc. (Ajila y otros, 2008).

Por lo expuesto, en la presente investigación se planteó el siguiente problema:

¿Cuál es el efecto de la adición de harina de cáscara de espárrago (1, 3 y 5%) sobre la viscosidad aparente, el overrun, la viabilidad de bifidobacterias y la aceptabilidad general en un helado de mango?

Los objetivos planteados en la investigación fueron:

Evaluar el efecto de la adición de harina de cáscara de espárrago, sobre la viscosidad aparente, el overrun, la viabilidad de bifidobacterias y aceptabilidad general en un helado de mango.

Determinar el porcentaje de adición de harina de cáscara de espárrago que permita tener la mejor viscosidad aparente, overrun, viabilidad de bifidobacterias y aceptabilidad general en un helado de mango.



## II. REVISIÓN BIBLIOGRÁFICA

### 2.1. Prebiótico

#### 2.1.1. Generalidades

El prebiótico es un ingrediente alimenticio no digerible que afecta beneficiosamente al huésped al estimular selectivamente el crecimiento y/o actividad de uno o un limitado número de bacterias en el colon, mejorando así la salud del huésped (Gibson y Rastall, 2006).

Características prebióticas han sido atribuidas a muchos componentes alimentarios sin el criterio requerido. Casi todos los oligosacáridos y polisacáridos (incluyendo fibra dietaria) son atribuidos de tener actividad prebiótica, pero no todos los carbohidratos dietarios son prebióticos, por lo que es necesario establecer criterios de clasificación. Dicha clasificación requiere una demostración científica donde el ingrediente alimentario o ingrediente resista la digestión del huésped, los procesos de absorción, adsorción, sea fermentado por la microflora, colonice el tracto gastrointestinal y estimule selectivamente el crecimiento o la actividad de uno o un número limitado de bacterias dentro del tracto gastrointestinal (Di Criscio y otros, 2010).

Algunos prebióticos con adecuado crecimiento y actividad de bifidobacterias y lactobacilos son: Fructoligosacáridos, galactoligosacáridos, xyloligosacáridos, isomaltoligosacáridos y lactulosas (Gibson y Rastall, 2006).

### **2.1.2. Fibra dietaria**

Son polímeros de carbohidratos con tres o más unidades monoméricas, que no son digeridos o absorbidos en el intestino humano y que pertenecen a las siguientes categorías (Cho y Almeida, 2012).

- Polímeros de carbohidratos comestibles que se encuentran naturalmente en los alimentos.
- Polímeros de carbohidratos obtenidos de materia prima de alimentos por medio físico, enzimático o químico, los cuales tienen efectos fisiológicos o benéficos en la salud, aceptados científicamente y evidenciados por autoridades competativas.
- Polímeros de carbohidratos sintéticos que hayan demostrado tener un efecto fisiológico o benéfico para la salud, aceptado científicamente y evidenciado por autoridades competativas.

La fibra dietaria es la parte comestible de las plantas o un hidrato de carbono de variada naturaleza química, resistente a la digestión enzimática y absorción en el intestino delgado, con fermentación completa o parcial en el intestino grueso (Rodríguez y Simón, 2008).

Conviene señalar que la fibra dietaria no es equivalente a fibra cruda. El término “fibra cruda”, empleado por químicos, agrícolas y nutricionistas, expresa el contenido de fibra de los alimentos definido como el residuo que queda después de la extracción bajo condiciones especiales de laboratorio: acción de ácidos, álcalis, agua, alcohol u otros métodos de extracción, donde la mayor parte del residuo está constituido por celulosa, hemicelulosa y lignina, perdiéndose otros componentes tales como la pectina, gomas y mucílagos. Con este método se subvalora en forma importante el contenido de fibra insoluble y no mide la fibra soluble (Herrera, 2009).

### **2.1.2.1. Composición química de la fibra**

La descripción de la composición química de la fibra se realiza tomando en cuenta lo establecido por Rodríguez y Simón (2008).

La fibra engloba a un grupo muy heterogéneo de compuestos no digeribles que son, en su mayoría, polisacáridos de las paredes celulares vegetales, tales como: celulosas, hemicelulosas, pectinas, gomas y mucilagos. Además, se incluyen los oligosacáridos, el almidón resistente a la digestión y la lignina. Todos estos polisacáridos (compuestos), menos el almidón resistente, tienen una característica en común: las uniones  $\beta$ -glucosídicas no hidrolizables por las amilasas intestinales. Existen otras sustancias de funcionalidad análoga a estos polisacáridos pero de distinta naturaleza química. En este grupo se incluyen las cutinas, saponinas, el ácido fítico, determinadas proteínas estructurales, los taninos y polifenoles del té o del café.

#### **a. Polisacáridos estructurales**

**Celulosa.** Polímero lineal de elevado peso molecular formado por unidades de D-glucosa unidos por enlaces  $\beta$ -1,4 que se unen, a su vez, por puentes de hidrógeno formando una estructura cristalina muy estable. Esta conformación ordenada y lineal le confiere una gran rigidez e inercia química. Es un componente de la pared celular vegetal y es el compuesto más abundante de los vegetales.

**Hemicelulosas.** Polímeros más pequeños que la celulosa, formados por diversos tipos de azúcares (arabinosa, xilosa, galactosa, manosa, glucosa, etc.) con estructura ramificada. Mayoritariamente son heteroglicanos de menor peso molecular y mayor solubilidad que la celulosa. Se asocian a la celulosa como constituyentes de las paredes celulares.

Pectinas. Polímeros de ácido galacturónico con uniones  $\beta$ -1,4 y con algunos grupos carboxilo esterificados con metanol. Se forman, en su mayoría, por L-ramnosas aunque también por D-galactano y L.-arabinosas. Se localizan en la laminilla media de la pared de las células vegetales donde se asocian a las celulosas y hemicelulosas.

#### **b. Polisacáridos no estructurales**

Gomas. Polisacáridos complejos, solubles, heterogéneos y ramificados que contienen azúcares neutros y ácidos urónicos. Proviene de la transformación de los polisacáridos de la pared celular. Pueden aparecer de forma natural (cereales u hortalizas) o como aditivos en algunos alimentos.

Mucílagos. Polisacáridos complejos en cuya composición intervienen la arabinosa y la manosa junto con ácidos urónicos. Son también constituyentes celulares, muy frecuentes en el tejido exterior de las semillas.

#### **c. Sustancias estructurales no polisacáridos**

Ligninas. Macromoléculas de alto peso molecular que resultan de la unión de varios alcoholes fenilpropílicos. Tiene una estructura muy compleja y amorfa. A pesar de no ser un polisacárido, se encuentra químicamente unida a las hemicelulosas de la pared de las células vegetales y colabora en algunas de las propiedades fisiológicas gastrointestinales de la fibra, por esto es incluida dentro del concepto de fibra dietaria.

#### **d. Oligosacáridos**

Son polímeros digeribles, contienen de tres a diez unidades de azúcares. Pueden encontrarse de forma natural en alimentos, como legumbres,

frutas, cereales y hortalizas, pero siempre en cantidades muy bajas. Destacan en este grupo dos familias de compuestos.

Galacto-oligosacáridos (GOS). Formados por una molécula de lactosa que se une en disposición lineal a cuatro galactosas. Son componentes de la leche de vaca.

Fructo-oligosacáridos (FOS). Se constituyen por una molécula de sacarosa y una, dos o tres de fructosa, respectivamente. Estos se encuentran en productos de origen vegetal como la cebolla, alcachofa, espárrago, remolacha, entre otros.

#### **e. Almidón resistente**

Se compone de la suma de almidón y de sus productos de degradación que no son absorbidos en el intestino delgado de individuos sanos. Se han identificado los tipos I, II, III y IV, en función de las causas que determinan la inaccesibilidad de las enzimas digestivas. Diversos factores intrínsecos; como forma física del alimento, proceso de retrogradación y factores extrínsecos, como el grado de masticación, tiempo de tránsito intestinal, actividad de la amilasa, pH del alimento, etc.

#### **f. Otras sustancias**

Taninos, cutina y ácido fítico. Forman parte también del residuo no digerible de los alimentos, aunque su presencia cuantitativa en los mismos es muy baja. Entre el resto de componentes de los alimentos que también escapan de la acción de enzimas digestivas, se han de incluir algunas proteínas y lípidos resistentes, productos de Maillard u otros compuestos no digeribles, aunque si potencialmente fermentables.

### 2.1.2.2. Clasificación de la fibra

Según Astuhuamán (2007), la clasificación de la fibra dietaria puede darse considerando tres puntos importantes: su composición, el punto de vista biológico y el punto de vista de la fermentación bacteriana.

#### a. Según su composición

**Fibra verdadera o vegetal.** Está integrada por los componentes de la pared celular de las plantas: celulosa, hemicelulosa y lignina.

**Fibra dietética total.** Incluye la totalidad de todos los compuestos, fibrosos o no, que no son digeribles por las enzimas del intestino humano.

**Fibra bruta o cruda.** Es el residuo libre de cenizas que resulta del tratamiento en caliente con ácidos y bases fuertes. Constituye el 20-50% de la fibra dietética total. Es un concepto más químico que biológico.

#### b. Desde el punto de vista biológico

Esta clasificación se basa en el grado de solubilidad de la fibra en el agua y es la que da origen a la mayoría de las tablas que se usan habitualmente en dietética. Se tiene así dos grupos:

**Fibra insoluble.** Incluye celulosa, otras hemicelulosas, lignina, taninos, proteínas, cutina, cera, productos por la reacción de Maillard y almidón resistente. Estas predominan en las hortalizas, verduras, leguminosas frescas y en los granos de cereales. Es escasamente fermentada por la microflora, atrapa agua en la luz intestinal y actúa como “esponja” lo que produce un aumento de la masa fecal que es menos consistente y un incremento de la frecuencia defecatoria por estimulación mecánica de la motilidad intestinal.

**Fibra soluble.** Incluye sustancias pépticas, algunas hemicelulosas, polifenoles solubles, gomas, mucílagos y proteínas. Es variable, existiendo altas proporciones en algunas fuentes de fibra como frutas, hortalizas y legumbres. Además, la fracción soluble o viscosa está constituida por polisacáridos estructurales (pectina y algunas hemicelulosas) y no estructurales (gomas y mucílagos) que se disuelven en agua.

**c. Desde el punto de vista de la fermentación bacteriana.**

**Fibra poco fermentable.** Es aquella cuyo contenido es rico en celulosa y lignina. Es muy resistente a la degradación bacteriana en el colon y es excretada intacta por las heces. Es lo que ocurre con el salvado de trigo.

**Fibra muy fermentable.** Posee gran cantidad de hemicelulosa soluble e insoluble, pectinas o almidón resistente. Su degradación es rápida y completa en el colon.

### **2.1.2.3. Propiedades de la fibra**

Las propiedades de la fibra son influenciadas no solamente por los constituyentes de la fibra, sino también por el procesamiento al cual es sometida y por el tamaño de partícula (García, 2003).

Las principales propiedades físico- químicas o funcionales de la fibra son capacidad de retención de agua, capacidad de retención de aceite, capacidad de hinchamiento e incremento de la viscosidad del medio y guardan coherencia con lo establecido por Sánchez (2005).

**a. Capacidad de retención de agua (CRA).** Relaciona la cantidad máxima de agua absorbida que es retenida y que se encuentra en equilibrio con un medio de potencial químico conocido, de esta

propiedad depende en gran medida el nivel máximo de incorporación de la fibra a un producto. Propiedad condicionada por el grado de solubilidad de la propia fibra, por el tamaño de las partículas y por el pH. La absorción de agua se produce por fijación a la superficie o por atrapamiento en el interior de la macromolécula.

