

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

**ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS
ALIMENTARIAS**



Efecto del tipo de fibra y concentración de bacterias probióticas
sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y
aceptabilidad general en helado tipo crema

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

JOSEPH STALIN QUIROZ DELGADO

TRUJILLO, PERÚ

2019

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



Ing. Dr. ANTONIO RODRÍGUEZ ZEVALLOS
PRESIDENTE



Ing. Mg. LUIS MARQUEZ VILLACORTA
SECRETARIO



Ing. Mg. ANA CECILIA FERRADAS HORNA
VOCAL



Ing. Mg. CARLA CONSUELO PRETELL VASQUEZ
ASESORA

DEDICATORIA

Al pilar de mi vida, mi madre por su gran apoyo y amor incondicional a lo largo de estos años. A mi padre Angel, porque su recuerdo me inspira a seguir adelante.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por su cuidado y guiado a lo largo de estos años de formación profesional.

A mi madre; por brindarme su apoyo en todo tiempo y ayudarme a continuar en los momentos difíciles.

A mi padre; su ejemplo de perseverancia, sacrificio y trabajo me enseñaron a continuar y mirar hacia adelante.

A mis hermanas Nancy y Dani por su apoyo incondicional.

A Paula Giraldo por su apoyo y motivación durante el desarrollo de esta investigación.

A mi asesora la Ing. Mg. Carla Consuelo Pretell Vásquez por su guía constante en esta investigación, por compartir sus conocimientos y experiencia que harán de mí un mejor profesional.

INDICE GENERAL

	Pág.
CARÁTULA.....	i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS.....	ii
DEDICATORIA.....	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
INDICE GENERAL.....	v
INDICE DE CUADROS.....	viii
INDICE DE FIGURAS.....	x
INDICE DE ANEXOS.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA.....	5
2.1. Fibra alimentaria.....	5
2.1.1 Fibra soluble.....	6
2.1.2 Fibra insoluble.....	8
2.2 Probióticos.....	9
2.3 Productos simbióticos.....	11
2.4 Subproductos de frutas en la industria alimentaria.....	12
2.4.1 Polvo de cáscara de arándano.....	13
2.4.2 Polvo del residuo de pulpa de naranja.....	14
2.5 Helado.....	15
2.5.1 Clasificación.....	16
2.5.2 Ingredientes básicos de los helados.....	18
2.5.3 Evaluaciones en el helado.....	21
III. MATERIALES Y METODOS.....	24

3.1	Lugar de ejecución	24
3.2	Materiales y equipos	24
3.2.1	Materiales	24
3.2.2	Equipos	24
3.2.3	Insumos	25
3.2.4	Reactivos	25
3.3	Método Experimental.....	25
3.3.1	Esquema experimental para la elaboración de helado tipo crema.....	25
3.3.2	Procedimiento experimental para la elaboración de polvo de cáscara de arándano.....	27
3.3.3	Elaboración de helado tipo crema	28
3.4	Método de análisis.....	33
3.4.1	Caracterización del polvo de cáscara de arándano.....	33
3.4.2	Overrun.....	34
3.4.3	Porcentaje de fusión	34
3.4.4	Viscosidad aparente.....	34
3.4.5	Fibra cruda.....	35
3.4.6	Recuento de bacterias probióticas	36
3.4.7	Aceptabilidad general.....	36
3.5	Métodos Estadísticos.....	37
IV.	RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	40
4.1	Caracterización del polvo de cáscara de arándano.	40
4.2	Efecto del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas sobre el overrun en el helado tipo crema.	40
4.3	Efecto del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas sobre el porcentaje de fusión en el helado tipo crema.	44

4.4	Efecto del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas sobre la viscosidad aparente en el helado tipo crema.	48
4.5	Efecto del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas sobre la fibra cruda en el helado tipo crema.....	52
4.6	Efecto del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas sobre el recuento de bacterias probióticas en el helado tipo crema.	57
4.7	Efecto del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas sobre la aceptabilidad general en el helado tipo crema.....	62
V.	CONCLUSIONES	65
VI.	RECOMENDACIONES	66
VII.	BIBLIOGRAFIA	67
VIII.	ANEXOS.....	74

INDICE DE CUADROS

	Pág.
Cuadro 1. Formulación para helado tipo crema con adición fibra y bacterias probióticas.	32
Cuadro 2. Prueba de Levene para el overrun del helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentración de bacterias probióticas.....	43
Cuadro 3. Análisis de varianza para el overrun del helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas.	43
Cuadro 4. Prueba de Duncan para el overrun del helado tipo crema con residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas.....	44
Cuadro 5. Prueba de Levene para el porcentaje de fusión del helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas.	46
Cuadro 6. Análisis de varianza para el porcentaje de fusión del helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas.	47
Cuadro 7. Prueba de Duncan para el porcentaje de fusión del helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas.	48
Cuadro 8. Prueba de Levene para la viscosidad aparente del helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas.	50

Cuadro 9. Análisis de varianza para la viscosidad aparente del helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas.....	51
Cuadro 10. Prueba de Duncan para la viscosidad aparente del helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas.....	52
Cuadro 11. Prueba de Levene para la fibra cruda del helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas.....	54
Cuadro 12. Análisis de varianza para la fibra cruda del helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas.....	55
Cuadro 13. Prueba de Duncan para la fibra cruda del helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas.....	56
Cuadro 14. Prueba de Levene para el recuento de bacterias probióticas del helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas.....	60
Cuadro 15. Análisis de varianza para el recuento de bacterias probióticas del helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas.....	60
Cuadro 16. Prueba de Duncan para el recuento de bacterias probióticas del helado tipo crema con polvo de residuo	

de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas.....	61
Cuadro 17. Prueba de Kruskal-Wallis aplicada a la aceptabilidad general del helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas.....	64

INDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Esquema experimental para la investigación sobre la adición polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano con bacterias probióticas en helado.....	26
Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención del polvo de cáscara de arándano	27
Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y bacterias probióticas.	29
Figura 4. Tarjeta de evaluación para la prueba de aceptabilidad general de un helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja con concentraciones de bacterias probióticas.	38
Figura 5. Tarjeta para la prueba de aceptabilidad general de un helado tipo crema con polvo de cáscara de arándano con concentraciones de bacterias probióticas.....	39
Figura 6. Variaciones del overrun en el helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas.....	41
Figura 7. Variaciones del porcentaje de fusión en el helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas.	45
Figura 8. Variaciones de la viscosidad aparente en el helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas.	49

Figura 9. Variaciones de la fibra cruda en el helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias porbióticas.....	53
Figura 10. Variaciones de bacterias probióticas en el helado tipo crema polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas.	58
Figura 11. Calificaciones de la aceptabilidad general del helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas.	62

INDICE DE ANEXOS

	Pág.
Anexo 1. Resultados del overrun evaluado en el helado tipo crema.	74
Anexo 2. Resultados del porcentaje de fusión evaluado en el helado tipo crema.....	74
Anexo 3. Resultados de la Viscosidad aparente evaluado en el helado tipo crema.	74
Anexo 4. Resultados experimentales del recuento de bacterias probióticas (ufc/g) evaluada en helado tipo crema.....	75
Anexo 5. Resultados de la aceptabilidad general evaluada en helado tipo crema con adición de polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arandano y concentraciones de bacterias probioticas	77
Anexo 6. Resultados del tiempo de fusión evaluada en helado tipo crema con adición de polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probioticas.....	78

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la adición del polvo de residuo de pulpa de naranja (*Citrus X sinensis*) o cáscara de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) (0.5 y 1.00%) y concentraciones de bacterias probióticas (3.00 y 5.00%) sobre las características fisicoquímicas, microbiológicas y aceptabilidad general en helado tipo crema. En los análisis de overrun, tiempo de fusión, viscosidad aparente, fibra cruda y bacterias probióticas, se aplicó la prueba de Levene modificada ($p > 0.05$), existiendo homogeneidad de varianzas; análisis de varianza ($p < 0.05$) existiendo efecto significativo y la prueba de Duncan, teniendo como mejor tratamiento de bacterias probióticas 3% y cáscara de arándano 0.5% con un valor de overrun de 98.48%, un adecuado valor de fusión de 26.96 % y mejor viscosidad aparente con un valor de 206.32 mPas.s, para fibra bruta un valor de 2.85% y para bacterias probióticas un valor de 1.38×10^6 ufc/mL. En la prueba de aceptabilidad general se empleó la prueba estadística de Kruskal- Wallis, no hubo diferencia significativa con una moda de 8.

ABSTRACT

The effect of the addition of orange pulp residue powder (*Citrus X sinensis*) or blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) (0.5 and 1.00%) and concentrations of probiotic bacteria (3.00 and 5.00%) on the physicochemical, microbiological and acceptability characteristics was evaluated. general in ice cream type. In the analysis of overrun, melting time, apparent viscosity, crude fiber and probiotic bacteria, the modified Levene test was applied ($p > 0.05$), there being homogeneity of variances; analysis of variance ($p < 0.05$), there being a significant effect and the Duncan test, taking as best treatment of probiotic bacteria 3% and blueberry peel 0.5% with a value of 98.48 %, an adequate fusion value of 26.96% and better apparent viscosity with a value of 206.32 mPas.s, for crude fiber a value of 2.85% and for probiotic bacteria a value of 1.38×10^6 cfu/mL In the general acceptability test, the Kruskal-Wallis statistical test was used, there was no significant difference with a trend of 8.

I. INTRODUCCIÓN

La demanda de alimentos saludables por los consumidores ha impulsado a la industria alimentaria a desarrollar alimentos que contengan fibra, siendo estos utilizados con éxito en la industria del helado (Comas y otros, 2013; Crizel y otros, 2014). Los organismos internacionales y los consumidores adoptaron estrategias para lograr cambios actitudinales orientados 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, ingredientes alimenticios no digeribles, que afectan beneficiosamente al huésped estimulando selectivamente el crecimiento y/o actividad de uno o un número limitado de bacterias en el colon, por lo que mejoran la salud del huésped. Uno de ellos son las fibras, almacenadas en numerosas especies de plantas, vegetales, frutas y cereales. Poseen beneficios para la salud, tales como estimular el crecimiento de bacterias benéficas, reforzar el sistema inmunológico, regular el tránsito intestinal, reducir el riesgo de cáncer de colon, aumentar la absorción de calcio y magnesio, disminuir los niveles de colesterol y triglicéridos en sangre y mejorar la respuesta glucémica (Barrionuevo y otros, 2011).

Las bacterias probióticas presentan una microflora viable que mejora el balance de la flora intestinal del hospedero. Entre los lactobacilos y bifidobacterium que son probióticos, se encuentran cepas determinadas como el *Bifidobacterium longum*, *B. lactis*, *B. infantis*, *Lactobacillus casei*, *L. acidophilus*, *L. plantarum* y *L. delbruecki ssp. bulgaricus*. Estas aparecen en el tracto gastrointestinal del hombre desde etapas tempranas de la vida, pero al pasar el tiempo y debido a factores como la edad, la dieta, el ambiente, el estrés y la medicación, descienden a cantidades que

pueden llegar a ser muy pequeño lo cual puede favorecer 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 el mejoramiento de la tolerancia a la lactosa, acción contra bacterias patógenas y el mejoramiento de la respuesta inmune, reducción del colesterol sanguíneo y una mejor respuesta antitumoral. Cabe destacar, que los beneficios citados anteriormente, no son generales de todos los probióticos sino de cepas específicas (Corrales y otros, 2007).

De manera separada la fibra y los probióticos son dos componentes importantes para una dieta sana, pero 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; de padecimientos infecciosos e inflamatorios. Los productos que contienen ambos componentes mencionados reciben el nombre de alimentos simbióticos (Guarner y otros, 2011).

Cumpliendo con estas nuevas disposiciones, la industria de alimentos ha generado una nueva línea de productos llamados funcionales, debido al contenido de prebióticos (fibra) y probióticos (lactobacilos y bifidobacterias); los cuales son usados en la fabricación de alimentos como son los productos lácteos; lo cual resulta interesante debido al aporte de beneficios a la salud de la población. Instituciones como el Departamento de Agricultura de los Estados Unidos (USDA) ha promovido el consumo de productos con contenido de fibra (Texas Heart Institute, 2016).

El arándano es un fruto que se está cultivando recientemente en el país y presenta perspectivas de crecimiento para la industria, brindando

tendencias para el procesamiento y generando valor en la cadena productiva. El Perú tiene actualmente unas 4134 Ha de arándanos desde que empezó con este cultivo hasta el año 217. Actualmente el crecimiento por año es de 10 a 15%. El Perú tiene excelentes condiciones agroclimáticas para este cultivo. La Libertad es el departamento con mayor producción con 2618 Ha, siendo la que mayor superficie sembrada que posee en el país, le siguen Áncash, Lambayeque y Lima (Minagri, 2018).

En la actualidad, la elaboración industrial de zumos representa casi la mitad del consumo total de naranja, esto supone la acumulación de grandes cantidades de subproductos como la cáscara (50% del peso del fruto); en los últimos años estos remanentes son aprovechados industrialmente como abono o polvos utilizados como ingredientes en la industria alimentaria, farmacéutica u otros (Cháfer y otros, 2017).

Se puede describir al consumidor peruano como conservador y muy tradicional. Sin embargo, ello no ha sido barrera para que los peruanos se “lancen” por nuevas tendencias y permitan que el mercado de helados presente un mayor crecimiento en estos últimos años y continúe su tendencia hacia el 2018. Los nuevos gustos y sabores han permitido que en los últimos cinco años, el número de heladerías en el Perú haya pasado de 470 en el 2007 a 811 al cierre del 2012, lo que representó un crecimiento de 72.6%, de acuerdo a un estudio realizado por Euromonitor International; así se proyectó para el 2017 un aumento 1133 locales de heladerías, lo que significaría un alza de 39,7%. El consumo promedio per cápita de helado en el Perú es de 1,4 L. El incremento en el consumo de helados en el país, se explica tanto por la mejora de la situación económica de los peruanos como por la renovación continua del sector, es decir, la creación de nuevos y originales productos, que amplían las opciones para el consumidor (Albán, 2014).

El problema planteado para esta investigación fue:

¿Cuál será el efecto de la adición del polvo de residuo de pulpa de naranja (*Citrus X sinensis*) o cáscara de arándano (*Vaccinium corymbosum L.*) (0.5 y 1.0%) y la concentración de bacterias probióticas (3.0 y 5.0%) sobre el overrun, fusión, viscosidad aparente, fibra cruda, recuento de bacterias probióticas y aceptabilidad general en helado tipo crema?

Los objetivos propuestos fueron:

Evaluar el efecto de la adición del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y de la concentración de bacterias probióticas sobre el overrun, fusión, viscosidad aparente, fibra cruda, recuento de bacterias probióticas y aceptabilidad general en helado tipo crema.

Determinar la concentración del polvo del residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y la concentración de probiótico que permitan obtener mayor valor de overrun, fibra cruda, recuento de bacterias probióticas, aceptabilidad general y adecuados valores de porcentaje de fusión y viscosidad aparente en helado tipo crema.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Fibra alimentaria

La fibra alimentaria cumple la función de ser la parte estructural de las plantas y, por lo tanto, se encuentran en todos los alimentos derivados de los productos vegetales como puede ser las verduras, las frutas, los cereales y las legumbres. La mayoría de las fibras son consideradas químicamente como polisacáridos, pero no todos los polisacáridos son fibras. Las fibras se describen como polisacáridos no almidonados (polisacáridos no amiláceos). Algunos constituyentes de las fibras son la celulosa, las hemicelulosas, las pectinas, las gomas y los mucílagos. Las fibras pueden incluir también algunos compuestos no polisacáridos como puede ser la lignina (son polímeros de varias docenas de moléculas de fenol un alcohol orgánico con fuertes lazos internos que los hacen impermeables a las enzimas digestivas), la cutina y los taninos (Cayo y Matos, 2009).

Las fibras obtenidas a partir de frutas resultan de mayor calidad debido a que presentan una composición más equilibrada, menor contenido catiónico y de ácido fítico, mayor capacidad de retención de agua y aceite (Cayo y Matos, 2009; Chárfer y otros, 2017).

Numerosos estudios revelan que muchas de las enfermedades importantes en salud pública, incluyendo obesidad, enfermedades cardiovasculares y diabetes tipo 2, pueden ser prevenidas y tratadas por el incremento en las características y variedad de fibra que contienen los alimentos en la dieta. La fibra no solo incluye una variedad de compuestos estructurales de la pared celular tales la pectina, hemicelulosa, celulosa y lignina, sino que además, incluye

algunos compuestos no estructurales como gomas y mucílagos. En virtud del potencial terapéutico de la fibra dietética, están siendo desarrollados productos alimenticios con una mayor incorporación de fibra (Ramírez y Pacheco, 2008).

La fibra dietética es considerada como prebiótico, está constituida por un grupo heterogéneo de sustancias de origen vegetal que son resistentes a la digestión y absorción en el intestino delgado, pero que sufren una digestión parcial o total en el colon (Di Criscio y otros, 2010). La fibra dietética se clasifica como: fibra dietética soluble y fibra dietética insoluble.

2.1.1. Fibra soluble

La fibra soluble tiene la capacidad de volverse viscosa , por lo tanto retardar la evacuación gástrica, lo que a su vez hace más eficiente la digestión y absorción de alimentos, generando una mayor sensación de saciedad, tiene efectos benéficos sobre la microflora del colon donde es fermentada generando ácidos grasos de cadena corta preferenciales para las células intestinales. Esta fibra se encuentra en altas concentraciones en frutas y algas marinas. Forman parte de este grupo: las gomas, mucílagos, pectinas, determinadas hemicelulosas, el almidón resistente, la inulina, fructooligosacáridos y los galactooligosacáridos (Di Criscio y otros, 2010; Matos y Chambilla, 2010; Almeida y otros, 2014).

a. Inulina

Es un fructano polidisperso que consiste en una mezcla de oligómeros y polímeros mayores formados por uniones β -(2-1) fructosil-fructosa. La inulina posee un sabor neutral suave, es moderadamente soluble en agua y otorga cuerpo y palatividad. Tiene diversas aplicaciones en la industria de alimentos, puede ser utilizada como sustituta del azúcar, reemplazante de las grasas, agente texturizante y/o estabilizador de espuma y emulsiones. Por este motivo son incorporados a los productos

lácteos, fermentados, jaleas, postres aireados, mousses, helados y productos de panadería (Olagnero y otros, 2007).

b. Pectinas

Son macromoléculas coloidales capaces de absorber gran cantidad de agua y se encuentran formadas esencialmente por ácido D-galacturónico unidos por enlaces α (1- 4). La industria alimentaria utiliza estas sustancias como espesantes, ya que incorporan en su estructura agua otorgando a la preparación una consistencia homogénea que posibilita la sustitución de grasas en lácteos, crema de leche, yogures, etc. (Olagnero y otros, 2007).

c. Fructooligosacaridos

Un fructooligosacárido es un oligosacárido lineal formado por entre 10 y 20 monómeros de fructosa, unidos por enlaces β (1 \rightarrow 2) y que pueden contener una molécula inicial de glucosa. Los fructooligosacáridos llamados también a veces oligofruktosas u oligofruktanos o abreviados FOS, suelen utilizarse como sustituidos del azúcar (Almeida y otros, 2014).

d. Mucílagos

El mucílago es un polímero compuesto por polisacáridos semejante a las pectinas, ésta propiedad, así como, sus características reológicas le dan un potencial como materia prima para la elaboración de películas plásticas comestibles (Aquino y otros, 2009).

e. Galactooligosacáridos

Son oligosacáridos que contienen de 2 a 9 moléculas de galactosa unidas a una de glucosa terminal mediante un enlace α (1 \rightarrow 4). Este tipo de oligosacáridos se obtienen por transgalactosilación a partir de la

lactosa, aunque también se encuentran presentes de forma natural en la leche humana y animal (Cardelle, 2009).

