

UNIVERSIDAD PRIVADA ANTENOR ORREGO
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS



Efecto de la adición de harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* A.) y fibra cítrica en polvo sobre las características fisicoquímicas y sensoriales en helado tipo crema de vainilla

TESIS PARA OBTENER EL TÍTULO PROFESIONAL DE:

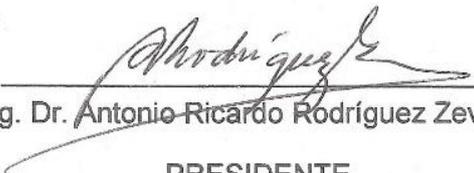
INGENIERA EN INDUSTRIAS ALIMENTARIAS

LILIAN PAOLA GUTIÉRREZ ESQUIVEL

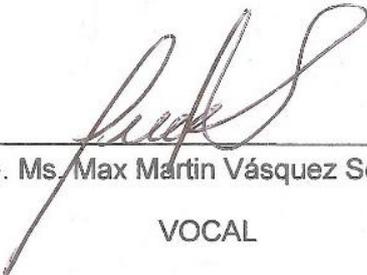
TRUJILLO, PERÚ

2019

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


Ing. Dr. Antonio Ricardo Rodríguez Zevallos
PRESIDENTE


Ing. Ms. Luis Francisco Márquez Villacorta
SECRETARIO


Ing. Ms. Max Martín Vásquez Senador
VOCAL


Ing. Ms. Carla Consuelo Pretell Vásquez
ASESOR

DEDICATORIA

Dedico esta tesis principalmente a Dios, por haberme dado la vida y permitirme el haber llegado hasta este momento tan importante de mi formación profesional. A mi madre, Olga Esquivel Barbarán, por ser el pilar más importante de mi vida y por demostrarme siempre su cariño y apoyo incondicional, siendo mi ejemplo a seguir, demostrándome que con esfuerzo y dedicación se logran grandes cosas. A mi padre, Pablo Gutiérrez Villareal, quien, con su amor y paciencia me ha permitido llegar a cumplir hoy un sueño; gracias mamá y papá por haber inculcado en mí el ejemplo de esfuerzo y valentía, de no temer las adversidades porque Dios está siempre conmigo.

A mis hermanos Jessica y Jefferson por su cariño y apoyo incondicional, durante todo este proceso, por estar conmigo en todo momento, gracias. A toda mi familia porque con sus oraciones, consejos y palabras de aliento hicieron de mí una mejor persona y de una u otra forma me acompañan en todos mis sueños y metas.

AGRADECIMIENTO

Agradezco a Dios por guiarme en mi camino y por permitirme concluir con éxito mis metas propuestas, bendiciéndome en cada paso que doy.

A mis padres Olga y Pablo quienes son mi motor y mi mayor inspiración, que a través de su amor y consejos me permitieron alcanzar un objetivo más en la vida, ayudándome a dar un paso más en mi formación profesional.

Agradezco a los docentes de la carrera de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la facultad de Ciencias agrarias de la Universidad Privada Antenor Orrego, en especial a mi asesora de Tesis, la Ing. Ms. Carla Pretell Vásquez por haberme tenido paciencia y haberle puesto toda su dedicación durante el desarrollo de la tesis y formar parte de otro objetivo alcanzado, Gracias por haberme brindado su amistad y apoyo a través de sus consejos, sus conocimientos científicos, para culminar mis estudios con éxito.

A mi novio Erick, por ser esa persona especial que a través de sus consejos y su paciencia me ayudo a concluir esta meta. Por ser el apoyo incondicional en mi vida, que, con su amor y respaldo, me ayuda alcanzar mis objetivos.

A mis amigos y futuros colegas que estuvieron conmigo en las buenas y las malas durante toda nuestra época universitaria, que me ayudaron de una manera desinteresada, gracias infinitas por toda su ayuda y buena voluntad.

