

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

PROGRAMA DE ESTUDIO DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



TESIS PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE INGENIERO EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

Efecto de la adición de harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y pulpa de arándano (*Vaccinium corymbosum*) variedad Biloxi sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general del helado tipo crema

Área de Investigación:
Tecnología de Alimentos

Autor:
Saavedra Cotrina, Maryuri Argelia

Jurado Evaluador:
Presidente: Huanes Mariños, Milton Américo
Secretario: Cabrera La Rosa, Juan Carlos
Vocal: Márquez Villacorta, Luis Francisco

Asesor:
Pretell Vásquez, Carla Consuelo
Código Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7651-9034>

TRUJILLO – PERÚ
2024

Fecha de sustentación: 2024/01/05

Turnitin Saavedra Cotrina

INFORME DE ORIGINALIDAD

17%	17%	0%	12%
INDICE DE SIMILITUD	FUENTES DE INTERNET	PUBLICACIONES	TRABAJOS DEL ESTUDIANTE

FUENTES PRIMARIAS

1	repositorio.ucv.edu.pe Fuente de Internet	4%
2	repositorio.unsch.edu.pe Fuente de Internet	4%
3	1library.co Fuente de Internet	3%
4	repositorio.unheval.edu.pe Fuente de Internet	3%
5	repositorio.upao.edu.pe Fuente de Internet	2%

Excluir citas

Apagado

Excluir coincidencias < 2%

Excluir bibliografía

Apagado

DECLARACIÓN DE AUTENTICIDAD

Yo, Carla Consuelo Pretell Vásquez, docente del Programa de Estudio de Ingeniería en Industrias Alimentarias, de la Universidad Privada Antenor Orrego, asesor de la tesis de investigación titulada: “Efecto de la adición de harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y pulpa de arándano (*Vaccinium corymbosum*) variedad Biloxi sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general del helado tipo crema, autora Maryuri Argelia Saavedra Cotrina, dejo constancia lo siguiente:

- El mencionado documento tiene un índice de puntuación de similitud de 17%. Así lo consigna el reporte de similitud emitido por el software Turnitin el (29 de diciembre de 2023).
- He revisado con detalle dicho reporte y la tesis, y no se advierte indicios de plagio.
- Las citas a otros autores y sus respectivas referencias cumplen con las normas establecidas por la Universidad.

Trujillo, 05 de enero de 2024

Asesor: Carla Consuelo Pretell Vásquez Autor: Maryuri Argelia Saavedra

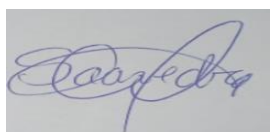
DNI: 41585099

DNI: 70856855

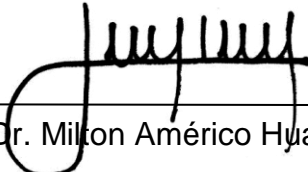
ORCID:<https://orcid.org/0000-0001-7651-9034>

Firma:


Firma:



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



Ing. Dr. Milton Américo Huanes Mariños
PRESIDENTE



Ing. Dr. Juan Carlos Cabrera La Rosa
SECRETARIO



Ing. Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta
VOCAL



Ing. Dra. Carla Consuelo Pretell Vásquez
ASESOR

DEDICATORIA

A mis padres Luis y Graciela por ser los pilares principales sobre los cuales se cimienta mis logros en la vida; porque a pesar de las dificultades que presenta la vida siempre han sabido enseñarme a salir adelante y a no rendirme. Sin su apoyo incondicional en todos los ámbitos no hubiera podido llegar a donde estoy; A mi hija Oriana por convertirse en mi motivación de querer salir adelante y ser un ejemplo en su vida; A mis hermanos por su apoyo y consejos constantes de ser perseverante Eduardo, Renee y Gino. A mi compañero de vida Jose por su amor, colaboración, paciencia y comprensión que me ha brindado a lo largo de la realización de mi tesis.

AGRADECIMIENTO

El principal agradecimiento a Dios quien me ha guiado y me ha dado la fortaleza para seguir adelante.

A mi familia por su comprensión y estímulo constante a lo largo de mi formación académica

A mi esposo y mi hija por ser parte de mi motivación para al fin culminar una etapa muy importante en mi vida profesional

Al mismo tiempo quiero agradecer sinceramente a mi asesora de tesis, Ing. Carla Consuelo Pretell Vásquez; por sus conocimientos, orientaciones, su manera de trabajar, persistencia, su paciencia que han sido fundamentales para la culminación de mi tesis.

ÍNDICE GENERAL

Pág.

CARÁTULA	i
APROBACIÓN POR EL JURADO DE TESIS	ii
DEDICATORIA... ..	iii
AGRADECIMIENTO.....	iv
ÍNDICE GENERAL	v
ÍNDICE DE CUADROS	viii
ÍNDICE DE FIGURAS	x
ÍNDICE DE ANEXOS	xi
RESUMEN	xii
ABSTRACT	xiii
I. INTRODUCCIÓN.....	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA	4
2.1. ARÁNDANO	4
2.1.1. Generalidades	4
2.1.2. Composición química y nutricional del arándano	4
2.1.3. Características del fruto de arándano	6
2.1.4. Producción nacional de arándano	6
2.2. Kiwicha	7
2.2.1. Generalidades	7
2.2.2. Composición química y nutricional de la kiwicha	8
2.2.3. Harina de kiwicha	9
2.3. Carboximetilcelulosa (CMC)	10
2.4. Helado	11
2.4.1. Generalidades	11
2.4.2. Clasificación	12
2.4.3. Ingredientes para la elaboración del helado	13
2.4.4. Función de los ingredientes en el helado	15
2.4.5. Características sensoriales de los helados	16
2.4.5. El overrun	17

III. MATERIALES Y MÉTODOS.....	18
3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN	18
3.2. MATERIALES	18
3.3. EQUIPOS E INSTRUMENTOS.....	19
3.4. METODOLOGÍA	19
3.4.1. Esquema experimental para la evaluación del helado con la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano	19
3.4.2. Formulaciones para la elaboración del helado de arándano	19
3.4.3. Procedimiento experimental para la elaboración del helado con adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano	23
3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS	25
3.5.1. Sólidos solubles.....	25
3.5.2. Proteínas	25
3.5.3. Fibra cruda.....	26
3.5.4. Overrun.....	26
3.5.5. Viscosidad aparente	27
3.5.6. Aceptabilidad general	27
3.6. MÉTODOS ESTADÍSTICOS	27
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1. Efecto de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi sobre los sólidos solubles en un helado tipo crema	29
4.2. Efecto de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad ^{vii} proteínas en un helado tipo crema	33
4.3. Efecto de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi sobre la fibra cruda en un helado tipo crema	36

	Pág.
4.4. Efecto de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi sobre overrun en un helado tipo crema.....	40
4.5. Efecto de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi sobre la viscosidad aparente en un helado tipo crema.....	44
4.6. Efecto de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi sobre la aceptabilidad general en un helado tipo crema.....	48
V. CONCLUSIONES.....	52
VI. RECOMENDACIONES	53
VII. REFERENCIAS.....	54
VIII. ANEXOS	61

ÍNDICE DE CUADROS	Pág.
Cuadro 1. Composición nutricional del arándano	5
Cuadro 2. Composición química y nutricional de la kiwicha.....	8
Cuadro 3. Composición química y nutricional de la harina de kiwicha.....	9
Cuadro 4. Formulaciones del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano.....	21
Cuadro 5. Prueba de Levene para los sólidos solubles en el helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano	31
Cuadro 6. Análisis de varianza para los sólidos solubles del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano.....	31
Cuadro 7. Prueba de Duncan para los sólidos solubles del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano.....	32
Cuadro 8. Prueba de Levene para el contenido de proteínas en el helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano	34
Cuadro 9. Análisis de varianza para las proteínas del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano	35
Cuadro 10. Prueba de Duncan para el contenido de proteínas del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano	35
Cuadro 11. Prueba de Levene para la fibra cruda en el helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano	38
Cuadro 12. Análisis de varianza para la fibra cruda del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano	38
Cuadro 13. Prueba de Duncan para la fibra cruda del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano	39
Cuadro 14. Prueba de Levene para el overrun en el helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano	42

Cuadro 15. Análisis de varianza para el overrun del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano	42
Cuadro 16. Prueba de Duncan para el overrun del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano	43
Cuadro 17. Prueba de Levene para la viscosidad aparente en el helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano	46
Cuadro 18. Análisis de varianza para la viscosidad aparente del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano	46
Cuadro 19. Prueba de Duncan para la viscosidad aparente del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano	47
Cuadro 20. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano	51
Cuadro 21. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano	51

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Esquema experimental para la investigación del helado tipo crema con adición de la harina de kiwicha y pulpa de arándano.....	20
Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de la pulpa de arándano	22
Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración del helado tipo crema con la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano	24
Figura 4. Ficha de evaluación para la prueba de aceptabilidad general del helado con la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano	28
Figura 5. Sólidos solubles en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema	29
Figura 6. Proteínas en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema.....	33
Figura 7. Fibra cruda en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema.....	36
Figura 8. Overrun en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema.....	40
Figura 9. Viscosidad aparente en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema	44
Figura 10. Aceptabilidad general (promedio, moda) en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema.....	48

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Valores de los sólidos solubles en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema	65
Anexo 2. Valores del contenido de proteínas en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema.....	66
Anexo 3. Valores de la fibra cruda en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema	67
Anexo 4. Valores del overrun en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema	68
Anexo 5. Valores de la viscosidad aparente en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema.....	69
Anexo 6. Valores de la aceptabilidad general (promedio, moda) en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema.....	69

RESUMEN

Se evaluó el efecto de la adición de harina de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) y pulpa de arándano (*Vaccinium corymbosum*) variedad Biloxi sobre el contenido de sólidos solubles, proteínas, fibra cruda, overrun, viscosidad aparente y aceptabilidad general en un helado tipo crema. Para el análisis sensorial se trabajó con 50 panelistas no entrenados. La prueba de Levene demostró homogeneidad de varianza y el análisis de varianza indicó un efecto significativo ($p < 0.05$) de los tratamientos sobre cada una de las variables paramétricas. Para la aceptabilidad general, la prueba de Friedman demostró diferencia significativa ($p < 0.05$) y, por tanto, se complementó con la prueba de Wilcoxon. El tratamiento con la adición de 3% de harina de kiwicha y 10% de pulpa de arándano reportó el mejor contenido de sólidos solubles (35.53 °Brix), contenido de proteínas (2.54%), fibra cruda (3.30%) y viscosidad aparente (1284.0 mPa.s). Mientras que, el tratamiento con 1% de harina de kiwicha y 10% de pulpa de arándano obtuvo la mayor aceptabilidad general, con moda de 8 puntos (me agrada mucho) y el mayor overrun (20.17%) en el helado tipo crema.

Palabras claves: kiwicha, arándano, helado, fibra, proteína.

ABSTRACT

The effect of adding (*Amaranthus caudatus*) kiwicha flour and blueberry pulp (*Vaccinium corymbosum*) Biloxi variety on the content of soluble solids, proteins, crude fiber, overrun, apparent viscosity and general acceptability in a cream-type ice cream was evaluated. For the sensory analysis, we worked with 50 untrained panelists. Levene's test demonstrated homogeneity of variance and the analysis of variance indicated a significant effect ($p < 0.05$) of the treatments on each of the parametric variables. For general acceptability, the Friedman test showed a significant difference ($p < 0.05$) and, therefore, it was complemented with the Wilcoxon test. The treatment with the addition of 3% kiwicha flour and 10% blueberry pulp reported the best soluble solids content (35.53 °Brix), protein content (2.54%), crude fiber (3.30%) and apparent viscosity (1284.0 mPa.s), and the greatest general acceptability, with a mode of 8 points (I really like it) in cream-type ice cream. The treatment with the highest overrun (20.17%) was 1% kiwicha flour and 10% blueberry pulp.

Keywords: kiwicha, blueberry, ice cream, fiber, protein.

I. INTRODUCCIÓN

La innovación en los productos alimentarios obliga a las industrias a proponer alternativas de consumo para mejorar el aporte nutricional en la alimentación de la población; asimismo, manteniendo los perfiles sensoriales semejantes a los comúnmente demandados en el mercado; y lograr un hábito de consumo saludable. Por tanto, es necesario lograr combinación de productos nutritivos, que reúnen características nutricionales apropiadas para el desarrollo de las actividades diarias del ser humano (Hasan y Kassem, 2018).

Entre los componentes que se aplican a un alimento, que permiten combinar un estilo de vida sano, se consideran las fibras, almacenadas en numerosas especies de plantas como vegetales, frutas y cereales que poseen beneficios para la salud, 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 disminuir la asimilación del azúcar en la sangre (Molina y África, 2019).

Los cereales andinos son excelentes fuentes de proteínas y minerales, así mismo, son cultivos sostenibles con el ambiente, logrando mantener la seguridad alimentaria. La kiwicha también conocido como amaranto, es un cultivo andino que crece en Perú y en las regiones altas de Ecuador, Bolivia y Argentina. Tiene, un gran potencial de consumo masivo en humanos, siendo importante su contenido proteico con 12.8% y existe un creciente mercado de productos alimenticios con proteína de cereales andinos (Burgos y del Castillo, 2021).

Es posible obtener un producto con mayor calidad nutricional y funcional eligiendo y complementando las materias primas, constituyendo una

alternativa de alimentación con beneficios orientados a la nutrición, con el propósito funcional de satisfacer las necesidades alimenticias; mediante el desarrollo de productos con valor agregado, compensando desequilibrios alimentarios y garantizando la ingesta necesaria de nutrientes para la salud y el consumo humano (Sánchez y Tanta, 2020).

El arándano es una baya agridulce cultivada en Perú y consumida en todo el mundo debido a su excelente aroma y sabor; además de poseer considerables cantidades de energía (175.7 kJ/100 g), minerales (calcio 14 mg/100 g, magnesio 6 mg/100 g, fósforo 10 y potasio 72 mg/ 100 g), vitamina C (17 mg/100 g), y antocianinas (234 mg AG/100 g) con propiedades anticancerígenas y reductoras de enfermedades cardiovasculares. La Libertad es la zona de mayor producción con frutos de exportación y en constante crecimiento de cosecha; debido al clima de la localidad, suelo salinidad y el manejo tecnificado en campo (Cortez, 2018).

Las preferencias de consumidores se encuentran en constante cambios hacia productos naturales, principalmente en pulpa de frutas con propiedades antioxidantes, que mejora la salud y reduce enfermedades crónicas; siendo el arándano una baya con excelentes características sensoriales, vitaminas, minerales y fibra dietética; además, es un fruto de bajo valor calórico por su escaso aporte de carbohidratos (Sánchez y Tanta, 2020).

El consumo actual de helado en Perú es 1.8 L por persona; sin embargo, se proyecta llegar para el 2025 con un consumo de 7 L por persona, creciendo 411% en promedio, debido al ingreso de franquicias especializadas en helado, por la innovación nutricional del sector y la creación de nuevos productos que puedan satisfacer las necesidades exigentes en calidad y nutrición (Gestión, 2021).