2.1.2. Fibra insoluble

La fibra insoluble cuyo componente mayoritario es la celulosa, es la responsable principal del peso fecal y ayuda a mantener un tránsito intestinal normal, por lo que está relacionada con la protección y alivio de algunos trastornos digestivos. Las fuentes de este tipo de fibra se pueden encontrar mayoritariamente en verduras, cereales, leguminosas y en frutas. Forman parte de este grupo: la celulosa, algunas hemicelulosas y la lignina (Di Criscio y otros, 2010; Matos y Chambilla, 2010; Almeida y otros, 2014).

a. Hemicelulosas

Las hemicelulosas son heteropolisacáridos (polisacárido compuesto por más de un tipo de monómero), formado, en este caso un tanto especial, por un conjunto heterogéneo de polisacáridos, a su vez formados por un solo tipo de monosacáridos unidos por enlaces β (1-4). Forma parte de las paredes de las células vegetales, recubriendo la superficie de las fibras de celulosa y permitiendo el enlace de pectina (Grilli y otros, 2015).

b. Celulosa

Es un polímero natural, constituido por una larga cadena de carbohidratos polisacáridos. La estructura de la celulosa se forma por la unión de moléculas de β -glucosa a través de enlaces β -1,4-glucosídico, lo que hace que sea insoluble en agua. La celulosa tiene una estructura lineal o fibrosa, en la que se establecen múltiples puentes de hidrógeno entre los grupos hidroxilo de distintas cadenas yuxtapuestas de glucosa, haciéndolas muy resistentes e insolubles al agua. De esta manera, se originan fibras compactas que constituyen la pared celular de las células vegetales, dándoles así la necesaria rigidez (Grilli y otros, 2015).

c. Lignina

La lignina es una clase de polímeros orgánicos complejos que forman materiales estructurales importantes en los tejidos de soporte de plantas vasculares y de algunas algas. Las ligninas son particularmente importantes en la formación de las paredes celulares, especialmente en la madera y la corteza, ya que prestan rigidez y no se pudren fácilmente. Químicamente las ligninas son polímeros fenólicos reticulados (Martone y otros, 2009).

2.2 Probióticos

Son microorganismos viables benéficos para el consumidor cuando son ingeridos en cantidades adecuadas. Los probióticos se clasifican generalmente en: *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, siendo estas las especies más comunes de bacterias usadas como probióticos para la producción de leches fermentadas y otros productos lácteos, sus beneficios incluyen la inhibición de bacterias patógenas, reducción en los niveles de colesterol, reducción en la incidencia del estreñimiento, cáncer de colon, mejora la tolerancia a la lactosa, mejora la absorción de calcio, síntesis de vitaminas y estimulación del sistema inmune (Di Criscio y otros, 2010).

Lactobacillus es una especie de bacteria anaerobia Gram positiva que se encuentra en el intestino y boca de los humanos. Esta bacteria, productora de ácido láctico, se emplea en la industria láctea en la elaboración de alimentos probióticos. Se ha comprobado que esta especie particular de lactobacilo es muy resistente a rangos muy amplios de pH y temperatura, siendo además un complemento al crecimiento de *Lactobacillus*, un productor de la enzima amilasa (una enzima digestiva de carbohidratos en la saliva y en el jugo pancreático de mamíferos). Se cree que mejora la digestión y la tolerancia a la leche. Por esta razón se

emplea en la elaboración de diversos alimentos funcionales. Se usan como probióticos las especies *acidophilus*, *casei*, *reuteri*, *brevis*, *cellobiosus*, *fermentum* y *plantarum* (Akin y Kirmacy, 2007).

Las *Bifidobacterium* son bacterias anaeróbicas Gram positivas, que habitan principalmente en el intestino delgado, habitantes normales del tracto gastrointestinal tanto del hombre y animales. Representan uno de los mayores grupos de bacterias intestinales y se utilizan principalmente como cultivos probióticos en productos lácteos. Se usan como probióticos las especies *bifidum*, *adolescentis*, *animalis*, *infantis*, *longum* y *thermophilum* (Homayouni y otros, 2008).

También son considerados como probióticos, pero su uso aún no está difundido y faltan estudios que avalen su efectividad los *Enterococcus faecium* y *salivaris therm*, *Streptococcus diacetylactis* e *intermedius* (Santos y otros, 2016).

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 viabilidad 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). El requerimiento mínimo estándar establecido por varias organizaciones alimentarias alrededor del mundo es de $10^6 - 10^7$ ufc/g de *L. acidophilus* y/o *Bifidobacterium* en productos (Akin y Kirmacy, 2007).

El consumo de 10^6 a 10^9 ufc/mL de células viables por día es necesario para desarrollar efectos benéficos en el organismo. Sin embargo, cuando son utilizadas bifidobacterias, la Federación Internacional de Lácteos sugiere que el producto debe contener por lo menos 10^7 ufc/mL de bacterias ácido lácticas, de los cuales por lo menos 10^6 ufc/mL serán bifidobacterias (Di Criscio y otros, 2010).

INDECOPI (2006) indica que el requisito para el recuento de bacterias lácticas viables debe ser no menor a 10^7 ufc/g.

Algunas especies de lactobacilos y bifidobacterias son residentes habituales o pasajeros comunes del sistema digestivo humano, y como tales no presentan infectividad ni toxicidad. Las bacterias ácido lácticas tradicionales, durante mucho tiempo asociadas con la fermentación de alimentos, en general son consideradas como seguras para el consumo oral como parte de alimentos y suplementos para la población generalmente sana y a los niveles usados tradicionalmente. En muchos países no existen regulaciones para los suplementos dietéticos, o si las hay son mucho menos estrictas que las que se aplican para medicamentos de receta (Guarner y otros, 2011).

2.3 Productos simbióticos

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 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, galactooligosacáridos, lactulosa y productos derivados de la inulina son usados como prebióticos (Di Criscio y otros, 2010).

Los simbióticos constituyen un grupo diferente a los probióticos. Los simbióticos se definen como “una mezcla de probióticos y prebióticos destinada a aumentar la supervivencia de las bacterias que promueven la salud, con el fin de modificar la flora intestinal y su metabolismo” y el término debe reservarse exclusivamente para los productos que poseen verificación científica de la simbiosis, es decir en los cuales los prebióticos favorecen selectivamente a los probióticos adicionados en éste simbiótico en particular. El agregado de bacterias probióticas para la elaboración de alimentos funcionales depende, por un lado, del sinergismo con los prebióticos. Cabe mencionar que uno de los requisitos principales de este tipo de alimentos es que los microorganismos probióticos permanezcan viables y activos en el alimento y durante el pasaje gastrointestinal para garantizar así su potencial efecto benéfico en el huésped (Olagnero y otros, 2007).

2.4 Subproductos de frutas en la industria alimentaria

Existen numerosos residuos generados por la agroindustria, están disponibles en grandes cantidades, cuya utilización puede ser de interés económico, entre ellos se encuentran la cáscara de los cítricos los mismos que provienen de la extracción de jugo, la cáscara de manzana, maracuyá, piña, mango, uva, coco, durazno, entre otros. Estos desechos generalmente son utilizados para la alimentación animal y en algunos casos son utilizados como compostaje (Cañas y otros, 2011; Salinas, 2013). Cuando no son aprovechados representan un problema de contaminación ambiental (Cayo y Matos, 2009).

Los subproductos de la industrialización de las frutas contienen valiosas sustancias como la fibra dietética; esta es utilizada por la industria alimentaria desde hace varias décadas, como agente texturizante en panificación, como reemplazante de grasa en embutidos y

helados, y en productos lácteos funcionales (Cañas y otros, 2011; Atincona, 2012).

El aprovechamiento de lo que hasta ahora se consideraban desechos dentro de la industria agroalimentaria y la creación de alimentos funcionales que respondan a las nuevas demandas de los consumidores son los principales retos que afronta este sector, competitivo y en constante movimiento. Esto conlleva a que, en las empresas alimentarias, los departamentos de investigación y desarrollo, cada vez sean más relevantes, no solo por la necesidad de las mismas de desarrollar nuevos productos, sino por suponer una optimización de la producción a partir del aprovechamiento de sus subproductos y una reducción del impacto medioambiental. Para la utilización de los subproductos de la industria alimentaria es necesario seguir procesos para transformarlos en polvo de cáscara (Muñoz, 2013).

2.4.1 Polvo de cáscara de arándano

En los frutos de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) se encuentran los compuestos fenólicos (en mayor cuantía en la cáscara), estudios epidemiológicos han sugerido que estos compuestos, entre los que se encuentran las antocianinas, podrían tener un efecto protector contra muchas enfermedades degenerativas al proporcionar al cuerpo una protección antioxidante. Dietas ricas en antioxidantes están asociadas con un menor riesgo de padecer patologías cardiovasculares, neurodegenerativas, cáncer e incluso el envejecimiento, todas ellas vinculadas al estrés oxidativo. En este sentido, se ha observado que la cáscara de los arándanos, comparada con otras frutas y vegetales, tienen una alta capacidad antioxidante debido particularmente a sus altas concentraciones de antocianinas y compuestos fenólicos (Zapata y otros, 2014), por todos los atributos antes mencionados se comercializa el

arándano tanto deshidratado como en polvo, siendo su mayor consumidor Estados Unidos y Europa.

La utilización de polvo de arándano como ingrediente, se ha utilizado para la elaboración de galletas libres de gluten junto con polvo de frambuesa (Šarić y otros, 2016). Se comprobó que las galletas mejoraron sus características funcionales, nutricionales y sensoriales, remarcando la disminución del contenido en grasas, problema de muchos de los productos sin gluten. Otras de las aplicaciones que emplean el polvo del subproducto de arándano, es la adición a ingredientes alimenticios coloidales para obtener ingredientes funcionales estables (Correira y otros, 2017).

2.4.2 Polvo de residuo de pulpa de cáscara de naranja

El polvo de residuo de pulpa de cáscara de naranja posee una interesante composición nutricional, contiene alto contenido en pectina que parte del complejo conocido como fibra dietética natural, resulta muy conveniente en la dieta actual, deficitaria en este tipo de componente. Además, contiene flavonoides que actúan como factores vitamínicos. Los carotenoides (provitamina A) y dentro de los aceites esenciales el limoneno, estos componentes juegan un papel muy importante en la prevención de algunos tipos de cáncer (Cháfer y otros, 2017).

Existe en el mercado polvo de residuo de pulpa de cáscara de naranja de la marca Citri-Fi, que se usa principalmente para ligar humedad, adicionar o reemplazar parcialmente el aceite, la grasa, los huevos y la carne; reemplazar fosfatos, crear sinergia con fosfatos y kappa carragenina, espesar y estabilizar las emulsiones de los alimentos. Citri-Fi logra a menudo varias de estas funciones simultáneamente. El polvo de residuo de pulpa de cascara de naranja Citri-Fi, presenta un alto contenido de fibra cruda de 68.2% (de los cuales el 33.3% es soluble y el

34.9% insoluble), carbohidratos (13.6%), proteína (8.2%), cenizas (2.6%) y humedad (7.4%) (Fiberstar, 2016).

Cuando el polvo de residuo de pulpa de cáscara de naranja de la marca Citri-Fi se utiliza para la adición en helados, tiene las mismas características sensoriales que el producto original. La adición de Citri-Fi también retarda el tiempo que tarda en derretirse el helado en comparación con el producto de referencia (Fiberstar, 2016).

2.5 Helado

El helado es un producto batido refrescante de distintos sabores, constituido por burbujas de aire limitadas por películas de una mezcla de proteínas, azúcares, sales y otros componentes, disueltos o no. También contiene glóbulos de grasa emulsionada y cristales de hielo. Son los productos alimenticios llevados al estado sólido o pastoso por medio de la congelación, elaborados con dos o más de los ingredientes siguientes: leche o productos lácteos en sus diferentes formas, grasa de leche, grasas vegetales deodorizadas; edulcorantes permitidos, huevos, agua, jugos y pulpa de frutas, frutas, chocolate, nueces y/o productos similares, aditivos permitidos y otros (INDECOPI, 2006).

Según Del Castillo y Mestres (2004) a los helados, se los define de la siguiente manera:

Es el producto resultante de batir y congelar una mezcla debidamente pasteurizada y homogenizada, de leche, derivados de leche y/o otros productos alimenticios.

Helados en forma genérica: los helados son preparaciones alimenticias que han sido llevadas al estado sólido, semisólido o pastoso, por una congelación simultánea o posterior a la mezcla de las materias primas utilizadas y que han de mantener el grado de plasticidad y congelación suficiente, hasta el momento de su venta al consumidor.

2.5.1 Clasificación

Según la norma técnica peruana 202.057 de leches y productos lácteos: helados (INDECOPI, 2006) los helados se clasifican en: tipo crema, de leche, de leche desnatada, de frutas y sorbete.

a. Helados tipo crema

Son aquellos cuyo ingrediente básico es la nata o crema de leche, por lo que su contenido en grasa de origen lácteo es más alto que el resto de los otros tipos de helados. La nata es un producto rico en materia grasa (18 - 55%) que se separa de la leche ascendiendo en una vasija en reposo. En la industria, la separación de la nata se hace por centrifugación. Además, de nata, este tipo de helado lleva azúcar, aire que se incorpora durante el batido, espesantes, etc. según Madrid y Cenzano (2003) la composición básica es:

Azúcares: están presentes en una proporción mínima del 13%. De ese total, la mitad debe ser sacarosa o azúcar común, pudiendo el resto corresponder a otros azúcares tales como glucosa, lactosa, etc.

Grasa de leche: 8 - 9% como mínimo.

Proteína láctea: 2.5% como mínimo.

Extracto seco total: 29% como mínimo. El extracto seco total es la cantidad de sólidos de un alimento. Es decir, es la suma de sus componentes (carbohidratos, proteínas, vitaminas, grasas, etc.) exceptuando el agua. Por ejemplo, si decimos que una mezcla preparada para la elaboración de un helado tiene una humedad del 64% y el resto (36%) son productos sólidos. Cuando se trata de un helado ya batido, donde se ha producido incorporación de aire, es necesaria su eliminación para el cálculo del extracto seco, espesantes, estabilizantes y emulgentes: en total 1% como máximo, su overrun no debe exceder el 120%, (NTP 22.057).

b. Helados de leche

Según INDECOPI (2006) son aquellos cuyo ingrediente básico es la leche entera, con todo su contenido graso (3.0 - 4.5%). La composición básica en el helado de leche es la siguiente:

Azúcares: 13% como mínimo, de los que al menos el 50% corresponden a sacarosa.

Grasa de leche: 2.5% como mínimo.

Proteína láctea: 1.6% como mínimo.

Extracto seco total: 23% como mínimo.

Espesantes, estabilizantes y emulgentes en total: 1% como máximo, el valor de overrun debe estar entre 20 – 40 %

c. Helados de leche desnatada

Producto que contiene en masa heladera como máximo un 0.30% de materia grasa exclusivamente de origen lácteo y como mínimo un 6% de extracto seco magro lácteo, el valor de overrun debe estar entre 20 – 40 % (INDECOPI, 2006).

d. Helados de frutas

Deben contener como mínimo una fracción de fruta del 20%, salvo el helado de limón en el que basta con el 10%. Hay cuatro tipos de helados de fruta de fabricación industrial: con componentes lácteos y con aire batido, con pocos componentes lácteos y con aire batido, sin componentes lácteos y con aire batido, y sin componentes lácteos y sin aire batido (INDECOPI, 2006).

e. Sorbetes

Son productos congelados compuestos de azúcar, agua, fruta, color, sabor, estabilizante y, a veces, sólidos de leche en forma de leche

descremada en polvo, leche entera en polvo o leche condensada. Su overrun es de 20 a 40% (INDECOPI, 2006).

2.5.2 Ingredientes básicos de los helados

a. Leche

Es el componente mayoritario de los helados a acepción de los sorbetes. A los helados se les puede añadir leche entera, desnatada, concentrada, evaporada, o bien, yogurt, suero o proteínas de suero. Lo más habitual es añadir leche en polvo desnatada debido a que es un producto homogéneo, estable y que se puede conservar a largo plazo (García, 2015).

La proteína láctea en el helado cumple varias funciones; las más importantes son: actuar como emulsionante durante la homogenización del mix, que es como se denomina la mezcla base, y como agente tensioactivo durante el proceso de congelación. No obstante, estos dos papeles también los pueden ejecutar emulsionantes añadidos. Es necesario que después de la homogenización la proteína láctea se deposite, en parte, en la superficie de los glóbulos grasos para evitar una coalescencia excesiva, puesto que la ausencia de proteína puede producir glóbulos muy inestables. Esta función, además de las caseínas, también la puede realizar la proteína del suero (Madrid y Cenzano, 2003).

La caseína micelar contribuye a la viscosidad necesaria para la buena consistencia del helado de la fase acuosa junto con los estabilizantes que gelifican en parte la fase acuosa. La caseína a pH bajo, como sucede en el caso de utilizar yogurt en vez de leche, forma un gel que puede interactuar con algunos polisacáridos como la kappa carragenina (García, 2015).