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.....	xii
RESUMEN.....	xiii
ABSTRACT.....	xiv
I.INTRODUCCIÓN	1
II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA.....	4
2.1. Cañihua... ..	4
2.1.1. Generalidades.....	4
2.1.2. Composición química y nutricional.....	4
2.1.3. Compuestos bioactivos	7
2.1.3.1. Fibra.....	7
2.1.3.2. Compuestos fenólicos.....	8
2.1.4. Usos de la cañihua.....	9
2.2. Fibra alimentaria.....	10
2.2.1. Fibra soluble.....	11
2.2.2. Fibra insoluble.....	11
2.3. Fibra cítrica.....	12
2.4. Helado	13
2.4.1. Generalidades.....	13
2.4.2. Clasificación	14
2.4.2.1. Helados tipo crema.....	14
2.4.2.2. Helados de leche	14

	Pág.
2.4.2.3. Helados de leche desnatada	15
2.4.2.4. Helados de frutas.....	15
2.4.2.5. Sorbetes	15
2.4.3. Ingredientes para helados.....	16
2.4.3.1. Leche	16
2.4.3.2. Agua	16
2.4.3.3. Grasa.....	16
2.4.3.4. Sacarosa.....	17
2.4.3.5. Estabilizantes.....	17
2.4.3.6. Emulsificantes.....	18
2.4.3.7. Aire	19
III. MATERIALES Y METODOS.....	20
3.1. Lugar de ejecución	20
3.2. Materia prima y materiales	20
3.3. Equipos e instrumentos.....	20
3.4. Metodología	21
3.4.1. Esquema experimental para la evaluación del helado tipo crema de vainilla con harina de cañihua y fibra cítrica en polvo	21
3.4.2. Procedimiento para la elaboración del helado tipo crema de vainilla con harina de cañihua y fibra cítrica en polvo	21
3.4.3. Formulación del helado tipo crema de vainilla con harina de cañihua y fibra cítrica en polvo	24
3.5. Métodos de análisis	24
3.5.1. Contenido de fibra cruda	24
3.5.2. Contenido de Proteínas.....	25
3.5.3. Overrun.....	26
3.5.4. Viscosidad aparente	27
3.5.5. Aceptabilidad general	27
3.6. Métodos estadísticos	27

	Pág.
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....	29
4.1. Efecto de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo sobre el contenido de fibra cruda en helado tipo crema de vainilla	29
4.2. Efecto de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo sobre las proteínas en helado tipo crema de vainilla.....	33
4.3. Efecto de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo sobre el overrun en helado tipo crema de vainilla	36
4.4. Efecto de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo sobre la viscosidad aparente en helado tipo crema de vainilla	40
4.5. Efecto de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo sobre la aceptabilidad general en helado tipo crema de vainilla	45
V. CONCLUSIONES.....	48
VI. RECOMENDACIONES	49
VII. BIBLIOGRAFIA	50
VIII. ANEXOS	55

ÍNDICE DE CUADROS

Pág.

Cuadro 1. Composición química de la cañihua y otros granos.....	5
Cuadro 2. Composición nutricional de granos de cañihua.....	6
Cuadro 3. Composición de aminoácidos en granos de cañihua.....	6
Cuadro 4. Rangos de contenido de fibra dietética de los granos andinos	8
Cuadro 5. Contenido de compuestos fenólicos (mg ácido gálico/100 g) de variedades de quinua y cañihua.....	9
Cuadro 6. Contenido de fibra dietética de residuos agroindustriales.....	11
Cuadro 7. Formulaciones para el helado tipo crema de vainilla	24
Cuadro 8. Prueba de Levene aplicada al contenido de fibra cruda en helado tipo crema de vainilla	31
Cuadro 9. Análisis de varianza aplicada al contenido de fibra cruda en helado tipo crema de vainilla	32
Cuadro 10. Prueba de Duncan aplicada al contenido de fibra cruda en helado tipo crema de vainilla	32
Cuadro 11. Prueba de Levene aplicada al contenido de proteínas en helado tipo crema de vainilla	35
Cuadro 12. Análisis de varianza aplicada al contenido de proteínas en helado tipo crema de vainilla	35
Cuadro 13. Prueba de Duncan aplicada al contenido de proteínas en helado tipo crema de vainilla	36
Cuadro 14. Prueba de Levene aplicada al overrun en helado tipo crema de vainilla.....	39
Cuadro 15. Análisis de varianza aplicada al overrun en helado tipo crema de vainilla.....	39
Cuadro 16. Prueba de Duncan aplicada al overrun en helado tipo crema de vainilla.....	40
Cuadro 17. Prueba de Levene aplicada a la viscosidad aparente en helado tipo crema de vainilla	42