- b. Capacidad de retención de aceite (CRa).** Está relacionada con la composición química, tamaño y área de las partículas de la fibra. Las partículas con gran superficie presentan teóricamente la mayor capacidad para adsorber y atrapar componentes de naturaleza aceitosa. La grasa queda atrapada en la superficie de la fibra principalmente por medios mecánicos. Las fibras insolubles presentan mayores valores de adsorción de grasas que las solubles. El mecanismo de adsorción de aceite es debido a las propiedades superficiales. La densidad de carga y la naturaleza hidrofóbica de las partículas podrían ser importantes para la incorporación de fibra en los alimentos.
- c. Capacidad de hinchamiento (CH).** Es la capacidad del producto para aumentar su volumen en exceso de agua. En la industria panificadora la inclusión de fibra, en referencia con esta propiedad, soluciona problemas con la pérdida de volumen y humedad, proporcionando mayor estabilidad durante la vida en anaquel.
- d. Incremento de viscosidad del medio.** Algunos grupos de fibras pueden formar soluciones de gran viscosidad tales como: las pectinas, las gomas, los B-glucanos y los polisacáridos de las algas (agar y carragén). La viscosidad dependerá de la estructura química del compuesto. Las fibras solubles muestran una conducta pseudoplástica. Las gomas debido a su elevada viscosidad son sustratos que retardan en gran medida la absorción de nutrientes (Astuhumán, 2007).



#### **2.1.2.4. Harina de cáscara de espárrago**

El espárrago (*Asparagus officinalis*), perteneciente a la familia de las liliáceas, es una hortaliza cuyo órgano de consumo es el tallo inmaduro llamado turión. Para la comercialización, en función del color, se clasifica en dos tipos: blancos y verdes. En el manejo como verde, el espárrago crece sobre la superficie del suelo, mientras que como blanco, lo hace a través del mismo (Firpo y otros, 2007).

Gran porcentaje de espárrago blanco es comercializado en conservas. Dentro de su diagrama de flujo se incluye la operación de pelado, la cual se aplica por la elevada fibrosidad que presenta debido al endurecimiento de la estructura fibrovascular por modificaciones bioquímicas de los componentes de la pared celular (pectinas, hemicelulosa, polisacáridos, celulosa, proteínas y fenoles) y es asociado a la lignificación de las fibras celulósicas (Jaramillo y otros, 2008).

La cáscara o peladilla representa el 20% de la composición del espárrago; además, del 71.52% de fibra total, 1.70% es fibra soluble y 69.82% es fibra insoluble (Márquez y otros, 2006).

La lignina es el componente de la pared celular asociada con mayor frecuencia al endurecimiento de la estructura del espárrago (Jaramillo y otros, 2008). La formación de la lignina ocurre luego de la cosecha, que refuerza o endurece la pared celular y conduce a una dureza que va aumentando con la madurez de la hortaliza (Bartz y Breent, 2005), la cual se aprecia en la peladilla o cáscara de espárrago.

#### **2.1.3. Beneficios en la salud**

El bajo consumo de fibra se ha asociado a la incidencia de enfermedades como estreñimiento, hemorroides, intestino irritable, diverticulosis, cáncer de colon, cáncer de recto y de mama; enfermedades

del corazón y venas varicosas. En el Cuadro 1, se presenta las propiedades funcionales de cada componente de la fibra dietaria para contrarrestar y prevenir las enfermedades mencionadas.

Cuadro 1. Propiedades de cada componente de la fibra dietaria

<b>Componente</b>	<b>Propiedades</b>
Celulosa	<p>Retener agua en las heces (100 g pueden fijar 40 mL de agua)</p> <p>Aumentar el volumen y el peso de las heces.</p> <p>Favorecer el peristaltismo del colon.</p> <p>Disminuir el tiempo de tránsito colónico.</p> <p>Aumentar el número de deposiciones intestinales.</p> <p>Reducir la presión intraluminal.</p> <p>No interviene en la absorción de metales divalentes, colesterol y ácidos biliares.</p> <p>Utilidad: Estreñimiento.</p>
Hemicelulosa	<p>Aumenta el volumen y el peso de las heces.</p> <p>Reduce la elevada presión intraluminal del colon.</p> <p>Aumenta la excreción de ácidos biliares.</p> <p>Utilidad: Estreñimiento.</p>
Pectinas	<p>Absorben agua.</p> <p>Retrasan el vaciamiento gástrico.</p> <p>Suministran el sustrato fermentable para las bacterias del colon.</p> <p>Fijan los ácidos biliares y aumentan la excreción</p> <p>Reducen la concentración plasmática del colesterol.</p> <p>Mejoran la tolerancia de los diabéticos a la glucosa</p> <p>Utilidad: Absorción lenta de nutrientes y correcta funcionalidad de las bacterias en el colon.</p>

sigue...

Cuadro 1. Continuación

<b>Componente</b>	<b>Propiedades</b>
	Retrasan el tiempo de vaciado gástrico. Suministran el sustrato fermentable para las bacterias del colon.
Gomas	Reducen la concentración plasmática del colesterol. Mejoran la tolerancia de los diabéticos a la glucosa. Utilidad: Absorción lenta de nutrientes y correcta funcionalidad de las bacterias en el colon.
Mucílagos	Retrasan el tiempo de vaciado gástrico. Suministran el sustrato fermentable para las bacterias del colon. Fijan los ácidos biliares.
Lignina	Reduce el grado de digestión de la fibra Inhibe el crecimiento de colonias bacterianas intestinales. Por su efecto hidrofóbico, tiene una acción muy potente en la absorción de los ácidos biliares Protege a la mucosa del colon frente a agentes cancerígenos

Fuente: Astuhuamán(2007).

Las recomendaciones de consumo de fibra en adultos oscilan entre 25 y 30 g/día, o bien de 10 a 13 g/ 1000 kcal, debiendo ser de 1/3 la relación muy fermentable/ poco fermentable.

En el Cuadro 2, se observa las recomendaciones de ingesta de fibra de acuerdo a la edad.

Cuadro 2. Recomendaciones de ingesta de fibra

Edad (años)	Ingesta Calórica media (IA g/día)	
	Varones	Mujeres
	0 - 1	ND
1 - 3	19	19
4 - 8	25	25
9 - 13	31	26
14 - 18	38	36
19 - 30	38	25
31 - 50	38	25
51 - 70	30	21
70 a más	30	21
Gestación		28
Lactancia		29

IA: Ingesta adecuada. ND: No determinada.

Fuente: García (2004).

#### 2.1.4. Alimentos prebióticos

En los Estados Unidos, el departamento de Agricultura recomienda que cada individuo ingiera diariamente por lo menos cinco porciones de frutas y verduras ricas en fibra. En realidad, son pocas las personas que consumen la porción diaria recomendada, por lo que han aparecido en el mercado productos alimenticios con un considerable contenido de fibra que ayudan a complementar su ingestión diaria (García, 2003).

Las aplicaciones tecnológicas para los prebióticos no son restringidas, pues son adicionados como ingredientes enriquecedores en algunas formulaciones buscando un efecto benéfico en el organismo.

Una de las formas más atractivas de presentar algún producto novedoso a los consumidores es mediante golosinas o productos dulces por la gran demanda que presentan; así pues, se han adicionado prebióticos como inulina, oligofructosa, almidón resistente, fibra de cereales, cáscaras de frutas y hortalizas, etc, en galleta, mousse, yogur, leche acidificada, pan, helado, entre otros (Herrera, 2009).

## **2.2. Probiótico**

### **2.2.1. Generalidades**

Los probióticos se definen como suplementos alimenticios con bacterias vivas que contribuyen a mantener el equilibrio microbiano del tracto gastrointestinal. Los probióticos son microorganismos vivos que, tras su ingestión en cierto número, ejercen efectos beneficiosos en el hospedador más allá de los inherentes a la nutrición básica (Rodríguez, 2006).

### **2.2.2 Especies importantes**

Las especies más utilizadas pertenecen al grupo de las bacterias del ácido láctico (bacterias lácticas o BAL) y a las bifidobacterias. Dichas bacterias parecen ser claves en el mantenimiento del equilibrio microbiano necesario para la salud. Son dominantes en el tracto gastrointestinal en los primeros meses de vida y contribuyen, sin duda, a la maduración fisiológica e inmunológica de este órgano. Además, forman parte de la dieta del hombre a través de diversos productos fermentados, entre los que se incluyen muchos productos lácteos. Por estas razones

poseen una merecida reputación de microorganismos saludables o GRAS (Rodríguez, 2006).

#### **a. Bifidobacterias**

Son bacilos anaeróbicos Gram positivos, inmóviles y no esporulados que habitan principalmente en el intestino delgado, habitantes normales del tracto gastrointestinal tanto del hombre y animales, crecen a una temperatura óptima de 36 a 38 °C. Representan uno de los mayores grupos de bacterias intestinales y se utilizan principalmente como cultivos probióticos en productos lácteos (Flores, 2008).

Son habitantes normales del tracto gastrointestinal humano y de diversos animales y están presentes durante toda la vida pero en distintas cantidades, apareciendo a los pocos días después del nacimiento. Constituyen una de las especies predominantes de la microflora del colon (Collado, 2004).

#### **b. Lactobacilos**

La descripción de los lactobacilos se realiza tomando en cuenta lo establecido por Collado (2004).

Son bacilos largos con morfología cocobacilar y corineforme. Es frecuente la formación de cadenas. Son Gram-positivos, inmóviles, aunque existen unas pocas especies móviles por flagelos peritricos. No son esporulados (Leveau y Bouix, 2000). Son sacarolíticos obligados. Su característica principal es la de fermentar azúcares con producción de ácido láctico, pudiendo ser homofermentadores u heterofermentadores. su crecimiento se ve favorecido por la anaerobiosis o por tensiones de oxígeno reducidas. Crecen entre 2 °C y 53 °C, aunque su temperatura óptima es de 30-40 °C. Son acidúricos, creciendo óptimamente a pH comprendidos entre 5.5-6.2. Se han descrito siete grupos serológicos (A-G) de lactobacilos, basándose

en sus determinantes antígenos específicos. Se han descrito más de 102 especies.

Forman parte de la flora normal de la boca, tracto intestinal y aparato reproductor femenino humano y de muchos animales. No son considerados patógenos. Tienen gran importancia industrial, pues se utilizan en diversos procesos de fermentación láctica como yogures y quesos, además intervienen en la fabricación de productos derivados de los vegetales como pepinillos y aceitunas.

### **2.2.3. Viabilidad de probióticos**

La propia definición de probiótico exige el mantenimiento de la viabilidad de los microorganismos durante todo el periodo de vida útil del producto, ya que esto condicionará su efectividad. Aunque todavía existe poca información sobre la dosis y la frecuencia de consumo necesaria para garantizar la efectividad de estos productos, en general, se sugiere que estos productos mantengan valores viables entre  $10^6 - 10^7$  UFC/mL. (Collado, 2004).

La viabilidad de bacterias probióticas en postres lácteos congelados es limitada debido a parámetros intrínsecos del ambiente como toxicidad al oxígeno, ruptura de las membranas celulares de las bacterias durante el batido, congelamiento y vulnerabilidad de las bacterias a condiciones ácidas (Soukoulis y otros, 2010). La incorporación de aire en el helado es esencial para obtener un adecuado overrun; sin embargo el exceso de oxígeno afecta el crecimiento de *L. acidophilus* y *Bifidobacterium*. Su disponibilidad debe mantenerse a lo largo de todo el tiempo de almacenamiento del producto y deben sobrevivir durante el recorrido intestinal a las condiciones gástricas (pH 1-4), enzimas presentes y toxicidad de metabolitos producidos durante la digestión (Di Criscio y otros, 2010).