La lactosa y las materias minerales son dos componentes que disminuyen el punto de congelación de los helados. La lactosa tiene también el inconveniente de ser poco soluble y de que si hay fluctuaciones de temperatura y un almacenamiento prolongado, recristaliza formando unos cristales largos de α -lactosa hidratada que pueden conferir al producto una textura arenosa (Del castillo y Mestres, 2004).

b. Agua

El agua debe ser incolora, inodora e insípida, excepto en aguas sometidas a tratamiento en que se tolera el ligero olor y sabor característicos del potabilizante utilizado (Madrid y Cenzano, 2003).

c. Grasa

Como ingredientes en la fabricación de helados se pueden usar grasas comestibles más baratas en sustitución de la grasa de origen lácteo como la crema y la manteca. Dentro de las grasas comestibles podemos clasificarlas en tres grandes grupos: aceites, que son líquidos a temperatura ambiente, grasa vegetales, de estado sólido a temperatura ambiente, grasas animales, que son sólidas a temperatura ambiente e incluyen los sebos y las mantecas de origen animal. Este último grupo no es recomendable ya que incorporan sus propios sabores (Di Bartolo, 2005).

d. Sacarosa

Es un ingrediente ideal por su alta solubilidad, dulzor y bajo coste. Contribuye a aumentar los sólidos y proporciona un buen soporte a los aromas añadidos. Normalmente se utiliza en cantidades que van del 12 a 16% en el total del mix de los helados de leche; en cambio, en los sorbetes es necesario añadir entre el 20 y 30%. El uso de la sacarosa

como único azúcar en el helado puede ocasionar una consistencia muy dura a temperaturas de -18°C (Del Castillo y Mestres 2004).

e. Estabilizantes

Los estabilizantes se definen como aquellas sustancias que impiden el cambio de forma o naturaleza química de los productos alimenticios a los que se incorporan, inhibiendo reacciones o manteniendo el equilibrio químico de los mismos. Las sustancias espesantes son las que se añaden a los productos alimenticios para provocar la formación de un gel (Madrid y Cenzano, 2003).

Los estabilizantes, que mantienen la estabilidad aire-grasa-agua en el mix homogenizado, son polímeros más o menos complejos de glúcidos simples. Estos compuestos se embeben intensamente en agua y forman soluciones coloidales, su función es mejorar la textura, incrementar la firmeza y la viscosidad y reducir la tasa de difusión del agua y de las sales. También demoran el crecimiento de los cristales de hielo y lactosa mejorando con ello la estabilidad de los helados durante el almacenamiento. Si se añade poco estabilizante se puede producir sinéresis, cuando la temperatura ambiente es elevada y en estado congelado, el helado se desmenuza y las burbujas de aire pueden no quedar repartidas homogéneamente con el riesgo añadido de que la grasa se separe en el congelador entre los más usados en helados son; Gelatina (E441), goma de algarrobo (LBG) también llamada goma garrofín (E410), Alginato sódico (E401), los carragenanos (E 407), la carboximetilcelulosa (E466) , goma xantan (E415) , goma guar (E412) , goma karaya (E416) y goma tragacanto (E143) (Del Castillo y Mestres 2004).

f. Emulsificante

Son aquellos que añadidos a los productos alimenticios tienen como fin mantener la dispersión uniforme de dos o más fases no miscibles. Para conseguir su finalidad, se concentran en la interfase (grasa y agua) reduciendo la tensión superficial y consiguiendo una emulsión estable, los más usados son: Albúmina y lecitina (Madrid y Cenzano, 2003).

En los sistemas no miscibles, por ejemplo aceite/agua, los emulsificantes ocupan la superficie limitante entre ambas fases, haciendo disminuir la tensión interfacial. Facilitan así un fino reparto de una fase en el seno de otra. Pero, al contrario que en la mayoría de las emulsiones alimentarias, en los helados una de las misiones de los emulsionantes es la de desestabilizar parcialmente la emulsión, es decir, ayudar a que se produzca una cierta coalescencia y agregación de las gotas de grasa para que puedan formar la red que engloba a las burbujas de aire. Por ello, generalmente se utilizan dos emulsionantes de diferente HLB (balance hidrofílico-lipofílico) (Del Castillo y Mestres 2004).

g. Aire

Es un ingrediente básico. Tiene que ser limpio y libre de microorganismos. Si se trata de aire comprimido tiene que estar libre de aceite y agua, y filtrado en filtro estéril. Para conseguir la mejor textura y cuerpo, las burbujas de aire en el helado tienen que ser más pequeñas que 100 μm , de esta manera también se intensifica el aroma. Cuanto más alto es el contenido en sólidos del helado, más cantidad de aire se acostumbra a añadir, aunque los helados que contienen fruta y frutos secos requieren menos aire (Del Castillo y Mestres 2004).

2.5.3 Evaluaciones en el helado

a. Overrun

Es el aumento de volumen de un mix de helado, determinado por el aire incorporado en etapa de mantecación. Incide directamente en la calidad del helado, una cantidad insuficiente, hace que el helado sea pesado y que un exceso de este, provoca que el helado no tenga cuerpo, y se disperse su sabor. El porcentaje óptimo de overrun está alrededor de los 30 y 40% (Zhindon, 2010). Según la NTP para helados ITINTEC 202.057 (INDECOPI, 2006) el helado terminado no deberá tener una incorporación de aire mayor de 100% del volumen de la base inicial.

b. Porcentaje de fusión

Si un tipo de helado se expone a temperatura ambiente debe fundir ósea derretirse de forma uniforme y regular quedando similar a la mezcla original, si se funde de manera lenta se puede deber a defectos como gomoso, duro y alta resistencia a la fusión, puede ser a causa de la excesiva cantidad de estabilizantes y desarrollo de acidez en la mezcla. También puede aparecer grumos en el helado derretido y una superficie espumosa, cuajada debido a la excesiva cantidad de aire y al emulsificante (Angulo ,2016).

c. Viscosidad aparente

Tanto la viscosidad como los parámetros reológicos del helado son importantes, ya que se utilizan en el diseño de las plantas, en la producción y en la comercialización de éstos. Este parámetro debe ser constante ya que las máquinas llenadoras de helado necesitan esta condición para su calibración (De Miguel, 2014].

Las mezclas para helado, presentan, por lo general comportamiento de fluido no newtoniano; las características de este producto varían desde los líquidos viscosos con propiedades elásticas hasta las de sólidos con propiedades viscosas. La viscosidad de estos fluidos, no permanece

constante, cuando la temperatura y la composición permanecen invariables, sino que depende del esfuerzo cortante o gradiente de velocidad y, a veces del tiempo de aplicación del esfuerzo y de la historia previa del producto (Posada y otros, 2012).

d. Fibra cruda

Se llama fibra cruda al residuo orgánico libre de cenizas que queda después que la muestra se ha tratado en condiciones determinadas. Las condiciones más comunes son tratamientos sucesivos con petróleo ligero, ácido sulfúrico diluido hirviendo, hidróxido de sodio diluido hirviendo, ácido clorhídrico diluido, alcohol, éter y que constituye del 20 al 50% de la fibra dietética total (OMS, 2007).

e. Recuento de bacterias probióticas

El término probiótico es una palabra relativamente nueva que significa “a favor de la vida” y actualmente se utiliza para designar las bacterias que tienen efectos beneficiosos para los seres humanos y los animales. Como microorganismos probióticos se utilizan bacterias de los géneros *Lactobacillus* y *Bifidobacterium*, y el número de alimentos probióticos puestos a disposición de los consumidores es cada vez mayor (FAO, 2006).

f. Aceptabilidad general

Se basa en la caracterización y análisis de aceptación o rechazo de un alimento por parte del catador o consumidor, de acuerdo a las sensaciones experimentadas desde el momento que observa y después que consume. Cruzando esta información con la proveniente de los consumidores, el análisis sensorial permite construir conocimiento en relación a que cambios en las características perceptibles de los productos se deben realizar para que gusten más (Anzaldúa-Morales, 2005).

III. MATERIALES Y METODOS

3.1 Lugar de Ejecución

Las pruebas experimentales, análisis fisicoquímicos, microbiológicos y sensoriales se realizaron en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias, Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Privada Antenor Orrego.

3.2 Materiales y equipos

3.2.1 Materiales

- Arándano fresco variedad Biloxi, de la empresa TALSA proveniente de Virú, La Libertad.
- Coladores
- Jarras
- Cucharas
- Ollas
- Recipientes plásticos
- Tazón de acero inoxidable
- Bandejas de acero inoxidable

3.2.2 Equipos

- Congeladora. Marca Bosh. Modelo GSD32
- Balanza analítica. Marca Mettler Toledo. Modelo AB204. Capacidad 210 g, aprox. 0.0001 g.
- Balanza electrónica marca Sartorius Ag Gottingen capacidad 3100 g.
- Estufa Venticell. Marca MMM Group. Temperatura ambiente hasta 250 °C.

3.2.3 Insumos

- Leche entera UHT. Marca Gloria.
- Crema de leche. Marca Gloria.
- Carboximetilcelulosa. Marca Unitech.
- Azúcar blanca. Marca Cartavio.
- Leche en polvo.
- Polvo de epicarpio de naranja. Marca Citri-Fi.
- Cultivo lácteo liofilizado probiótico LYOFAS^T SAB 440 A. Marca SACCO.

3.2.4 Reactivos

- Agua destilada
- Hidróxido de sodio 0.1 N.
- Fenolftaleína solución alcohólica 1%.

3.3 Método Experimental

3.3.1 Esquema experimental para la elaboración de helado tipo crema.

En la Figura 1, se muestra el esquema experimental, que tiene como variables independientes: la adición del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara arándano (0.5 y 1.0%) y las concentraciones de bacterias probióticas (3.0 y 5.0%); y como variables dependientes: al overrun, porcentaje de fusión, viscosidad aparente, fibra cruda, recuento de bacterias probióticas y aceptabilidad general, en helado tipo crema.

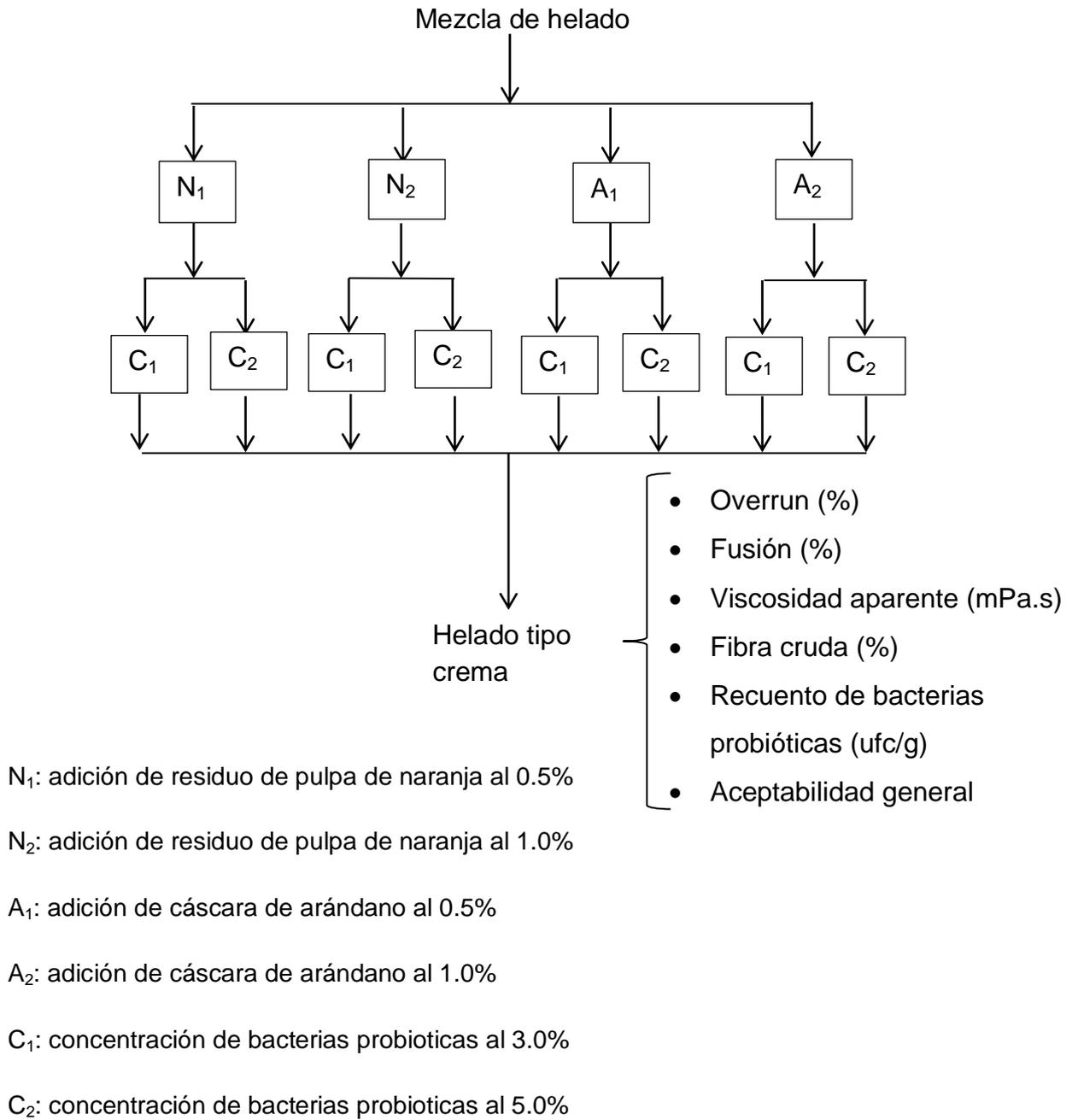


Figura 1. Esquema experimental para la investigación sobre la adición del polvo de residuo de pulpa de cáscara de naranja o cáscara de arándano con bacterias probióticas en helado

3.3.2 Procedimiento experimental para la elaboración del polvo de cáscara de arándano.

En la Figura 2, se muestra el diagrama de flujo para la obtención del polvo de cáscara de arándano.

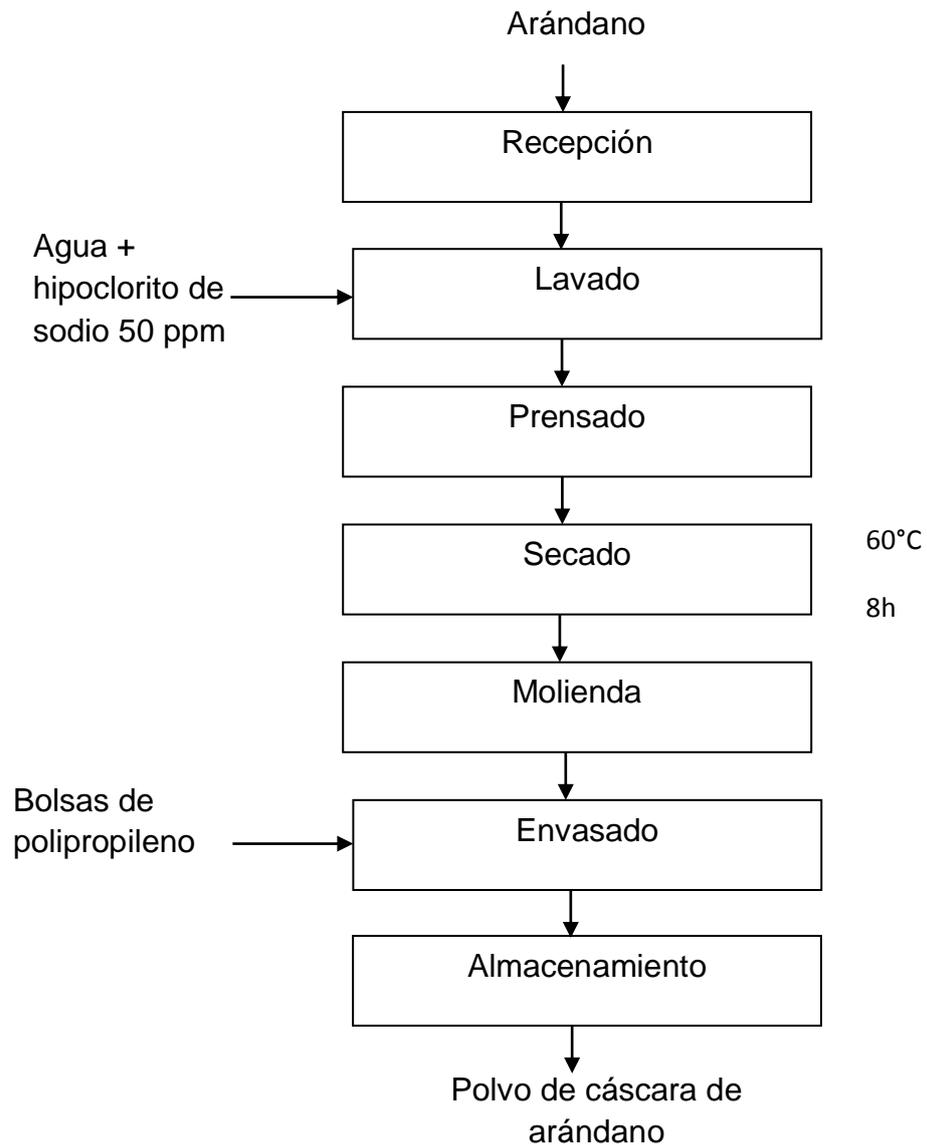


Figura 2. Diagrama de flujo para la obtención del polvo de cáscara de arándano

Fuente: Salinas (2013).

Recepción

Los frutos de arándano se recibieron teniendo en cuenta la ausencia de daños físicos y microbiológicos.

Lavado

Se realizó con agua potable para eliminar residuos que quedaron después de la cosecha; luego se utilizó agua con hipoclorito de sodio a 50 ppm por 10 min.

Prensado

Los frutos fueron prensados en una prensa extrusora con la finalidad de separar el epicarpio de la pulpa.

Secado

Se realizó en una estufa convectiva a 60 °C durante 8 h hasta llegar a una humedad de 10%.

Molienda

Se realizó en un molino de martillos y posteriormente se tamizó con una malla N° 100 (425 µm).

Envasado

Se colocó el polvo de cáscara de arándano en bolsas de polipropileno y se selló al vacío.

3.3.3 Elaboración de helado tipo crema

En la Figura 3, se presenta proceso para la elaboración de helado tipo crema con la adición de polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano con concentraciones de bacterias probióticas.

A continuación se describe cada operación que fue realizada para obtener un helado tipo crema con la adición del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano con concentraciones de bacterias

probióticas (Chango, 2010; Tuba y otros, 2011; García, 2015; Angulo, 2016).