Debido a la composición nutricional de la harina de kiwicha, principalmente al contenido de proteínas y fibra soluble; y en la pulpa de arándano por su característico aroma agradable y al aporte de antioxidantes, hacen posible desarrollar productos de heladería, mejorando el contenido de proteína, fibra y características sensoriales para el consumo humano. Por tanto, se plantea en esta investigación elaborar una helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano, con aporte en antioxidantes, fibra y con excelentes características sensoriales aceptables.

Los objetivos planteados fueron:

Evaluar el efecto de la adición de la harina de kiwicha y pulpa de arándano sobre el contenido de sólidos solubles, proteínas, fibra cruda, overrun, viscosidad aparente y aceptabilidad general de un helado tipo crema.

Determinar la adición de la harina de kiwicha y pulpa de arándano, que permitan obtener el mejor contenido de sólidos solubles, de proteínas y de fibra cruda, mayor overrun, mejor viscosidad aparente y la mayor aceptabilidad general de un helado tipo crema.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. ARÁNDANO

2.1.1. Generalidades

El arándano, es una especie frutal arbustiva, perteneciente al género *Vaccinium*, que se desarrolla en forma natural en Norteamérica. Existen tres especies con importancia económica: *Vaccinium angusti folium* Alton (arándano bajo o “lowbush”), *Vaccinium ashei* Reade (arándano ojo de conejo o “rabbiteye”) y *Vaccinium corymbosum* L. (arándano alto o “highbush”). Estos arbustos pueden medir hasta 4 m, su origen geográfico es el hemisferio Norte, especialmente los Estados Unidos y Canadá. La mayor extensión cubierta por este frutal corresponde al arándano bajo, que crece silvestre en las regiones frías de Norteamérica. El arándano alto y el arándano ojo de conejo son variedades comerciales (SENASA, 2021; Cortez, 2018).

Los arándanos son frutos de la familia de los berries, considerado una fruta nutracéutica debido al aporte de antioxidante, vitaminas y minerales, entre otras. Sus beneficios sobre la salud son lo que principalmente han generado un aumento en su demanda en menos de una década, Perú logro producir aproximadamente 14 mil Ha, con rendimientos elevados en regiones de La Libertad y Lambayeque (Sánchez y Tanta, 2020).

2.1.2. Composición química y nutricional del arándano

El arándano es un fruto de bajo valor calórico por su escaso aporte de carbohidratos, excelente fuente de fibra que mejora el tránsito intestinal, y en de potasio, hierro, así como, en taninos de acción astringente. Este tipo de fruta constituye una de las fuentes más importantes de antocianinas, que le confieren su color característico y que están junto con ácidos orgánicos tales como el ácido oxálico o el ácido málico, responsables

también de su sabor. La vitamina C tiene acción antioxidante, al igual que las antocianinas y carotenoides. Dicha vitamina interviene en la formación de colágeno, huesos y dientes, glóbulos rojos y favorece la absorción del hierro de los alimentos y la resistencia a las infecciones (Sánchez y Tanta, 2020; ADEX, 2021). En el Cuadro 1, se presenta la composición nutricional del arándano (en 100 g de fruta).

Cuadro 1. Composición nutricional del arándano

Componentes	Contenido (100 g de fruta)
Energía (kJ)	175.7
Proteínas (g)	0.3
Carbohidratos (g)	6.9
Fibra (g)	1.7
Vitamina A (UI)	30.0
Vitamina B ₁ (mg)	0.014
Vitamina B ₂ (mg)	0.0024
Vitamina B ₆ (mg)	0.012
Vitamina C (mg)	17.0
Sodio (mg)	2.0
Potasio (mg)	72.0
Calcio (mg)	14.0
Magnesio (mg)	6.0
Hierro (mg)	0.5
Cobre (mg)	0.26
Fosforo (mg)	10.0
Cloro (mg)	4.0

Fuente: Tablas Peruanas de Composición de Alimentos (2017)

Además, los arándanos mejoran la actividad antibacteriana y antiinflamatoria del cuerpo, facilitando la prevención y tratamiento de infecciones gástricas y urinarias (Meléndez-Jácome, Romero, Sandoval, Vásquez y Racines, 2021).

Los compuestos fenólicos son los principales responsables de su capacidad antioxidante, siendo los frutos del arándano una de las mejores fuentes de fenoles de distinta naturaleza como los ácidos fenólicos, flavonoles, antocianinas y proantocianidinas (Sánchez y Tanta, 2020). Estas antocianinas se caracterizan por la deficiencia de electrones, que las hace muy reactivas frente a los radicales libres presentes en el cuerpo. Por tanto, están asociadas a esta capacidad de actuar como antioxidantes y secuestrar radicales libres en sistemas biológicos. Estos pueden donar hidrógenos o electrones a los radicales libres o bien atraparlos y desplazarlos en su estructura aromática (Cortez, 2018).

2.1.3. Características del fruto de arándano

Meléndez-Jácome y otros (2021) mencionan que el fruto de arándano presenta las siguientes características físicas:

- Forma: el fruto es una baya esférica, redonda u oval.
- Tamaño: entre 7 y 12 mm de diámetro.
- Color: es azul cuando alcanza la plena madurez o rojo, según la variedad. Aparece cubierto por un polvillo azulado o una cera resistente más o menos brillante.
- Sabor: su pulpa jugosa y aromática de sabor agridulce.

2.1.4. Producción nacional de arándano

La producción de arándano en el 2021 ascendió a 161 254 t, valor superior en 23% respecto al año anterior (149 782 t) según Instituto Nacional de Estadística e Informática (INEI). Contribuyeron a este resultado la mayor producción de los departamentos de Ica (36.5%), Áncash (20%),

Lambayeque (14.8%) y La Libertad (7.2%); principales departamentos productores que concentraron el 78.5% del total nacional (Andina, 2021).

Al término del 2020, se llegaron a exportar 100 000 t de arándano, lo que significó un aumento, en comparación, del 2018, año en el que se exportaron 58 000 t, prevaleciendo la importancia del consumo constante de este fruto en otros países (MINAGRI, 2020).

2.2. KIWICHA

2.2.1. Generalidades

La kiwicha es un pseudocereal, conocido como amaranto y es considerada entre los cuatro granos andinos más importantes producidos en Perú, destacando las zonas de Cusco, Apurímac y Ancash (Pilco, 2021). En comparación con la quinua, tiene la ventaja de no contener saponinas; por tanto, no requiere proceso de desaponificación y no presenta riesgo para su consumo (Burgos y del Castillo, 2021).

En zonas andinas, existen variedades mejoradas mediante los programas de mejoramiento de los países e instituciones de investigación y se ha caracterizado desde la forma de panoja, color de tallo, rendimiento y tamaño de granos. Las variedades conocidas de kiwicha son (Chamorro, Repo, Ccapa y Quispe, 2018):

- Centenario. Fue obtenido a partir de la selección de Ancash. Los granos son de color crema, peso promedio en mil granos a 1.13 g y considerado de buen tamaño. Se adapta hasta 3000 msnm; además, tolera sequías y salinidad. Variedad empleada para la exportación. El 92.67% de los granos revientan en el proceso de industrialización.
- Oscar Blanco. Es una variedad desarrollada por la Universidad San Antonio Abad del Cusco. Se caracteriza por su excelente follaje. Los granos son de color crema con una ligera tonalidad rosácea. Su

adaptación en la sierra peruana es excelente con rendimientos entre 2500 a 3800 kg/ha.

- INIA414-Taray. Variedad desarrollada por el Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria – INIA. Es cultivada en los valles interandinos entre 1800 y 3100 msnm, con una producción entre 2500 a 3500 kg/ha. Es ideal para el procesamiento industrial y en la preparación de harinas enriquecidas, granolas y snack.

2.2.2. Composición química y nutricional de la kiwicha

La presencia de nutrientes en los alimentos se debe a factores como: la variedad, región de cultivo (altitud y clima), prácticas agronómicas y el tipo de producto final (entero o harina) (Burgos y del Castillo, 2021). En el Cuadro 2, se encuentra la composición química y nutricional de la kiwicha.

Cuadro 2. Composición química y nutricional de la kiwicha

Descripción	Cantidad
Energía (kJ)	1469
Humedad (%)	9.2
Proteínas (%)	12.8
Grasa (%)	6.6
Carbohidratos (%)	69.1
Fibra dietaría (%)	9.3
Calcio (mg)	236
Fósforo (mg)	453
Hierro (mg)	7.32
Tiamina (mg)	0.09
Niacina (mg)	1.58
Vitamina C (mg)	1.30

Fuente: Tablas Peruanas de Composición de alimentos (2017).

El valor nutricional de la kiwicha destaca sobre el contenido de proteínas, aminoácidos esenciales (lisina, metionina y treonina), fuentes de vitaminas A, B2 y E, minerales (zinc, calcio, cobre, hierro) y fibra dietética. Estas características nutricionales hacen que la kiwicha sea considerada como cultivo muy importante para la dieta alimentaria (Chamorro y otros, 2018).

La actividad antioxidante de las semillas de kiwicha (método DPPH) en la variedad Centenario presenta 410.0 $\mu\text{mol trolox/g}$ y en la variedad Oscar Blanco 398.1 $\mu\text{mol trolox/g}$, y valores (método con ABTS) más altos fueron registrados, 670.1 $\mu\text{mol trolox/g}$ en Oscar Blanco y 827.6 $\mu\text{mol trolox/g}$ en la variedad Centenario. Investigaciones anteriores reportan actividad antioxidante de compuestos fenólicos totales, flavonoides totales y betalainas en granos de kiwicha (García y Tironi, 2015).

2.2.3. Harina de kiwicha

En el Cuadro 3, se presenta la composición química y nutricional de la harina de kiwicha.

Cuadro 3. Composición química y nutricional de la harina de kiwicha

Descripción	Cantidad
Energía (kJ)	1474
Humedad (%)	5.5
Proteínas (%)	12.2
Grasa (%)	7.9
Carbohidratos (%)	66.4
Fibra dietaría (%)	8.4
Calcio (mg)	214
Fósforo (mg)	360
Hierro (mg)	5.30
Potasio (mg)	663

Fuente: Tablas Peruanas de Composición de alimentos (2017).

La harina de kiwicha contiene una gran fuente de energía (1474 kJ), debido al contenido de carbohidratos (66.4%); además, tiene un valor nutricional mejor equilibrado que los cereales convencionales y una cantidad considerable de proteínas (12.2%), y es apto por los celíacos debido a que no tiene gluten (Espinoza y Quispe, 2011). Esta harina no es útil para la elaboración de productos de panificación ya que no posee gluten; sin embargo, se emplea en mezclas con harina de trigo en bajas sustituciones, inferior al 20% con harina de trigo u otras similares (Cubas, 2020).

2.3. CARBOXIMETILCELULOSA (CMC)

Es soluble en agua fría y caliente, sin embargo, como todos los polímeros solubles en agua, las partículas de CMC tienen a aglomerarse y formar grumos cuando es humectada en agua. El grado de sustitución de la CMC y el peso molecular inciden también en la velocidad de dilución, a medida que se incrementan la sustitución y/o se disminuye el peso molecular, se consigue una más rápida disolución (Milliatti y Lannes, 2018). Para obtener una buena solución, es necesario considerar dos etapas en la disolución:

La estabilidad de sus soluciones depende de los siguientes factores (Mohammed, Muhialdin y Meor Hussin, 2020).

- La relación inversa entre temperatura y viscosidad; por tanto, calentamiento prolongado a altas temperaturas produce pérdidas irreversibles de viscosidad por despolimerización de la CMC.
- La carga microbiana por bacterias, hongos y levaduras de las soluciones de CMC, siendo necesario adicionar benzoato y/o sorbato.
- Es conveniente protegerlas del oxígeno y de la luz solar.
- Mientras los cationes monovalentes forman sales solubles de la CMC, el ion Ca^{++} produce enturbiamiento y los trivalentes como Fe o Al, la precipitan y forman geles.

En la fabricación de helados tipo crema cumplen un funcionamiento de estabilización (Castulovich y Franco, 2018).

- Mejoramiento de textura, suavizando.
- Reduce o retarda el crecimiento de cristales de hielo durante el almacenamiento.
- Aumenta la resistencia a la fusión del helado.
- Contribuye a la uniformización del producto.

La CMC puede agregarse como polvo o previamente disuelta y la concentración conveniente es de 0.15 a 0.2%; muchas veces se aplica en mezcla con carragenina y gelatina (Milliati y Lannes, 2018).

Propiedades como la compatibilidad de la sal, estabilidad térmica, estabilidad coloidal, actividad superficial, dependen primariamente de la naturaleza del sustituyente. De acuerdo a estas características, una gran variedad de éteres de celulosa se fabrica para cubrir necesidades específicas en aplicaciones industriales (Mohammed y otros, 2020).

2.4. HELADO

2.4.1. Generalidades

Es un derivado lácteo congelado, elaborado a partir del enfriamiento de una mezcla pasteurizada y agitada con el propósito de incorporarle aire, y lograr homogeneidad en la consistencia. La mezcla está formada de una combinación de productos derivados de la leche, incluyendo grasa y sólidos no grasos propios de ella, azúcar líquida como dextrosas o jarabes de maíz, agua y se puede incluir otros insumos alimentarios (huevo, saborizantes, estabilizantes y emulsificantes) (INDECOPI, 2006).

La interacción entre sus componentes resulta ser tan compleja; siendo el agua y aire los principales constituyentes del helado. El agua está presente tanto forma líquida como sólida como mezcla de ambos. El aire se

encuentra disperso a través de la emulsión agua-grasa compuesta por agua líquida, cristales de hielo y glóbulos de grasa solidificados. La interfase entre el agua y el aire se mantiene estabilizada por una delgada película de material no congelado, mientras que la interfase de la grasa por una capa emulsificante (Palma-Santana, Espinoza, Flores y Reyna, 2020).

2.4.2. 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.

Helados tipo crema. Tienen como ingrediente básico a 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 (Palma-Santana y otros, 2020). Asimismo, indican la composición básica:

- 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. Cantidad de 8 - 9% como mínimo.
- Proteína láctea. Cantidad de 2.5 como mínimo.
- Extracto seco total. Como 29% 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 y minerales.) exceptuando el agua.
- Espesantes, estabilizantes y emulgentes. Como máximo 1%.

Helados de leche. Tiene como ingrediente básico a la leche entera, con todo su contenido graso (3.0 - 4.5%). La composición básica en el helado de leche es la siguiente (INDECOPI, 2006):

- Azúcares. Como mínimo 13%, de los que al menos el 50% corresponden a sacarosa.
- Grasa de leche. Como mínimo 2.5%.
- Proteína láctea. Como mínimo 1.6%.
- Extracto seco total. Como mínimo 23%.
- Espesantes, estabilizantes y emulgentes. Como máximo 1%.

Helados de leche desnatada. 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 (INDECOPI, 2006).

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).

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 (INDECOPI, 2006).

2.4.3. Ingredientes para la elaboración del helado

A continuación, se describen cada uno de los principales ingredientes para la elaboración del helado tipo crema.

- Leche. Es el componente mayoritario de los helados a excepción de los sorbetes. Puede ser 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 (Atallah y Hassan, 2017). Además, la proteína láctea en el helado cumple varias funciones; 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 (Abrate, 2017).