#### 2.2.4. Beneficios en la salud

Los probióticos afectan a la composición de la flora intestinal y son capaces de modular el sistema inmune con beneficios sobre la salud; entre estos beneficios se incluyen:

**Atenuación de la intolerancia a la lactosa y consiguiente mejora de la digestibilidad.** Las bacterias productoras de ácido acético presentes en productos como el yogur aumentan la actividad lactasa en el intestino delgado, reduciendo el problema de asimilación (Collado, 2004).

**Efectos sobre el sistema inmunológico.** Algunas cepas muestran una actividad inmune estimulante en humanos, pudiendo actuar bien como adyuvantes de respuestas inmunes específicas (por intervención de los linfocitos T4), bien aumentando los mecanismos defensivos no específicos contra las infecciones o tumores. Existen resultados que sugieren que la aparición de las bacterias probióticas puede contrarrestar los efectos mutagénicos y genotóxicos en el colon y en otros lugares (Charalampopoulos y Rastall, 2009).

**Mantenimiento de la flora intestinal normal.** La flora de microorganismos lácticos vivos de los productos probióticos ayuda a repoblar el intestino humano en los casos de alteración de la microflora propia como consecuencia de infecciones intestinales. Su consumo se recomienda en la prevención y tratamiento de diarrea, enteritis o colitis. Pero también por el descenso de los niveles de colesterol, por su efecto beneficioso en el tratamiento de la artritis reumatoide, infecciones de orina, etc. (Nagendra, 2001).

**Prevención del cáncer.** Estudios epidemiológicos recientes aportan evidencias de que el consumo de probióticos puede reducir el riesgo de sufrir cáncer de colon (Charalampopoulos y Rastall, 2009).



**Reducción de alergias.** La intervención de los probióticos puede ayudar a reducir y aliviar los síntomas de alergias alimentarias mediante la modulación del sistema inmune a través de la modificación de la flora intestinal (Nagendra, 2001).

**Reducción del colesterol.** Elevados niveles sanguíneos de ciertos lípidos son un factor de riesgo para problemas cardiovasculares. El efecto de los probióticos en la reducción de los niveles de colesterol y los mecanismos de acción de estos efectos son desconocidos pero algunas hipótesis sugieren que ciertas cepas pueden asimilar la molécula de colesterol (Charalampopoulos y Rastall, 2009).

**Salud gástrica.** La habilidad de las bacterias probióticas para influenciar la colonización y actividad de *Helicobacter pylori*, bacteria asociada a gastritis crónicas, úlcera péptica y un factor de riesgo para el cáncer gastrointestinal, ha sido evaluada y resultados de estudios animales y humanos sugieren que algunos probióticos o sus productos metabólicos pueden inhibir las infecciones por *Helicobacter pylori* (Felley y Michetti, 2003).

**Efectos nutricionales.** La fermentación es un proceso que aumenta la biodisponibilidad de proteínas (aminoácidos y péptidos) por la acción proteolítica de las bacterias empleadas como estárter (Charalampopoulos y Rastall, 2009).

### **2.2.5. Alimentos probióticos**

La producción de productos lácteos con adición de cultivos probióticos como lactobacilos o bifidobacterias sigue en expansión dentro del mercado de los alimentos, habiendo varios estudios que prueban los efectos benéficos en el consumidor derivados por la ingestión de estos microorganismos (Alamprese y otros, 2005).

Los productos elaborados con cultivos probióticos, en su mayoría, son leches fermentadas, yogures y postres lácteos congelados como el helado, las condiciones de refrigeración y congelación durante el proceso de elaboración y almacenamiento, aseguran junto con factores como pH del medio, la viabilidad dentro de los productos mencionados (Belgec y Oksuz, 2007).

### **2.3. Simbiótico**

#### **2.3.1. Generalidades**

La sinergia entre probióticos y prebióticos forma los productos simbióticos. Los compuestos prebióticos son consumidos por los probióticos como carbono o fuente de energía en el colon; esto se traduce en un aumento en el conteo probiótico (benéfico para la salud) y la reducción de microorganismos patógenos en el intestino (Homayouni y otros, 2008), además existe un mayor control y disminución de enfermedades intestinales y confieren un efecto protector al colon. En leches fermentadas simbióticas, cepas de *L. acidophilus*, *L. casei* y *Bifidobacterium* sp. son usadas como probióticos, mientras FOS, galacto-oligosacáridos, lactulosa y productos derivados de la inulina son usados como prebióticos (Di Criscio y otros, 2010).

#### **2.3.2. Alimentos simbióticos**

La leche y productos lácteos han sido la vanguardia en el área de alimentos funcionales y hoy en día continúan siendo el vehículo más importante para la administración de probióticos y prebióticos en la dieta. Diferentes productos lácteos funcionales son propuestos actualmente como quesos, yogures, leches fermentadas, helados de yogurt, salsas a base de queso, bebidas probióticas fermentadas, leches fermentadas enriquecidas con prebióticos, postres lácteos a base de almidón y postres

congelados vegetales no fermentados. Además, el helado puede ser utilizado como un vehículo para transportar los prebióticos y probióticos, siempre y cuando el proceso de congelado y descongelado no causen daño a las células y las características del producto final sean conservadas hasta el momento de su consumo (Di Criscio y otros, 2010).

## **2.4. Helado**

### **2.4.1. Definición**

Es un producto alimenticio obtenido a partir de una emulsión de grasa y proteínas con la adición de otros ingredientes o a partir de una mezcla de agua y otros ingredientes que se someten a congelación con o sin incorporación de aire y que se almacena, distribuye y expende en estado de congelación, o parcialmente congelado (Norma Técnica Peruana, 2006).

### **2.4.2. Clasificación**

Existen tres tipos de helados, diferenciados por su contenido de grasa, proteínas, overrun y valor energético (Cuadro 3).

### **2.4.3. Características cualitativas en helados**

El helado consta de una fase dispersa (con tres principales componentes estructurales: burbujas de aire, cristales de hielo y glóbulos de grasa emulsionados y dispersados) que se encuentra inmersa en una fase continua (fase líquida de alta viscosidad con azúcares, proteínas de leche, e hidrocoloides disueltos en agua no congelada, fase denominada suero).

Cuadro 3. Composición de un helado normal, premium y súper premium.

<b>Tipo de helado</b>	<b>Grasa (%)</b>	<b>Sólidos no grasos (%)</b>	<b>Azúcar (%)</b>	<b>Agua (%)</b>	<b>Overrun (%)</b>	<b>Calorías (100 g)</b>
Normal	8 - 14	7 - 10	13 - 15	46 - 48	90 - 110	140 - 210
Premium	12 - 17	7 - 12	14 - 18	40 - 58	20 - 50	220 - 250
Super Premium	15 - 18.5	6 - 12	15 - 18.5	40 - 56	15 - 50	240 - 290

Fuente: Madrid y Cenzano (2003)

La estabilidad de la compleja mezcla de muchos ingredientes, con diferentes propiedades, depende de la funcionalidad de éstos, los cuales a su vez dependen de las condiciones del sistema. Durante el proceso, la incorporación de aire y la congelación implican numerosos cambios físicos que son favorecidos por la acción de las proteínas y emulsificantes, que estabilizan las fases de emulsión y espuma. La capacidad de los componentes para interactuar es lo que mantiene las propiedades físicas y sensoriales del helado durante y después del proceso, almacenamiento y hasta su consumo (Walstra y otros, 2001).

Además del sabor, tres características principales para evaluar la calidad de un postre congelado son 1) la consistencia referente a la dureza o suavidad, 2) el cuerpo que está determinado por el líquido en el cual están suspendidos los cristales, puede ser viscoso y esponjoso, o muy acuoso y compacto, 3) la textura que se refiere a la sensación del postre congelado sobre la lengua, puede ser gruesa o fina, dependiendo del tamaño de los cristales de hielo.

Los cristales de hielo son esenciales para la consistencia y la sensación de frío que el helado produce en la boca. Además, el frío hace

que el sabor dulce se perciba con menor intensidad. Los cristales no deben ser muy grandes, y para ello, la congelación tiene que ser rápida y es necesario conservar el producto sin fluctuaciones de temperatura (Walstra y otros, 2001).

Cuando los cristales son pequeños ( $< 35 \mu\text{m}$ ) el helado es muy suave. Cristales más grandes desde 35 hasta  $55 \mu\text{m}$  produce un producto de textura suave. Los productos congelados con cristales mayores a  $55 \mu\text{m}$  son de textura gruesa. Los cristales de mezclas con alta proporción de grasa parecen más finos que lo que realmente son, debido a que la grasa lubrica los cristales (Sánchez, 2009).

## **2.5. Viscosidad**

La viscosidad es una medida de la resistencia a la deformación o movimiento del fluido. La viscosidad siempre está presente en mayor o menor medida tanto en fluidos compresibles o incompresibles. En el caso de los fluidos perfectos o no viscosos su efecto es muy pequeño y no se tiene en cuenta, mientras que en el caso de los fluidos reales o viscosos su efecto es importante y no es posible despreciar la deformación (Domingo, 2011).

No sólo depende de la presión, sino también de la temperatura y de una forma distinta para líquidos y gases. La viscosidad de un líquido disminuye con un aumento de la temperatura. Cuando la temperatura aumenta la cohesión entre las moléculas disminuye, al aumentar la energía cinética de las mismas. Esto da como consecuencia una disminución de la viscosidad (Domingo, 2011).

La viscosidad cinemática relaciona la viscosidad dinámica con la densidad del fluido utilizado. La viscosidad aparente se define como el cociente entre el esfuerzo cortante y la velocidad de deformación. Este

término es el que se utiliza al hablar de viscosidad para fluidos no newtonianos (Ramírez, 2006).

En la Figura 1 se muestra la relación de la viscosidad dinámica y aparente.

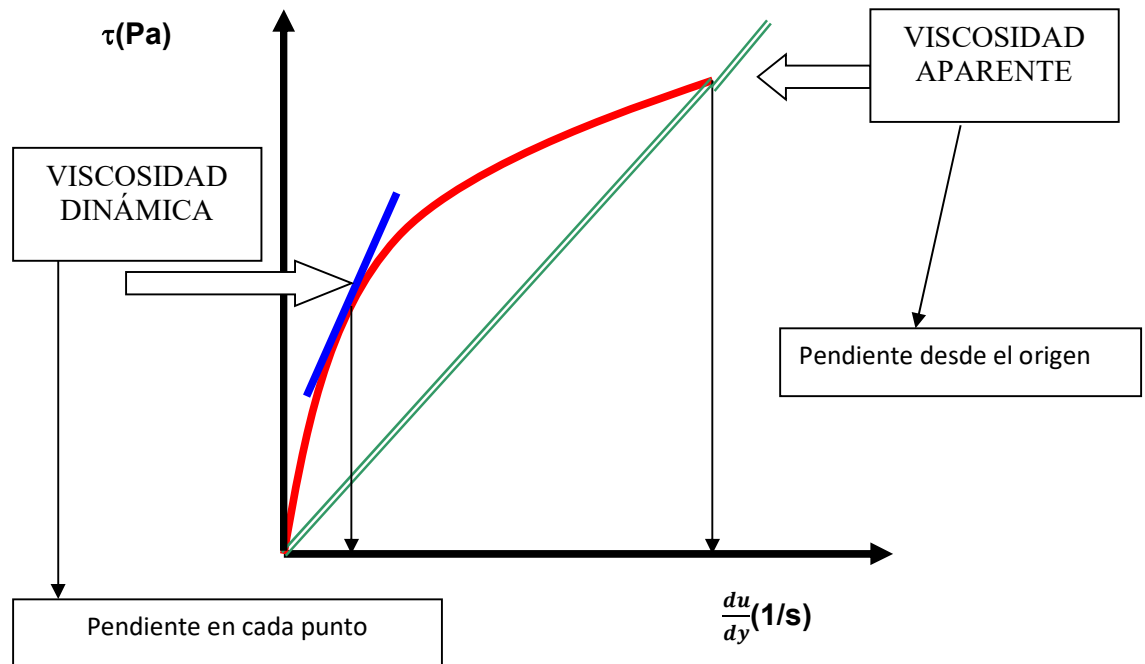


Figura 1: Relación entre la viscosidad dinámica y aparente  
Fuente: Ramírez (2006).