Pesado

Se pesó los ingredientes según la formulación mostrada en el Cuadro 1, a esta mezcla base se le adicionó el polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano en concentraciones de 0.5 y 1.0 % con bacterias probióticas al 3.0 y 5.0 %, respectivamente.

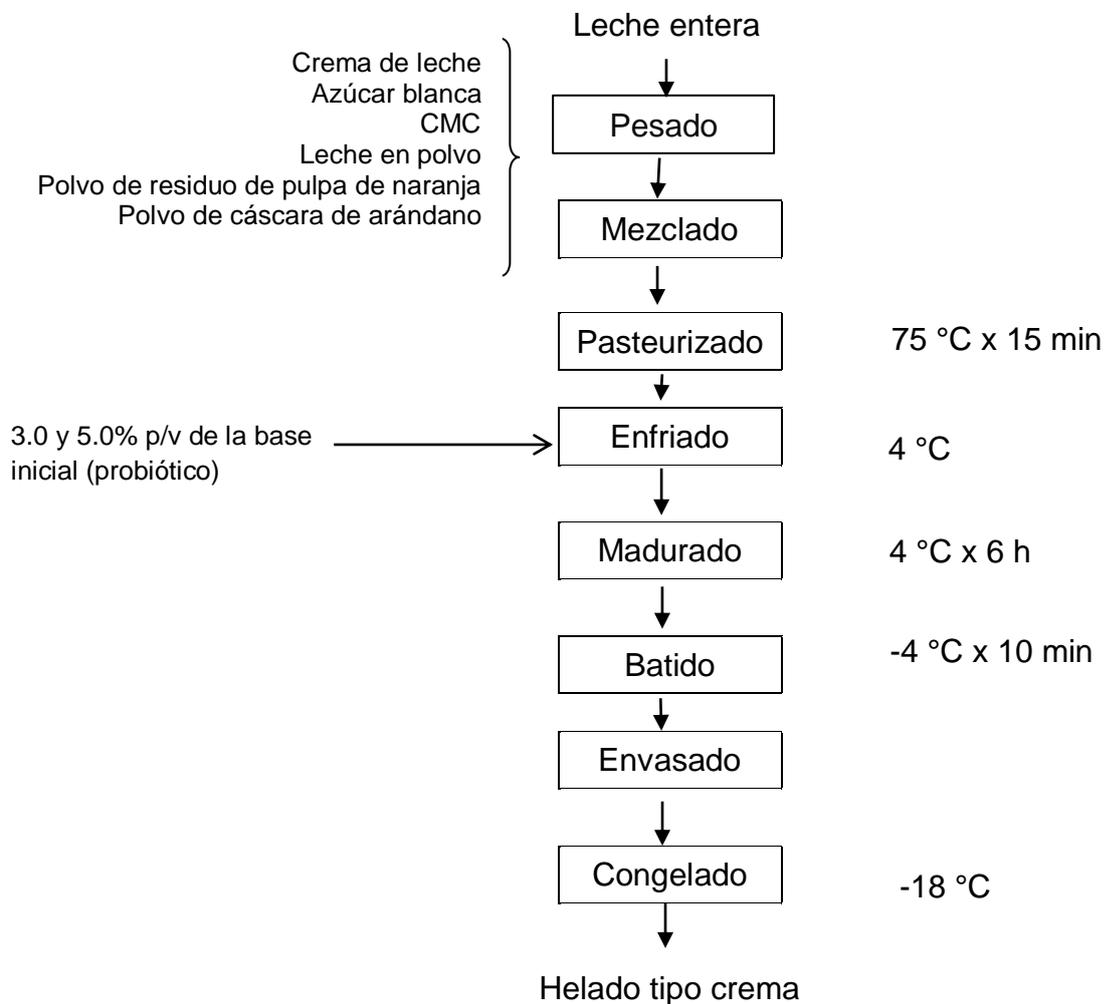


Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración de helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y bacterias probióticas

Fuente: Homayouni y otros (2008).

Mezclado

Se calentó la leche entera a 40 °C; a continuación se añadió la crema de leche, azúcar blanca, CMC, polvo de epicarpio de naranja o de arándano y leche en polvo según la formulación (Cuadro 1), el mezclado fue constante hasta que los ingredientes se homogenizaron y formaron una mezcla uniforme.

Pasteurizado

Se realizó con la finalidad de eliminar microorganismos patógenos y las enzimas que puedan producir modificaciones de sabor durante su almacenamiento, se realizó a 75 °C durante 15 min.

Enfriado

Se enfrió la mezcla a 4 °C y se agregó las bacterias probióticas.

Madurado

Se llevó la mezcla a la cámara de frío a 4 °C por un periodo de 6 h, con la finalidad de mejorar las características físicas del helado.

Batido

Se llevó la mezcla base a un recipiente de acero y este se colocó en otro recipiente que contenía hielo y sal (temperaturas de -4 °C), se batió (batidora manual) durante 10 min con la finalidad de incorporar aire y conseguir la formación de cristales finos de hielo.

Envasado

Se envasó en envases de polipropileno de 0.5 L cada uno.

Congelado

Se llevó a una cámara de congelación durante 24 h, la congelación se realizó rápidamente a fin de lograr la formación de

pequeños cristales de hielo, distribuidos uniformemente, creando una espuma congelada estable. El helado tipo crema se conservó en congelación a -18 °C hasta su evaluación.

Cuadro 1. Formulación para helado tipo crema con adición fibra y bacterias probióticas

Ingredientes	$N_1 \cdot C_1$ g	$N_1 \cdot C_2$ g	$N_2 \cdot C_1$ g	$N_2 \cdot C_2$ g	$A_1 \cdot C_1$ g	$A_1 \cdot C_2$ g	$A_2 \cdot C_1$ g	$A_2 \cdot C_2$ g
Leche entera ultra pasteurizada	690	690	690	690	690	690	690	690
Crema de leche	110	110	110	110	110	110	110	110
Azúcar blanca	148	148	148	148	148	148	148	148
CMC	2	2	2	2	2	2	2	2
Leche en polvo Parcial	50 1000							
Polvo de naranja / arándano	5	5	10	10	5	5	10	10
Cultivo probiótico	30	50	30	50	30	50	30	50
Total	1035	1055	1040	1060	1035	1055	1040	1060

N_1 : adición del polvo de residuo de pulpa de naranja al 0.5%

N_2 : adición del polvo de residuo de pulpa de naranja al 1.0%

A_1 : adición del polvo de cáscara de arándano al 0.5%

A_2 : adición del polvo de cáscara de arándano al 1.0%

C_1 : concentración de bacterias probióticas al 3.0%

C_2 : concentración de bacterias probióticas al 5.0%

Fuente: Adaptado de Angulo (2016).

3.4 Método de análisis

3.4.1 Caracterización del polvo de cáscara de epicarpio de arándano

- **Humedad**

Se basó en la determinación gravimétrica de la pérdida de masa, de la muestra desecada hasta masa constante a una temperatura determinada, el proceso se efectuó a presión atmosférica (método A.O.A.C., 1997). El cálculo se realizó mediante la siguiente fórmula:

$$\% \text{Humedad} = \frac{M_b - M_a}{M} \times 100$$

Dónde:

M_a : Masa de la capsula vacía (g).

M_b : Masa de la capsula y la muestra desecada (g).

M : Masa de la capsula más la muestra antes del secado (g).

- **Cenizas**

Procedimiento para determinar cenizas totales por el método gravimétrico (A.O.A.C., 1997).

$$\% \text{ Cenizas totales} = \frac{m_2 - m_0}{m_1 - m_0} \times 100$$

Dónde:

m_2 : masa de la cápsula con las cenizas (g).

m_1 : masa de la cápsula con la muestra (g).

m_0 : masa de la cápsula vacía (g).

3.4.2 Overrun

El contenido de aire incorporado al helado se cuantificó mediante la característica denominada overrun que se define como índice de aireación en el producto. Se midió el volumen inicial de la mezcla y posteriormente el volumen final del helado (García, 2015). El cálculo se realizó mediante la siguiente formula:

$$\text{Overrun} = \frac{V_f - V_i}{V_i} \times 100$$

Dónde:

V_i: volumen inicial de mezcla.

V_f: volumen final del helado.

3.4.3 Porcentaje de fusión

Se pesó 250 g de helado a 20 °C, se colocó en un recipiente rectangular el cual en la parte inferior central tuvo un orificio de 2.5 mm, en una balanza se colocó una bandeja la cual recepcionó el helado derretido, se tomó el peso de la bandeja y el helado a tiempos de 0, 5, 10, 30, 40 y 50 min. El tiempo normal en el que una persona consume un helado es de aproximadamente 30 min (Rincón y otros, 2008). Por lo cual se tomó datos a los 30 minutos.

$$F(\%) = \frac{\text{gramos de muestra derretida}}{\text{gramos totales}} \times 100$$

3.4.4 Viscosidad aparente

Las muestras de helado tipo crema se agitaron suavemente para eliminar el aire de las mezclas, se estandarizó la temperatura a 4 °C para depositar las muestras en el reómetro digital Brookfield Modelo DV-III, se trabajó con el husillo N°27 a 80 rpm. Los resultados fueron expresados en mPa.s (Gutierrez y otros, 2005; Angulo, 2016).

3.4.5 Fibra cruda

Se pesó con aproximación de miligramos de 2 a 3 g de la muestra desengrasada y seca, se colocó en el matraz y se adicionó 200 mL de la solución de ácido sulfúrico en ebullición, se llevó a ebullición en un minuto; de ser necesario se adicionó antiespumante. Hirvió por 30 min, se mantuvo constante el volumen con agua destilada y se movió periódicamente el matraz para remover las partículas adheridas a las paredes.

Se instaló el embudo Buchner con el papel filtro precalentado con agua hirviendo. Simultáneamente y al término del tiempo de ebullición se retiró el matraz, dejándolo reposar por un minuto y se filtró cuidadosamente usando succión; la filtración se realizó en menos de 10 min. Se Lavó el papel filtro con agua hirviendo. Se transfirió el residuo al matraz con ayuda de una pizeta conteniendo 200 mL de solución de NaOH en ebullición y se dejó hervir por 30 min.

Se precalentó el crisol de filtración con agua hirviendo y se filtró cuidadosamente después de dejar reposar el hidrolizado por 1 min, se Lavó el residuo con agua hirviendo, con la solución de HCl y nuevamente con agua hirviendo, para terminar con tres lavados con éter de petróleo, se colocó el crisol en el horno a 105 °C por 12 h y se enfrió en desecador.

Se pesó rápidamente los crisoles con el residuo y se colocó en la mufla a 550 °C por 3 h, dejándolos enfriar en un desecador y pesándolo nuevamente (Vásquez, 2013).

Cálculos:

A = peso del crisol con el residuo seco (g)

B = peso del crisol con la ceniza (g)

C = peso de la muestra (g)

Contenido de fibra buta (%)= $100((A - B)/C)$

3.4.6 Recuento de bacterias probióticas

Se empleó el método de recuento en placa por siembra en superficie, como medio de cultivo se usó agar MRS (Man, Rogosa y Sharpe). El recuento se realizó el día 1 al día 30 (cada 6 días). Para identificar las bacterias en el helado se siguió el procedimiento establecido por Velásquez y otros (2007) y para la caracterización microscópica de las bacterias, la técnica de tinción de Gram (León, 2008).

3.4.7 Aceptabilidad general

Se usó una prueba de escala hedónica para determinar el helado tipo crema con la adición de polvo de epicarpio de naranja o de arándano con mayor grado de aceptación general. Los tratamientos a evaluar fueron sometidos a un panel sensorial conformado por 40 jueces, no entrenados, evaluándose la aceptabilidad general (Ureña y otros, 1999; Anzaldúa-Morales, 2005).

Las muestras a -2 °C se colocaron en vasos de plástico de 20 g debidamente codificadas, se les proporcionó un vaso con agua para enjuagar el paladar entre cada muestra evaluada en dos fases; a los panelistas se les entregó las 4 muestras codificadas al azar con tres dígitos correspondientes al helado con polvo de residuo de pulpa de naranja y la tarjeta de evaluación (figura 4); después de 24 h se evaluaron las 4 muestras restantes correspondientes al helado con polvo de cáscara de arándano y la tarjeta de evaluación (figura 5). Cada panelista asignó la calificación correspondiente de acuerdo al grado de satisfacción, siendo el valor de más alto puntaje el de me gusta muchísimo (9 puntos) y el de menor puntaje el de me disgusta muchísimo (1 puntos), con un valor

intermedio de ni me gusta ni me disgusta (5 puntos) (Anzaldúa - Morales, 2005).

3.5 Métodos Estadísticos

El método estadístico correspondió a un diseño bifactorial (adición de fibra y concentración de bacterias probióticas), con 3 repeticiones. Para el overrun, tiempo de fusión, fibra cruda y recuento de bacterias probióticas, se empleó la prueba de Levene modificada para determinar la homogeneidad de varianzas, posteriormente se realizó un análisis de varianza (ANVA) y a continuación, al existir diferencias significativas ($p < 0.05$) se aplicó la prueba de comparaciones múltiples de Duncan la cual comparó los resultados mediante la formación de subgrupos y se determinó de esta manera el mejor tratamiento. La aceptabilidad general fue evaluada mediante la prueba de Kruskal-Wallis.

Todos los análisis estadísticos se realizaron con un nivel de confianza del 95%. Para procesar los datos se utilizará el software especializado Statistical Package for the Social Science (SPSS) versión 24.0 y para la elaboración de los gráficos se usó el paquete estadístico Minitab versión 17.1

Prueba de aceptabilidad general

Nombre del producto: **helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja.**

Instrucciones: pruebe de una en una las muestras de un helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja con concentraciones de bacterias probióticas que se le ha proporcionado y califique según la escala que se presenta, marcando con una (X) en el casillero correspondiente de acuerdo al nivel de agrado o desagrado que le produzca.

ESCALA	MUESTRAS			
	721	987	389	485
Me agrada muchísimo				
Me agrada mucho				
Me agrada moderadamente				
Me agrada poco				
No me agrada ni me desagrada				
Me desagrada poco				
Me desagrada moderadamente				
Me desagrada mucho				
Me desagrada muchísimo				

Comentarios _____

Figura 4. Tarjeta de evaluación para la prueba de aceptabilidad general de un helado tipo crema con polvo residuo de pulpa de naranja con concentración de bacterias probióticas

Fuente: Anzaldúa – Morales (2005).

Prueba de aceptabilidad general

Nombre del producto: **helado tipo crema con polvo de cáscara de arándano.**

Instrucciones: pruebe de una en una las muestras de un helado tipo crema con polvo de cáscara de arándano con concentraciones de bacterias probióticas que se le han proporcionado y califique según la escala que se presenta, marcando con una (X) en el casillero correspondiente de acuerdo al nivel de agrado o desagrado que le produzca.

ESCALA	MUESTRAS			
	621	997	289	445
Me agrada muchísimo				
Me agrada mucho				
Me agrada moderadamente				
Me agrada poco				
No me agrada ni me desagrada				
Me desagrada poco				
Me desagrada moderadamente				
Me desagrada mucho				
Me desagrada muchísimo				

Comentarios _____

Figura 5. Tarjeta de evaluación para la prueba de aceptabilidad general de un helado tipo crema con polvo de cáscara de arándano con concentración de bacterias probióticas

Fuente: Anzaldúa – Morales (2005).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1 Caracterización del polvo de cáscara de arándano

4.1.1 Humedad

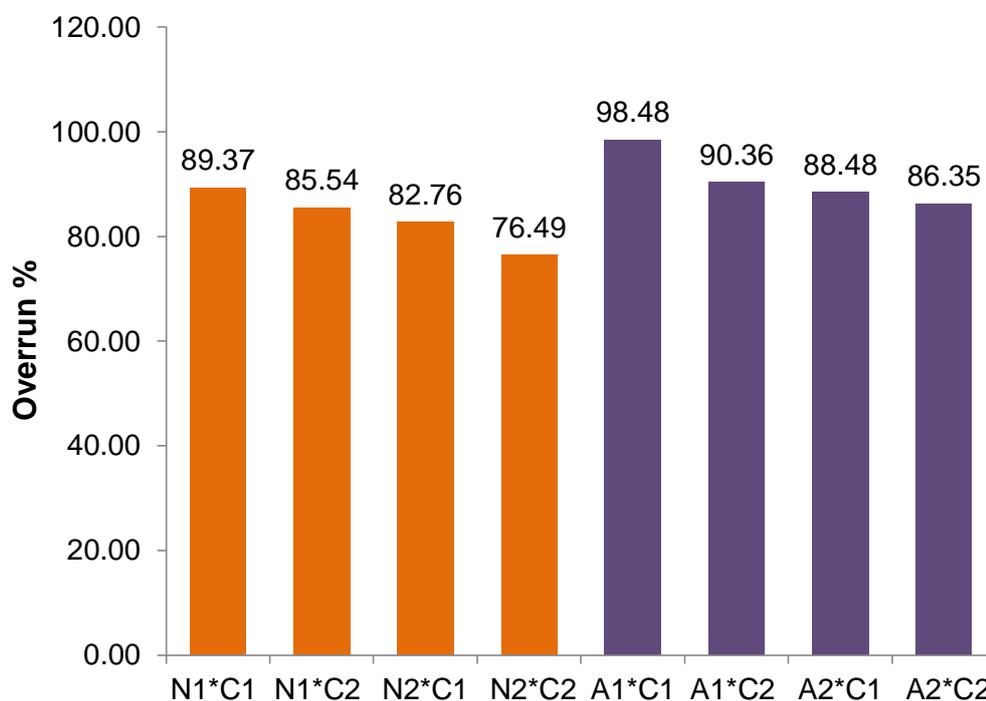
El contenido de humedad presenta un valor promedio de 10.93%, valor inferior en comparación al reportado por Payne (2018) en polvo de arándano, reportando un valor un valor de 12% de humedad.

4.1.2 Cenizas

El contenido de cenizas presentó un valor promedio de 2.3%, valor superior al reportado por Falcón (2017) caracterizó la cáscara de arándano maduro reportando un valor de 1.21 %. La diferencia entre los valores reportados por esta investigación, se debe, a las características de la zona, cantidad de minerales existentes en el suelo y agua suministrada al frutal y el tamaño de la muestra para hallar el contenido de cenizas (Lovera 2006).

4.2 Efecto de la adición del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas sobre el overrun en helado tipo crema

En la Figura 6, se observa que a medida que aumentó la concentración de bacterias probióticas y polvo de fruta, disminuyó el overrun para cada tipo de fruta en el helado tipo crema. Dichos valores oscilaron desde 98.48 hasta 76.49%. En el Anexo 1, se encuentran los valores del overrun.