- 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 bajo condiciones de uso en el procesamiento de alimentos (Abrate, 2017).
- Grasa. Se puede emplear 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 (líquidos a temperatura ambiente), grasa vegetal (estado sólido a temperatura ambiente), grasas animales (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 y es recomendable en cantidades mínimas (Atallah y Hassan, 2017).
- Sacarosa. Contribuye a aumentar los sólidos y proporciona un buen soporte a los aromas añadidos. Se utiliza en cantidades que van del 12 a 16% en el total de la mezcla de los helados de leche y para los sorbetes se agrega 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 $-18\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Zurita y de la Vega, 2020).
- Estabilizantes. Son 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 (Ibáñez y Maceda, 2020). Forman soluciones coloidales, mejorando la textura, incrementan 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. Los estabilizantes empleados para la elaboración de helados son la carragenina, agar agar, extractos de plantas; como goma guar, algarrobo y pectina, derivados de la celulosa y goma xantana (Rudi y Fitri, 2018).

- 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 (Abrate, 2017).

2.4.4. Función de los ingredientes en helados

Tekin, Cai, Sahin y Sumnu (2017) indica que el agua es el ingrediente indispensable en el helado, a medida que comienza la cristalización, el agua que proviene de la leche, y esta se congela en forma pura dando inicio a la concentración de la disolución de azúcares debido a la remoción del agua en forma de hielo. El punto de congelación de dicha disolución disminuye conjuntamente con el aumento en la concentración, de acuerdo a las propiedades coligativas. Es necesario lograr la mayor cristalización posible del agua libre en esta etapa de congelación, ya que posteriormente, causará endurecimiento y los cristales aumentarán de tamaño, si existe aún agua disponible, y se obtendrá un producto con textura defectuosa.

La sacarosa ayuda a mantener el tamaño pequeño de los cristales, debido a que restringe el tamaño del cristal al aumentar la cantidad del líquido que permanece sin congelarse. Cuando se utiliza leche en una mezcla para congelar contribuye con algo de azúcar en forma de lactosa. La cantidad de este disacárido es limitada debido a su baja solubilidad en el agua fría y a su tendencia a precipitarse. Los azúcares disminuyen el punto de congelación de la fase acuosa, proporcionan el sabor dulce, influyen sobre el punto de congelación e incrementan la viscosidad, mejorando la textura y palatabilidad del helado (Zurita y de la Vega, 2020).

La grasa aportada por la leche (crema), ayudan a mantener el tamaño deseado del cristal de hielo debido a su acción como barreras mecánicas al depósito de moléculas de agua en los cristales de hielo. Los ingredientes lácteos del helado contienen emulsificantes naturales (lecitina, fosfatos y citratos), que cumplen la función de reducir la tensión interfacial entre las fases grasa-agua, obteniendo una dispersión muy fina de la grasa en el helado y facilita la incorporación del aire, lográndose así un cuerpo firme. El contenido de sólidos lácteos no grasos debe de cuidarse ya que un exceso de ellos propicia un sabor salado y cocido (Atallah y Hassan, 2017).

2.4.5. Características sensoriales de los helados

Tekin y otros (2017) indican que el helado ideal es el que tiene el sabor agradable y característico, posee una textura suave y uniforme, las propiedades de fusión adecuadas junto a un color apropiado, bajo contenido bacteriano y con un envase atractivo. En el helado se pueden definir los siguientes términos:

Cuerpo. Es característico de todos los componentes de la mezcla del helado (sólidos, líquidos, aromas, aire incorporado y otros). Debe ser consistente, pero no demasiado duro, resistente a la fusión y debe proporcionar una agradable sensación al llenar la boca.

Textura. En este término nos referimos a la disposición y dimensión de las partículas que lo componen. El conjunto de componentes debe proporcionar una estructura cremosa, ligera y suave.

Color. Influye la tonalidad de la intensidad del helado; esto es algo relativo, dependiendo del gusto de los clientes, pero el color debe ser homogéneo y por supuesto, relativo al sabor.

Olor. Es característico de cada fruta o mezcla y que los aromas que emitan los helados sean acordes a los ingredientes o materias primas empleados en la mezcla. Evitar emplear ingredientes en mal estado, reduciría la aceptación del producto final.

Sabor. Este término se refiere a la mezcla base. Cada componente de la mezcla tiene un sabor característico. En una mezcla no debe predominar ningún sabor especial. Entre los sabores de los ingredientes básicos, deben formar un aroma que produzca una agradable sensación al paladar.

2.4.6. El overrun

El desarrollo de las mejores propiedades sensoriales del producto depende de los ingredientes y la metodología de la elaboración de los helados; sin embargo, se limita con el rendimiento del volumen en el producto debido a la incorporación de aire, denominado overrun (Kurt y Atalar, 2018).

El overrun es el aumento de volumen durante el proceso de batido, donde se incrementa el contenido de aire para dar cuerpo al helado. Es un parámetro importante, ya que afecta el color, textura, estructura y el punto de fusión del producto. Su valor se determina en porcentaje mediante la relación entre la diferencia de volúmenes y el volumen inicial. Además, se debe principalmente a la funcionalidad de las proteínas de la leche, emulsificantes y la cantidad de grasa de la mezcla. Es importante considerar el punto de fusión o tiempo de derretimiento del helado, siendo directamente proporcional al aire incorporado en el helado (Ilansuriyan y Shanmugam, 2018).

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. LUGAR DE EJECUCIÓN

Las pruebas experimentales y los análisis se realizaron en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos del programa de estudio de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

3.2. MATERIA PRIMA E INSUMOS

Material de investigación

- Bayas de arándano fresco variedad Biloxi, fue adquirido de la tienda de Camposol Chao, La Libertad, Perú.
- Harina de kiwicha marca Agrolac fue adquirida en Plaza Vea Hiper del Real Plaza, Trujillo, región La Libertad, Perú.

Insumos

- Carboximetilcelulosa (CMC), fue adquirido de la empresa Suman Insumos Químicos de la ciudad de Trujillo, región La Libertad, Perú.
- Leche entera envasada marca Gloria, fue adquirida del Mercado Zonal Palermo de la ciudad de Trujillo, región La Libertad, Perú.
- Crema de leche marca Gloria, fue adquirida de la empresa Suman Insumos Químicos de la ciudad de Trujillo, región La Libertad, Perú.
- Azúcar blanca marca Laredo, fue adquirida del Mercado Zonal Palermo de la ciudad de Trujillo, región La Libertad, Perú.
- Sorbato de potasio, fue adquirido de la empresa Suman Insumos Químicos de la ciudad de Trujillo, región La Libertad, Perú

Reactivos

- Ácido sulfúrico, H_2SO_4 (1.25%)
- Ácido bórico, H_3BO_3 (4%)

3.3. EQUIPOS E INSTRUMENTOS

- Balanza analítica. Marca Mettler Toledo. Modelo AB204. Capacidad: 0 a 210 g, sensibilidad aprox. 0.0001 g.
- Termómetro digital. Marca Multidigital. Rango de 50 a 200 °C. Precisión ± 0.01 °C.
- Equipo digestor Microkjeldahl. Marca Selecta.
- Cocina eléctrica. Marca JP Selecta. Modelo 100442. Con 6 potencias de calefacción (0-1500 watts).
- Congeladora. Marca Bosch. Modelo Frost 44. Rango 0-8 °C. Precisión: +2 °C.
- Reómetro digital. Marca Brookfield. Modelo RVDV-III+.
- Licuadora marca Oster, 3 velocidades.
- Estufa de laboratorio, marca MMM Group, modelo Venticell 111, Capacidad 111 L, rango de temperatura de: 10 a 250 °C.
- pH metro. Marca Mettler Toledo. Rango de 0 a 14.
- Batidora manual. Marca Imaco, de 3 velocidades.
- Refractómetro. Marca Atago. Rango: 0-32 °Brix.

3.4. METODOLOGÍA

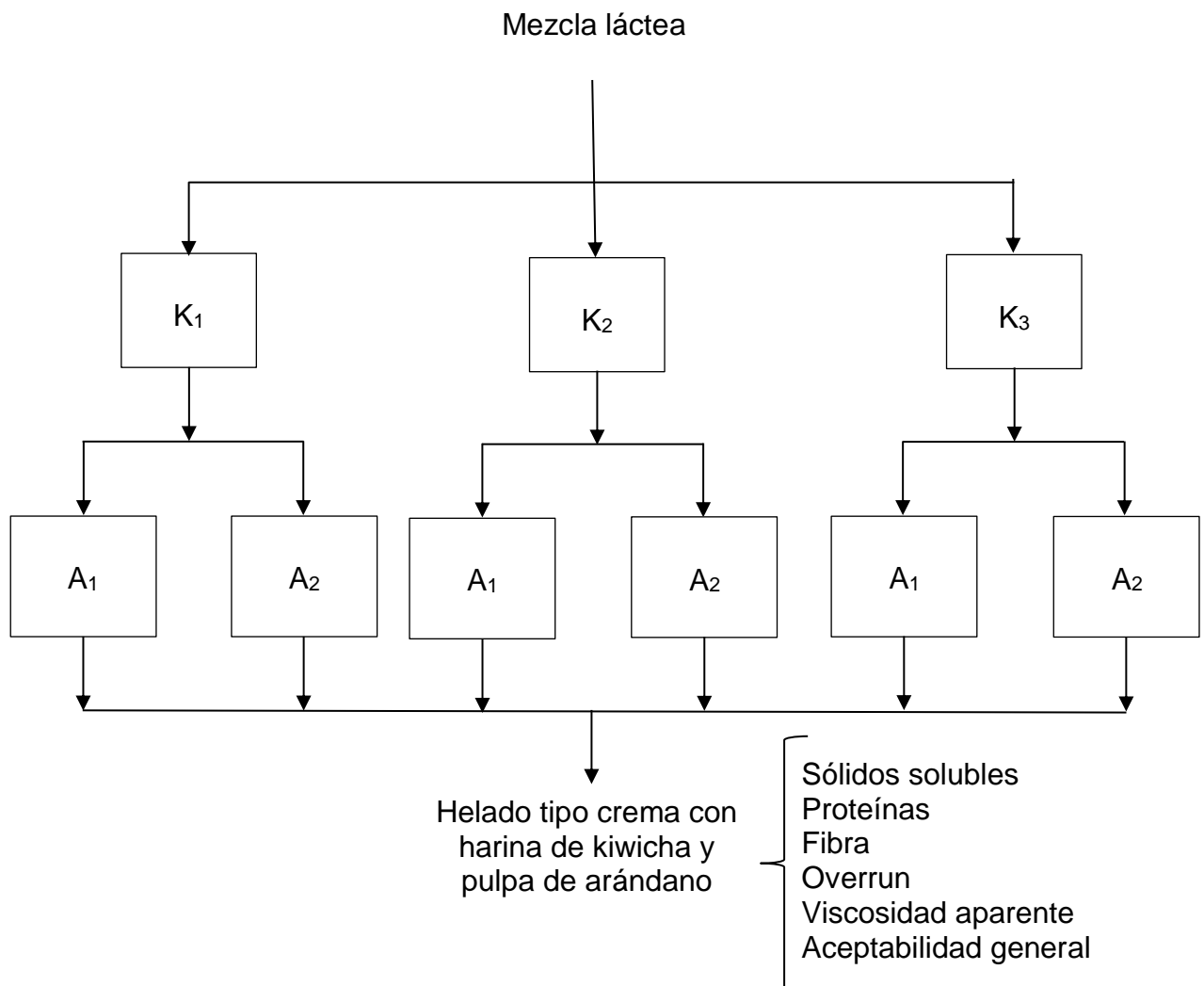
3.4.1. Esquema experimental para la investigación del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano

En la Figura 1, se muestra el esquema experimental. Las variables independientes fueron; la adición de harina de kiwicha y la pulpa de arándano. Las variables dependientes serán: contenido de sólidos solubles, proteínas, fibra cruda, overrun, viscosidad aparente y aceptabilidad general.

3.4.2. Formulaciones para la elaboración del helado tipo crema

En la Tabla 4, se presentan las formulaciones para la elaboración del helado con la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano (Milliatti y

Lannes, 2018; Zurita y de la Vega, 2020, Torrejón, 2020) con modificaciones del autor.



Leyenda:

K₁: adición de harina de kiwicha, 1%

K₂: adición de harina de kiwicha, 3%

K₃: adición de harina de kiwicha, 5%

A₁: adición de pulpa de arándano, 10%

A₂: adición de pulpa de arándano, 15%

Figura 1. Esquema experimental para la investigación del helado tipo crema con la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano

Cuadro 4. Formulaciones del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano

Ingredientes	Base	T1	T2	T3	T4	T5	T6
Leche entera (%)	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0	65.0
Crema de leche (%)	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4	11.4
Leche descremada en polvo (%)	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5	7.5
Azúcar refinada (%)	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0	16.0
CMC	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Total	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0	100.0
Harina de kiwicha	0.0	1.0	1.0	3.0	3.0	5.0	5.0
Pulpa de arándano	0.0	10.0	15.9	10.0	15.0	10.0	15.0

3.4.3. Procedimiento experimental para la elaboración de la pulpa de arándano

En la Figura 2, se muestra el diagrama de flujo para la elaboración de la pulpa de arándano. A continuación, se describe cada proceso del diagrama de flujo (Alva, 2018).

Recepción. Se recibieron las bayas de arándano en estado de madurez, con color, apariencia y aroma característico.

Selección. Se escogieron las bayas libres de algún deterioro (magulladuras y aplastados). El color, aroma y firmeza de la fruta permitieron elegir frutas adecuadas, y finalmente, se analizó el contenido de sólidos solubles con el refractómetro, oscilando entre 12 a 14 °Brix.

Pesado. Las bayas seleccionadas fueron pesadas para determinación de rendimientos.

Lavado. Se realizó manualmente con agua a temperatura ambiente por aspersión con el propósito de retirar la suciedad proveniente del campo.

Luego, para reducir la carga microbiana, los frutos se sumergieron en agua clorada a 100 ppm durante 5 min y se dejarán secar a temperatura ambiente.