Cuadro 18. Análisis de varianza aplicada a la viscosidad aparente en helado tipo crema de vainilla	43
Cuadro 19. Prueba de Duncan aplicada a la viscosidad aparente en helado tipo crema de vainilla	44
Cuadro 20. Prueba de Friedman aplicada a la aceptabilidad general en helado tipo crema de vainilla	46
Cuadro 21. Prueba de Wilcoxon aplicada a la aceptabilidad general en helado tipo crema de vainilla	47

ÍNDICE DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Esquema experimental para la evaluación del helado tipo crema de vainilla con harina de cañihua y fibra cítrica en polvo	22
Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración del helado tipo crema de vainilla con harina de cañihua y fibra cítrica en polvo	23
Figura 3. Ficha de evaluación para la prueba de aceptabilidad general del helado tipo crema de vainilla con harina de cañihua y fibra cítrica en polvo	28
Figura 4. Contenido de fibra en función de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo en helado tipo crema de vainilla.....	29
Figura 5. Proteínas en función de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo en helado tipo crema de vainilla.....	33
Figura 6. Overrun en función de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo en helado tipo crema de vainilla.....	37
Figura 7. Viscosidad aparente en función de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo en helado tipo crema de vainilla.....	41
Aceptabilidad general en función de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo en helado tipo crema de vainilla.....	45

ÍNDICE DE ANEXOS

Pág.

Anexo 1. Valores del contenido de fibra cruda (%) del helado tipo crema de vainilla con la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo.....	57
Anexo 2. Valores de las proteínas (%) del helado tipo crema de vainilla con la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo.....	57
Anexo 3. Valores del overrun (%) del helado tipo crema de vainilla con la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo	57
Anexo 4. Valores de la viscosidad aparente (mPa.s) del helado tipo crema de vainilla con la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo	58
Anexo 5. Valores de la aceptabilidad general del helado tipo crema de vainilla con la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo.....	59

RESUMEN

Se evaluó el efecto de dos adiciones (2 y 4%) de harina tostada de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* A.) y tres concentraciones (1, 2 y 3%) de fibra cítrica en polvo sobre el contenido de fibra cruda, proteínas, overrun, viscosidad y aceptabilidad general de un helado tipo crema de vainilla. Se trabajó con leche entera fresca y se realizó el siguiente proceso para la elaboración del helado; pesado, mezclado, pasteurizado, enfriado, madurado, batido, envasado y congelado. La prueba de Levene demostró homogeneidad de varianza para cada variable paramétrica y el análisis de varianza indicó un efecto significativo ($p < 0.05$) de la concentración de harina de cañihua y de fibra cítrica en polvo sobre el contenido de fibra cruda, proteínas, overrun y viscosidad aparente. Se determinó que el tratamiento con adición de harina de cañihua al 4% y fibra cítrica en polvo al 3% permitió obtener el mayor contenido de proteínas y fibra cruda, y el tratamiento con adición de harina de cañihua al 4% y fibra cítrica en polvo al 1% fue seleccionado como el mejor porque permitió obtener mayor overrun (59.72%) y viscosidad (219.83 mPa.s) y la mayor aceptabilidad general (moda 8) en el helado tipo crema de vainilla.