N₁*C₁: Residuo de pulpa de naranja al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 N₁*C₂: Residuo de pulpa de naranja al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 5%
 N₂*C₁: Residuo de pulpa de naranja al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 N₂*C₂: Residuo de pulpa de naranja al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 5%
 A₁*C₁: Cáscara de arándano al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 A₁*C₂: Cáscara de arándano al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 5%
 A₂*C₁: Cáscara de arándano al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 A₂*C₂: Cáscara de arándano al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 5%

Figura 6. Valores del overrun en el helado tipo crema con adición del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas

Los valores obtenidos en esta investigación, se encuentran dentro del valor máximo permitido (120%) indicado por la Norma Técnica Peruana para Helados (NTP 202.057). Así mismo, se puede indicar que con el polvo cáscara de arándano se obtuvieron mayores valores que el de naranja, sin sobrepasar el rango mencionado por la NTP. Cuando se agrega CMC al helado tipo crema estos alcanzan un overrun más alto, mejorando la incorporación de aire y la distribución de las células de aire, agua forma espuma con el aire y acentúan con ello la capacidad de batido de la mezcla.

Dervisoglu y Yazici (2012) elaboraron un helado tipo crema con adición de polvo de residuo de pulpa de naranja (0.4, 0.8 y 1.2%) mostrando la misma tendencia pero con valores menores (38.94, 32.25 y 29.26% respectivamente) que en esta investigación. Este comportamiento se debe a la capacidad de absorción de agua y grasa por parte de la fibra, imposibilitando la incorporación de aire durante el proceso (Silva y Lannes, 2011).

Barrionuevo y otros (2011) reportaron el overrun de 71% en un helado tipo crema con el 40% pulpa de arándano y 10% inulina, mientras que en nuestra investigación con menores concentraciones de epicarpio de fruta, se obtuvieron valores mayores. Gutiérrez y otros (2005) indican que el rango de overrun suele ser mayor en helados tipo crema que en los helados con adición de pulpa de fruta o fibra, debido a que al aumentar la cantidad de esta existe una disminución de la caseína en la formulación final, lo que conlleva a una menor solubilidad de estas, por lo cual el overrun suele ser menor, generando un helado denso y duro, con estructura granulosa.

También se indica que 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-espuma. La capacidad de los componentes en la formulación para poder interactuar es lo que mantiene las propiedades físicas y características sensoriales del helado durante y después del proceso, almacenamiento y/o consumo (Pintor y Totosa, 2013).

En el Cuadro 2, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores del overrun del helado tipo crema. La prueba de Levene determinó la existencia de homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$).

Cuadro 2. Prueba de Levene para el overrun del helado tipo crema con adición de polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas

Estadístico de Levene	p
0.980	0.480

En el Cuadro 3, se muestra el análisis de varianza aplicada a los valores del overrun del helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas. El análisis de varianza demostró que la concentración de bacterias probióticas y epicarpio de fruta presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el overrun en el helado tipo crema.

Cuadro 3. Análisis de varianza para el overrun del helado tipo crema con adición del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Bacterias probióticas: A	330.15	1	330.15	114.63	0.00
Tipo de fibra: B	481.87	3	160.62	55.77	0.00
A*B	32.46	3	10.82	3.75	0.03
Error	46.08	16	2.88		
Total	890.58	23			

En el Cuadro 4, se observa la prueba de Duncan aplicada a los valores del overrun del helado tipo crema con adición del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas. Esta prueba indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. Se observa en el subgrupo 5 el tratamiento de 3.0% bacterias

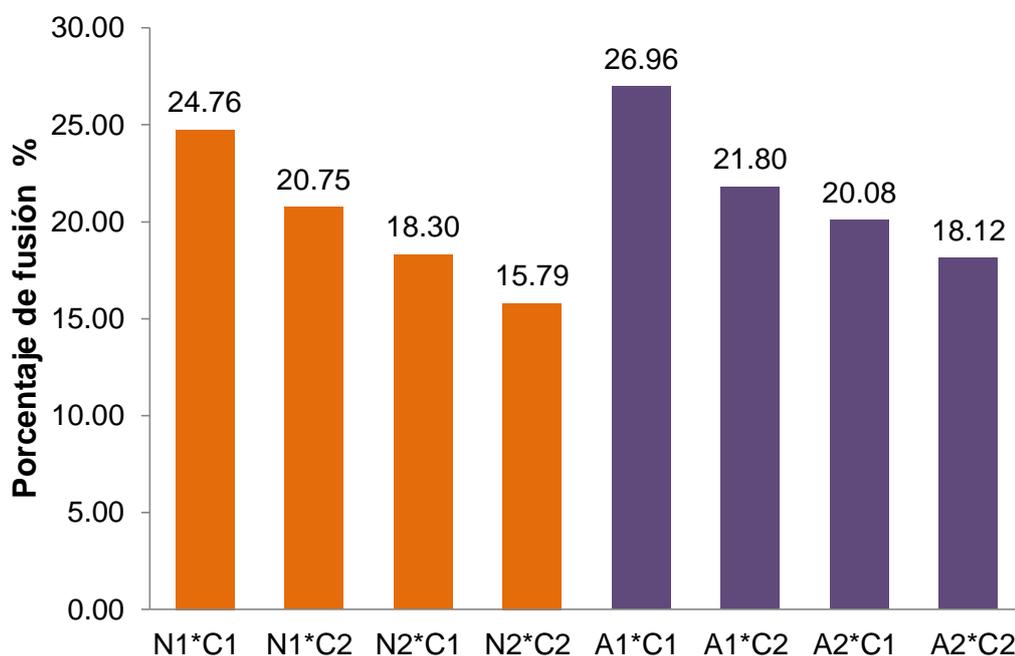
probióticas y 1.0% del polvo de residuo de pulpa de naranja que presento menor overrun con 76.49%, mientras que en el subgrupo 1, se encuentra el de mayor overrun para el tratamiento de 3% bacterias probióticas y 0.5% cáscara de arándano con 98.48% siendo este de mayor valor de overrun permitiendo la mayor incorporación de aire, además de encontrarse dentro del rango permitido por la NTP de helados.

Cuadro 4. Prueba de Duncan para el overrun del helado tipo crema con adición del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas

Tipo de fruta	Concentración de bacterias probióticas (%)	Polvo de fruta (%)	Subgrupo					
			1	2	3	4	5	
Arándano	3.0	0.5	98.48					
Arándano	5.0	0.5		90.36				
Naranja	3.0	0.5		89.37	89.37			
Arándano	3.0	1.0		88.48	88.48			
Arándano	5.0	1.0		86.45	86.45	86.45		
Naranja	5.0	0.5			85.54	85.54		
Naranja	3.0	1.0				82.76		
Naranja	3.0	1.0						76.49

4.3 Efecto de la adición del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas sobre el porcentaje de fusión en helado tipo crema

En la Figura 7, se muestra un comportamiento decreciente en los valores del porcentaje de fusión para cada fruta a medida que aumentó las concentraciones de bacterias probióticas y el polvo de fruta. Dichos valores oscilaron desde 15.79% hasta 26.96%. En el Anexo 2, se encuentran los valores del porcentaje de fusión.



N₁*C₁: Residuo de pulpa de naranja al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 N₁*C₂: Residuo de pulpa de naranja al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 5%
 N₂*C₁: Residuo de pulpa de naranja al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 N₂*C₂: Residuo de pulpa de naranja al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 5%
 A₁*C₁: Cáscara de arándano al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 A₁*C₂: Cáscara de arándano al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 5%
 A₂*C₁: Cáscara de arándano al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 A₂*C₂: Cáscara de arándano al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 5%

Figura 7. Valores del porcentaje de fusión en el helado tipo crema con adición del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas

Villacís (2010) indica que los resultados por debajo de 12% de fusión son de textura muy suave y gomosa, y son calificados como regulares, valores de 12 a 30% de fusión presentan una textura suave y cremosa, y son calificados como regulares, valores entre 31 a 70% de fusión presentan una textura adecuada y cremosa, y son calificados como muy buenos, valores entre 71 a 100% de fusión indica textura consistente poca cremosa y se califica como buena, valores por encima de 100% indica textura dura y hielosa y se califican como regulares, aplicado en helados tipo crema. Podemos indicar que nuestro helado tipo crema

corresponde a una calificación de regular, textura muy suave y gomosa; ya que dichos valores oscilaron entre 12 a 30%.

El aire incorporado en el interior de la matriz de un helado actúa como una barrera aislante ante la transmisión del calor desde el exterior, de manera que retarda el proceso de derretimiento del helado (Chacón y otros, 2015).

En el Cuadro 5, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores del porcentaje de fusión del helado tipo crema. La prueba de Levene determinó la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 5. Prueba de Levene para el porcentaje de fusión del helado tipo crema con adición del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas

Estadístico de Levene	p
0.630	0.724

En el Cuadro 6, se muestra el análisis de varianza aplicada a los valores del porcentaje de fusión del helado tipo crema con adición del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas. El análisis de varianza demostró que la concentración de bacterias probióticas y polvo de fruta presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el porcentaje de fusión en helado tipo crema.

Cuadro 6. Análisis de varianza para porcentaje de fusión del helado tipo crema con adición del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Bacterias probióticas: A	181.18	1	181.18	670.01	0.00
Tipo de fibra: B	90.06	3	30.02	111.01	0.00
A*B	9.69	3	3.23	11.95	0.00
Error	4.32	16	0.27		
Total	285.27	23			

En el Cuadro 7, se observa la prueba de Duncan aplicada a los valores del porcentaje de fusión del helado tipo crema con adición del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas. Esta prueba indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. Se observa en el subgrupo 6 el tratamiento de 5.0% bacterias probióticas y 1.0% de polvo de residuo de pulpa de naranja que presentó 15.79% con menor porcentaje de fusión, mientras que en el subgrupo 1, se encuentra el de mayor porcentaje de fusión para el tratamiento de 3% bacterias probióticas y 0.5% cáscara de arándano con 26.96%. Es importante determinar que el porcentaje de fusión del helado, ya que este determinará la estabilidad y resistencia que tendrá frente a una temperatura ambiente al momento de servir (Martínez, 2002). Helados por debajo de 12% de porcentaje de fusión indica textura muy suave y gomosa y son calificados como regulares, de 12 a 30% de fusión indica textura suave y cremosa, calificados como buenos, de 31 a 70% fusión indica una textura adecuada y cremosa, calificados como muy buenos, valores entre 71 a 100% de fusión indica textura consistente poco

cremosa, se califica como buena y por encima de 100% indica textura dura y hielosa, se califican como regulares (Villacís,2010).Por lo tanto los helados llegaron a ser helados buenos por estar dentro del rango ; debido a esto, se consideró este dato como un valor importante en el análisis de los resultados, eligiéndose como mejor tratamiento a 0.5% cascara de arándano y 3% concentración de bacterias probióticas.

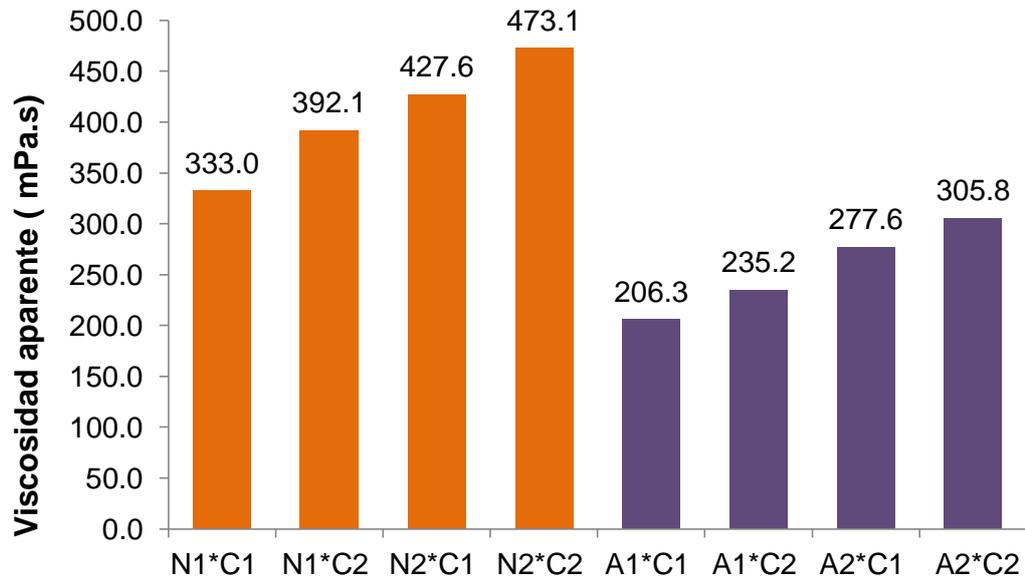
Cuadro 7. Prueba de Duncan para porcentaje de fusión del helado tipo crema con adición del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas

Tipo de fruta	Concentración de bacterias probióticas (%)	Polvo de fruta (%)	Subgrupo						
			1	2	3	4	5	6	
Arándano	3	0.5	26.96						
Naranja	3	0.5		24.75					
Arándano	5	0.5			21.79				
Naranja	5	0.5			20.75	20.75			
Arándano	3	1.0				20.07			
Naranja	3	1.0					18.29		
Arándano	5	1.0					18.12		
Naranja	5	1.0							15.79

4.4 Efecto de la adición del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas sobre la viscosidad aparente en el helado tipo crema

En la Figura 8, se muestra que la viscosidad aparente, muestra mayores valores para polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano; así mismo, se denotó un aumento de viscosidad al aumentar la concentración de bacterias probióticas. Dichos valores oscilaron desde

206.3 hasta 473.1 mPa.s. En el Anexo 3, se encuentran los valores de viscosidad aparente.



N₁*C₁: Residuo de pulpa de naranja al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 N₁*C₂: Residuo de pulpa de naranja al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 5%
 N₂*C₁: Residuo de pulpa de naranja al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 N₂*C₂: Residuo de pulpa de naranja al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 5%
 A₁*C₁: Cáscara de arándano al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 A₁*C₂: Cáscara de arándano al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 5%
 A₂*C₁: Cáscara de arándano al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 A₂*C₂: Cáscara de arándano al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 5%

Figura 8. Valores de la viscosidad aparente en el helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas

Según los resultados obtenidos el helado con polvo de residuo de pulpa de naranja tuvo mayor viscosidad que el de cáscara de arándano debido que la piel de naranja está compuesta de pectina elevando la viscosidad en el helado y también está influenciada por los procesos ocurridos durante las etapas de homogeneización y de envejecimiento de donde la fibra absorbe parcialmente el agua libre como agua de hidratación, provocando con ello incremento en la viscosidad.

Rodríguez y otros (2015) evaluaron la adición de fibra dietética (celulosa microcristalina) al 2, 3 y 4% en la elaboración de un helado tipo crema. Con relación a la viscosidad aparente, se apreció un incremento de los valores con el aumento de la proporción de fibra, con 50.9, 161.1 y 180.8 mPa.s; respectivamente, valores obtenidos a 20°C mientras que los valores obtenidos en esta investigación son elevados y se le puede atribuir a la temperatura que se trabajó de 4°C. Esto puede deberse al proceso de maduración, absorbiendo parcialmente el agua libre como agua de hidratación, debido a la adición de fibra dietética incrementando la viscosidad. Así mismo, la adición de bacterias probióticas, están relacionadas con el aumento de la viscosidad del helado; debido al medio lácteo enriquecido (aminoácidos, péptidos y minerales) en la cual proliferan (Abghari y otros, 2011).

Rincón y otros (2008) indican que los polisacáridos favorecen una excelente incorporación y distribución uniforme del aire, mejora la textura y estabilidad durante el almacenamiento. La interacción proteína – polisacárido ocurre a través de sus grupos funcionales, formando una red tridimensional, que contribuye a formar la estabilidad y la uniformidad de la matriz del sistema.

En el Cuadro 8, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores de la viscosidad aparente del helado tipo crema. La prueba de Levene determinó la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 8. Prueba de Levene para la viscosidad aparente del helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas

Estadístico de Levene	p
1.050	0.434

En el Cuadro 9, se muestra el análisis de varianza aplicada a los valores de la viscosidad aparente del helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas. El análisis de varianza demostró que la concentración de bacterias probióticas y polvo de fruta presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre la viscosidad aparente en el helado tipo crema.

Cuadro 9. Análisis de varianza para la viscosidad aparente del helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Bacterias probióticas: A	37786.47	1	37786.47	1139.954	0.000
Tipo de fibra: B	146063.5	3	48687.83	1468.83	0.000
A*B	565.132	3	188.378	5.683	0.000
Error	530.358	16	33.147		
Total	184945.4	23			

En el Cuadro 10, se observa la prueba de Duncan aplicada a los valores de la viscosidad aparente del helado tipo crema con adición polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas. Esta prueba indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos.