## 2.6. Overrun

El overrun o porcentaje de aireación es la cantidad de aire incorporado a la mezcla (Madrid y Cenzano, 2003).

El aire incorporado a la mezcla debe ser de tipo sanitario y el volumen incorporado por cada 100 mL de mezcla fundida, no debe ser mayor que 120% del calculado (Norma Técnica Peruana, 2006).

La mitad del volumen del helado está ocupado por aire. Las propiedades espumantes de un mix pueden variar según sus ingredientes (contenido de materia grasa, proteínas, emulsionantes y

estabilizantes). Mientras que las proteínas y los estabilizantes favorecen la incorporación de aire y contribuyen a la estabilidad de la espuma, la grasa y los fosfolípidos pueden situarse en la interface agua/aire y tienen un efecto depresor (Mahaut y otros ,2004).

## **2.7. Evaluación sensorial**

La descripción que continúa guarda coherencia con lo establecido por Ramírez (2012).

Es la rama de la ciencia utilizada para obtener, medir, analizar e interpretar las reacciones a determinadas características de los alimentos, tal y como son percibidas por los sentidos de la vista, olfato, gusto, tacto y oído. El hecho de medir las respuestas ante determinados estímulos generados por los alimentos no significa que se obtenga una información subjetiva, ya que tanto los estímulos como las respuestas se dan en unas condiciones bien establecidas y controladas. El papel de la evaluación sensorial se torna de gran importancia en prácticamente todas las etapas de producción y desarrollo de la industria alimentaria, para conocer tanto las características como la aceptabilidad de un producto.

### **2.7.1. Pruebas orientadas al consumidor**

Las pruebas empleadas para evaluar la preferencia, aceptabilidad o grado en que gusta un producto se conocen como “pruebas cuantitativas de consumo” o “pruebas orientadas al consumidor” (POC), ya que se llevan a cabo con paneles de consumidores no entrenados. Existen tres dimensiones básicas. Aunque a los panelistas se les puede pedir que indiquen directamente su satisfacción, aceptación de un producto, a menudo se emplean pruebas hedónicas para medir indirectamente el grado de preferencia o aceptabilidad.

### **2.7.1.1. Pruebas hedónicas**

Las pruebas hedónicas están destinadas a medir cuanto agrada o desagrada un producto. Para estas pruebas se utilizan escalas categorizadas, que pueden tener diferente número de categorías y que comúnmente van desde “me gusta muchísimo”, pasando por “no me gusta ni me disgusta”, hasta “me disgusta muchísimo”. Los panelistas indican el grado en que les agrada cada muestra, escogiendo la categoría apropiada.

Las evaluaciones hedónicas son pruebas de aceptación que se pueden realizar en un laboratorio o en una situación natural en donde se les pide a los catadores, que pueden ser consumidores no experimentados, que prueben una muestra y la puntúen en una escala graduada de nueve puntos desde “extremadamente desagradable” hasta “extremadamente agradable”.

Un número de 30 panelistas es el mínimo necesario para que la evaluación de sus apreciaciones tenga validez estadística.



### **III. MATERIALES Y MÉTODOS**

#### **3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN**

Esta investigación se realizó en el Laboratorio de Ciencias de Alimentos de la Universidad Privada Antenor Orrego UPAO-Trujillo.

#### **3.2. MATERIALES Y EQUIPOS**

##### **3.2.1. Materia prima**

- Leche entera Gloria.
- Cáscara de espárrago blanco (*Asparagus officinalis*). Camposol S.A. planta Chao.

##### **3.2.2. Insumos**

- Azúcar blanca granulada Cartavio S.A.
- Leche entera en polvo Anchor.
- Crema de leche Laive.
- Estabilizante.
- Pulpa de mango. Camposol S.A. planta Chao
- Cultivo lácteo liofilizado probiótico Lyofast sab 4,40 A, marca Sacco. Presentación en sobre para 100 L, adquirida en la empresa Linros Inter insumos. Trujillo-Perú

##### **3.2.3. Material de vidrio**

- Placas Petri
- Pipetas volumétricas
- Matraces de Erlenmeyer
- Vasos de precipitado
- Tubos de ensayo esteriles
- Asa de Drigalsky
- Jarra Gaspaak con sobre de anaerobiosis
- Probetas

#### **3.2.4. Equipos**

- Estufa de convección de aire. Marca Memmert (0 - 220 °C).
- Balanza analítica, Sartorius. Rango de 0 a 3100 g., sensibilidad 0,0001 g.
- Batidora de pedestal Mixmaster, Oster, modelo 2700, motor dual, 550 watts.
- Reómetro digital marca Brookfield serie DV-III modelo M/98-211. Splinde SC 27.

#### **3.2.5. Instrumentos**

- Termómetro digital. Marca Multidigital, Rango de -50 a 200 °C. precisión  $\pm 0,05^{\circ}\text{C}$ .
- Asa de siembra.
- Gradilla
- Microscopio. MS-03L. Marca C&A Scientific

#### **3.2.6. Reactivos**

- Alcohol isoamílico. Merck.
- Fenolftaleína.
- Fucsina.
- Solución de cristal violeta.
- Safranina.

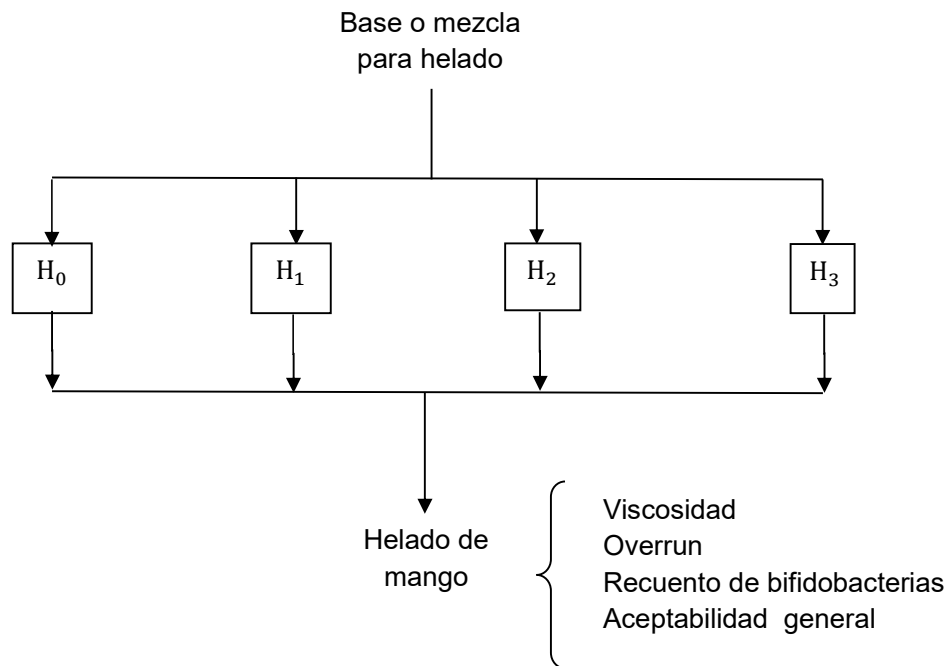
#### **3.2.7. Medios de cultivo**

- Agar TOS (Propionato Transgalactosilado Oligosacárido) Merck
- Caldo MRS (Man Rogosa Sharpe).
- Agua peptonada.

### **3.3. Esquema experimental**

El esquema experimental para la elaboración de helado de mango (Figura 2), presenta como variable independiente la adición de harina de cáscara de espárrago; como variables dependientes: viscosidad aparente,

overrun, recuento de bifidobacterias y aceptabilidad general. Todas las evaluaciones se realizaron al día siguiente de la elaboración del helado.



### **Leyenda**

H<sub>0</sub>=Control (sin harina)

H<sub>1</sub>= 1% de adición de harina de cáscara de espárrago

H<sub>2</sub>= 3% de adición de harina de cáscara de espárrago

H<sub>3</sub>= 5% de adición de harina de cáscara de espárrago

Figura 2. Esquema experimental para la elaboración de helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago

### 3.4. Procedimiento para la elaboración del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago

La Figura 3, muestra el proceso de elaboración del helado de mango con distintos porcentajes de adición de harina de cáscara de espárrago.

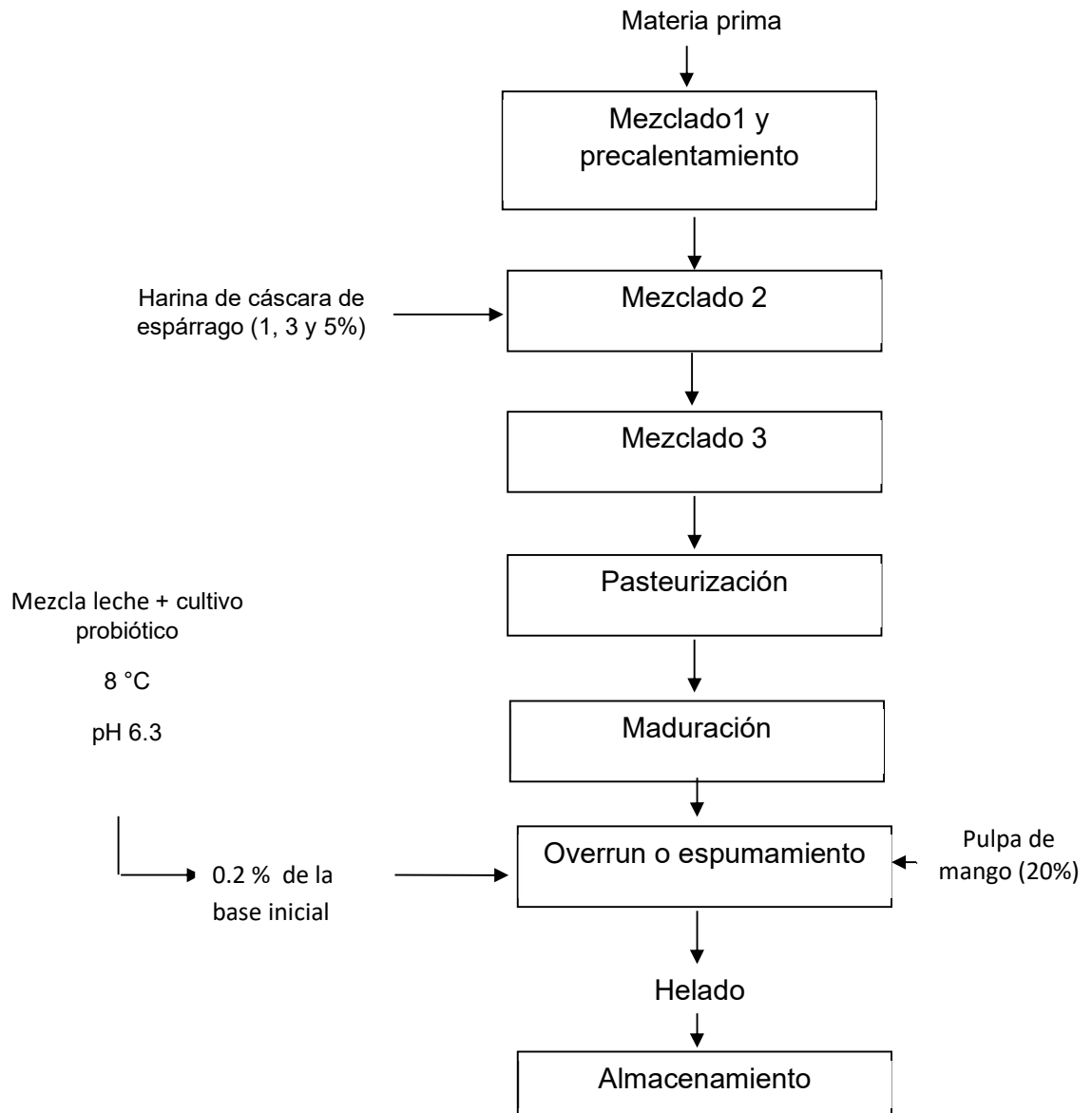


Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de helado de mango con harina de cáscara de espárrago

### **3.4.1 Descripción del proceso de elaboración del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago**

- **Recepción**

Se verificó que toda la materia prima e insumos utilizados sean de buena calidad y estén sellados correctamente.