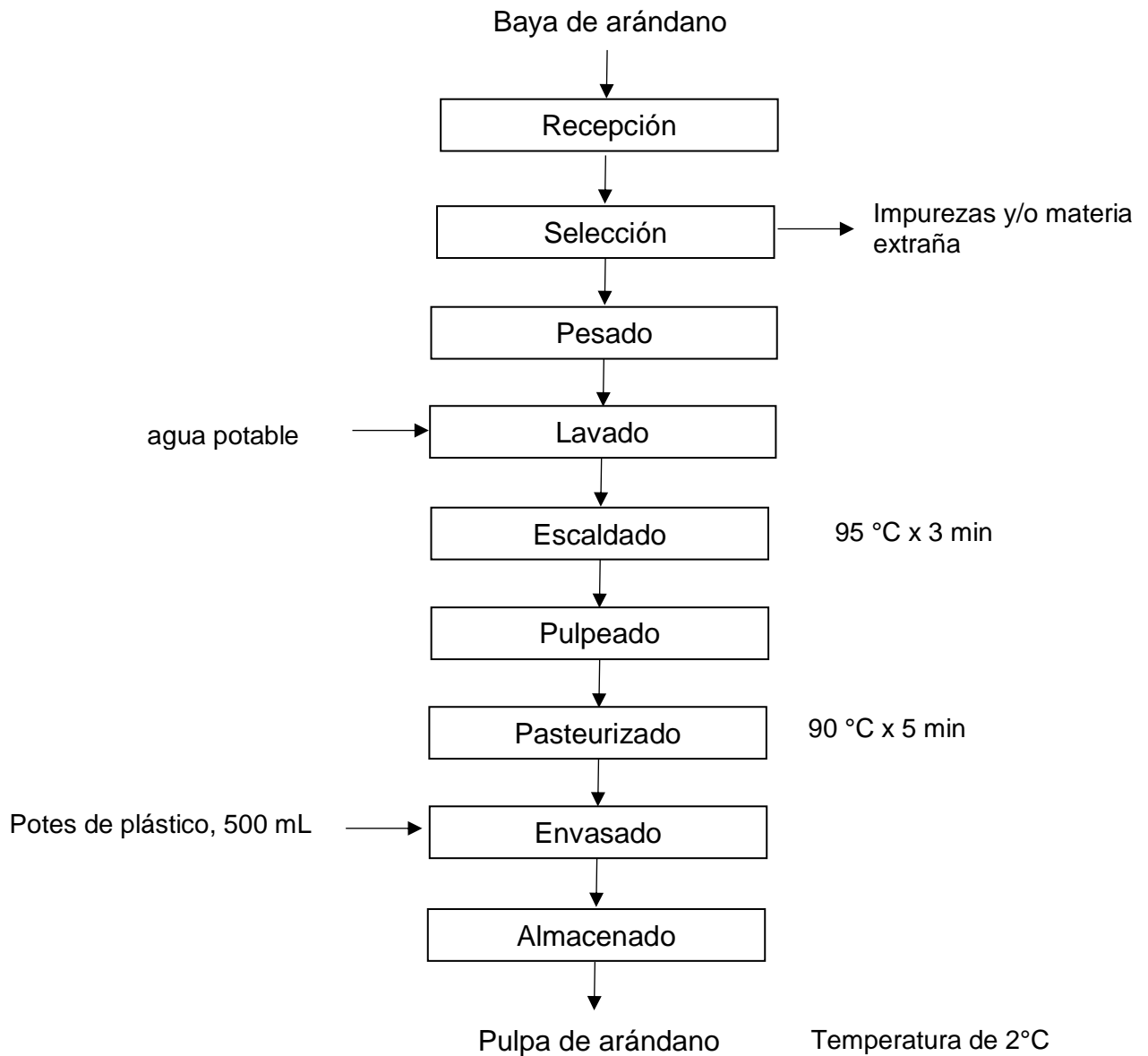


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración de la pulpa de arándano

Escaldado. Las bayas fueron colocadas en agua a 95 °C a 3 min, de esta manera facilitará la inactivación de las enzimas.

Pulpeado. Las bayas se licuaron durante 30 s para evitar el rompimiento de la cáscara. Luego, se hicieron pasar por un colador de acero inoxidable para separar alguna semilla y cáscara de la pulpa.

Pasteurizado. La pulpa de arándano se agregó en una olla de acero inoxidable cap. 3 L y se calentó a 90 °C durante 5 min.

Envasado. La pulpa fue llenada a 75 °C en potes de plástico de capacidad 300 mL y tapado manualmente, luego, se enfrió rápidamente hasta temperatura ambiente.

Almacenado. Se llevó a una temperatura de 2 °C hasta su uso en la elaboración del helado tipo crema.

3.4.4. Procedimiento experimental para la elaboración del helado tipo crema con adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano

En la Figura 3, se muestra el diagrama de flujo para la elaboración del helado tipo crema con la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano. A continuación, se describe cada proceso del diagrama de flujo (Torrejón, 2020; Zurita y de la Vega, 2020).

Recepción. Se recibieron los materiales e insumos, se verificaron que cumplan con las condiciones necesarias (fecha de vencimiento y apariencia) para el procesamiento del producto.

Pesado. Se pesaron los ingredientes según la formulación establecida para cada ingrediente según lo indicado en la Tabla 4. Se preparó 5 kg de mezcla por tratamiento.

Mezclado. Se inició calentando la leche entera envasada a 40 °C; luego se añadió la crema de leche; posteriormente a 65 °C, se añadió la azúcar blanca con CMC, la pulpa de arándano y la harina de kiwicha. Se realizó en constante movimiento con ayuda de la batidora durante 20 min hasta la obtención de una mezcla homogénea.

Pasteurizado. Se realizó a 85 °C durante 15 min con la finalidad de eliminar microorganismos patógenos y enzimas.

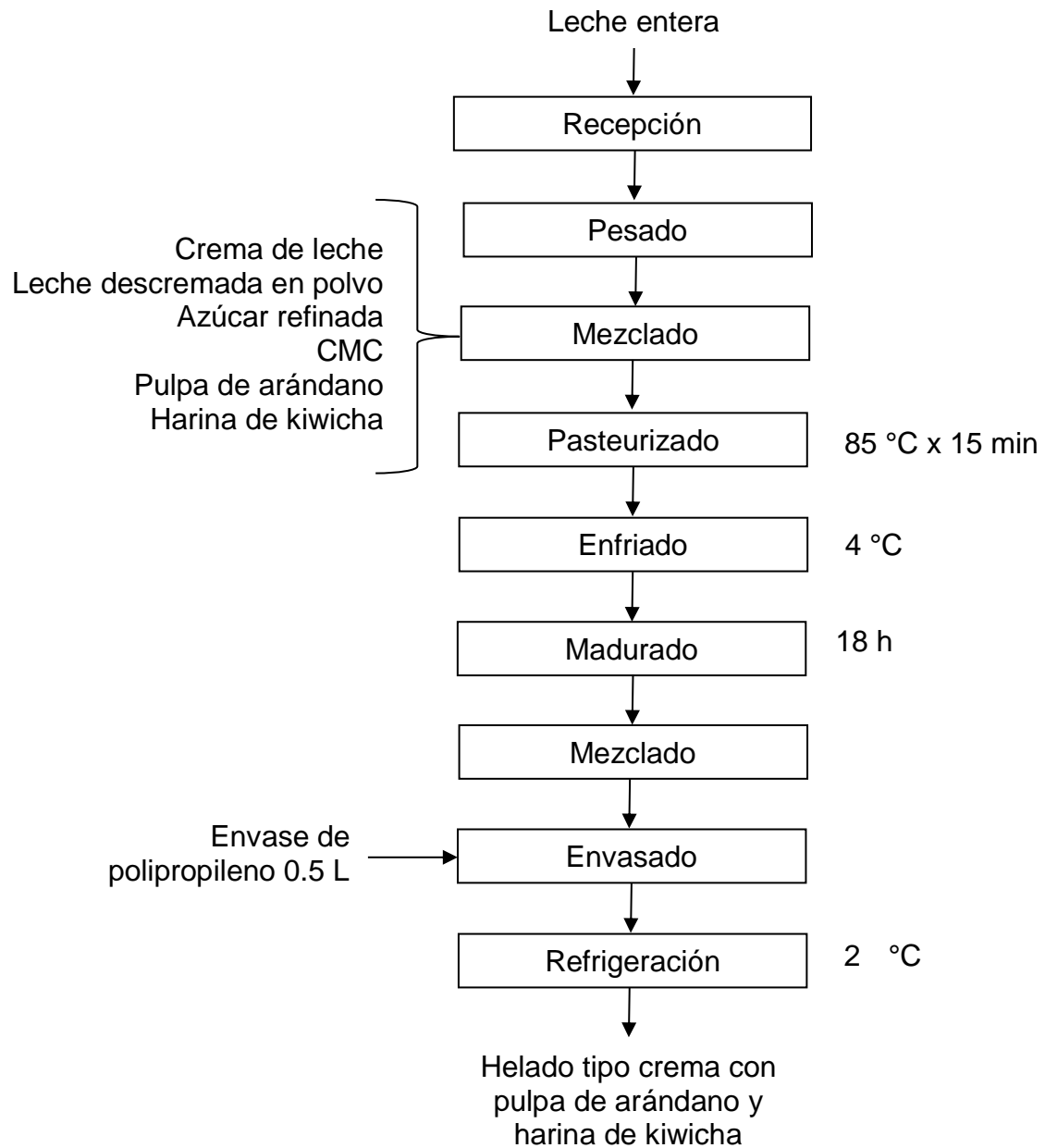


Figura 3. Diagrama de flujo para la elaboración del helado tipo crema con la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano

Enfriado. Se enfrió la mezcla a 4 °C.

Madurado. Se llevó la mezcla a la cámara de frío a 4 °C durante 18 h, con la finalidad de mejorar las características físicas y apariencia del helado

Mezclado. La mezcla fue puesta en el recipiente de la máquina de elaboración de helados con la finalidad de uniformizar la incorporación de aire y conseguir la formación de cristales finos de hielo.

Envasado. Se utilizaron recipientes (potes) de polipropileno con tapa, de capacidad de 0.5 L cada uno.

Refrigeración. Se llevaron los pots del helado a una refrigeradora (2 °C) hasta el momento del análisis.

3.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS

3.5.1. Sólidos solubles

Las muestras de helado tipo crema se agitaron a temperatura ambiente (20 °C) suavemente para eliminar el aire de las mezclas. Los sólidos solubles de las muestras del helado fueron medidos con el refractómetro de mano, marca Atago de 0-32%, calibrado a 20 °C. Los resultados serán reportados en °Brix (Palma-Santana y otros, 2020).

3.5.2. Contenido de proteínas

Se determinó por el método micro Kjeldahl (AOAC, 2000). Se pesó 0.5 g de muestra homogenizada y fue colocado en el matraz; luego se adicionó aproximadamente 3.5 g de mezcla catalizadora y 7 mL de ácido sulfúrico concentrado. A continuación, el matraz con la mezcla fue colocado en el digestor de proteínas, se calentó suavemente al inicio, hasta su completa oxidación, momento donde viró de color oscuro a verde esmeralda traslúcido.

Se dejó enfriar a temperatura ambiente, luego se agregaron 25 mL de agua destilada, moviendo el tubo sin dejar solidificar la muestra. Se instaló el equipo de destilación, a la salida del refrigerante se colocó un matraz Erlenmeyer, que contuvo 40 mL de ácido bórico al 4%, luego, se adicionó 3 gotas de rojo de metilo. Al matraz Kjeldahl se le añadió aproximadamente 50 mL de NaOH 40%, y fue puesto al sistema de destilación. Se destiló

hasta recoger la muestra en el matraz Erlenmeyer mostrando una coloración azulada.

Se tituló con solución de HCl 0.1 N, virando a color rosa. Se registró el gasto de titulación, para luego, ser reemplazado en la siguiente formula, con un factor de conversión de 6.25 para cereales

$$\% \text{ Proteínas} = \frac{(\text{N ácido HCl} \times \text{Vol. HCL}) - (\text{N NaOH} \times \text{Vol. NaOH}) \times 1.40067 \times \text{factor}}{\text{peso de la muestra (mg)}}$$

3.5.3. Fibra cruda

El contenido de fibra cruda se determinó siguiendo el método usado por Ochoa (2012), que consiste en la digestión secuencial de la muestra (P_m) sin grasa con una solución de ácido sulfúrico (1.25%) y una solución de hidróxido de sodio (1.25%), el residuo insoluble se obtuvo por filtración, se lavó, seco, pesó (P_1) y se llevó a la mufla para obtener el peso (P_c) de las cenizas.

$$\% \text{ FC} = (P_1 - P_c) / P_m \times 100$$

3.5.4. Overrun

El contenido de aire incorporado al helado se cuantificó por la característica denominada overrun o índice de aireación del helado. Se midió el volumen inicial de la mezcla y, posteriormente, el volumen final del helado (Gösta, 1996). El cálculo se realizará 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

3.5.5. Viscosidad aparente

Las muestras de helado tipo crema se agitaron a temperatura de refrigeración (5 °C) suavemente para eliminar el aire de las mezclas; luego, se separaron 500 g de helado y se colocó en el reómetro digital Brookfield Modelo DV-III, equipado con husillo N° 2 a 80 rpm a 20 ± 1 °C. La medida de viscosidad se reportó en mPa.s (Torrejón, 2020).

3.5.6. Aceptabilidad general

Las muestras de helados, según tratamientos, serán colocadas en vasos de plástico de 3 oz debidamente codificados con 3 dígitos seleccionados al azar (servidos a 2 °C), y se utilizará agua de mesa como neutralizante, entre cada muestra de la prueba sensorial. Evaluarán 50 panelistas no entrenados, que se les entregará una ficha de evaluación (Figura 4) con una escala hedónica de 9 puntos en cada muestra. Se realizarán dos sesiones (3 tratamientos/sesión) A cada panelista se le presentarán 3 muestras al azar debidamente codificadas al azar con 3 dígitos; luego de 10 min, se mostrarán las tres muestras faltantes. Las pruebas se realizarán durante las mañanas y tardes de cada día, de preferencia de 09:00 a 11:00 h y de 16 a 18 h. En la Figura 4, se muestra la cartilla para la evaluación de aceptabilidad general del helado (Anzaldúa-Morales, 2017; Márquez-Villacorta y Pretell-Vásquez, 2018).

3.6. MÉTODOS ESTADÍSTICOS

La evaluación estadística corresponde a un arreglo bifactorial (06 tratamientos o formulaciones) con tres repeticiones. Las variables paramétricas fueron el contenido de sólidos solubles, proteína, fibra cruda, overrun y viscosidad aparente, y la variable no paramétrica fue la aceptabilidad general. Se aplicó la Prueba de Levene para evaluar homogeneidad de varianzas, seguido un análisis de varianza para evaluar el efecto de las variables independientes y, finalmente, la prueba de comparaciones múltiples de Duncan, todas a un nivel de confianza del 95%.

Los datos de la evaluación sensorial de la aceptabilidad general del helado fueron evaluados mediante las pruebas no paramétricas de Friedman y Wilcoxon, ambas a un nivel de confianza del 95%. Los datos se procesaron con el paquete estadístico SPSS versión 22 (Statistical Package for The Social Sciences).

Prueba de aceptabilidad general del helado tipo crema			
Nombre:			
Fecha:			
Instrucciones: Pruebe cada muestra de helado tipo crema que se le ha proporcionado y califique según la escala que se presenta, marcando con una (x) en el casillero correspondiente de acuerdo con el nivel de agrado o desagrado que le produzca.			
		Muestras	
Escala	338	287	436
Me agrada extremadamente	----	----	----
Me agrada mucho	----	----	----
Me agrada bastante	----	----	----
Me agrada ligeramente	----	----	----
Ni me agrada ni me desagrada	----	----	----
Me desagrada ligeramente	----	----	----
Me desagrada bastante	----	----	----
Me desagrada mucho	----	----	----
Me desagrada extremadamente	----	----	----
Comentarios:			
.....			

Figura 4. Ficha de evaluación para la prueba de aceptabilidad general del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano

Fuente: Anzaldúa-Morales (2017).

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi sobre los sólidos solubles en un helado tipo crema

En la Figura 5, se muestran los sólidos solubles en función de la adición de pulpa de arándano y harina de kiwicha en el helado tipo crema; reportándose valores desde 35.33 hasta 36.83 °Brix. Se evidencio que conforme se incrementa la adición de la harina de kiwicha y pulpa de arándano, aumenta los valores de solidos solubles en el helado tipo crema. Según la NTP 202.057:2006, menciona que los valores de sólidos solubles en el helado deben ser superiores al 12%. Los valores encontrados, superan lo indicado por la norma, cumpliendo con el requisito establecido. Los datos de los sólidos solubles del helado tipo crema se muestran en el Anexo 1.