ABSTRACT

The effect of the addition of two concentrations (2 and 4%) of cañihua toasted flour (*Chenopodium pallidicaule* A.) and three concentrations (1, 2 and 3%) of citrus fiber powder on the content of crude fiber, proteins, overrun, viscosity and general acceptability of a vanilla cream type ice cream was evaluated. We worked with fresh whole milk and the following process was carried out for the elaboration of the ice cream; heavy, mixed, pasteurized, cooled, matured, beaten, packed and frozen. The Levene test showed homogeneity of variance for each parametric variable and the analysis of variance indicated a significant effect of the concentration of cañihua flour and citrus fiber powder on the content of crude fiber, proteins, overrun and apparent viscosity. It was determined that the treatment with addition of cañihua flour concentration to 4% and citrus fiber powder to 3% allowed to obtain the highest content of proteins and crude fiber, and the treatment with addition of the concentration of cañihua flour to 4% and citric fiber powder at 1% was selected as the best because it allowed to obtain the best overrun (59.72%) and viscosity (219.83 mPa.s), and the highest general acceptability (7.3 points) of a vanilla cream type ice cream

I. INTRODUCCIÓN

Un alimento funcional es aquél que se consume como parte de una dieta normal y contiene componentes biológicamente activos, que ofrecen beneficios para la salud, manteniendo un balance nutricional en el consumo diario y reduciendo el riesgo de sufrir enfermedades, dentro de estos alimentos funcionales se consideran los alimentos que contienen determinados minerales, vitaminas, ácidos grasos o fibra alimenticia, así como, los alimentos a los que se les han añadido sustancias biológicamente activas (proteínas, lípidos, fibra y otros), como antioxidantes, y los probióticos, prebióticos y simbióticos, que tienen cultivos vivos de microorganismos beneficiosos, además de sustancias de origen natural con efectos funcionales (micronutrientes y minerales y vitaminas) (Dublán y Montúfar, 2014).

El nuevo enfoque con respecto al consumo de estos alimentos ha impulsado a la industria alimentaria en desarrollar nuevos productos en heladería e identificar qué componentes pueden mejorar la salud, el bienestar y reducir el riesgo o retrasar la aparición de importantes enfermedades (FAO, 2018). Si estos componentes se aplican a un alimento, este se convierte en alimento funcional, y si se combinan con un estilo de vida sano, puede contribuir de forma positiva a mejorar la salud y el bienestar. Uno de ellos son las fibras, almacenadas en numerosas especies de plantas, vegetales, frutas y cereales que poseen beneficios para la salud, tales como estimular el crecimiento de bacterias benéficas, reforzar el sistema inmunológico, regular el tránsito intestinal, reducir el riesgo de cáncer de colon, aumentar la absorción de calcio y magnesio, disminuir los niveles de colesterol y triglicéridos en sangre y mejorar la medida del impacto del alimentos frente a la asimilación sobre el azúcar en la sangre (Barrionuevo y otros, 2011).

La cañihua es regularmente consumida por muchos pobladores de la zona andina del Perú, teniendo la ventaja de no poseer saponinas, facilitando su utilización, además, posee una considerable concentración de fibra respecto a otros granos, y está retomando auge en la alimentación humana por su contenido de proteínas (13.7%) y una excelente opción para bajar y controlar la lipoproteína LDL, conocida por el público como colesterol malo (Bartolo, 2014).

Las fibras más utilizadas para la elaboración de alimentos proceden de cereales. Sin embargo, aunque menos estudiadas, las fibras procedentes de vegetales (verduras y hortalizas) y frutas son consideradas en general de mayor calidad nutricional y tecnológica. De este modo se han realizado estudios para la obtención y determinación de la composición de diversas fibras vegetales como: maracuyá, subproductos del pelado de manzanas, peras, naranjas, durazno, alcachofa y espárrago, del proceso de elaboración del jugo de limón y de pulpa de manzana, grosella negra, pera, cereza y zanahoria. En los últimos años estos remanentes son aprovechados industrialmente como abono o polvos utilizados como ingredientes en la industria alimentaria, farmacéutica u otros (Cháfer y otros, 2017).

El consumo promedio per cápita de helado en el Perú es de 1.7 L/persona. El incremento en el consumo de helados en el país, se explica tanto por la mejora de la situación económica de los peruanos como por la renovación continua del sector, el factor climático no está siendo determinante en el consumo de helados y a esto agregando, la creación de nuevos y originales productos a base de helados, que amplían las opciones para el consumidor en diferentes estaciones del año. Así mismo, el consumo de helado per cápita en Perú se estima alcanzar los 7.0 L/persona en estos últimos 5 años, siendo volúmenes de consumo similar al mercado chileno (Gestión, 2018).