Cuadro 10. Prueba de Duncan para la viscosidad aparente del helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas

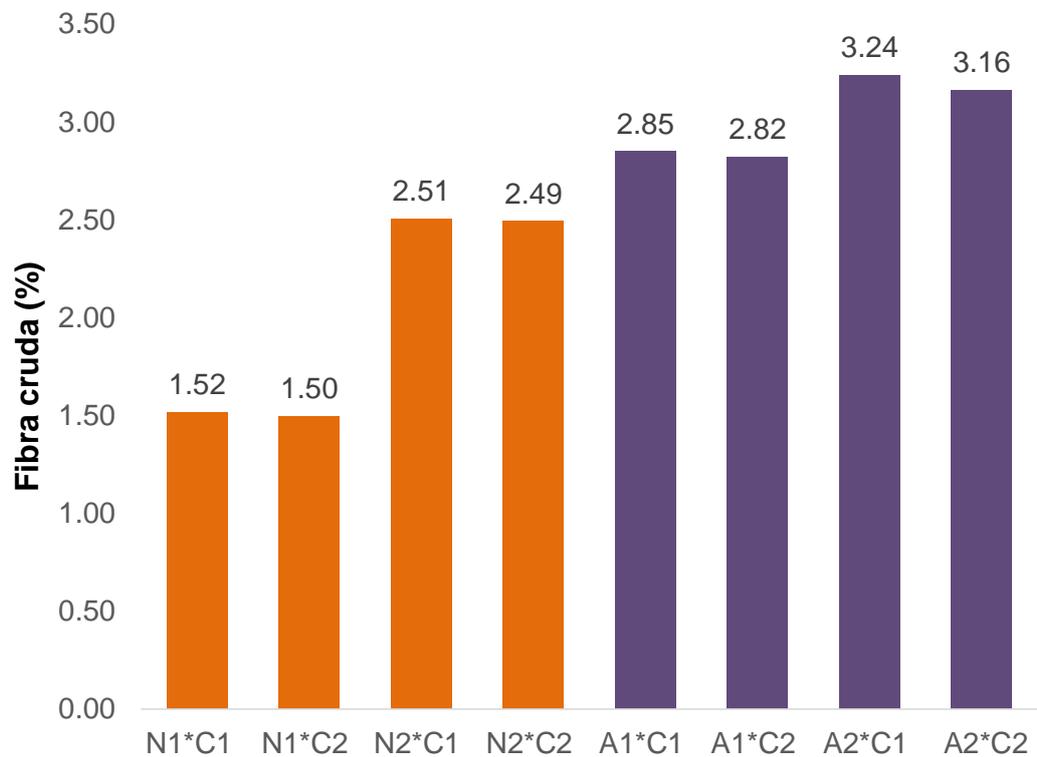
Tipo de fruta	Concentración de bacterias probióticas (%)	Polvo de fruta (%)	Subgrupo								
			1	2	3	4	5	6	7	8	
Naranja	5	1.0	473.11								
	3	1.0		427.56							
	5	0.5			392.06						
	3	0.5				333.00					
Arándano	5	1.0					305.76				
	3	1.0						277.56			
	5	0.5							235.17		
	3	0.5								206.32	

Se observa en el subgrupo 8 el tratamiento de 3.0% bacterias probióticas y 0.5% cáscara de arándano que presentó 206.32 mPa.s con menor viscosidad aparente, mientras que en el subgrupo 1, se encuentra el de mayor viscosidad aparente para el tratamiento de 5% bacterias probióticas y 1.0% polvo de residuo de pulpa de naranja con 473.11 mPa.s. La mejor viscosidad aparente es para el tratamiento 3.0% bacterias probióticas y 0.5% cáscara de arándano, por obtener una viscosidad aparente próximo a un helado comercial con viscosidad de 117.03 mPa.s (Gaspar, 2017).

4.5 Efecto de la adición del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas sobre el contenido de fibra cruda en el helado tipo crema.

En la Figura 9, se muestra una ligera disminución del contenido de fibra cruda a medida que se aumentó la concentración de bacterias probióticas en la mismas concentraciones de polvo, los valores oscilaron

entre 1.50% a 2.49% en polvo de residuo de pulpa de naranja y en cáscara de arándano, con valores que oscilaron de 2.82% a 3.24% respectivamente, esta disminución se debe a las bacterias probióticas que se alimentan de fibra soluble siendo el arándano (1.40) el que cuenta con mayor contenido de fibra soluble en comparación de la naranja (1.30).



N₁*C₁: Residuo de pulpa de naranja al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 N₁*C₂: Residuo de pulpa de naranja al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 5%
 N₂*C₁: Residuo de pulpa de naranja al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 N₂*C₂: Residuo de pulpa de naranja al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 5%
 A₁*C₁: Cáscara de arándano al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 A₁*C₂: Cáscara de arándano al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 5%
 A₂*C₁: Cáscara de arándano al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 A₂*C₂: Cáscara de arándano al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 5%

Figura 9. Valores de fibra cruda en el helado tipo crema con adición de polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas

Rodríguez y otros (2015) evaluaron la adición de fibra dietética (celulosa microcristalina) al 3% sobre el contenido de fibra cruda en la elaboración

de un helado tipo crema, reportando un valor de 3.1% fibra cruda. Comparando con los resultados de esta investigación, se encuentra dentro del rango, incluso con menores concentraciones de polvo de fruta; esto puede deberse a que las fibras obtenidas a partir de frutas resultan de mayor cantidad debido a que presentan menor contenido catiónico y de ácido fítico, así como, mayor capacidad de retención de agua y grasa (Cayo y Matos, 2009; Chárfer y otros, 2017).

Barrionuevo y otros (2011) analizaron la adición de pulpa de arándano al 20, 40 y 60% y enriquecido con inulina en la formulación de un helado tipo crema. El tratamiento al 40% mostró mejores características sensoriales y luego se evaluó el contenido de fibra cruda, obteniendo 12.51%. Estos resultados se pueden explicar debido a mayor adición de inulina, aporta mayor contenido de fibra y características reológicas, (Akalín y Erisir, 2008).

En el Cuadro 11, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores de la fibra cruda del helado tipo crema. La prueba de Levene determinó la existencia de homogeneidad de varianzas ($p > 0.05$).

Cuadro 11. Prueba de Levene para la fibra cruda del helado tipo crema con adición de polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas

Estadístico de Levene	p
0.960	0.489

En el Cuadro 12, se muestra el análisis de varianza aplicada a los valores de la fibra cruda del helado tipo crema con adición de polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas. El análisis de varianza demostró que la concentración de bacterias probióticas y epicarpio de fruta presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el contenido de fibra cruda en el helado tipo crema.

Cuadro 12. Análisis de varianza para la fibra cruda del helado tipo crema con adición de polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Bacterias probióticas: A	0.007	1	0.007	19.167	0.000
Tipo de fibra: B	9.519	3	3.173	8304.686	0.000
A*B	0.004	3	0.001	3.484	0.041
Error	0.006	16	0.000		
Total	9.536	23			

En el Cuadro 13, se observa la prueba de Duncan aplicada a los valores de la fibra cruda del helado tipo crema con adición de polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas.

Cuadro 13. Prueba de Duncan para el contenido de fibra cruda del helado tipo crema con adición de polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas

Tipo de fruta	Concentración de bacterias probióticas (%)	Polvo de fruta (%)	Subgrupo				
			1	2	3	4	5
Arándano	3	1.0	3.24				
	5	1.0		3.16			
	3	0.5			2.85		
	5	0.5			2.82		
Naranja	3	1.0				2.51	
	5	1.0				2.49	
	3	0.5					1.52
	5	0.5					1.50

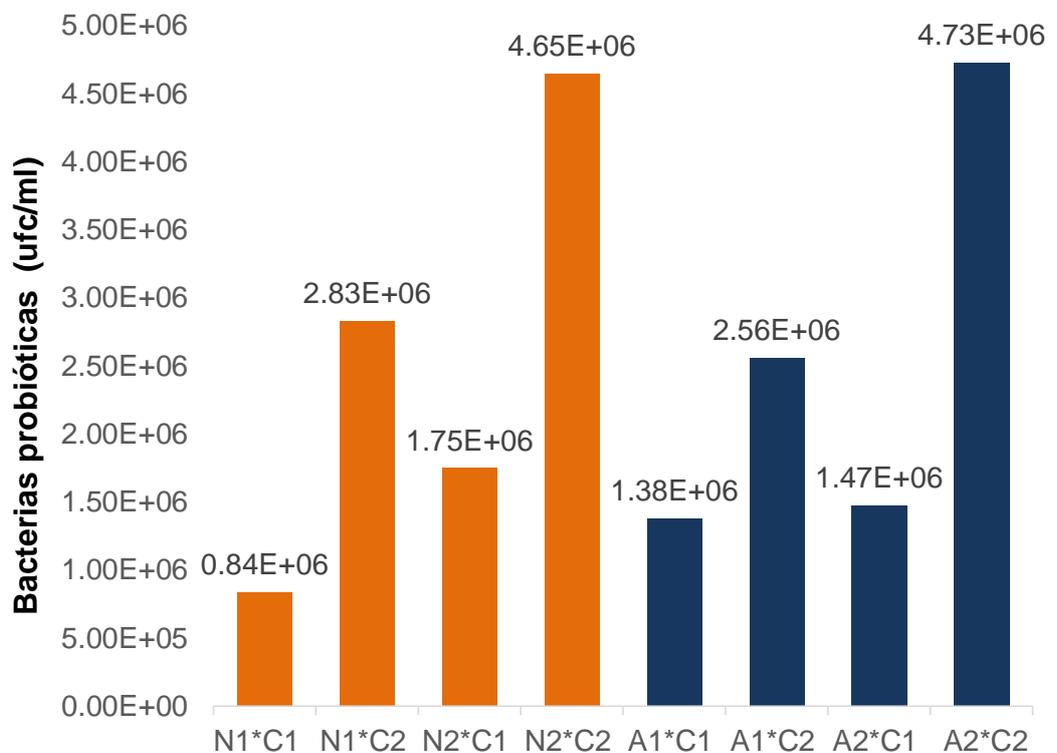
Esta prueba indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. Se observa en el subgrupo 5 el tratamiento de 5.0% bacterias probióticas y 0.5% polvo de residuo de pulpa de naranja que presentó 1.50% con menor contenido de fibra cruda, mientras que en el subgrupo 1, se encuentra el de mayor contenido de fibra cruda para el tratamiento de 3.0% bacterias probióticas y 1.0% cáscara de arándano con 3.24%, dichos valores son altos debido a que pudo influir el porcentaje de CMC (2%) añadido al helado tipo crema, siendo elegido como mejor tratamiento. Las recomendaciones del consumo de fibra diaria es de 25 a 35 g de fibra de diferentes fuentes (FAO, 2018).

4.6 Efecto de la adición del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas sobre el recuento de bacterias probióticas en el helado tipo crema.

En la Figura 10, se muestra un comportamiento creciente a medida que aumentó la concentración de bacterias probióticas a las mismas concentraciones de polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano. Dichos valores oscilaron entre 0.8×10^6 hasta 4.73×10^6 ufc/mL. El requerimiento mínimo estándar establecido por varias organizaciones alimentarias alrededor del mundo es de 10^6 – 10^7 ufc/g de *L. acidophilus* y/o *bifidobacterium* en productos lácteos congelados (Akin y Kirmacy, 2007). Los resultados obtenidos en esta investigación se encuentran dentro del rango establecido, asegurando la calidad de un producto probiótico.

En el Anexo 4, se encuentran los valores del recuento de bacterias probióticas en un helado tipo crema con adición de polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano con concentración de bacterias probióticas evaluadas a 1, 6, 12, 18,24 y 30 días, en el cual se aprecia que a mayor concentración de polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano, así como, a mayor concentración de bacterias probióticas hubo una tendencia a la disminución en el recuento de bacterias probióticas en el tiempo. Las posibles causas de la disminución del recuento de bacterias probióticas son las lesiones ocurridas por congelación y/o por tensiones mecánicas sometidas durante el proceso de mezclado debido a la incorporación de oxígeno en la mezcla induciendo a la disminución de células potencialmente viables (Akalin y Erisir ,2008).

Helados con adición de probióticos están dados en base a una mezcla de helado tipo crema, con un contenido de grasas de 8-12%. Esto se debe a la capacidad protectora que ejerce la grasa sobre el efecto de las bajas temperaturas de congelación (-23 °C a -10 °C) sobre los microorganismos probióticos (Hernández y otros, 2013). Esto se corrobora con este helado tipo crema con 11% de grasas y como resultado obteniendo valores aceptables de bacterias probióticas.



N₁*C₁: Residuo de pulpa de naranja al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 N₁*C₂: Residuo de pulpa de naranja al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 5%
 N₂*C₁: Residuo de pulpa de naranja al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 N₂*C₂: Residuo de pulpa de naranja al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 5%
 A₁*C₁: Cáscara de arándano al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 A₁*C₂: Cáscara de arándano al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 5%
 A₂*C₁: Cáscara de arándano al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 A₂*C₂: Cáscara de arándano al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 5%

Figura 10. Valores de bacterias probióticas en el helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas

Akalin y Erisir (2008) analizó el efectos de la inulina (4%) y la oligofruktosas (4%) sobre las características reológicas, probióticas y la supervivencia en el helado de probióticos (*L. acidophilus*) bajo en grasa, reportaron resultados decrecientes a medida que aumentaba el tiempo de almacenamiento día 1 (probiótico con oligofruktosa 6.21 log ufc/g, probiótico con inulina 6.00 log ufc/g), día 30 (probiótico con oligofruktosa 5.77 log ufc/g, probiótico con inulina 5.47 log ufc/g), día 60 (probiótico con oligofruktosa 5.79 log ufc/g, probiótico con inulina 5.24 log ufc/g) y día 90 (probiótico con oligofruktosa 5.70 log ufc/g, probiótico con inulina 5.12 log ufc/g). Este comportamiento puede deberse por la baja viabilidad que tenían las cepas antes de la elaboración del helado, el efecto que ejercen las bajas temperaturas sobre la estructura de la pared celular sobre estos microorganismos y los bajos niveles de grasa del producto, componente este que realiza una función protectora hacia las bacterias englobándolas en las partículas de grasa amortiguando así los bruscos cambios de temperaturas (Champagne y otros, 2005).

El género *Lactobacillus* y *Bifidobacterium* son las más utilizadas como probióticos, sin embargo, los *Lactobacillus* debido a que los anaerobios facultativos son más resistentes que las *Bifidobacterium*, que requieren condiciones estrictas de anaerobiosis para sobrevivir (Mohammadi y Sohrabvandi, 2012). Las especies que son inoculadas con mayor frecuencia a los helados son *L. acidophilus*, *L. rhamnosus*, *L. johnsonii* y *L. rhamnosus*GG; para este estudio se utilizó *L. casei* debido a que es resistente a azúcar, oxígeno y a bajas temperaturas (Tripathi y Giri, 2014).

Para este estudio se utilizó la marca Lyofast SAB 440, que consiste en cepas específicamente seleccionadas de *Streptococcus thermophilus* y cepas probióticas *Lactobacillus acidophilus* y *Bifidobacterium animalis ssp. lactis*.

En el Cuadro 14, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores del recuento de bacterias probióticas del helado tipo crema. La prueba de Levene determinó la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 14. Prueba de Levene para el recuento de bacterias probióticas del helado tipo crema con adición de polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas

Estadístico de Levene	p
0.850	0.567

En el Cuadro 15, se muestra el análisis de varianza aplicada a los valores del recuento de bacterias probióticas del helado tipo crema con adición de polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas. El análisis de varianza demostró que la concentración de bacterias probióticas y polvo de fruta presentaron efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el recuento de bacterias probióticas en el helado tipo crema.

Cuadro 15. Análisis de varianza para el recuento de bacterias probióticas del helado tipo crema con adición de polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas

Fuente de variación	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Bacterias probióticas: A	32.573	1	32.573	1619.560	0.000
Tipo de fibra: B	9.433	3	3.144	156.343	0.000
A*B	3.935	3	1.312	65.214	0.000
Error	0.322	16	0.020		
Total	46.263	23			

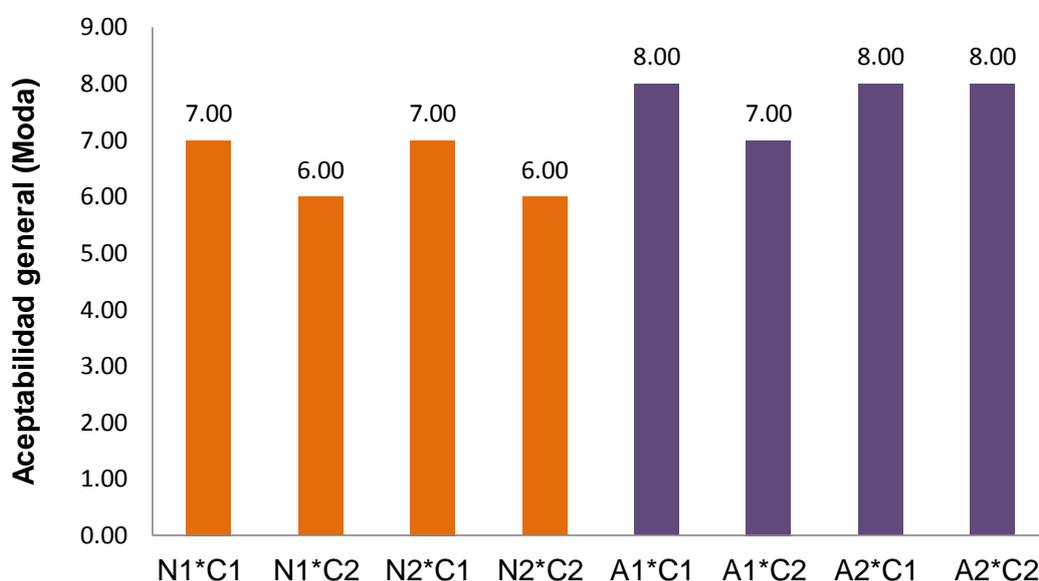
En el Cuadro 16, se observa la prueba de Duncan aplicada a los valores del recuento de bacterias probióticas del helado tipo crema con adición de polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas. Esta prueba indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. Se observa en el subgrupo 4 el tratamiento de 3.0% bacterias probióticas y 0.5% polvo de residuo de pulpa de naranja que presentó 0.84×10^6 ufc/mL con menor recuento de bacterias probióticas, mientras que en el subgrupo 1, se encuentra el de mayor recuento de bacterias probióticas para los tratamientos de 5.0% bacterias probióticas y 1.0% cáscara de arándano con 4.73×10^6 ufc/mL, 5.0% bacterias probióticas y 1.0% polvo de residuo de pulpa de naranja con 4.65×10^6 ufc/mL, siendo elegidos como mejores tratamientos porque no existe tanta diferencia entre estos.

Cuadro 16. Prueba de Duncan para el recuento de bacterias probióticas del helado tipo crema con adición de polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas

Tipo de fruta	Concentración de bacterias probióticas (%)	Polvo de fruta (%)	Subgrupo			
			1	2	3	4
Arándano	5	1.0	4.73E+06			
Naranja	5	1.0	4.65E+06			
Naranja	5	0.5		2.83E+06		
Arándano	5	0.5		2.56E+06		
Naranja	3	1.0			1.75E+06	
Arándano	3	1.0			1.47E+06	
Arándano	3	0.5			1.38E+06	
Naranja	3	0.5				0.84E+06

4.7 Efecto de la adición del polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas sobre la aceptabilidad general en el helado tipo crema.

En la Figura 11, se presenta el promedio del puntaje de la evaluación sensorial para los diferentes tratamientos. En el Anexo 5, se encuentran los valores de la aceptabilidad general.