- **Mezclado**

Se realizó en tres pasos; 1) se adicionó la leche y crema de leche a 50 °C; 2) la leche en polvo + 50% de azúcar + harina de cáscara de espárrago para una mejor dispersión; 3) el estabilizante + 50% de azúcar.

- **Pasteurización**

Se pasteurizó la mezcla a 80 °C, con agitación manual continua por 20 segundos con el fin de destruir la flora patógena y favorecer la desnaturalización de las proteínas; además, permitir una mejor hidratación y facilitar la disolución de los azúcares y estabilizantes.

- **Maduración**

La mezcla pasteurizada se mantuvo a una temperatura de 4 °C por un periodo de 12 horas con el fin de activar la estructura del helado.

- **Overrun o espumamiento**

Se adicionó la pulpa de mango en un 20% (p/v) y el cultivo probiótico en un 0.2% (p/v) con un pH entre 5.6 a 6.3 de la cantidad de base procesada, luego, se procedió a la incorporación de aire con una batidora automática por 10 minutos.

- **Almacenamiento**

El helado se almacenó a – 18 °C en una congeladora.

### 3.5. Formulación base del helado

En el Cuadro 4, se muestra la formulación base empleada en la elaboración del helado de mango.

Cuadro 4. Formulación base del helado

Ingrediente	Porcentaje
Leche entera	69
Crema de leche	11
Leche en polvo	5
Azúcar	14.7
Estabilizante	0.3

Fuente. UNALM (2013)

A la formulación base se le adicionó pulpa de mango (20%), cultivo probiótico (0.2%) y harina de cáscara de espárrago (1, 3 y 5%) respectivamente.

### 3.6. Obtención de harina de cáscara de espárrago

La cáscara de espárrago blanco fue seleccionada, separando todo material extraño y eliminando la deteriorada, luego, se realizó un lavado con agua potable para eliminar impurezas. La cáscara fue escaldada por inmersión en agua (90 °C por 3 minutos), con la finalidad de eliminar el sabor amargo característico de los residuos vegetales, así como, para ablandar el material y facilitar las posteriores operaciones; seguidamente se efectuó un enjuague con agua potable. Luego de escurrido se procedió al secado en una estufa de convección forzada de aire a 70 °C por 10 horas, posteriormente se realizó una molienda y tamizado en una malla N° 30 (425 µm). Finalmente se procedió a envasar el producto final en bolsas de

polipropileno las cuales fueron almacenadas a temperatura ambiente (Márquez y Pérez, 2008).

En la Figura 4 se observa el diagrama de flujo para la obtención de harina de cáscara de espárrago.

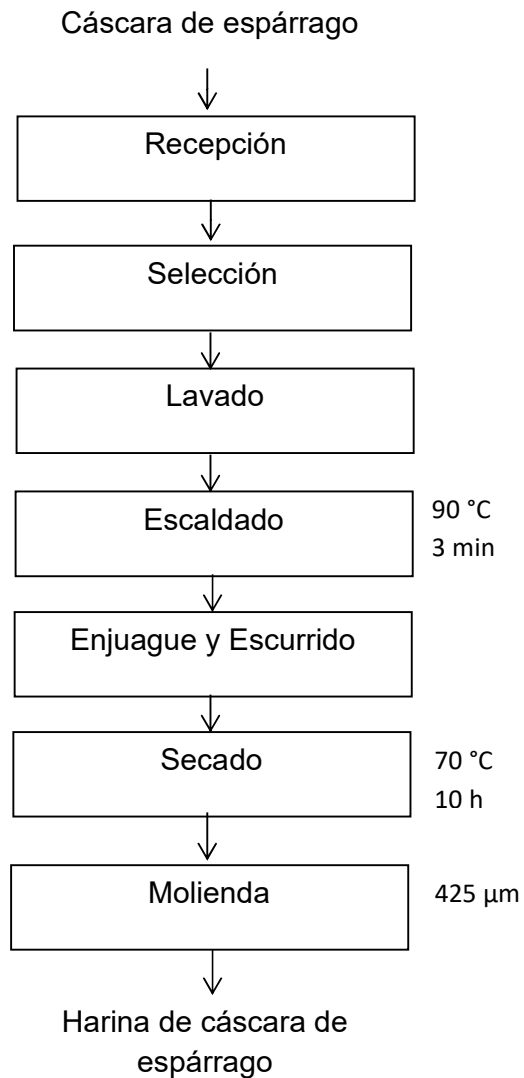


Figura 4. Diagrama de flujo para la obtención de harina de cáscara de espárrago

Fuente. Márquez y Pérez (2008)

### 3.7. Análisis del helado

#### 3.7.1. Análisis fisicoquímico

##### 3.7.1.1. Viscosidad

El procedimiento fue adaptado del método descrito por Nuerberg y otros (2012). Se determinó en 11 mL de helado, utilizando un reómetro digital marca Brookfield serie DV-III modelo M/98-211. Splinde SC 27, a 4 °C. Velocidad de cizalla 20 1/s y 60 rpm. Las lecturas se expresaron en (mPa.s).

##### 3.7.1.2. Overrun

El procedimiento fue determinado siguiendo lo establecido en la NTP (2006)

$$\text{Overrun} = \frac{\text{Volumen mezcla congelada} - \text{Volumen mezcla fundida (20}^\circ)}{\text{Volumen mezcla fundida (a 20 }^\circ\text{C)}} \times 100$$

Los resultados se expresaron en porcentaje (%)

#### 3.7.2. Viabilidad de bifidobacterias

Se adicionaron 10 g de muestra a 90 mL de caldo MRS, con el fin de homogenizar la mezcla y obtener la primera dilución  $10^{-1}$ ; luego, se realizaron diluciones decimales tomando 1 mL de dilución  $10^{-1}$  y adicionándolo a los 9 mL de caldo MRS, repitiendo esta operación hasta llegar a la dilución  $10^{-4}$ . Se empleó el método de recuento en placa por siembra en superficie descrito en León (2008); como medio de cultivo se usó agar TOS propionato. El recuento se realizó el día 1 de elaborado el helado. Para la caracterización microscópica de las bacterias se realizó la técnica de Tinción de Gram (Ratto y otros, 1983).



### **3.7.3. Análisis sensorial del helado**

Para el análisis sensorial del helado se utilizó una prueba de aceptabilidad general mediante escala hedónica estructurada de 9 puntos, donde el extremo inferior corresponde a “me disgusta muchísimo” con 1 punto y el extremo superior a “me gusta muchísimo” con 9 puntos. Se empleó un panel no entrenado conformado por 30 personas de ambos sexos entre 20 y 40 años (Ramírez, 2012). Los cuatros tipos de helados elaborados fueron evaluados en una sesión, durante el día. Las muestras fueron presentadas de manera aleatoria y codificadas con números de 3 dígitos, acompañadas de la tarjeta de evaluación y entregadas a los panelistas a una temperatura de -12 °C.

En la Figura 5, se muestra la tarjeta de evaluación sensorial que fue utilizada para la prueba de medición de aceptabilidad general en los helados.

### **3.7.4. Análisis estadístico**

El modelo estadístico aplicado para la evaluación paramétrica de la viscosidad aparente, overrun y recuento de bifidobacterias, corresponde a un arreglo unifactorial, tres formulaciones más una muestra control, con cuatro repeticiones, para lo cual se empleó la prueba de Levene para hallar la homogeneidad de varianza, seguido de un análisis de varianza y la prueba de comparaciones múltiples de Duncan con un nivel de confianza del 95%.

Los datos no paramétricos obtenidos en la evaluación de la aceptabilidad general del helado de mango fueron evaluados mediante las pruebas de Friedman y Wilcoxon a un nivel de confianza del 95%. Se empleó el programa IBM SPSS Statistics versión 22.

Nombre: \_\_\_\_\_ Fecha: \_\_\_\_\_

**Producto: Helado**

Pruebe las muestras de helados que se le presentan e indique, según la escala su opinión sobre ellas.

Marque con una **X** el renglón que corresponda a la calificación para cada muestra.

ESCALA	(210)	(220)	(310)	(530)
Me gusta muchísimo	—	—	—	—
Me gusta mucho	—	—	—	—
Me gusta bastante	—	—	—	—
Me gusta ligeramente	—	—	—	—
Ni me gusta ni me disgusta	—	—	—	—
Me disgusta ligeramente	—	—	—	—
Me disgusta bastante	—	—	—	—
Me disgusta mucho	—	—	—	—
Me disgusta muchísimo	—	—	—	—

Comentarios: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

Figura 5. Tarjeta de evaluación sensorial del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago.

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIONES

### 4.1. Determinación de la viscosidad aparente

Los resultados de la viscosidad aparente a 4 °C para el helado con adición de harina de cáscara de espárrago se presentan en la Figura 6.

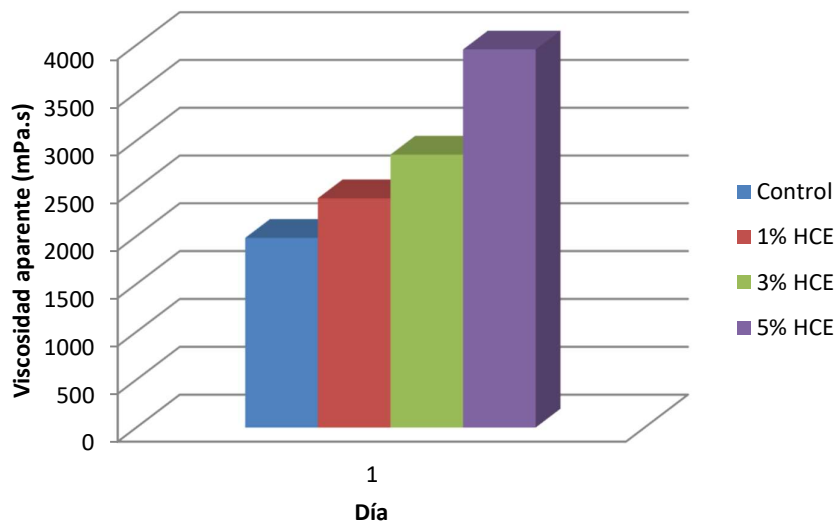


Figura 6. Viscosidad aparente del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago a 4 °C

Se observa que la viscosidad aparente en el helado se incrementó con la adición del porcentaje de harina de cáscara de espárrago. El mayor valor se obtuvo en el helado elaborado con 5 % de harina de cáscara de espárrago, presentando un valor de 3954 mPa.s, mientras que la muestra control (0 % harina de cáscara de espárrago) presentó la menor viscosidad con un valor de 1982.75 mPa.s.