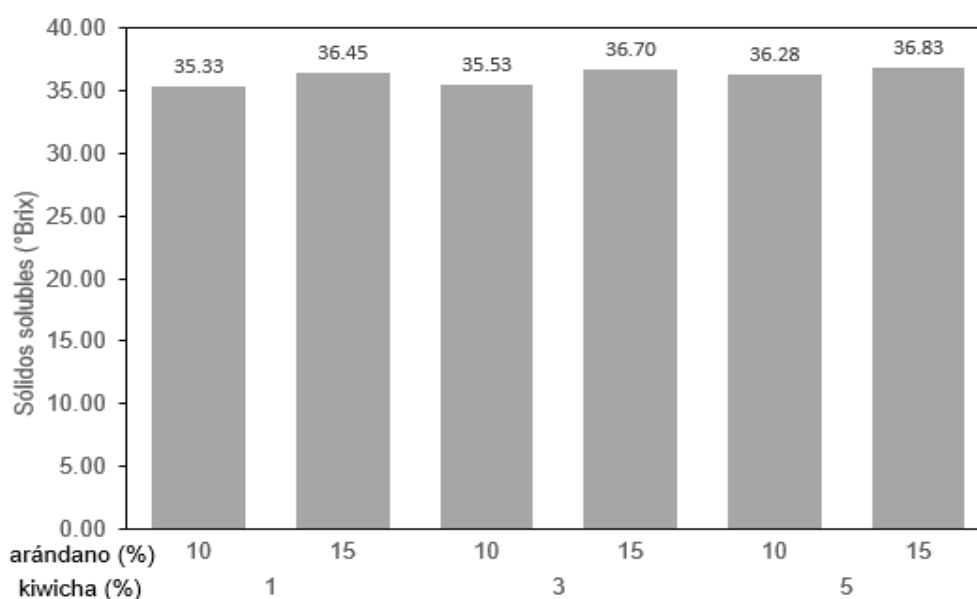


Figura 5. Sólidos solubles en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema.

Reyna y otros (2020) reportaron valores con un comportamiento creciente en los sólidos solubles desde 29.70 hasta 31.70 °Brix en helados con harina de soya (2, 4, 6 y 8%). De igual manera, Da Silva y otros (2020), mencionan un incremento de los sólidos solubles de 32.80 a 34.50 °Brix debido a la adición de extracto hidrosoluble de subproducto de arroz al helado sabor maracuyá.

Los sólidos solubles se pueden ver incrementados por la incorporación de carbohidratos, ácidos orgánicos, proteínas, grasas y minerales que contienen los frutos y cereales, concediendo sabor y cuerpo al helado, por ello, la composición química de los ingredientes modifica el producto final (Palma-Santana y otros, 2020).

Romero (2016) elaboro helado tipo crema con adición de harina de kiwicha (2, 4 y 6%), reportando un comportamiento creciente en los sólidos solubles conforme aumentaba la concentración de harina de kiwicha, encontrando valores desde 33.89 hasta 35.80 °Brix, lo cual podría darse porque la harina de kiwicha presenta un contenido de carbohidratos de 66.4% aproximadamente, provocando que se incremente los sólidos solubles en el producto lácteo.

Palomino (2022) evaluó el efecto de diferentes concentraciones de adición de pulpa de arándano (5 y 10%) y hojuelas de kiwicha (1.0, 1.5% y 2.0%) en el helado tipo crema, reportando valores de 31.79 hasta 35.73 °Brix, tendencia similar a nuestra investigación. Por lo cual, podría mencionarse que los sólidos solubles están constituidos principalmente por azúcares como glucosa y fructosa y en menor grado por ácidos orgánicos y sustancias pécticas; como es el caso del arándano que presentó un valor de 15 °Brix, lo cual genera el aumento de los sólidos solubles en el helado.

En el Cuadro 5, se presenta la prueba de Levene aplicada a los sólidos solubles en un helado tipo crema, la cual determino la existencia de homogeneidad de varianza ($p>0.05$).

Cuadro 5. Prueba de Levene para los sólidos solubles en el helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano

Variable	Estadístico de Levene	p
Sólidos solubles (°Brix)	1.330	0.298

En el Cuadro 6, se presenta el análisis de varianza para los sólidos solubles del helado tipo crema, denotándose que la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano presentaron efecto significativo ($p<0.05$).

Cuadro 6. Análisis de varianza para los sólidos solubles del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano

Variable	Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Sólidos solubles (°Brix)	Arándano	1	5.415	5.415	131.716	0.000
	Kiwicha	2	1.815	0.908	22.084	0.000
	Interacción	2	0.483	0.241	5.868	0.011
	Error	18	0.740	0.041		
	Total	23	8.453			

En el Cuadro 7, se presenta la prueba de Duncan aplicada a los sólidos solubles del helado tipo crema. Esta prueba indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo 3 los tratamientos adición 1 y 3% de harina de kiwicha y 10% de pulpa de arándano presentaron valores de 35.33 y 35.53 °Brix, que fueron cercanos al reportado por Palomino (2022) con 35.73 °Brix en helado tipo crema con 10% pulpa de arándano.

Cuadro 7. Prueba de Duncan para los sólidos solubles del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano

Harina de kiwicha (%)	Pulpa de arándano (%)	Subgrupos		
		1	2	3
5	15	36.83		
3	15	36.70	36.70	
1	15	36.45	36.45	
5	10		36.28	
3	10			35.53
1	10			35.33

4.2. Efecto de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi sobre las proteínas en un helado tipo crema

En la Figura 6 se observa el contenido de proteínas en función de la adición de la harina de kiwicha y pulpa de arándano en el helado tipo crema. Reportándose valores desde 1.45 hasta 3.40%. Se evidenció un comportamiento creciente; a medida que incremento la adición de la harina de kiwicha. En tanto, con la adición de pulpa de arándano no tuvo un comportamiento definido. Los datos se muestran en el Anexo 2.

Romero (2016) elaboro helado tipo crema con adición de harina de kiwicha al 2, 4 y 6%, reportando un comportamiento creciente en el contenido de proteínas conforme aumentaba la concentración de harina de kiwicha, con valores desde 1.89 hasta 2.66%. La harina de kiwicha presenta un contenido de proteínas de 12.2%, lo cual podría incrementar el contenido de proteínas.

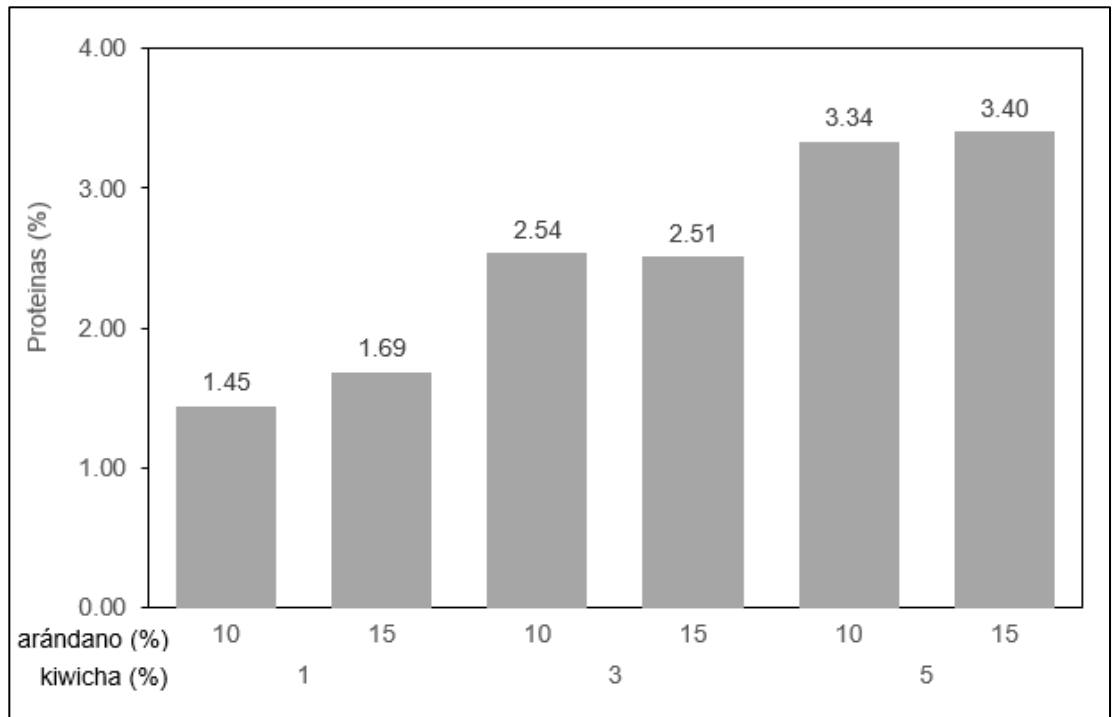


Figura 6. Proteínas en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema.

Palomino (2022) estudio el efecto de diferentes concentraciones de pulpa de arándano (5 y 10%) y hojuelas de kiwicha (1, 1.5% y 2%) en el helado tipo crema denotando valores de 1.35 hasta 2.62% de proteína, mostrando la misma tendencia que en nuestra investigación, así mismo, indicó que el arándano no influyó estadísticamente en el contenido proteico del helado, a diferencia de las hojuelas de kiwicha.

Chamorro y otros (2018) referencian que el contenido de proteínas de la kiwicha, permiten un incremento de este componente e independientemente de su presentación, tienen propiedades funcionales fundamentales para la elaboración de helados como la solubilidad total, absorción de agua y grasa, coagulación térmica, emulsificación, gelificación y propiedades espumantes, que ayudan a tener una mejor aceptabilidad sensorial.

Un mayor contenido de proteínas en el helado como son las caseínas y otras proteínas solubles; permiten una mayor resistencia a la fusión, logrando mayor compactibilidad debido a que menor será la cantidad de agua que se congela y menor será el tamaño del cristal (Atallah y Hassan, 2017).

En el Cuadro 8, se presenta la prueba de Levene aplicada al contenido de proteínas en un helado tipo crema, la cual determino la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 8. Prueba de Levene para el contenido de proteínas en el helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano

Variable	Estadístico de Levene	p
Proteínas (%)	1.020	0.436

En el Cuadro 9, se presenta el análisis de varianza para las proteínas del helado tipo crema, denotándose que la adición de harina de kiwicha presentó efecto significativo ($p < 0.05$).

Cuadro 9. Análisis de varianza para las proteínas del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano

Variable	Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Proteínas (%)	Arándano	1	0.053	0.053	2.701	0.118
	Kiwicha	2	13.030	6.515	332.397	0.000
	Interacción	2	0.076	0.038	1.946	0.172
	Error	18	0.353	0.020		
	Total	23	13.512			

En el Cuadro 10, se presenta la prueba de Duncan aplicada a las proteínas del helado tipo crema. Esta prueba indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo 2, los tratamientos de adición 3% de harina de kiwicha y 10 y 15% de pulpa de arándano obtuvieron valores de 2.54 y 2.51%, respectivamente, eligiéndose como mejores tratamientos por presentar valor cercano a lo reportado por Palomino (2022) en la adición 10% de pulpa de arándano y 2% de hojuelas de kiwicha. con 2.62% de proteína,

Cuadro 10. Prueba de Duncan para el contenido de proteínas del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano

Harina de kiwicha (%)	Pulpa de arándano (%)	Subgrupos		
		1	2	3
5	15	3.40		
5	10	3.34		
3	10		2.54	
3	15		2.51	
1	15			1.69
1	10			1.45

4.3. Efecto de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi sobre la fibra cruda en un helado tipo crema

En la Figura 7, se observa la fibra cruda en relación a la adición de la harina de kiwicha y pulpa de arándano en el helado tipo crema. Reportándose valores desde 3.12 hasta 3.69%. Se evidencio que conforme aumenta la adición de la harina de kiwicha y pulpa de arándano se incrementa el contenido de fibra cruda. Las recomendaciones del consumo de fibra diaria son de 25 a 35 g de fibra dietética de diferentes fuentes (FAO, 2018); por

tanto, se encuentran dentro del rango establecido. Los datos de la fibra cruda del helado tipo crema se muestran en el Anexo 3.

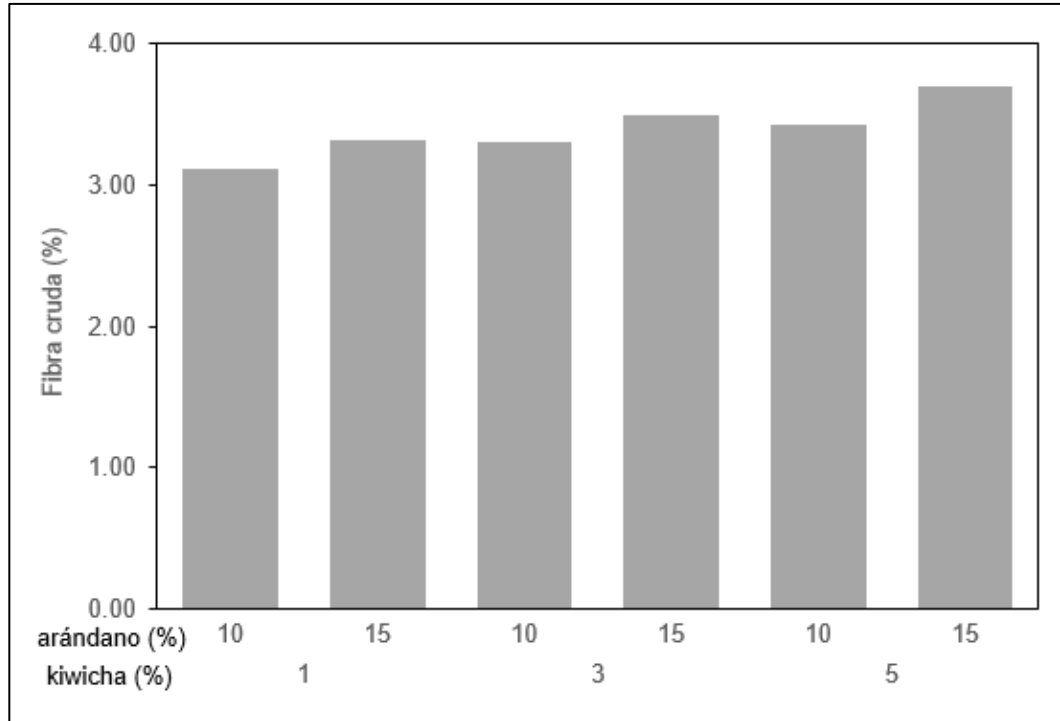


Figura 7. Fibra cruda en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema.

Dervisoglu y Yazici (2016) analizaron el efecto de la adición de fibra cítrica 0.4, 0.8 y 1.2%, sobre el contenido de fibra cruda en un helado tipo crema, reportando valores de 1.35, 1.80 y 2.28%, respectivamente. Asimismo, Yangilar (2015) elaboró un helado tipo crema con cáscara en polvo de banana al 1 y 2%, reportando valores de fibra cruda de 1.17 y 1.58%. En ambos casos se denota la misma tendencia que en nuestra investigación

Romero (2016) elaboro un helado tipo crema con adición de harina de kiwicha al 2, 4 y 6%, reportando un comportamiento creciente en el contenido de fibra conforme se aumentaba la concentración de harina de kiwicha, con valores desde 2.45 hasta 3.32%. Este comportamiento podría

deberse a la composición química de la harina de kiwicha, que presenta un contenido de fibra cruda de 4.9%, provocando un aumento del contenido de fibra en el helado tipo crema.