N₁*C₁: Residuo de pulpa de naranja al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 N₁*C₂: Residuo de pulpa de naranja al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 5%
 N₂*C₁: Residuo de pulpa de naranja al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 N₂*C₂: Residuo de pulpa de naranja al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 5%
 A₁*C₁: Cáscara de arándano al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 A₁*C₂: Cáscara de arándano al 0.5%, y concentración de bacterias probióticas al 5%
 A₂*C₁: Cáscara de arándano al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 3%
 A₂*C₂: Cáscara de arándano al 1.0%, y concentración de bacterias probióticas al 5%

Figura 11. Calificaciones de la aceptabilidad general del helado tipo crema con polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas

Se observa que el tratamiento con polvo de cascara de arándano al 1.0% y concentración de bacterias probióticas al 3.0% obtuvo el mayor promedio con 7.4 puntos; mientras que el tratamiento con polvo de

residuo de pulpa de naranja al 1.0% y concentración de bacterias probióticas al 5.0% obtuvo el menor promedio con 6.43 puntos.

Para la puntuación más baja (6.43) se puede justificar por la presencia de mayor concentración del polvo de residuo de pulpa de naranja en el helado y por la presencia de bacterias probióticas, además los estudios han demostrado que la adición de prebióticos puede afectar la aceptación sensorial de los productos lácteos (Cruz y otros, 2013)

Al aumentar la adición del residuo de pulpa de naranja y de cascara de arándano las bacterias probióticas utilizan la fibra como sustrato, desarrollando un mayor número de bacterias probióticas produciéndose mayor acidez, afectando la aceptación sensorial del helado tipo crema, gustándoles menos a los panelistas.

Hernández y otros (2013) indican que la adición de *L. acidophilus*, *L. casei* y *L. plantarum* (20%) en helados tipo crema, afectan en el pH dando al cultivo *L. acidophilus* una ventaja sobre el sabor, sin embargo, es de vital importancia controlar el tiempo de incubación, en el caso del cultivo *L. acidophilus* para que no incremente la acidez de los mismos, debido a que este sería una probable causa de rechazo de un helado. Esto puede explicarse la tendencia de los resultados en esta investigación demostrando que con mayor número de bacterias probióticas hubo una disminución en la aceptabilidad general por parte de los panelistas, el *L. acidophilus* a mayores concentraciones proporciona una mayor acidez. Esto se corrobora, ya que los panelistas prefirieron los diferentes tratamientos con 3% concentración de bacterias probióticas en lugar de 5%.

En el Cuadro 17, se observa la prueba de Kruskal-Wallis aplicada a los valores de la aceptabilidad general del helado tipo crema con adición de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas. La prueba de Kruskal-Wallis indicó que los tratamientos presentados a los panelistas no difieren significativamente entre sí ($p < 0.05$). Los tratamientos que presentaron mayor promedio fueron las combinaciones con 3% de bacterias probióticas con 0.5 y 1.0% cascara de arándano con valores de 7.30 y 7.40, respectivamente correspondiendo con una calificación me agrada moderadamente y con valores de moda 8; siendo este último elegido como mejor tratamiento por tener mayor puntaje

Cuadro 17. Prueba de Kruskal-Wallis aplicada a la aceptabilidad general del helado tipo crema con adición de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas

Tipo de fruta	Bacterias probióticas (%)	Polvo de fruta (%)	Promedio	Moda	Chi-cuadrado	p
Naranja	3	0.5	7.27	7	12.00	0.392
Naranja		1.0	7.23	7		
Arándano		0.5	7.30	8		
Arándano		1.0	7.40	8		
Naranja	5	0.5	7.10	6	11.09	0.391
Naranja		1.0	6.43	6		
Arándano		0.5	6.73	7		
Arándano		1.0	6.93	8		

Champagne y otros (2005) mencionan que la adición de bacterias probióticas sobre los helados tipo crema no modifican las propiedades sensoriales. De tal forma, se pudo apreciar en esta investigación una similitud entre sus tratamientos y con una aceptación por los panelistas con una calificación “me agrada moderadamente”.

IV. CONCLUSIONES

Se encontró un efecto significativo en la adición de polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y de la concentración de bacterias probióticas sobre el overrun, fusión, viscosidad aparente, contenido de fibra cruda y recuento de bacterias probióticas.

El mejor tratamiento para los factores de overrun, porcentaje de fusión y viscosidad aparente se obtuvo con la adición de cáscara de arándano al 3% y la concentración de bacterias probióticas 0.5%, para fibra cruda se obtuvo un valor de 2.85%, recuento de bacterias probióticas 1.38×10^6 ufc/mL y con una aceptabilidad general de moda 8

V. RECOMENDACIONES

Realizar investigaciones con sustitución de leche de vaca en polvo por proteína de suero de leche de cabra que permitan obtener un producto con las mejores características fisicoquímicas y sensoriales.

Realizar investigaciones sobre caracterización reológicas del helado tipo crema y comparación con helados artesanales.

Utilizar metodología de diseño de mezclas para la determinación de la mejor mezcla óptima con adiciones de fibra de este y otros berries.

Emplear equipo para el proceso de homogeneización, ya que es fundamental en la estabilidad del helado y mejorar características físicas y sensoriales.

Emplear consumidores habituales de helados simbióticos para evaluación sensorial.

Caracterizar el polvo de arándano y su capacidad de retención de agua.

VI. BIBLIOGRAFIA

- Abghari, A., Sheikh, M. y Soleimanian, S. 2011. Nonfermented ice cream as carrier for *Lactobacillus acidophilus* and *Lactobacillus rhamnosus*. International Journal of Food Science and Technology, 46:84-92.
- Akalin, A. y Erisir, D. 2008. Effects of inulin and oligofructose on the rheologic characteristics and probiotic culture survival in low-fat probiotic ice cream. Journal of Food Science, 73(4):182-189.
- Akin, M. y 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.
- Almeida, S., Aguilar, T. y Hervert, D. 2014. La fibra y sus beneficios a la salud. An Venez Nutr, 27: 73-76.
- Angulo, F. 2016. Efecto de la concentración de leche de quinua, leche de coco y leche concentrada de vaca sobre el overrun, viscosidad aparente, fusión, acidez titulable y aceptabilidad general en helado tipo crema. Tesis para obtener el título de Ingeniera en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.
- Anzaldúa – Morales, A. 2005. Evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y en la práctica. Editorial Acribia. 2da Edición. Zaragoza, España.
- Aquino, L., Rodríguez, J., Méndez, L. y Torres, K. 2009. Inhibición del oscurecimiento con mucílago de nopal (*Opuntia ficus indica*) en el secado de plátano Roatán. Información Tecnológica, 20(4): 15-20
- AOAC.1997. Official Method of Analysis Association of Official Analytical Chemists. 15th. William Horwits, Washington, D. C. EUA.
- Barrionuevo, M., Carrasco, J., Cravero, B. y Ramón, A. 2011. Formulación de un helado dietético sabor a arándano con características prebióticas. Revista DIAETA, 29(134):23-28. Buenos Aires. Argentina.

- Cardelle, A. 2009. Síntesis, caracterización y estudio del carácter prebiótico de oligosacáridos derivados de la lactulosa. Tesis para obtener el grado de Maestro en Ciencia y Tecnología de Alimentos. Universidad Autónoma de Madrid. España.
- Cayo, E. y Matos, A. 2009. Obtención de fibra insoluble a partir de cáscaras de naranja (*Citrus sinensis*). *Investigación Universitaria*, 1: 25-30.
- Chacón, A., Pineda, M. y Jiménez, C. 2015. Características fisicoquímicas y sensoriales de helados de leche caprina y bovina con grasa vegetal. Universidad de Costa Rica. Facultad de Ciencias Agroalimentarias.
- Champagne, C.P., Gardner, N.J. & Roy, D. 2005. Challenges in the addition of probiotic cultures to foods. *Critical Reviews in Food Science and Nutrition*, 45:61–84.
- Chango, F. 2010. Sustitución de crema de leche por pulpa de aguacate enriquecido con espirulina en la elaboración de helado base soft para bonipan. Tesis para obtener el título de Ingeniero de Alimentos. Universidad Tecnológica Equinoccial. Quito, Ecuador.
- Chárfer, M., Ortolá, M., Chiralt, A. y Fito, P. 2017. Aprovechamiento alimentario de la corteza de naranja por técnicas de impregnación a vacío. Libro electrónico. Universidad Politécnica de Valencia. España. Visitado: 06 de febrero del 2017. Recuperado de: <http://fci.uib.es/Servicios/libros/conferencias/seae/Aprovechamiento-alimentario-de-la-corteza-de.cid221911>.
- Correia, R., Grace, M. H., Esposito, D., y Lila, M. A. 2017. Wild blueberry polyphenolprotein food ingredients produced by three drying methods: Comparative physicochemical properties, phytochemical content, and stability during storage. *Food Chemistry*, 235, 76-85.
- Del Castillo R. y Mestres J. 2004. *Productos Lácteos Tecnología*. Editorial Ediciones UPC. Barcelona, España.

Dervisoglu, M. y Yazici, F. 2012. The effect of citrus fibre on the physical, chemical and sensory properties of ice cream. *Food Science and Technology International*, 12(2):159-166.

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

Falcon, P. 2017. Determinación de los parámetros óptimos para la elaboración de una bebida fermentada a partir de arándano (*Vaccinium Myrtillus* L) al estado maduro. Departamento de Tecnología de Alimentos. Facultad de Ingeniería de Alimentos. Universidad Nacional Santiago Antúnes de mayo.

Fiberstar. 2016. La guía del usuario Citri-Fi. Estados Unidos de Norteamérica. Visitado: 06 de febrero del 2017. URL Recuperado de: <http://www.fiberstar.net/contact/>.

García, A. 2015. Efecto de la proporción de pulpa de zanahoria (*Daucus carota* L.) en las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de un helado tipo crema. Tesis para optar el título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Cesar Vallejo. Trujillo, Perú.

Gaspar, K. 2017. Efecto de la sustitución parcial de la crema de leche por oleína de palma y grasa de almendra de mango sobre la viscosidad aparente, overrun, tiempo de derretimiento y aceptabilidad general. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego.

Grilli, D., Egea, V., Paez, S., Carcaño, D., Allegretti, L., Sosa, M. y Arenas, N. 2015. Degradación y utilización de la hemicelulosa contenida en especies forrajeras por *Pseudobutyrvibrio ruminis* y *Pseudobutyrvibrio xylanivorans*. *FCA Uncuyo*, 47(2):321-243.

Guarner, F., Khan, A., Garisch, J., Eliakim, R., Gangl, A., Thomson, A. Krabshuis, J. y Lemair, T. 2011. Probióticos y prebióticos. *Directriz mundial de la organización mundial de gastroenterología*.

- Gutiérrez, P., Ludeña, F. y Castillo, L. 2005. Evaluación de una mezcla de estabilizantes conteniendo goma tara en la elaboración de helados. Universidad Nacional Agraria La Molina. Lima, Perú.
- Hernández, A., Guerra, Y., Pedroso, Y. y Pérez, H. 2013. Desarrollo de un helado de leche con cultivos probióticos. Instituto de Farmacia y Alimentos. Universidad La Habana. Cuba.
- INDECOPI. 2006. Norma Técnica Peruana 202.057. Leche y productos lácteos: Helados, requisitos. 2da edición. Lima, Perú.
- 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. ScienceDirect. 111. 50- 55.
- León, M. 2008. Efecto bifidogénico de jalea de Maca en el recuento de *Bifidobacterium bifido* en yogur probiotico. Escuela de Ingeniería Agroindustrial. Universidad César Vallejo. Trujillo. Perú.
- León, Y. 2010. Elaboración de un helado de leche con cultivos probióticos. Tesis para obtener el Título profesional en Licenciatura en Ciencias Alimentarias. Universidad de la Habana. Cuba.
- Lovera, F. 2006. Análisis comparativo de las propiedades físicas y químicas del fruto de saúco (*Sambucus peruviana* H.B.K.) evaluadas en dos rangos altitudinales en la parte alta de la cuenca del río Llaucano. Tesis para optar el Título de Ingeniero Forestal. Cajamarca - Perú.
- Madrid A. y Cenzano I. 2003. Helados: elaboración, análisis y control de calidad. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España.
- Martínez, R. 2002. Evaluación de una mezcla de estabilizantes y emulsificantes en la elaboración de un helado cremoso con grasa vegetal sobre las características de la mezcla base y del producto final. Universidad Nacional de Colombia. Sede Manizales, Colombia.
- Martone, P., Estevez, J., Ruel, K., Denny, M., Somerville, C. y Ralph, J. Jan 2009. Discovery of Lignin in Seaweed Reveals Convergent Evolution of Cell-Wall Architecture. *Current Biology* 19 (2): 169-75.

- Matos, A. y Chambilla, E. 2010. Importancia de la fibra dietética, sus propiedades funcionales en la alimentación humana y en la industria alimentaria. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 1: 4-17.
- Ministerio de Agricultura y Riego. 2018. Recuperado de:
http://frenteweb.minagri.gob.pe/sisca/?mod=consulta_cult
- Mohammadi, R. y Sohrabvandi, G. 2012. Probiotic ice cream. Viability of probiotic bacteria and sensory properties. *Annals of Microbiology*, 63(3):411-424.
- Muñoz, C. 2013. Utilización de los subproductos de la horchata de chufa en la industria cárnica. Tesis para obtener el título de Ingeniera Industrial. Universidad Politécnica de Cartagena. España.
- Olagnero, G., Abad, A., Bendersky, S., Genevois, C., Granzella, L. y Montonati, M. 2007. Alimentos funcionales: fibra, prebióticos, probióticos y simbióticos. *Diaeta*, 25: 20-33.
- Payne, T. 2018. Blueberry en Polvo The Berry Latest - Edición de Jul-Ago-Sep 2018 Recuperado de:
<http://ushbc.com.br/es/informativo/blueberry-en-polvo/>
- Pintor, M. y Totosaus, A. 2013. Propiedades funcionales de sistemas lácteos congelados y su relación con la textura del helado. *Biotechnología y Ciencia Agropecuaria*, 25(1):56-61.
- Posada, M., Sepúlveda U., Restrepo, A. 2012. Selección y evaluación de un estabilizante integrado de gomas sobre las propiedades de calidad en mezclas para helado duro. Vol. 19, p. 166-177.
- Ramírez, A. y Pacheco, E. 2008. Propiedades funcionales de harinas altas en fibra dietética, obtenidas de piña, guanábana y guayaba. *Interciencia*, 34(4): 293 – 298.
- Ramírez-Navas, J., Rengifo, C. y Rubiano, A. 2015. Parámetros de calidad en helados. Universidad del Valle. Colombia.
- Rincón F., León G., Beltrán O., Clamens C., y Guerrero R. 2008. Funcionalidad de una mezcla de gomas de *Acacia glomerosa*, *Enterolobium cyclocarpum* e *Hymenaea courbaril* en la preparación de

helados de bajo contenido calórico. Centro de Investigaciones en Química de los Productos Naturales. Maracaibo, Venezuela.

Rodríguez, T., Camejo, J. y Boumba, A. 2015. Desarrollo de un helado con fibra dietética para diabéticos. *Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 25(3):49-53.

Ruiz-Roso Calvo de Mora. 2011. Avance de resultados sobre consumo de fibra en España y beneficios asociados a la ingesta de fibra insoluble. *Revista Española Nutricional Comunitaria*, 16(3):147-153.

Salinas, N. 2013. Estudio de los parámetros de elaboración de harina de bagazo de uva para la obtención de un producto con propiedades funcionales. Tesis para obtener el título de Ingeniero en Alimentos. Universidad de Chile. Santiago, Chile.

Šarić, B., Mišan, A., Mandić, A., Nedeljković, N., Pojić, M., Pestorić, M., y Đilas, S. 2016. Valorisation of raspberry and blueberry pomace through the formulation of value-added gluten-free cookies. *Journal of food science and technology*, 53(2), 1140-1150.

Silva, J y Lannes, S. 2011. Effect of different sweetener blends and fat types on ice cream properties. *Ciencia Tecnología de Alimentos*, 31(1):217-220.

Tripathi, M. y Giri, S. 2014. Probiotic functional foods. Survival of probiotics during processing and storage. *Journal of functional foods*, 9(2):225-254.

Ureña, M., D'arrigo, M. y Girón, O. 1999. Evaluación sensorial de los alimentos. Editorial Agraria. Primera edición. Lima, Perú.

Velázquez, A., Mora, R., Hernández, S. y Ortiz, J. 2007. Elaboración de una leche fermentada simbiótica con inulina como prebiótico, *Revista Carnilac*, Editorial Alfa Técnico Editores. Veracruz – Mexico.

Vázquez, M. 2013. Evaluación agroindustrial de tres variedades pre comerciales de trigo. *Ciencia y Tecnología*.

Villacís, E. 2010. Formulación de helados aptos para diabéticos. Tesis para optar por el título de Ingeniera Agroindustrial. Escuela Politécnica Nacional. Quito, Ecuador.

Zapata, L., Heredia, A., Quinteros, C., Malleret, A., Clemente, G. y Cárcel, J. 2014. Optimización de la extracción de antocianinas de arándano. *Docencia y Tecnología*, 49: 166-192.

Zhondon, E. 2010. Diseño del proceso para la elaboración de helados de fruta tipo sorbete. Tesis para optar el título de Ingeniero de Alimentos. Escuela Superior Politécnica del Litoral. Guayaquil, Ecuador.