Se han reportado valores de viscosidad aparente (4 °C) en helado de 3350 con adición de 4% de oligofruktosa y 3910 mPa.s con 4% de inulina (Akalin y Erisir, 2008); 1512 mPa.s en helado con 2% de inulina (Akin y otros, 2007).

Rodríguez y otros (2009) encontraron un comportamiento similar, en el que existió un incremento de la viscosidad aparente conforme aumentó la adición de fibra de celulosa al helado (3.5, 4.5 y 5.5%), atribuyéndole a los procesos ocurridos durante las etapas de homogenización y maduración de las mezclas, particularmente en esta última, donde se absorbe parcialmente el agua libre como agua de hidratación, estando incrementada por la celulosa incorporada, provocando con ello el incremento de la viscosidad.

La elevada viscosidad aparente en un helado simbiótico que contiene oligofruktosa o inulina puede ser explicado por la interacción de la fibra dietaria y los componentes líquidos contenidos en el helado, profundizando un poco más, por el elevado peso molecular de la inulina y su interacción con las proteínas de la leche. La inulina al poseer una elevada capacidad de retención de agua liga el agua y forma una red gelatinosa que junto a otros componentes (como azúcar o una mezcla de emulsionantes y estabilizantes), pueden modificar la reología de la mezcla (Akalin y Erisir, 2008).

Akin y otros (2007) indicaron que la adición de inulina ocasiona que las moléculas de agua queden retenidas y sean incapaces de moverse libremente entre las otras moléculas de la mezcla generando un aumento de viscosidad; debido a que esta es altamente higroscópica, absorbe agua, por lo tanto, a mayor cantidad de inulina, la viscosidad aumenta.

Ramírez y Pacheco (2009) mencionan que la variación de la viscosidad aparente en harinas de guayaba, guanábana y piña, con alto contenido de fibra insoluble (54.65, 40.43 y 11.57%, respectivamente) y

bajo contenido de fibra soluble (10.99, 8.91 y 2.08%, respectivamente) se debe al tamaño de partícula y concentración a la cual se prepara la muestra, así como también es asociada a las fibras solubles, aunque se encuentren en menor proporción.

Madrigal y Sangronis (2007) determinaron que la harina de espárrago contiene fibra insoluble (lignina) y soluble (4% de inulina) lo cual explicaría el incremento de la cremosidad y viscosidad, respectivamente, en los tratamientos.

En el Cuadro 5, se muestra la prueba de Levene aplicada a la viscosidad aparente en helado, observándose que existió homogeneidad de varianzas de la variable independiente ( $p > 0.05$ ) validando el posterior análisis de varianza.

Cuadro 5. Prueba de Levene para la viscosidad aparente en el helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago

<b>Variable</b>	<b>Estadístico de Levene</b>	<b>p</b>
Viscosidad aparente	1.337	0.308

El Cuadro 6 muestra el análisis de varianza del efecto de la adición de harina de cáscara de espárrago sobre la viscosidad aparente en helado, donde se observa que existió efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la adición de cáscara sobre la viscosidad aparente.

Cuadro 6. Análisis de varianza para la viscosidad aparente del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago.

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
Porcentaje de adición	8659604.188	3	2886534.729	201.025	0.000
Error	172308.750	12	14359.063		
Total	8831912.938	15			

Un comportamiento similar fue observado por Rodríguez (2009), quien encontró una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) al evaluar adición de fibra de celulosa (3.5, 4.5 y 5.5%) en helado.

Akarin y Erisir (2008) estudiaron el efecto de adición de oligofructosa 4% e inulina 4% sobre la viscosidad aparente en helado, encontrando diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) de las variables independientes.

Akin y otros (2007) determinaron un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) al evaluar la adición de inulina (1 y 2%) sobre la viscosidad aparente en helado.

En el Cuadro 7, se presenta la prueba de Duncan para la viscosidad aparente en helado, presentándose diferencia significativa en los tratamientos, denotada en la formación de subgrupos.

Akalin y Erisir (2008) reportaron un valor de viscosidad aparente a 4 °C de 1760 mPa.s para un helado comercial, 2680 mPa.s para un helado probiótico y 3910 y 3350 mPa.s para un helado prebiótico con 4% inulina y 4% de oligofructosa, respectivamente, mientras que Akin y otros (2007) encontraron un valor de viscosidad aparente a 4 °C de 1398 mPa.s en helado comercial y 1512 mPa.s en helado prebiótico con 2% de inulina. En

base a los antecedentes mencionados, el helado con mejor viscosidad aparente es el de 1% de adición de harina de cáscara de espárrago, que presenta un valor intermedio de 2397 mPa.s y cercano a valor de muestra control.

Cuadro 7. Prueba de Duncan para la viscosidad aparente del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago

Porcentaje de adición	Subconjunto			
	1	2	3	4
Control	1982.75			
1%		2397.00		
3%			2854.00	
5%				3954.00

#### 4.2. Determinación del overrun

El overrun en los helados fue disminuyendo conforme aumentaba el porcentaje de harina de cáscara de espárrago. La muestra control presentó el mayor valor de overrun (39.13 %), en tanto que la formulación con 5% de adición presentó el menor valor (3.13%).

Rodríguez y otros (2009) encontraron una tendencia similar, obteniéndose valores de overrun en helado de 32.5% para un contenido de 5.5% de fibra de celulosa y un valor de overrun de 98% para un contenido de 3.5% de fibra de celulosa.

En la Figura 7 se muestran los resultados obtenidos en la determinación del overrun en helado con adición de harina de cáscara de espárrago.

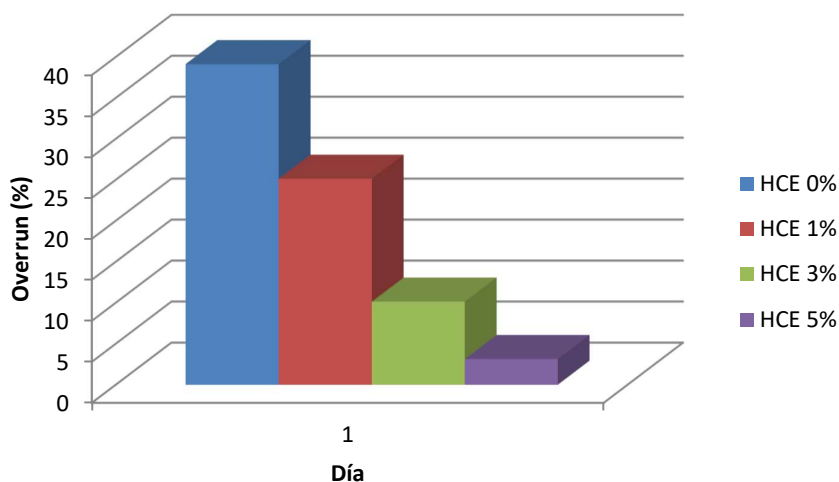


Figura 7. Overrun del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago.

Nuemberg y otros (2012) hallaron valores de overrun de 67.19, 58.06 y 39.13% para helados con 4, 6 y 8% de grasa, respectivamente.

La naturaleza globular de las proteínas y la fibra insoluble con alto peso molecular de las mismas o sus agregados disminuye su flexibilidad y capacidad de formar un film interfacial alrededor de las burbujas de aire lo que podría explicar el bajo overrun, y la tendencia de nuestras muestras (Castel, 2010).

El agregado de aire al helado es de una importancia fundamental para definir su calidad. Un agregado excesivo de aire dará un helado de baja calidad, sin cuerpo, deshaciéndose en la boca dejando una leve sensación; por el contrario, un helado con poco aire incorporado da una sensación pesada, muy fuerte, que tampoco es deseable. Hay una relación que se debe tener en cuenta a la hora de evaluar el overrun, y es la relación que existe entre los sólidos totales de la mezcla y la cantidad de aire a incorporar para obtener un helado con el cuerpo y textura adecuados. Cuanto mayor sea el contenido de sólidos en la mezcla, más aire se puede



incorporar, pero el contenido de grasa de la mezcla dificulta el proceso de aireación. A mayor contenido de grasa más difícil es la incorporación de aire. Los helados con base de agua y con poca grasa se batien bien y rápidamente mientras que los helados de crema se batien con mayor dificultad y tardan más en incorporarse.

La temperatura de incorporación de aire se sitúa entre 4 y  $-4^{\circ}\text{C}$ . A temperaturas por encima de los  $4^{\circ}\text{C}$ , el mix adquiere una densidad que impide tanto la entrada como también la salida del aire previamente incorporado. Por debajo de los  $-4^{\circ}\text{C}$ , el frío retiene el aire y el agitador lo fragmenta en diminutas burbujas distribuyéndolas por todo el helado. (Miguel, 2009; Zhindon, 2010).

El tamaño de partícula ( $425\ \mu\text{m}$ ) obtenida (Márquez y Pérez, 2008) se relaciona con la disminución del overrun en el helado de mango, ya que a mayor tamaño de partícula, la interacción necesaria para formar la red continua en la matriz del producto disminuye, evitando mantener la dispersión e incorporación adecuada del aire en el helado (Pintor y Totosaus, 2013).

Barrionuevo y otros (2011) mencionan que el overrun está influenciado por el aire incorporado durante el batido y congelación, así como también por la correcta reconstitución e hidratación de las proteínas y de sus propiedades funcionales, afectando el volumen en el producto final.

Rodríguez y otros (2009) mencionan que la disminución del overrun en el helado con adición de fibra insoluble, puede estar provocado por la alta viscosidad de la mezcla, característica reológica que está muy relacionada con la incorporación de aire y por tanto con el rendimiento a obtener en el producto final.

En el Cuadro 8, se observa la prueba de Levene, la cual nos indica que existió homogeneidad de varianza.

Cuadro 8. Prueba de Levene para el overrun en el helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago.

<b>Variable</b>	<b>Estadístico de Levene</b>	<b>p</b>
Overrun	1.831	0.195

En el Cuadro 9, se observa el análisis de varianza denotando que hubo diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) en el overrun del helado con adición de harina de cáscara de espárrago.

Cuadro 9. Análisis de varianza del overrun en el helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago.

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
Porcentaje de adición	3091.000	3	1030.333	1595.355	0.000
Error	7.750	12	0.646		
Total	3098.750	15			

Un comportamiento similar fue observado por Akalin y Erisier (2008), quien encontró una diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) al evaluar la utilización de diferentes tipos de fibra (inulina y oligofruktosa) en helado. Akin y otros (2007) estudiaron el efecto de diferentes concentraciones de inulina sobre el overrun en helado, encontrando diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) de las

variables independientes. Rodríguez (2009) determinó efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de la concentración de celulosa sobre el overrun en helado.

En el Cuadro 10, se presenta la prueba de Duncan para el overrun en helado, presentándose diferencia significativa entre los tratamientos, denotada por la formación de subgrupos.

Cuadro 10. Prueba de Duncan para el overrun en el helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago.

Porcentaje de adición	Subconjunto			
	1	2	3	4
Control	39.13			
1%		25.13		
3%			10.13	
5%				3.13

Zhondon (2010) menciona que el porcentaje de overrun óptimo se sitúa entre el 30% y el 40%. Los valores hallados corresponden a productos con incorporación de aire moderado a bajo, siendo el valor más adecuado el del helado que contiene 1% de adición de harina de cáscara de espárrago con 25.13%.

#### 4.3. Determinación de la viabilidad de bifidobacterias

En la Figura 8 se observa que conforme aumenta la adición de harina de cáscara de espárrago en el producto este tuvo un mayor recuento de bifidobacterias. Siendo el tratamiento con adición de 5% de harina de cáscara de espárrago el que tuvo un mayor recuento.