Palomino (2022) evaluó las concentraciones de pulpa de arándano (5 y 10%) y hojuelas de kiwicha (1, 1.5% y 2%) en el helado tipo crema, reportando valores desde 1.35 hasta 3.33%, encontrando que conforme aumenta la adición de pulpa de arándano y hojuelas de kiwicha, el contenido de fibra cruda presenta un comportamiento creciente en el helado debido a que ambos ingredientes contienen fibra cruda, la pulpa de arándano 3.6% y las hojuelas de kiwicha 5.2%.

En el Cuadro 11, se presenta la prueba de Levene aplicada a la fibra cruda en un helado tipo crema, la cual determino la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 11. Prueba de Levene para la fibra cruda en el helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano

Variable	Estadístico de Levene	p
Firmeza (N)	0.590	0.710

En el Cuadro 12, se presenta el análisis de varianza para la fibra cruda del helado tipo crema, denotándose que la adición de harina de kiwicha y la pulpa de arándano presentaron efecto significativo ($p < 0.05$).

Cuadro 12. Análisis de varianza para la fibra cruda del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano

Variable	Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Fibra cruda (%)	Arándano	1	0.280	0.280	235.924	0.000
	Kiwicha	2	0.480	0.240	202.540	0.000
	Interacción	2	0.006	0.003	2.472	0.113
	Error	18	0.021	0.001		
	Total	23	0.786			

En el Cuadro 13, se presenta la prueba de Duncan aplicada a la fibra cruda del helado tipo crema, existiendo diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. El subgrupo 3, los tratamientos 3 y 1% de harina de kiwicha con 10 y 15% de pulpa de arándano obtuvieron 3.30 y 3.31% de fibra cruda, respectivamente, eligiéndose como mejores tratamientos en base a la referencia de Palomino (2022) quién reporto un valor de fibra cruda de 3.33% en helado tipo crema con pulpa de arándano al 10% y 2% de harina de kiwicha.

Cuadro 13. Prueba de Duncan para la fibra cruda del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano

Harina de kiwicha (%)	Pulpa de arándano (%)	Subgrupos			
		1	2	3	4
5	15	3.69			
3	15		3.50		
5	10		3.43		
1	15			3.31	
3	10			3.30	
1	10				3.12

4.4. Efecto de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi sobre el overrun en un helado tipo crema

En la Figura 8, se observa el overrun en función de la adición de la harina de kiwicha y pulpa de arándano en el helado tipo crema. Reportándose valores desde 20.17 hasta 12.69%. Se evidencio un comportamiento decreciente en los valores del overrun, a medida que aumenta la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano en el helado tipo crema; asimismo, presenta valores dentro del rango establecido por la Norma Técnica Peruana para helados (NTP 202.057), indicando que el overrun en el helado no podrá ser mayor a 120%. En el Anexo 4, se encuentran los valores experimentales del overrun del helado tipo crema.

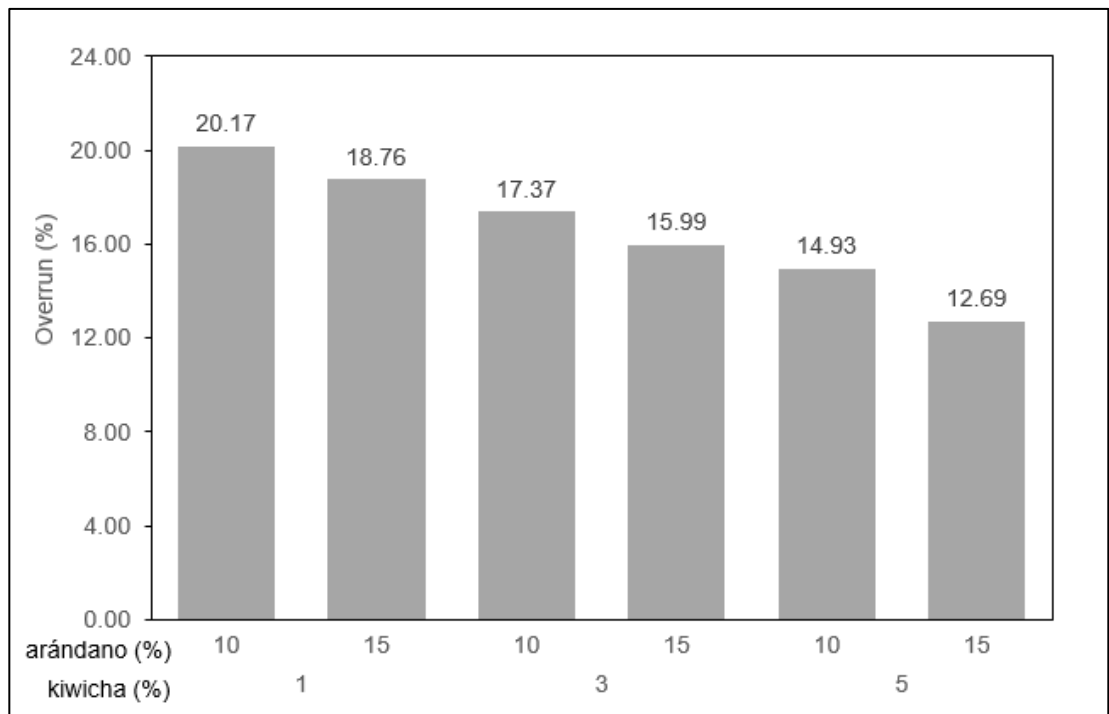


Figura 8. Overrun en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema.

El overrun se define como índice de aireación o cantidad de aire incorporado a la mezcla en porcentaje sobre la misma en volumen;

consecuentemente, provoca una mezcla trifásica (sólido, líquido y gas), en el cual el aire puede intervenir en una distribución del tamaño de cristal ayudando al crecimiento de la mezcla (Kurt y Atalar, 2018).

Romero (2016) elaboro helado tipo crema con adición de harina de kiwicha (2,4 y 6%), determinando que, a mayor adición, disminuyó el overrun en el helado tipo crema, lo que podría relacionarse con la concentración de la proteína de la harina de kiwicha; debido a que esta aumenta la viscosidad de la mezcla, impidiendo que las celdas de aire sean fácilmente incorporadas a la mezcla durante el batido y retenidas durante la congelación. Asimismo, Palomino (2022) adiciono pulpa de arándano (5 y 10%) y hojuelas de kiwicha (1, 1.5% y 2%) en el helado tipo crema, obteniendo valores con un comportamiento decreciente desde 28.45 hasta 16.40%, pudiendo atribuirse que al incrementar la pulpa de arándano, que contiene carbohidratos originaría un aumento en la viscosidad de la mezcla e interaccionaría mediante puentes de hidrogeno con los enlaces peptídicos de los aminoácidos presentes en la harina de kiwicha, impidiendo la incorporación de aire a la mezcla del helado.

Este comportamiento también coincide con lo reportado por Sivasankari y otros (2019), que mencionan cuando la concentración de un cereal aumenta la matriz del helado formará un gel más viscoso que podría afectar de forma negativa la incorporación de aire durante el batido.

Rodríguez (2014) evaluó la adición de pulpa de aguaymanto de 10 a 30%, obteniendo valores de overrun de 60.3 a 19.0% en helado tipo crema. Concluyendo que al aumentar la cantidad de pulpa disminuye la solubilidad de la mezcla, por tanto, la incorporación de aire suele ser menor, obteniendo una estructura granulosa, debido a la dificultad de alcanzar una adecuada homogenización de los insumos.

Para la obtención de un helado con un adecuado overrun se relaciona con el proceso de homogenizado de los ingredientes, siendo el propósito de obtener una suspensión permanente, evitando que la grasa se separe del resto de ingredientes y, por tanto, mejorando la cremosidad y resistencia al derretido (Palma-Santana y otros, 2020).

El porcentaje de overrun puede verse afectado por el contenido de fibra cruda debido a que disminuye la difusividad térmica del helado, lo cual podría imposibilitar la incorporación adecuada de aire durante el proceso (Kurt y Atalar, 2018).

En el Cuadro 14, se presenta la prueba de Levene aplicada al overrun en un helado tipo crema, la cual determino la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 14. Prueba de Levene para el overrun en el helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano

Variable	Estadístico de Levene	p
Overrun (%)	2.740	0.052

En el Cuadro 15, se presenta el análisis de varianza para el overrun del helado tipo crema, denotándose que la adición de harina de kiwicha y la pulpa de arándano presentaron efecto significativo ($p < 0.05$).

Cuadro 15. Análisis de varianza para el overrun del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano

Variable	Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Overrun (%)	Arándano	1	16.968	16.968	69.317	0.000
	Kiwicha	2	127.925	63.962	261.296	0.000
	Interacción	2	0.953	0.476	1.946	0.172
	Error	18	4.406	0.245		
	Total	23	150.252			

En el Cuadro 16, se presenta la prueba de Duncan aplicada al overrun del helado tipo crema. Esta prueba indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. Entonces, en el subgrupo 1, se encuentra el tratamiento de harina de kiwicha al 1% y pulpa de arándano al 10% reportando 20.17% de overrun; eligiéndose como mejor tratamiento por obtener mayor overrun, ya que permitió la mayor incorporación de aire, además, estuvo dentro del rango < 120% permitido por la NTP de helados.

Cuadro 16. Prueba de Duncan para el overrun del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano

Harina de kiwicha (%)	Pulpa de arándano (%)	Subgrupos				
		1	2	3	4	5
1	10	20.17				
1	15		18.76			
3	10			17.37		
3	15				15.99	
5	10				14.93	
5	15					12.69

4.5. Efecto de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi sobre la viscosidad aparente en un helado tipo crema

En la Figura 9, se presenta la viscosidad aparente en función de la adición de la harina de kiwicha y pulpa de arándano, reportándose valores desde 219.80 hasta 3915.75 mPa.s. Se observa una tendencia definida; en la cual al aumentar la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano, incrementa la viscosidad aparente en el helado tipo crema. Los datos de la viscosidad aparente del helado tipo crema se encuentran en el Anexo 5.

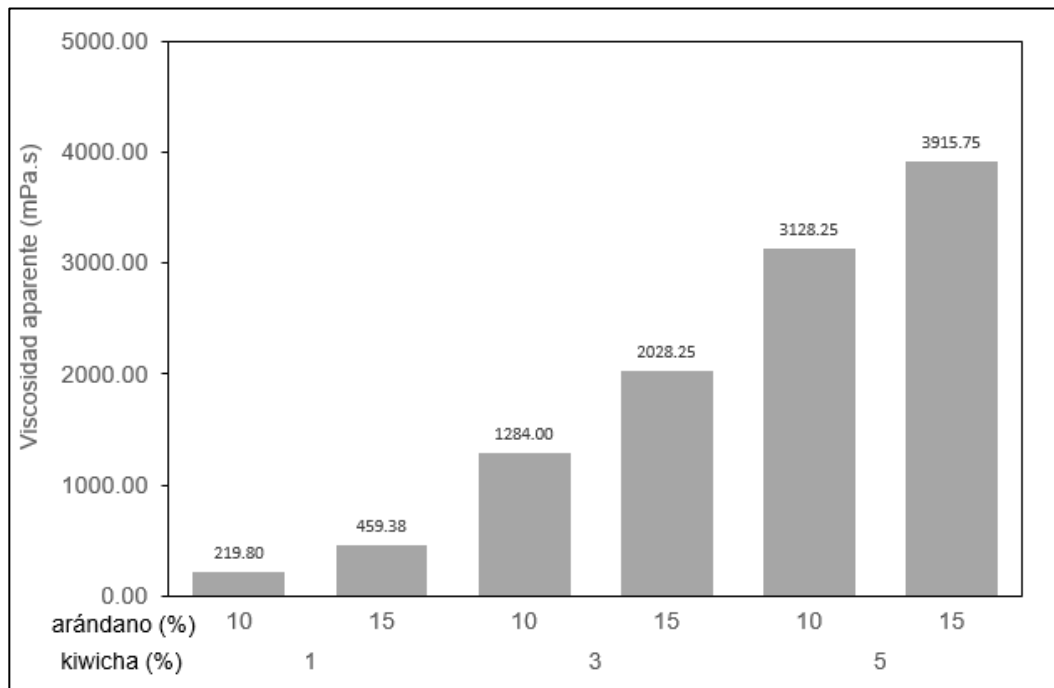


Figura 9. Viscosidad aparente en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema.

Atallah y Hassan (2017) mencionan que el incremento de la viscosidad en helados tipo crema se ve influenciado por la incorporación de fibra cruda en la mezcla, lo que al parecer permite la absorción parcial y retención del

agua libre como agua de hidratación. Quiroz (2019) obtuvo una viscosidad creciente a medida que aumentaron las concentraciones de pulpa de naranja (0.5 y 1.0%) en el helado tipo crema, reportando valores de 333 hasta 427 mPa.s. La misma tendencia fue observada por Dervisoglu y Yazici (2016) quienes obtuvieron valores de 216.6, 261.1 y 342.1 mPa.s, en helado tipo crema con adiciones de pulpa de cítricos (0.4, 0.8 y 1.2%); mencionando que este comportamiento se vio influenciado por la incorporación de la fibra soluble a la mezcla láctea; provocando retención de la humedad y por ende mayor viscosidad. Palomino (2022) elaboró helado tipo crema con hojuelas de kiwicha desde 0 hasta 20% mencionando que existió un incremento de la viscosidad aparente con valores de 297.73 a 7321.13 mPa.s atribuyendo esta tendencia a un posible incremento de los sólidos no grasos lácteos, como las proteínas que aumentan la viscosidad. Kurt y Atalar (2018) indicaron que las proteínas forman una matriz de gel más estable debido a su alta propiedad de retención y unión de agua, además, sus propiedades funcionales como gelificación, emulsificación y espesamiento pueden contribuir al incremento de la viscosidad en los helados.

Romero (2016) precisa que los polisacáridos (almidón y pectina) aportan una excelente incorporación y distribución uniforme del aire, aumentando la textura y estabilidad durante el almacenamiento del helado, mediante la interacción proteína–polisacárido formando una red tridimensional.

Ramírez y Pacheco (2017) indican que la variación de la viscosidad en harinas de cereales se debe al alto contenido de fibra insoluble y bajo contenido de fibra soluble (en caso de kiwicha el 32.2% es fibra insoluble y el 4.8% es fibra soluble), así como también al proceso de elaboración, tamaño de partícula y concentración usada.

Tekin y otros (2017) indican que durante el tiempo de maduración del helado; el aumento de proteínas puede provocar la absorción de mayores cantidades de agua libre; por tanto, aumenta la viscosidad en el helado tipo crema. Guler-Akin y otros (2021) determinaron que a medida que aumenta la concentración de aislado de proteína de arveja, aumenta la viscosidad de la mezcla de 2738 a 10322 mPa.s.

En el Cuadro 17, se presenta la prueba de Levene aplicada a la viscosidad aparente en un helado tipo crema, la cual determino la existencia de homogeneidad de varianza ($p > 0.05$).