VII. ANEXOS

Anexo 1. Resultados del overrun evaluado en el helado tipo crema

Repetición	Naranja				Arándano			
	$N_1 * C_1$	$N_1 * C_2$	$N_2 * C_1$	$N_2 * C_2$	$A_1 * C_1$	$A_1 * C_2$	$A_2 * C_1$	$A_2 * C_2$
1	89.34	86.62	83.30	73.91	97.78	87.23	88.48	85.75
2	88.65	84.46	82.76	79.07	98.46	91.39	86.05	86.35
3	90.13	85.54	82.22	76.49	99.21	92.45	90.91	86.96
Promedio	89.37	85.54	82.76	76.49	98.48	90.36	88.48	86.35

Anexo 2. Resultados del porcentaje de fusión evaluado en el helado tipo crema

Repetición	Naranja				Arándano			
	$N_1 * C_1$	$N_1 * C_2$	$N_2 * C_1$	$N_2 * C_2$	$A_1 * C_1$	$A_1 * C_2$	$A_2 * C_1$	$A_2 * C_2$
1	24.4	21.06	18.98	15.43	26.5	21.61	20.6	18.19
2	24.53	20.76	17.62	15.08	26.96	21.95	19.85	18.13
3	25.34	20.44	18.3	16.87	27.43	21.83	19.78	18.05
Promedio	24.76	20.75	18.3	15.79	26.96	21.8	20.08	18.12

Anexo 3. Resultados de la Viscosidad aparente evaluado en el helado tipo crema

Repetición	Naranja				Arándano			
	$N_1 * C_1$	$N_1 * C_2$	$N_2 * C_1$	$N_2 * C_2$	$A_1 * C_1$	$A_1 * C_2$	$A_2 * C_1$	$A_2 * C_2$
1	325.0	390.0	429.9	15.43	193.0	233.5	278.4	304.0
2	341.5	392.0	425.0	15.08	216.1	238.0	279.1	310.0
3	332.5	394.2	428.7	16.87	209.9	234.0	275.2	303.3
Promedio	333.0	392.1	427.6	15.79	206.3	235.2	277.6	3054.8

Anexo 4. Resultados del recuento de bacterias probióticas (ufc/g) en helado tipo crema

Día	R1				R2				R3				
	4	5	ufc/g	*10 ⁶	4	5	ufc/g	*10 ⁶	4	5	ufc/g	*10 ⁶	
N1C1	1	430	9	4 300 000	4.3	88	30	4 600 000	4.6	184	20	4 550 000	4.55
	6		15	3 300 000	3.3	170	20	3 560 000	3.56	MNPC	24	3 290 000	3.29
	12	120	12	1 370 000	1.37	200	15	1 500 000	1.5	110	11	1 460 000	1.46
	18	110	10	1 100 000	1.1	150	13	1 300 000	1.3	105	12	1 230 000	1.23
	24	105	25	1 050 000	1.05	130	15	1 000 000	1	90	5	0 900 000	0.9
	30	80	5	0 800 000	0.8	100	13	0 880 000	0.88	60	-	0 840 000	0.84
N1C2	1	300	40	7 350 000	7.35	MNPC	76	7 600 000	7.6	300	37	7 475 000	7.48
	6	300	30	7 250 000	7.25	MNPC	72	7 200 000	7.2	300	30	7 225 000	7.23
	12	350	23	7 000 000	7	MNPC	70	7 000 000	7	230	23	7 100 000	7.1
	18	240	21	6 250 000	6.25	MNPC	59	5 900 000	5.9	200	15	6 075 000	6.08
	24	183	15	4 410 000	4.41	MNPC	45	4 500 000	4.5	150	10	4 455 000	4.46
	30	101	20	2 760 000	2.76	280	30	2 900 000	2.9	85	10	2 830 000	2.83
N2C1	1	139	20	4 450 000	4.45	200	34	4 400 000	4.4	350	46	4 600 000	4.6
	6	286	32	3 750 000	3.75	280	33	3 300 000	3.3	MNPC	42	4 200 000	4.2
	12	310	20	3 400 000	3.4	350	32	3 200 000	3.2	MNPC	36	3 600 000	3.6
	18	200	20	3 000 000	3	320	26	2 800 000	2.8	300	34	3 200 000	3.2
	24	190	15	2 250 000	2.25	280	15	2 000 000	2	250	28	2 500 000	2.5
	30	100	5	1 750 000	1.75	160	10	1 600 000	1.6	190	15	1 900 000	1.9
N2C2	1	MNPC	72	7 200 000	7.2	MNPC	86	8 600 000	8.6	MNPC	76	7 600 000	7.6
	6	MNPC	70	7 000 000	7	MNPC	70	7 000 000	7	MNPC	62	6 200 000	6.2
	12	MNPC	61	6 100 000	6.1	MNPC	68	6 800 000	6.8	MNPC	54	6 450 000	6.45
	18	MNPC	57	5 700 000	5.7	MNPC	60	6 000 000	6	MNPC	49	5 850 000	5.85
	24	MNPC	52	5 200 000	5.2	MNPC	50	5 000 000	5	MNPC	42	5 100 000	5.1
	30	MNPC	45	4 500 000	4.5	MNPC	48	4 800 000	4.8	MNPC	38	4 650 000	4.65
A1C1	1	550	69	4 325 000	4.33	42	50	4 250 000	4.25	500	64	4 400 000	4.4
	6	620	62	4 140 000	4.14	490	50	4 120 000	4.12	MNPC	50	4 160 000	4.16
	12	500	58	4 100 000	4.1	MNPC	2	4 200 000	4.2	MNPC	47	4 000 000	4
	18	MNPC	48	3 680 000	3.68	MNPC	37	3 660 000	3.66	MNPC	46	3 700 000	3.7
	24	280	25	2 390 000	2.39	201	23	2 330 000	2.33	290	33	2 450 000	2.45
	30	68	2	1 380 000	1.38	140	11	1 400 000	1.4	85	11	1 360 000	1.36
A1C2	1	418	80	7 300 000	7.3	480	71	7 100 000	7.1	MNPC	100	7 550 000	7.55
	6	MNPC	58	6 850 000	6.85	MNPC	68	6 800 000	6.8	MNPC	75	6 500 000	6.5
	12	MNPC	56	5 600 000	5.6	MNPC	58	5 800 000	5.8	MNPC	46	5 600 000	5.6
	18	MNPC	45	4 500 000	4.5	MNPC	32	4 260 000	4.26	MNPC	40	4 000 000	4
	24	MNPC	38	3 800 000	3.8	300	30	3 850 000	3.85	294	31	3 410 000	3.41
	30	142	20	2 420 000	2.42	267	25	2 700 000	2.7	125	15	2 550 000	2.55

Continuación del anexo N°4, resultados del recuento de bacterias
probióticas (ufc/g) en helado tipo crema

Día	R1				R2				R3				
	4	5	ufc/g	*10 ⁶	4	5	ufc/g	*10 ⁶	4	5	ufc/g	*10 ⁶	
A2C1	1	482	48	4 800 000	4.8	204	46	4 600 000	4.6	470	46	4 600 000	4.6
	6	MNPC	43	4 300 000	4.3	MNPC	40	4 000 000	4	MNPC	42	4 200 000	4.2
	12	MNPC	42	3 900 000	3.9	MNPC	38	3 800 000	3.8	MNPC	42	3 850 000	3.85
	18	MNPC	40	2 700 000	2.7	MNPC	24	2 640 000	2.64	MNPC	35	2 500 000	2.5
	24	MNPC	35	2 500 000	2.5	264	24	2 040 000	2.04	232	18	2 300 000	2.3
	30	67	5	1 390 000	1.39	140	15	1 400 000	1.4	90	11	1 630 000	1.63
A2C2	1	<1	78	7 800 000	7.8	435	84	8 400 000	8.4	690	69	7 900 000	7.9
	6	694	78	7 600 000	7.6	MNPC	74	7 400 000	7.4	MNPC	65	7 500 000	7.5
	12	MNPC	73	7 300 000	7.3	MNPC	72	7 200 000	7.2	MNPC	40	7 150 000	7.15
	18	MNPC	57	5 700 000	5.7	MNPC	64	5 600 000	5.6	MNPC	35	5 500 000	5.5
	24	MNPC	36	5 600 000	5.6	MNPC	54	5 400 000	5.4	225	21	5 250 000	5.25
	30	186	19	4 660 000	4.66	MNPC	45	4 500 000	4.5	102	6	1 020 000	5.2

Anexo 5. Resultados de la aceptabilidad general en helado tipo crema con adición de polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara de arándano y concentraciones de bacterias probióticas.

Panelista	Naranja					Arándano		
	721	987	389	485	621	997	289	445
1	7	7	6	7	8	7	9	8
2	8	8	9	8	8	8	9	8
3	9	9	9	9	9	9	9	7
4	9	9	9	9	8	8	9	9
5	8	8	8	8	8	8	8	8
6	7	7	7	5	5	4	7	8
7	9	5	8	8	3	6	8	8
8	6	6	7	6	4	5	7	7
9	5	6	7	6	7	5	6	7
10	5	8	6	6	7	6	5	6
11	8	6	7	7	6	4	8	6
12	4	8	7	4	8	9	8	8
13	9	9	8	7	9	5	6	8
14	8	9	6	5	8	7	7	5
15	8	6	7	6	6	6	8	6
16	7	4	7	7	8	7	7	3
17	8	6	8	6	7	5	9	8
18	7	7	6	5	5	6	8	8
19	9	7	7	6	7	6	8	4
20	8	8	8	6	7	7	7	5
21	7	8	8	8	9	8	8	9
22	7	5	8	7	7	8	7	6
23	7	9	6	5	7	8	4	9
24	7	6	6	4	9	7	5	4
25	6	6	8	2	8	7	7	8
26	7	6	7	8	9	8	8	7
27	7	9	7	8	9	8	8	7
28	7	8	7	7	8	7	7	9
29	6	7	6	7	8	6	7	5
30	8	6	7	6	7	7	8	7
Promedio	7.27	7.1	7.23	6.43	7.3	6.73	7.4	6.93
moda	7	6	7	6	8	7	8	8

Anexo 6. Resultados del tiempo de fusión en helado tipo crema con adición de polvo de residuo de pulpa de naranja o cáscara arándano y concentraciones de bacterias probióticas

Tiempo/Formulación R1	N ₁ *C ₁	N ₁ *C ₂	N ₂ *C ₁	N ₂ *C ₂	A ₁ *C ₁	A ₁ *C ₂	A ₂ *C ₁	A ₂ *C ₂
	250	250	250.19	250.02	250.1	250.1	250.1	250.1
0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0.27	0.04	0.41	0.21	0.11	0.1	0.16	0.04
10	1.09	0.56	1.88	1.43	0.79	0.51	1.46	0.23
20	12.37	11.86	15.49	6.96	7.2	6.81	14.31	5.43
30	61	52.66	47.48	38.58	66.27	54.04	51.51	45.49
40	68.3	66.84	66.3	52.43	85.15	70.4	75.18	52.91
50	103.61	97.42	95.29	79.15	120.29	107.36	104.06	91.35
Tiempo/Formulación R2	N ₁ *C ₁	N ₁ *C ₂	N ₂ *C ₁	N ₂ *C ₂	A ₁ *C ₁	A ₁ *C ₂	A ₂ *C ₁	A ₂ *C ₂
	250.19	250.28	250.16	250.22	250.12	250.04	250.13	250.09
0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0.42	0.3	0.32	0.23	0.72	0.66	0.54	0.44
10	16.9	14.2	0.91	0.58	3.22	2.61	2.61	1.77
20	32.62	22.17	11.5	10.96	17.41	12.38	28.4	17.57
30	61.37	51.95	44.08	37.73	67.44	54.88	49.65	45.33
40	94.9	75.37	89.57	70.04	89.15	74.64	77.15	69.36
50	119.18	110.08	105.31	102.13	121.7	120.77	105.2	103.21
Tiempo/Formulación R3	N ₁ *C ₁	N ₁ *C ₂	N ₂ *C ₁	N ₂ *C ₂	A ₁ *C ₁	A ₁ *C ₂	A ₂ *C ₁	A ₂ *C ₂
	250.1	250.34	250.27	250.17	250.04	250.07	250.28	250.08
0	0	0	0	0	0	0	0	0
5	0.23	0.2	0.26	0.21	0.12	0.13	0.17	0.12
10	4.12	1.7	2.03	1.9	1.88	1.35	2.73	2.4
20	27.7	19.44	16.58	10.45	19.01	16.2	18.3	14
30	63.37	51.18	45.8	42.2	68.57	54.59	49.51	45.15
40	96.05	93.28	88.84	74.6	86.72	78.06	89.77	68.57
50	131.84	123.51	108.15	100.2	121.4	116	113.7	108.46

Lyofast SAB 440 A

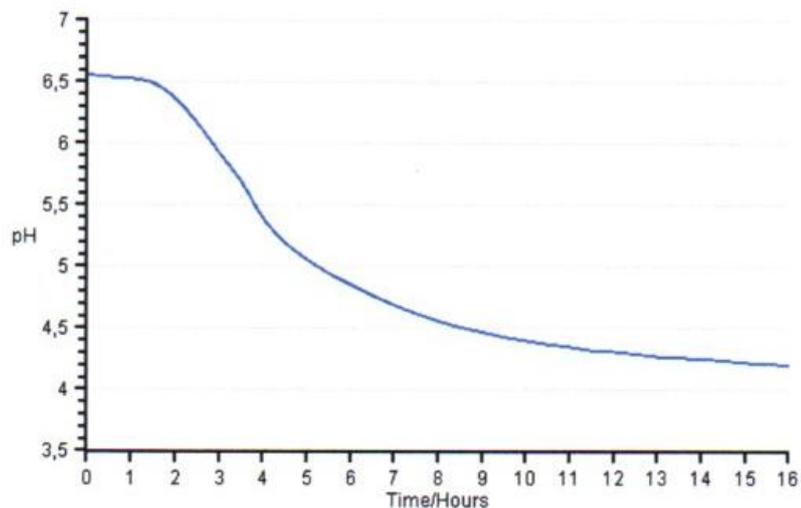
Description Lyofast SAB 440 A consists of specifically selected strains of *Streptococcus thermophilus* producing EPS added the probiotic strains *Lactobacillus acidophilus* and *Bifidobacterium animalis* ssp. *lactis* to ensure a uniform and controlled production of very mild fermented milk products.

Application Sprinkle the culture powder directly into process milk under aseptic conditions ensuring that the culture is well dispersed by gentle stirring. The following may be used as inoculation guidelines:

Product	UC/100 l	Product	UC/100 l
Fermented milk	1.0-5.0		

Rotation The recommended rotation is Lyofast SAB 442 A.

Acidification information Standardised laboratory acidification test is conducted in milk powder, reconstituted at 9%, at defined temperature.
Acidification profile: inoculation level corresponding to 1 UC per 100 litres milk.
Standard activity: expressed as temperature/time/pH relations: 43°C/7.5 hours/pH 4.52 ± 0.15.



Culture information Data are obtained under standardised laboratory conditions, and consequently, should be considered as guidelines.

Optimal temperature for growth	37-45 °C	Scalding temperature	Max. 53°C
Texture formation	5±1 sec/g	Post-acidification	Δ pH 0.27
Acidification capability	pH 4.2		

Storage Unopened pouches should be kept below -17°C.

Package data The freeze-dried culture is packed in waterproof and airtight aluminium pouches. The packaging material is food grade.



Lyofast SAB 440 A

Shelf life	18 months when stored below -17°C.		
Heavy metal specification	Pb (lead)	< 1 ppm	
	Hg (mercury)	< 0.03 ppm	
	Cd (cadmium)	< 0.1 ppm	
	<i>* Analysed on regular basis.</i>		
Microbiological specification	<i>Bacillus cereus</i>	<100 CFU/g	Method: Sacco M10 (1)
	Coagulase positive staphylococci*	<10 CFU/g	Method: Sacco M11(2)
	Enterobacteriaceae	<10 CFU/g	Method: Sacco M2 (3)
	<i>Escherichia coli</i>	<1 CFU/g	Method: Sacco M27 (4)
	<i>Listeria monocytogenes</i> *	Not detected in 25 g	Method: Sacco M13 (5)
	Moulds & yeasts	<10 CFU/g	Method: Sacco M3 (6)
	<i>Salmonella spp</i> *	Not detected in 25 g	Method: Sacco M12 (7)
	<i>* Analysed on regular basis. All analytical methods are available upon request. (1)ISO 7932; (2)ISO 6888-1-2; (3)ISO 21528-1-2; (4)ISO11866-1-2/IDF 170-1-2; (5)ISO 11290-1-2; (6)ISO 6611/IDF 94; (7)ISO 6785/IDF 93.</i>		
GMO	The microbial strains are not genetically modified (GMO) in accordance with the European Directive 2001/18/CE. The strains are isolated from natural sources. The raw materials used are also GMO free in accordance with Regulation (EC) No. 1829/2003, and Regulation (EC) No. 1830/2003. Statement available upon request.		
Allergens	The raw materials used are generally based on dairy ingredients. All materials are free of the following components and their derivatives: peanut, tree nut, sesame, egg, fish, shellfish, mollusc, crustacean, sulphite, cereals containing gluten, celery, mustard, soy and lupine. Statement available upon request.		
Safety information	Material Safety Data Sheet available on www.saccosrl.it		
Certificate	Lot certificate available upon request.		
Certifications	Sacco S.r.l. is UNI EN ISO 9001:2008 certified since 1998, ISO 22000:2005 and FSSC 22000 certified since 2014. Sacco cultures are generally Kosher and Halal approved except for surface ripening cultures.		
Service	Please contact your distributor for guidance and instructions for your choice of culture and processing. Information about additional package sizes and sales units is also available upon request.		
Liability	This information is based on our knowledge trustworthy and presented in good faith. No guarantee against patent infringement is implied or inferred.		



Especificación CITRI-FI® 100

Document #:	CUS-144-R
Revision:	0
Date:	09-Jun-16
Supercedes:	-
Updates:	-
Pages:	1 of 1

Alérgenos:

El producto deriva de una fuente no alérgica y presenta ningún riesgo alérgico para los consumidores.

No-OMG:

Citri-Fi® no contiene organismos modificados genéticamente.

Estatus Kosher:

Este producto es certificado Kosher.

Estatus Halal:

Este producto es certificado Halal.

INGREDIENTES

Fibra Cítrica (Pulpa de Naranja Deshidratada)

DESCRIPCIÓN

Producto natural procedente de la pulpa de la naranja procesado físicamente

ORIGEN

Producido en EE.UU. bajo condiciones sanitarias en pleno cumplimiento de la Ley Federal de Alimentos, Medicamentos y Cosméticos, modificado, siguiendo las normas de Buenas Prácticas de Manufactura actuales.

PROPIEDADES FÍSICAS

Apariencia Polvo grueso
Color Amarillo claro a beige

ANÁLISIS MICROBIOLÓGICO

Aerobic Plate Count 10 000 ufc/g máximo
Levaduras 1 000 ufc/g máximo
Mohos 1 000 ufc/g máximo
E. Coli Negativo/ 10g
Salmonella Negativo/ 25g

ANÁLISIS ANALÍTICA

Humedad 10% máximo
Granulación 95% mínimo a través de malla 30 (600 µm) cedazo
Capacidad de Retención de Agua 6,5 - 10,5 g de agua / g de materia seca

EMBALAJE

Netas 20,0 kg (44 libras.). 16" x 5" x 37" bolsa de papel kraft. 50 bolsas por pallet.

ALMACENAMIENTO

Bolsas cerradas se deben almacenar en un ambiente limpio y seco a temperatura ambiente

DURACIÓN

Treinta y seis meses a partir de la fecha de fabricación, en las condiciones de almacenamiento citadas.

FIBERSTAR®

713 St. Croix St., River Falls, WI 54022 USA
Phone (715) 425-7550 • Fax: (715) 425-7572 • E-mail: info@fiberstar.net
www.fiberstar.net