Una tendencia similar fue hallada por Akin y otros (2007) quienes evaluaron el recuento de *Bifidobacterium lactis* en helado con adición de

inulina 1 y 2%, encontrando valores de 8.09 y 8.14 ciclos logarítmicos, respectivamente, notándose un incremento en el número de *B. lactis* conforme incrementó el contenido de fibra, lo cual puede atribuirse al pH del helado 5.9 y propiedades prebióticas de la inulina.

En la Figura 8, se observan los valores de viabilidad de bifidobacterias obtenidos en el helado con adición de harina de cáscara de espárrago.

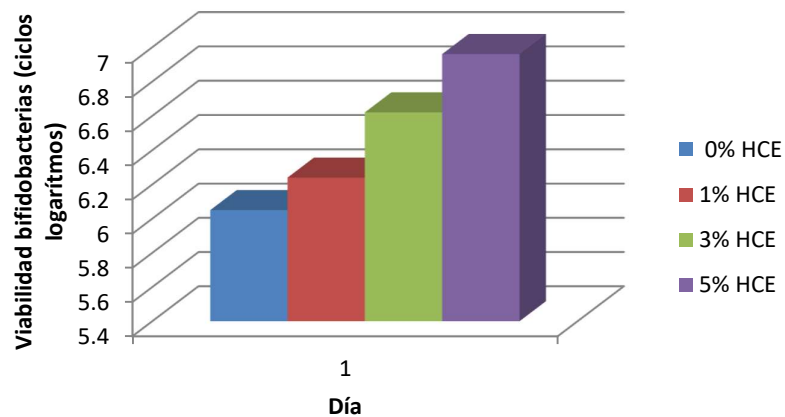


Figura 8. Viabilidad de bifidobacterias en el helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago.

Akalin y otros (2008) evaluaron el recuento de *B. animalis Bb-12* en helado con adición de diferentes fibras, obteniendo valores de 6.60 ciclos logarítmicos para helado con 4% de oligofructosa y 5.96 ciclos logarítmicos para helado con 4% de adición de inulina. Este resultado se debe a que la oligofructosa es un nutriente preferido por las *bifidobacterias* como fuente de carbono y energía, además, presentan moléculas con longitud de cadena más corta por lo que son fermentadas más rápido, de esta forma, el elevado recuento de *bifidobacterias* puede ser debido a la longitud de cadena más corta o menor grado de polimerización frente al de la inulina. Así mismo también se indica que el menor recuento obtenido por la inulina pudo ser causado por el elevado overrun (50%) en comparación con la

oligofruktosa (31.7%), debido a que las bifidobacterias al ser anaeróbicas son más sensibles al oxígeno.

Sánchez (2009) elaboró un helado simbiótico con adición de fibra de avena, evaluando el recuento de *bifidobacterium lactis* durante 4 semanas; observando que la concentración de bifidobacterias inicialmente fue de 9.70 y 9.80 ciclos logarítmicos para 0.5 y 1.0% de fibra de avena y a su vez fue disminuyendo en el tiempo encontrando que está relacionado principalmente a dos factores, el primero de ellos es la temperatura de congelación, ya que inducen estrés a las bacterias por el choque térmico o cambio de temperatura, también se producen cristales de hielo que pueden provocar ruptura celular; y el segundo es el oxígeno incorporado, esto provoca una alteración de la membrana celular.

El Cuadro 11, muestra la Prueba de Levene, donde se observa una homogeneidad de las varianzas de la viabilidad de bifidobacterias en el helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago ( $p > 0.05$ ).

Cuadro 11. Prueba de Levene aplicada a la viabilidad de bifidobacterias en el helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago.

Variable	Estadístico de Levene	p
Recuento de bifidobacterias	1.640	0.232

En el Cuadro 13, se muestra el análisis de varianza de la viabilidad de bifidobacterias en el helado de mango, en el cual se mostró que existió efecto significativo a un nivel de confianza del 95%, en la adición de harina de cáscara de espárrago.

Cuadro 13. Análisis de varianza aplicado a la viabilidad de bifidobacterias en el helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago

<b>Fuente de variación</b>	<b>Suma de cuadrados</b>	<b>Grados de libertad</b>	<b>Cuadrados medios</b>	<b>F</b>	<b>p</b>
Porcentaje de adición	1.967	3	.656	413.523	0.000
Error	.019	12	.002		
Total	1.986	15			

Akin y otros (2007) determinaron un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) de las variables adición de inulina sobre la viabilidad de bifidobacterias en helado. Sánchez (2011) encontró un efecto significativo ( $p < 0.05$ ) al evaluar diferentes concentraciones de fibra de avena en helado.

En el Cuadro 13, se muestra la prueba de Duncan para la viabilidad de bifidobacterias en el helado, encontrando que existe diferencia significativa en las distintas adiciones analizadas.

Cuadro 13. Prueba de Duncan para la viabilidad de bifidobacterias en el helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago.

<b>Porcentaje de adición</b>	<b>Subconjunto</b>			
	<b>1</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>
Control	6.05			
1%		6.24		
3%			6.62	
5%				6.96

La prueba de Duncan determinó que la adición de 5% de harina de cáscara de espárrago presentó el mayor valor en viabilidad de bifidobacterias (6.96 ciclos logarítmicos).

Actualmente, no hay estándares nacionales o internacionales para identificar el nivel de actividad de una bacteria en los alimentos o en los suplementos. En Estados Unidos, la National Yogurt Association ha establecido un acuerdo llamado “Cultura Activa de Vida”, que requiere que el helado contenga un mínimo de 6 ciclos logarítmicos para ser considerado un producto probiótico (Rodríguez, 2011; Sánchez, 2009).

Finalmente, los resultados indican que el producto elaborado en cualquiera de sus niveles de adición de fibra de espárrago cumple con las características necesarias para ser considerado un alimento probiótico, generándose una simbiosis entre la fibra y el cultivo probiótico.

#### 4.4. Determinación de aceptabilidad general

En la Figura 7, se puede observar la evaluación de aceptabilidad general mediante la aplicación de una escala hedónica de 9 puntos en helado con adición de harina de cáscara de espárrago. En el Anexo 5 se muestran los resultados de la evaluación sensorial

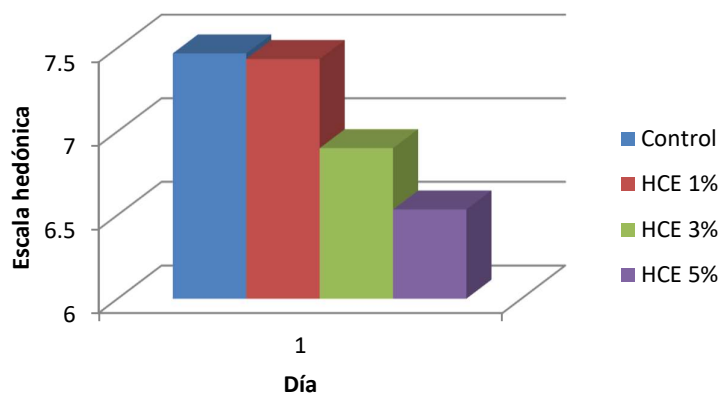


Figura 7. Aceptabilidad general en helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago.

Según la percepción general de los panelistas, indicada en la cartilla de evaluación; percibieron un sabor y olor agradable, una consistencia suave y cremosa en los diferentes tratamientos, encontrándose percepciones de “me gusta bastante” y “me gusta mucho”, siendo la muestra de helado con 5% de adición de harina de cáscara de espárrago la que presentó la menor aceptación con una puntuación promedio de 6.53 debido al alto contenido de este componente y el tratamiento con adición de 1% de harina de cáscara de espárrago, el que presentó la mayor aceptación con una puntuación promedio de 7.43.

Las propiedades sensoriales son los atributos de los alimentos que se detectan por medio de los sentidos y son, entre otros, la apariencia, el olor, el aroma, el gusto y las propiedades de textura. Teniendo presente que la apariencia representa todos los atributos visibles de un alimento, se puede afirmar que constituye un elemento fundamental en la elección de un alimento (Carpenter, 2002).

En el Cuadro 14, se presenta los resultados de la prueba de Friedman para la aceptabilidad general del helado elaborado con diferentes adiciones de harina de cáscara de espárrago, denotándose que existió diferencia significativa a un nivel de confianza del 95% entre los tratamientos. Así mismo se determinó que el helado elaborado con la adición de 1% de harina de cáscara de espárrago presentó la mejor calificación por parte de los consumidores, esto se deduce del mayor rango promedio 3.12.



Cuadro 14. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago

<b>Porcentaje de adición</b>	<b>Rango promedio</b>
Control	3.05
1%	3.12
3%	2.03
5%	1.80
Chi-cuadrado	35.92
p	0.000

En el Cuadro 15, se presenta la prueba de Wilcoxon, que es usada para obtener la información complementaria a la prueba de Friedman, cuando esta resulta significativa, comparándose todos los tratamientos por pares.

Cuadro 15. Prueba de Wilcoxon para la comparación de la aceptabilidad general del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago

<b>Porcentaje de adición</b>		<b>Z</b>	<b>p</b>
	1%	-0.168	0.867
Control	3%	-0.811	0.018
	5%	-3.167	0.002
	3%	-3.120	0.002
1%	5%	-3.910	0.000
	3%	5%	-1.851

Se determinó que el tratamiento con mayor aceptabilidad de 1% de adición de harina de cáscara de espárrago fue, estadísticamente, igual a la muestra control, pero al compararlo con el tratamiento de 3 y 5% de adición de harina de cáscara de espárrago se encontró que existía una diferencia estadística.

## **V. CONCLUSIONES**

La adición de harina de cáscara de espárrago tuvo un efecto significativo sobre la viscosidad aparente, overrun, viabilidad de bifidobacterias y aceptabilidad general en los helados de mango.

El helado con 1% de adición de harina de cáscara de espárrago obtuvo la mejor viscosidad aparente (2397mPa.s), overrun (25.13%), recuento de bifidobacterias (6.62 ciclos logarítmicos) y mayor aceptabilidad general (7.43 puntos).

## **VI. RECOMENDACIONES**

Realizar estudios de almacenamiento para poder determinar la vida útil de los helados con adición de harina de cáscara de espárrago.

Evaluar las características físicas (actividad de agua y tamaño del cristal) en el helado.

Evaluar cómo afecta el contenido de grasa en el overrun del producto.

Evaluar la relación entre el overrun y el tamaño de partícula de la harina de espárrago usada.

## VII. BIBLIOGRAFIA

Ajila, C., Leelavathi, K., Prasada , U. 2008. Improvement of dietary fiber content and antioxidant properties in soft dough biscuits with the incorporation of mango peel powder. *Journal of Cereal Science* 48 (2): 319-326.

Akalin, A., Erisir, D. 2008. Effects of inulin and oligofructose on the rheological characteristics and probiotic culture survival in low fat probiotic ice cream. *Journal of food science*.73: 188-4

Akin, M.B., Akin, M.S., kirmacy, Z. 2007. Effects of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice cream. *Science Direct*. 104. 93-99.

Astuhuamán, L. 2007. Efecto de la cocción-extrusión en la fibra dietaria y en algunas propiedades funcionales de cuatro variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd). Tesis para optar el título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Barrionuevo, M., Carrasco, J., Cravero, B. y AN, R. (2011). Formulación de un helado dietético sabor arándano con características prebióticas. *Revista composición de alimentos*. 29 (134):23-28.

Bartz, J., Breent, J. 2005. Postharvest physiology and pathology of vegetables. Second edition. Taylor and Francis library.