Cuadro 17. Prueba de Levene para la viscosidad aparente en el helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano

Variable	Estadístico de Levene	p
Viscosidad aparente (mPa.s)	1.450	0.255

En el Cuadro 18, se presenta el análisis de varianza para la viscosidad aparente del helado tipo crema, denotando que la adición de harina de kiwicha y la pulpa de arándano presentaron efecto significativo ($p < 0.05$).

Cuadro 18. Análisis de varianza para la viscosidad aparente del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano

Variable	Fuente de variación	Grados de libertad	Suma de cuadrados	Media cuadrática	F	p
Proteínas (%)	Arándano	1	2091728.17	2091728.17	834.39	0.000
	Kiwicha	2	40913359.50	20456679.80	8160.17	0.000
	Interacción	2	371192.82	185596.41	74.03	0.000
	Error	18	45124.10	2506.89		
	Total	23	43421404.60			

En el Cuadro 19, se presenta la prueba de Duncan aplicada a la viscosidad aparente del helado tipo crema. Esta prueba indica que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotados por la formación de subgrupos. En el subgrupo 4, el tratamiento con adición 3% harina de kiwicha y 10% pulpa de arándano reportando una viscosidad de 1284.0 mPa.s, valor cercano a los reportado por Palomino (2022) en la adición 10% de pulpa de arándano y 2% de hojuelas de kiwicha con 1202.8 mPa.s

Cuadro 19. Prueba de Duncan para la viscosidad aparente del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano

Harina de kiwicha (%)	Pulpa de arándano (%)	Subgrupos					
		1	2	3	4	5	6
5	15	3915.80					
5	10		3128.30				
3	15			1945.00			
3	10				1284.00		
1	15					459.40	
1	10						219.80

4.6. Efecto de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi sobre la aceptabilidad general en un helado tipo crema

En la Figura 10, se muestran el promedio y moda de los tratamientos en la aceptabilidad general en función de la adición de la harina de kiwicha y pulpa de arándano en el helado tipo crema. Se observa mayor aceptación en el tratamiento con la adición de harina de kiwicha al 1% y pulpa de arándano al 15%, reportando promedio de 7.52 puntos; seguido el tratamiento con la adición de harina de kiwicha al 3% y pulpa de arándano al 10%, reportando promedio de 7.28 puntos, ambos tratamientos con moda de 8 puntos (“me agrada mucho”). Los datos de la aceptabilidad general del helado tipo crema se encuentran en el Anexo 6.

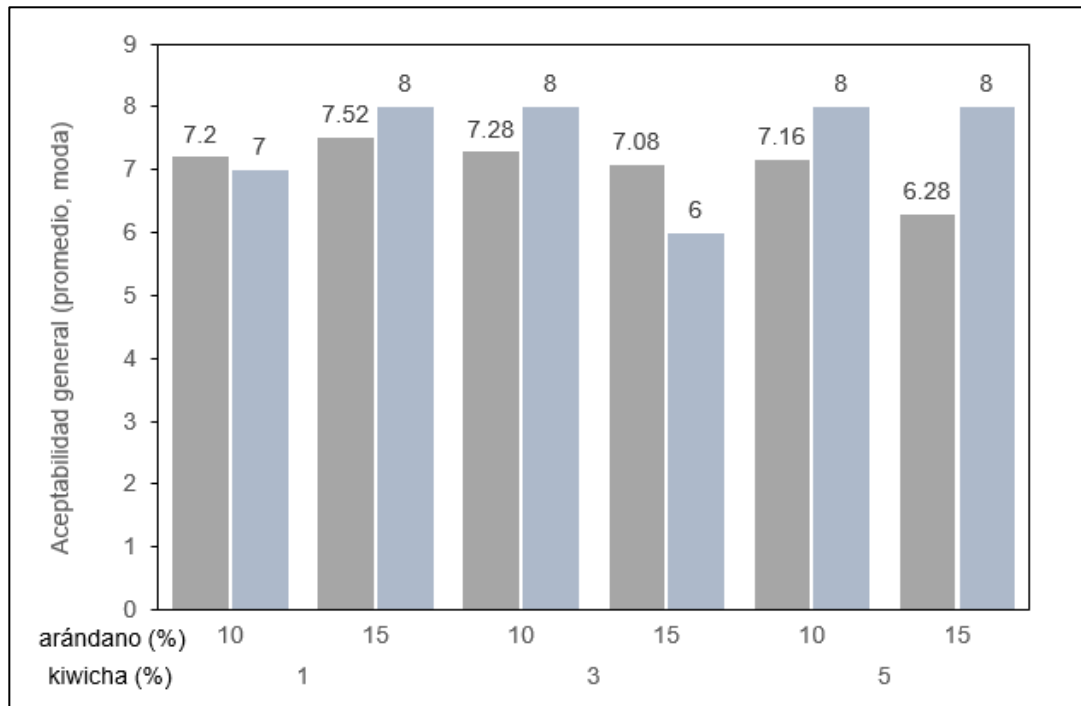


Figura 10. Aceptabilidad general (promedio, moda) en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema.

Se observa como tendencia, que a mayor adición de harina de kiwicha en las formulaciones de helado tipo crema, disminuyó la aceptabilidad general. Esto podría deberse a las propiedades sensoriales de la kiwicha, principalmente, al sabor y aroma del cereal; sin embargo, el sabor agridulce del arándano ayuda a disminuir dichas características del cereal, debido a los compuestos fenólicos del fruto (taninos). Además, los panelistas indicaron que el arándano aporta un sabor agradable natural al helado. La adición de la pulpa de arándano aumentó las propiedades de color y estos resultados están de acuerdo con los resultados de la investigación, ya que los panelistas hicieron mención de la tonalidad de los diferentes tratamientos; y el nivel de aceptación está relacionada con la textura y el sabor. El sabor es una característica sensorial detectada por los receptores de la lengua y la nariz, y la textura se define en la boca durante su consumo (Hasan y Kassem, 2018).

Investigaciones indican que la adición de harina y/o hojuela de kiwicha tiende a disminuir la aceptabilidad general en el helado; en cantidades superiores sobre 5%, dependiendo de la formulación base del producto lácteo. Palomino (2022) adición de pulpa de arándano (5 y 10%) y hojuelas de kiwicha (1, 1.5% y 2%) en el helado tipo crema, encontrándose que la adición 10% de pulpa de arándano y 2% de hojuelas de kiwicha presentó mayor aceptabilidad general con 8 puntos (me agrada bastante), obteniendo un helado con aroma agradable a la fruta. Además, Romero (2016) elaboro helado tipo crema con adición de harina de kiwicha (2, 4 y 6%), determinándose que la formulación de harina de kiwicha al 4% presento mayor aceptabilidad general con 8 puntos (me agrada bastante).

Los panelistas han percibido un sabor más ligero entre tratamientos con mayor adición de pulpa de arándano y harina de kiwicha, debido a que el sabor y aroma de los ácidos orgánicos predominan en las frutas; y el aporte de la fibra cruda, aporta dureza al helado y la disminución de la percepción de los cristales de hielo, lo que afectó la preferencia de los panelistas y su aceptación general (Sánchez y Tanta, 2020).

La incorporación de aire y el tiempo de derretimiento durante el proceso de elaboración, proporciona una ligera textura y cremosidad en el helado (Yanqilar, 2015). Con la adición de pulpa de arándano tuvo un aumento en la viscosidad, disminución del overrun y desaprobación por parte de los panelistas, ya que disminuía las características propias de un helado tipo crema con mayor concentración de pulpa de arándano.

En el Cuadro 20, se presenta la prueba de Friedman para la aceptabilidad general del helado tipo crema, demostrando que existió efecto significativo ($p < 0.05$) entre las adiciones de harina de kiwicha y pulpa de arándano. Entre los tratamientos, el que presento mayor rango promedio con 7.0 y moda de 8 puntos (correspondiente a me agrada mucho) tenemos al

tratamiento con adición de harina de kiwicha al 1% y pulpa de arándano al 15%.

Palomino (2022) menciona que las hojuelas de kiwicha aporta un sabor característico a cereal y la grasa láctea característico aportado por la formulación del producto lácteo, se obtiene un sabor equilibrado entre el cereal y la leche, obteniendo un sabor “dulce” que favorece ligeramente la aceptabilidad por parte de los consumidores.

Cuadro 20. Prueba de Friedman para la aceptabilidad general del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano

Tratamiento		Rango promedio	Promedio	Moda
Harina de kiwicha (%)	Pulpa de arándano (%)			
1	10	7.50	7.20	7
1	15	7.00	7.52	8
3	10	7.00	7.28	8
3	15	6.00	7.08	6
5	10	7.00	7.16	8
5	15	5.50	6.28	8
Chi ²			14.120	
P			0.015	

En el Cuadro 21, se presenta la prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general del helado tipo crema, empleada para obtener información complementaria a la prueba de Friedman, cuando resulta significativa, comparándose todos los tratamientos por pares. Además, demostró estadísticamente que el tratamiento con mayor aceptación (harina de kiwicha al 1% y pulpa de arándano al 15%) y el tratamiento con harina de kiwicha al 5% y pulpa de arándano al 15%; mostraron diferencia significativa ($p < 0.05$) con excepción del resto de tratamiento que hubo semejanzas y pudiéndose elegir cualquiera de estos tratamientos.

Cuadro 21. Prueba de Wilcoxon para la aceptabilidad general del helado tipo crema con harina de kiwicha y pulpa de arándano

Tratamiento	Tratamientos		z	p
	Harina de kiwicha (%)	Pulpa de arándano (%)		
	1	10	-4.02	0.134
Harina de kiwicha al 1% - pulpa de arándano al 15%	3	10	-4.07	0.365
	3	15	-3.93	0.236
	5	10	-3.99	0.211
	5	15	-3.37	0.000

V. CONCLUSIONES

Se determinó que existe efecto significativo en la adición de la harina de kiwicha y pulpa de arándano sobre el contenido de sólidos solubles, proteínas, fibra cruda, overrun, viscosidad aparente y aceptabilidad general de un helado tipo crema.

Se determinó que la mayor aceptabilidad general, en el helado tipo crema se obtuvo con el tratamiento 1% de harina de kiwicha y 10% de pulpa de arándano obteniendo un overrun (20.17%), contenido de sólidos solubles (35.33 °Brix), contenido de proteínas (1.45%), fibra cruda (3.12%) y viscosidad aparente (219.8 mPa.s).

VI. RECOMENDACIONES

Aplicar metodología de Diseño de Mezclas para optimizar la formulación en la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano en el helado tipo crema.

Emplear otros cereales andinos como avena, quinua y leguminosas como tarwi, soya en la formulación de helado tipo crema.

Determinar la cinética de deterioro a diferentes temperaturas y la vida útil del helado tipo crema elaborada a base de pulpa deshidratada de berries (sauco, fresa, cereza, mora y otros).

VII. REFERENCIAS

Abrate, F. 2017. Evaluación de la estabilidad en helados de crema utilizando diferentes tipos de proteínas. Tesis para obtener el Título Profesional de Magister en Tecnología de los Alimentos. Universidad Católica de Córdoba.

Andina. 2021. Producción de arándano en el Perú. Agencia Peruana de Noticias. Fecha de búsqueda: 10/10/2022. <https://andina.pe/agencia/noticia-produccion-arandano-el-peru-crecio-23-octubre-2021-874455.aspx>

ADEX. 2021. Arándano a Bangkok, Tailandia. Perfil Mercado. Ministerio de Relaciones Exteriores. Fecha de búsqueda 11/10/2022. <https://www.cien.adexperu.org.pe/wp-content/uploads/2021/06/Perfil-Mercado-de-Ar%C3%A1ndanos-a-Tailandia.pdf>

Alva, K. 2018. Efecto de la proporción de pulpa de arándano variedad Biloxi:pulpa de fresa variedad Chandler:jugo de uva variedad Italia sin pepa en las características fisicoquímicas y sensoriales de un jugo mixto de frutas. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Cesar Vallejo.

Anzaldúa-Morales, A. 2005. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. Segunda edición. Edit. Acribia S.A. Zaragoza, España.

AOAC. 1999. AOAC 992.23 Protein content in Foods. 13° Edition. Association of Official Analytical Chemists, Washington DC.

Arshad, U., Huma, N., Ehsan, B., Jabbar, K. y Khurram, A. 2013. Effect of different concentrations of strawberry pulp on the properties of ice cream. *International Journal of Agriculture and Biology*, 5(4): 635-639.

Atallah, A. y Hassan, B. 2017. Preparation of non-dairy soft ice milk with soymilk. *Advances in Dairy Research*, 5: 172-181.

Burgos, V. y del Castillo, V. 2021. Uso de kiwicha precocinada para la elaboración de barras funcionales. *Revista Chilena de Nutrición*, 48(3): 307-318.

Castulovich, B. y Franco, J. 2018. Efecto de agentes estabilizantes en jugo de piña y coco edulcorado. *Tecnológico*, 9(1): 21-26.

Chamorro, R., Repo, R., Ccapa, K., Quispe, F. 2018. Composición química y compuestos bioactivos de treinta accesiones de kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.). *Revista de la Sociedad Química del Perú*, 84(3): 362-375.

Cerón-Fernández, C., Guerra, L., Legarda, J., Enríquez, M. y Pismag, Y. 2016. Effect of extrusion on the physicochemical characteristics of quinoa flour. *Biotecnología en el Sector Agropecuario y Agroindustrial*, 14(2): 92-99.

Cortez, R. 2018. Polifenoles totales, vitamina C y actividad antioxidante de láminas deshidratadas de pulpa de arándano (*Vaccinium corymbosum*) y manzana (*Malus domestica*) utilizando goma xantana. Tesis para obtener Título Profesional de Ingeniero Agroindustrial. Universidad Nacional del Centro del Perú.

Cubas, M. 2020. Efecto de la concentración de la panela y harina de kiwicha en la aceptabilidad de un yogurt. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Pedro Ruiz Gallo. Perú.

Da Silva, J., Klososki, S., Silva, R., Raices, R., Silva, M., Freitas, M. y Pimentel, T. 2020. Passion fruit-flavored ice cream processed with water-soluble extract of rice by-product: What is the impact of the addition of different prebiotic components? *Lwt*, 128 (1), 109472.

Dervisoglu, M. y Yazici, F. (2016). The effect of citrus fibre on the physical, chemical and sensory properties of ice cream. Ondokuz Mayıs University. Samsun, Turkey.

Díaz, J. 2020. *Propiedades Nutricionales y Funcionales de los Alimentos*. Editorial Carolina. ISBN: 978-612-4308-28-4.

Echeverri, O. 2021. Alimentos funcionales. *Universitas Científica*, 24(1), 8-11. Recuperado de: [https://revistas.upb.edu.co/index.php/universitas/article /view/7399](https://revistas.upb.edu.co/index.php/universitas/article/view/7399)

Franceschinis, E., Santomaso, A., Trotter, A. y Realdon, N. 2014. High shear mixer granulation using food grade binders with different thickening power. *Food Research International*, 64: 711-717.