Belgec, N., Oksuz, O. 2007. Artisan strawberry ice cream made with supplementation of *Lactocacci* or *Lactobacillus acidophilus*. *Journal of FoodScience* 4.19.

Castel, M. 2010. Estudio de las propiedades funcionales, tecnológicas y fisiológicas de las proteínas de amaranto. Tesis para optar el grado de Magister en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Escuela de Ingeniería Química. Universidad Nacional del Litoral

Charalampopoulos, S., Rastall, R. 2009. Prebiotic and probiotic science and technology. Springer Science business media.

Cho, S., Almeida, N. 2012. Dietary fiber and health. Taylor and Francis group. NW. Florida.

Collado, M. 2004. Caracterización de cepas del género *Bifidobacterium* con carácter probiótico Tesis para optar el grado de Doctor Ingeniero Agrónomo. Escuela técnica superior de ingenieros agrónomos. Departamento de biotecnología. Universidad Politécnica de Valencia. España.

Di Criscio, T., Fratianni, A., Mignogna, R. y Coppola, R. 2010. Production of functional probiotic, prebiotic and synbiotic ice creams. *Journal of DairyScience*. 93: 4555-4564.

Domingo, A., 2011. Apuntes de mecánica de fluidos. Departamento de física e instalaciones ETS. Arquitectura de Madrid. Universidad Politécnica de Madrid. España.

Felley, C., Michetti, P. 2003. Probiotics and helicobacter pylori. *Best pract res clingastroenterol*. 17: 785-791.

Firpo, I., Rotondo, R., Drincovich, M., Haves, A., López, F., Cointry, E., García, M. 2007. Caracterización de aspectos de calidad a cosecha de cinco híbridos de espárrago, bajo dos sistemas de manejo. *Revista de Investigaciones de la facultad de Ciencia Agrarias*. UNR. Argentina.

García, I. 2003. Caracterización físicoquímica y funcional de los residuos fibrosos de mango criollo (*Manguifera indica L.*) y su incorporación en

galletas. Tesis para obtener el título de Ingeniero de Alimentos. Facultad de Ciencias e Ingeniería de Alimentos. Universidad Tecnológica de la Mixteca. Mexico.

García, P. 2004. La fibra en la alimentación. Unidad de nutrición clínica y dietética. Hospital general universitario Gregorio Marañón. Edikamed S.L. Madrid. España.

Gibson, G. Rastall, R. 2006. Prebiotics, development and application. England.

Guarner, F., Khan, A., Garisch, J., Eliakim, R., Gangl, A., Thomson, A., Krabshuis, J., Mair, T. 2011. Guías prácticas de la OMGE Probióticos y prebióticos. World Gastroenterology Organisation (WGO).

Hernández, P. 2004. Evaluación de las propiedades fisicoquímicas y reológicas de yogurt bajo en grasa enriquecido con fibra y calcio de yogurt. Tesis Maestría. Ciencia de Alimentos. Departamento de Ingeniería Química y Alimentos, Escuela de Ingeniería, Universidad de las Américas Puebla. México.

Herrera, I. 2009. Obtención de galletas fortificadas con salvado de quinua (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidic auleaellen*) y kiwicha (*Amaranthus caudatus*). Tesis para optar el título de Magister Scientiae. Universidad Agraria La Molina.

Homayouni, A., Azizi, A., Ehsani, M.R., Yarmand, M. y Razavi, S. 2008. Effect of microencapsulation and resistant starch on the probiotic survival and sensory properties of synbiotic ice cream. Science Direct. 111. 50- 55.

Jaramillo, S., Fuentes, J., Rodríguez, G., Waldron, K., Guillén, A., Fernández, J., Jimenez, A., Rodríguez, R. 2008. Characterization of asparagus lignin by HPLC. Journal of food science. 73(7): 526-32.

Leveau, J., Bouix, M. 2000. Microbiología industrial, los microorganismos de interés industrial. Editorial Acribia S.A. Zaragoza. España.

Ludeña, F. 2013. Curso de elaboración de helados artesanales, teórico-práctico. Universidad Nacional Agraria La Molina.

Madrid, A. y Cenzano, I. 2003. Helados: elaboración, análisis y control de calidad. Madrid. España.

Mahaut, M., Jeantet, R., Brule, G. y Schuck, P. 2004. Productos lácteos industriales. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

Márquez, L., Pérez, J. 2008. Caracterización físico química y funcional de harica de cáscara de espárrago blanco (*Asparagus officinalis L.*) y evaluación sensorial de sustitución en galletas dulces. Revista Pueblo Continente. Universidad Privada Antenor Orrego Trujillo-Perú.

Mesejo, A., Martínez, J., Martínez, C. 2012. Manual básico de nutrición clínica y dietética. Hospital clínico universitario de Valencia. España.

Miguel, H. 2009. Aplicación de inulina de dalia y de achicoria en el desarrollo de productos alimenticios. Tesis para optar el grado de maestro en ciencias. Instituto Politécnico Nacional. México.

Nagendra, G. 2001. Functional foods from probiotics and prebiotics. FoodTech. 11: 46-53.

Norma Técnica Peruana. 202.057. 2006. Leche y Productos Lácteos. Helados. Requisitos, 2<sup>da</sup> Edición.

Nuernberg, P., Burin, V., Bordignon-Luiz, M. 2012. Effect of microbial transglutaminase on functional and rheological properties of ice cream with different fat contents. Food science and technology. 48. 224-230.

Pedrero, F. y Pangborn, R. 1996. Evaluación Sensorial de los alimentos. Editorial Alambra. México.



Ramírez, A., Pacheco, E. 2009. Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética obtenidas de piña, guayaba y guanábana. *Asociación Interciencia*. 34(4): 293-298.

Ramirez, J. 2006. *Fundamentos de la reología de alimentos*. Ingeniería de alimentos. Cali. Colombia.

Ricce, C.; Leyva, M.; Medina, I.; Miranda, J.; Saldarriaga, L.; Rodriguez, J.; Siche, R. (2013). Uso de residuos agroindustriales de La Libertad en la elaboración de un pan integral. *Revista Agroindustrial Science* 3:41 – 46.

Rincón, F., León del Pinto, G. y Beltrán O. 2008. Funcionalidad de una mezcla de gomas de *Acacia glomerosa*, *Enterolobiumcyclocarpum* e *Hymenaea courbaril* en la preparación de helados de bajo contenido calórico. Universidad de los Andes, Merida ,Venezuela.

Rodríguez, T., Camejo, J., Boumba, A. y Cortada, A. 2009. Evaluación de celulosa microcristalina como fibra dietética en helado. Instituto de Investigaciones para la Industria Alimentaria. *Revista Ciencia y Tecnología de Alimentos* 19(3): 19 – 26.

Rodríguez, V. 2011. Efecto del empleo de microorganismos probióticos (*Lactobacillus rhamnosus* y *Bifidobacterium animalis spp. Lactis*) en la elaboración de un producto cárnico madurado tipo salami. Tesis para optar el título de Ingeniero de Alimentos. Facultad de Ciencias e Ingeniería de Alimentos. Universidad Técnica de Ambato. Ecuador.

Rodríguez, V., Simón, E. 2008. *Bases de la alimentación humana*. Editorial Gesbiblo S.L. La Coruña. España.

Sánchez, I. 2009. Diseño y evaluación de un helado funcional elaborado a partir del fruto de *Litchichinensis Son* adicionado con fibra de avena y bifidobacterias. Escuela Nacional de Ciencias Biológicas. Instituto Politécnico Nacional. México.

Sancho, J., Bota, E. y de Castro, J. 1999. Introducción al análisis sensorial de los alimentos. Edición de la Universidad de Barcelona, Barcelona-España

Soukoulis, C., Lyroni, E. y Tzia, C. 2010. Sensory profiling and hedonic judgement of probiotic ice cream as a function of hydrocolloids, yogurt and milk fat content. *Food Science and Technology* 43.1352-1358.

Ureña, M., D'Arrigo, H. y Girón, M. 1999. Evaluación Sensorial de los alimentos. Aplicación didáctica. Editorial Agraria. 1ra. Edición. Lima, Perú.

Walstra, P., Geurts, T., Noaemen, A., Jellema, A., Van Boerle, M. 2001. Ciencia y tecnología de los productos lácteos. Editorial Acribia. España.

Zhindon, E. 2010. Diseño del Proceso Para la Elaboración de Helados de Fruta Tipo Sorbete. Tesis para optar el título de Ingeniero de Alimentos. Facultad de Ingeniería en Mecánica y Ciencias de la Producción. Escuela Superior Politécnica del litoral. Ecuador.

## VIII. ANEXOS

### Anexo 1. Análisis físicoquímico y microbiológico del helado de mango

#### Viscosidad (mPa.s)

<b>CONTROL</b>	<b>1%HCE</b>	<b>3%HCE</b>	<b>5%HCE</b>
2008	2346	2933	4050
1875	2517	2933	3750
2051	2200	2800	4000
1997	2525	2750	4016

HCE: harina de cáscara de espárrago

#### Overrun (%)

<b>CONTROL</b>	<b>1%HCE</b>	<b>3%HCE</b>	<b>5%HCE</b>
37.50	25.00	10.00	3.00
39.00	26.00	9.50	3.00
40.00	25.50	11.00	3.50
40.00	24.00	10.00	3.00

#### Viabilidad de bifidobacterias (%)

<b>CONTROL</b>	<b>1%HCE</b>	<b>3%HCE</b>	<b>5%HCE</b>
6.02	6.27	6.68	6.90
6.08	6.23	6.57	6.99
6.04	6.20	6.59	6.95
6.07	6.25	6.65	7.00

Anexo 2. Imágenes de la elaboración de la harina de cáscara de espárrago



Cáscara de espárrago



Cáscara de espárrago escaldada en estufa



Cáscara de esp. arrago deshidratada



Harina de cáscara de espárrago

Anexo 3. Imagen del Overrun o espumamiento del helado



Overrun del helado de mango con adición de harina de cáscara de espárrago.

Anexo 4. Imágenes de la preparación y evaluación de muestras para la viabilidad de bifidobacterias.



Caldo MRS y agar propionato



Diluciones del helado



Siembra en placas



Jarra de anaerobiosis



Vista en microscopio de bifidobacterias

## Anexo 5. Resultados de análisis sensoriales.

Jueces	Muestras o Tratamientos					
	753	229	582	931		
Día 1	control	1% HCE	3% HCE	5% HCE		
1	5	4	5	5		
2	9	9	8	9		
3	8	9	8	9		
4	8	9	8	8		
5	8	9	7	8		
6	8	8	7	8		
7	8	8	7	8		
8	8	8	7	8		
9	8	8	7	7		
10	8	8	7	7		
11	8	8	7	7		
12	8	8	7	6		
13	8	7	7	6		
14	8	7	6	6		
15	7	7	6	6		
16	7	7	6	6		
17	7	7	6	6		
18	6	7	6	6		
19	6	7	6	4		
20	6	6	6	4		
21	6	6	6	6		
22	6	6	5	5		
23	5	5	5	5		
24	5	5	5	4		
25	9	7	8	7		
26	8	8	8	7		
27	7	9	8	6		
28	8	8	7	6		
29	9	6	9	7		
30	8	7	8	5		
Total	224	223	207	196		
Promedio	7.47	7.43	6.90	6.53		
					Escala	
					Me gusta muchísimo	9
					Me gusta mucho	8
					Me gusta bastante	7
					Me gusta ligeramente	6
					Ni me gusta ni me disgusta	5
					Me disgusta ligeramente	4
					Me disgusta bastante	3
					Me disgusta mucho	2
					Me disgusta muchísimo	1