Gestión. (2021). Consumo de helado crece 1.8 litros al año. Lima, Perú: Diario Gestión. Recuperado de <https://gestion.pe/economia/empresas/peruanos-consumen-18-litros-de-helado-al-ano-noticia/>

García, S. y Tironi, V. 2015. Application of amaranth protein isolate and hydrolysate on a reduced salt fish restructured product: antioxidant properties, textural and microbiological effects. *International Journal Food Science and Technology*, 50: 1452–1460.

Gösta, B. 1996. *Manual de Industrias Lácteas*. Lund, Suecia: Mundi Prensa Libros.

Guler-Akin, B., Avkan, F., y Akin, M. S. 2021. A novel functional reduced fat ice cream produced with pea protein isolate instead of milk powder. *Journal of Food Processing and Preservation*, 45(11), e15901.

Gutiérrez, L. 2019. Efecto de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en helado tipo crema de vainilla. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego.

Hasan, G. y Kassem, S. 2018. Características físicas del helado con sustitución de la leche en polvo por diferentes harinas de cereales. *Revista de Agricultura de Mesopotamia*, 46(2): 278-291.

Ibáñez, R. y Maceda, J. 2020. Efecto del nitrógeno líquido y estabilizantes en los parámetros del proceso de elaboración de helado artesanal de fresa. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Industrial y Comercial. Universidad San Ignacio de Loyola.

Ilansuriyan, P. y Shanmugam, M. 2018. Rheological, physiochemical and sensory properties of no fat to high fat ice creams samples prepared using stabilizer/emulsifier blends created with liquid and powder polysorbate-80. *International Food Research Journal*, 25(6): 2579–2584.

INDECOPI. 2006. Norma Técnica Peruana 202.057. Leche y productos lácteos: Helados, requisitos. 2da Edición. Lima, Perú.

Jaimés, S., Ramírez, J. y Rodríguez, A. 2017. Estabilizantes más utilizados en helados. *Heladería Panadería Latinoamericana*, 251: 66-75.

Karaman, S., Toker, O., Yuksel, F., Cam, M., Kayacier, A. y Dogan, M. 2014. Physicochemical, bioactive and sensory properties of persimmon-based cream technique for order preference by similarity to ideal solution to determine optimum concentration. *Journal of Dairy Science*, 97(1): 97-110.

Khalifa, S. 2020. The Use of Quinoa and Chia to Improve the Functional Properties and Enhance the Health Benefits of Soft-Serve Ice Milk and Ice Cream. *Ismailia Journal of Dairy Science and Technology*, 7(1): 31-44.

Melati, J., Lucchetta, L., Prado, N., Oliveira, D. y Tonial, I. 2021. Physical and sensory characteristics of salty cereal bar with different binding agents. *Food Science and Technology*, 41(1): 150-154.

Meléndez- Jácome, M., Flor-Romero, L., Sandoval, M., Vásquez, W. y Racines, M. 2021. *Vaccinium* spp.: Karyotypic and phylogenetic characteristics, nutritional composition, edaphoclimatic conditions, biotic factors and beneficial microorganisms in the rhizosphere. *Scientia Agropecuaria*, 12(1): 109-120.

Milliatti, M. y Lannes, S. 2018. Impact of stabilizers on the rheological properties of ice creams. *Food Science and Technology*, 38(4): 733–739. Recuperado de: <https://doi.org/10.1590/fst.31818>

Ministerio de Agricultura y Riego. 2020. El arándano en la Producción, Comercio y Perspectivas - Dirección General de Políticas Agrarias, Dirección de Estudios Económicos e Información Agraria, Lima – Perú.

Mohammed, N., Muhialdin, B. y Meor Hussin, A. 2020. Characterization of nanoemulsion of *Nigella sativa* oil and its application in ice cream. *Food Science and Nutrition*, 8(6): 2608–2618. Recuperado de: <https://doi.org/10.1002/fsn3.1500>

Molina, M. y África, M. 2019. La fibra dietética procesada como alimento funcional. *Ámbito farmacéutico Nutrición*, 26(1): 70-78.

Noor, A., Mokhtar, M., Rafiqul, Z. y Pramod, M. 2012. Understanding color models. *Journal of Science and Technology*, 2(3): 265–275.

Ochoa, C. 2012. Formulación, elaboración y control de calidad de barras energéticas a base de miel y avena para la empresa Apicare. Tesis para obtener el Título Profesional en Bioquímico Farmacéutico. Escuela superior politécnica de Chimborazo. Riobamba, Ecuador.

Kurt, A. y Atalar, I. 2018. Effects of quince seed on the rheological, structural and sensory characteristics of ice cream. *Food Hydrocolloids*, 82: 186–195.

Palma-Santana, S., Espinoza, J., Flores, L. y Reyna, K. 2020. Ice cream processing with different concentrations of soy milk. *Revista Espamciencia*, 11(2): 120-130.

Palomino, M. 2022. Adición de hojuelas de kiwicha (*Amaranthus caudatus*) al helado tipo crema y su efecto en las características fisicoquímicas, funcionales y sensoriales. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional San Cristóbal de Huamanga. Ayacucho, Perú.

Pilco, S. 2021. Elaboración de una bebida a base de granos andinos: quinua y kiwicha. Tesis para obtener el Grado de Doctor en Ciencia de Alimentos. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.

Quiroz, J. (2019). 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 Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Ramírez-Navas, J., Rengifo, C. y Rubiano, A. (2015). Parámetros de calidad en helados. Universidad del Valle. Colombia.

Reyna, K., Santana, P., Zambrano, E., y Holguin, F. 2020. Elaboración de helado con diferentes concentraciones de leche de soya (*Glycine max*). Revista Espamciencia, 11(2), 120-130.

Rodríguez-Larrain, C. 2020. Efecto de la adición de harina de cáscara de espárrago (*Asparagus officinalis*) sobre la viscosidad aparente, el overrum, la viabilidad de bifidobacterias y aceptabilidad general en un helado de mango. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Perú.

Rodríguez, W. (2014). Efecto de dos concentraciones de crema de leche (6 y 8%) y tres concentraciones de pulpa de aguaymanto (10, 20 y 30%) sobre el overrun, viscosidad y aceptabilidad general del helado tipo crema. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego.

Romero, C. 2016. Sustitución de sólidos no grasos lácteos por harina de amaranto (*Amaranthus caudatus*) en helados de crema. Tesis para obtener el título profesional de Ingeniero en Alimentos. Universidad de la Salle. Bogotá, Colombia.

Rudi, J. y Fitri, N. 2018. CMC addition effect on characteristics of ice cream made from passion fruit and Young coconut juices. Jurnal Technoly and Industri Hasil Pertanian, 24(1): 51-60.

Sánchez, D. y Tanta, M. 2020. Comparación de la actividad antihemolítica y antioxidante in vitro entre el fruto de pasiflora y el fruto de arándano. Tesis para obtener Título Profesional de Farmacia y Bioquímica. Universidad Privada Antonio Guillermo Urrelo. Cajamarca.

SENASA. 2021. Producción de arándano en La Libertad. Recuperado de: <https://www.senasa.gob.pe/senasacontigo/la-libertad-primera-region-productora-de-arandanos-inicio-con-exito-campana-de-exportacion-2021-2022/>

Sivasankari, R., Hemalatha, G., Amutha, S., Murugan, M., Vanniarajan, C., y Umamaheswari, T. 2019. Physical and sensory properties of ice cream as influenced by pulse protein concentrates. European Journal of Nutrition & Food Safety, 9(4), 322-328.

Suárez, M., Gil, J. y Penagos, P. 2019. Incorporación de un agente aglutinante en el proceso de granulación de un producto instantáneo de chocolate y su efecto sobre la resistencia mecánica. *Revista de la Asociación Colombiana de Ciencia y Tecnología de Alimentos*, 27(46): 62-76.

Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. 2017. Ministerio de Salud. Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Fecha de búsqueda: 11/08/2022.

<https://repositorio.ins.gob.pe/xmlui/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-QR.pdf?sequence=3&isAllowed=y>

Tekin, E., Cai, Z., Sahin, S. y Sumnu, G. 2017. Physicochemical, rheological and sensory properties of low-fat ice cream designed by double emulsions. *European Journal of Lipid Science and Technology*, 2: 1–32.

Torrejón, C. 2020. Efecto de la mezcla de pulpa de banano seda Gross Michell, residuos de pulpa de naranja Valencia en polvo y leche entera sobre las características fisicoquímicas y aceptabilidad general de un helado tipo crema. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego.

Verduga, K., Santamaría, J., Gordillo, G. y Montero, C. 2022. Sacha inchi energy bars: formulation optimization with statistical mix design. *Enfoque UTE Revista*, 13(1): 58-72. Recuperado de: <https://doi.org/10.29019/enfoqueute.783>

Vieira, S., Aguiar, R., Silvia, A., Braga, S., Ribeiro, E. y Teixeira, S. 2016. Development of ice creams with acerola pulp source of vitamin C. IV International Technical Symposium. Brasil.

Villanueva, R. 2019. Fibra dietaría: una alternativa para la alimentación. *Ingeniería Industrial*, 37:229-249. Recuperado de: <https://doi.org/10.26439/ing.ind2019.n037.4550>

Yangilar, F. 2015. Effects of green banana flour on the physical, chemical and sensory properties of ice cream. *Food Technology and Biotechnology*, 53(3): 315-323.

Zurita, B. y de la Vega, H. 2020. Elaboración de un helado de crema de leche sabor a mora, sin azúcar añadida y con funcionalidad probiótico. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniería en Alimentos. Universidad San Francisco de Quito.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Valores de los sólidos solubles en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema

Harina de kiwicha (%)	Pulpa de arándano (%)	Repetición	Sólidos solubles (°Brix)
1	10	1	35.50
		2	35.30
		3	35.00
		4	35.50
		Promedio	35.33
1	15	1	36.70
		2	36.70
		3	36.40
		4	36.00
		Promedio	36.45
3	10	1	35.50
		2	35.70
		3	35.60
		4	35.30
		Promedio	35.53
3	15	1	36.90
		2	36.60
		3	36.50
		4	36.80
		Promedio	36.70
5	10	1	36.20
		2	36.30
		3	36.20
		4	36.40
		Promedio	36.28
5	15	1	36.80
		2	36.90
		3	36.90
		4	36.70
		Promedio	36.83

Anexo 2. Valores del contenido de proteínas en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema

Harina de kiwicha (%)	Pulpa de arándano (%)	Repetición	Proteínas (%)
1	10	1	1.35
		2	1.67
		3	1.55
		4	1.21
		Promedio	1.45
1	15	1	1.67
		2	1.92
		3	1.48
		4	1.68
		Promedio	1.69
3	10	1	2.56
		2	2.70
		3	2.41
		4	2.49
		Promedio	2.54
3	15	1	2.42
		2	2.60
		3	2.48
		4	2.54
		Promedio	2.51
5	10	1	3.46
		2	3.25
		3	3.34
		4	3.29
		Promedio	3.34
5	15	1	3.52
		2	3.46
		3	3.39
		4	3.25
		Promedio	3.40

Anexo 3. Valores de la fibra cruda en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema

Harina de kiwicha (%)	Pulpa de arándano (%)	Repetición	Fibra cruda (%)
1	10	1	3.07
		2	3.12
		3	3.18
		4	3.11
		Promedio	3.12
1	15	1	3.25
		2	3.32
		3	3.37
		4	3.31
		Promedio	3.31
3	10	1	3.32
		2	3.30
		3	3.27
		4	3.31
		Promedio	3.30
3	15	1	3.51
		2	3.48
		3	3.49
		4	3.50
		Promedio	3.50
5	10	1	3.41
		2	3.41
		3	3.48
		4	3.43
		Promedio	3.43
5	15	1	3.73
		2	3.66
		3	3.70
		4	3.68
		Promedio	3.69

Anexo 4. Valores del overrun en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema

Harina de kiwicha (%)	Pulpa de arándano (%)	Repetición	Sólidos solubles (°Brix)
1	10	1	19.15
		2	20.27
		3	19.71
		4	21.56
		Promedio	20.17
1	15	1	18.32
		2	19.01
		3	18.96
		4	18.74
		Promedio	18.76
3	10	1	17.84
		2	16.96
		3	17.56
		4	17.12
		Promedio	17.37
3	15	1	15.91
		2	16.08
		3	16.08
		4	15.87
		Promedio	15.99
5	10	1	15.25
		2	14.57
		3	15.02
		4	14.89
		Promedio	14.93
5	15	1	12.96
		2	12.51
		3	12.50
		4	12.78
		Promedio	12.69

Anexo 5. Valores de la viscosidad aparente en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema

Harina de kiwicha (%)	Pulpa de arándano (%)	Repetición	Viscosidad aparente (mPa.s.)
1	10	1	220.60
		2	221.30
		3	221.90
		4	215.40
		Promedio	219.80
1	15	1	437.50
		2	450.00
		3	462.50
		4	487.50
		Promedio	459.38
3	10	1	1273.00
		2	1275.00
		3	1288.00
		4	1300.00
		Promedio	1284.00
3	15	1	1925.00
		2	1963.00
		3	2188.00
		4	2037.00
		Promedio	2028.25
5	10	1	3100.00
		2	3125.00
		3	3138.00
		4	3150.00
		Promedio	3128.25
5	15	1	3888.00
		2	3912.00
		3	3925.00
		4	3938.00
		Promedio	3915.75

Anexo 6. Valores de la aceptabilidad general en función de la adición de harina de kiwicha y pulpa de arándano variedad Biloxi en un helado tipo crema

Harina de kiwicha (%)	1	1	3	3	5	5
Pulpa de arándano (%)	10	15	10	15	10	15
Panelistas						
1	7	6	8	9	8	8
2	7	8	8	6	9	4
3	8	6	6	8	6	7
4	7	8	8	6	9	5
5	7	9	5	7	8	6
6	7	9	8	7	9	5
7	7	6	8	5	8	6
8	6	9	7	5	6	8
9	6	8	6	7	5	8
10	9	8	7	9	8	8
11	8	8	8	9	7	6
12	8	9	6	8	6	6
13	9	8	7	9	5	4
14	7	6	8	8	8	7
15	6	5	7	8	8	8
16	8	6	7	9	8	6
17	8	7	7	6	7	5
18	6	9	6	3	8	8
19	6	8	9	6	5	7
20	7	8	8	6	7	8
21	7	6	8	6	7	4
22	6	7	8	6	8	8
23	6	8	8	9	5	3
24	8	8	6	9	7	6
25	9	8	8	6	7	6
26	7	6	8	9	8	8
27	7	8	8	6	9	4
28	8	6	6	8	6	7
29	7	8	8	6	9	5
30	7	9	5	7	8	6

31	7	9	8	7	9	5
32	7	6	8	5	8	6
33	6	9	7	5	6	8
34	6	8	6	7	5	8
35	9	8	7	9	8	8
36	8	8	8	9	7	6
37	8	9	6	8	6	6
38	9	8	7	9	5	4
39	7	6	8	8	8	7
40	6	5	7	8	8	8
41	8	6	7	9	8	6
42	8	7	7	6	7	5
43	6	9	6	3	8	8
44	6	8	9	6	5	7
45	7	8	8	6	7	8
46	7	6	8	6	7	4
47	6	7	8	6	8	8
48	6	8	8	9	5	3
49	8	8	6	9	7	6
50	9	8	8	6	7	6
Promedio	7.2	7.52	7.28	7.08	7.16	6.28
rango promedio	7.5	7	7	6	7	5.5
moda	7	8	8	6	8	8