El problema planteado fue:

¿Cuál será el efecto de la dos adiciones (2 y 4%) de harina de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* A.) y tres adiciones (1, 2 y 3%) de fibra cítrica en polvo sobre el contenido de fibra cruda, proteínas, overrun, viscosidad y aceptabilidad general de un helado tipo crema de vainilla?

Los objetivos planteados fueron:

Evaluar el efecto de la adición de la harina de cañihua y fibra cítrica en polvo sobre el contenido de fibra cruda, proteínas, overrun, viscosidad y aceptabilidad general de un helado tipo crema de vainilla.

Determinar la concentración de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo que produzca el mayor contenido de fibra cruda, proteínas, overrun, viscosidad aparente y la mayor aceptabilidad general de un helado tipo crema de vainilla.

II. REVISIÓN DE BIBLIOGRAFÍA

2.1. Cañihua

2.1.1. Generalidades

Considerada como el cereal andino típico de los andes y dentro de sus nombres comunes se le conoce como: cañihua, cañigua, cañahua, cañagua, y kañiwa. Este grano se cultiva en las regiones altiplánicas del Perú y Bolivia, encontrándose a los 3800 m.s.n.m. La zona de mayor producción está concentrada en el altiplano de la región Puno, principalmente en la provincia de Melgar en los distritos de Llalli, Macari, Ayaviri, Nuñoa, en las provincias de Azángaro, Huancané, San Román, Puno en el distrito de Acora y en la provincia de Chuquito en los distritos de Pomata y Kelluyo. Todas las provincias mencionadas corresponden al grupo étnico Aymara. La producción también se da en menor escala, en las zonas altas de Arequipa y Cusco (Indecopi, 2018).

La cañihua es una planta terófito erguida o muy ramificada desde la base, con un porte de 20 y 70 cm. Tanto los tallos en su parte superior como las hojas y las inflorescencias, están cubiertas de vesículas rosadas y blancas. Las hojas alternadas presentan peciolo cortos y finos, laminas engrosadas en forma de romboide y miden 1 a 3 cm de largo. En la parte superior se dividen en tres lóbulos, rara vez dentados. Las hojas presentan tres nervaduras bien marcadas en la cara inferior que se unen después de la inserción del peciolo (Tacora y otros, 2010).

2.1.2. Composición química y nutricional

La cañihua se caracteriza por contener proteínas de alto valor biológico, mayor que el de la Quinoa, además de fibra. Es un alimento considerado funcional, con un elevado contenido de proteínas (15.7% a 18.8 %) y una proporción importante de aminoácidos esenciales, entre los que destaca la lisina (7.1%), aminoácido escaso en los

alimentos de origen vegetal, que forma parte del cerebro humano. Además de componentes nutricionales como calcio y magnesio, la cañihua puede ser fuente importante de componentes funcionales o nutraceuticos como fibra dietaria y compuestos fenolicos (Ligarda y otros, 2012).

En el Cuadro 1, se presenta la composición química y nutricional de la cañihua en comparación con otros granos andinos, expresado en g a partir de una muestra de 100 g por cada cultivo.

Cuadro 1. Composición química de la cañihua y otros granos

Componente	Quinua	Cañihua	Kiwicha	Tarwi
Proteínas (g)	13	15.3	12.9	44.3
Grasa (g)	6.7	3.9	7.2	16.5
Fibra (g)	5.2	9.8	6.7	7.1
Carbohidratos (g)	70.0	62.8	65.1	28.2
Lisina (mg)	6.8	5.9	6.7	-

Fuente: Tablas Peruanas de Composición de Alimentos (2017)

En el Cuadro 2, se presenta la composición nutricional de cuatro tipos de granos de cañihua, en base a 100 g de porción comestible. También se encuentran proporciones de calcio, magnesio, sodio, fósforo, hierro, zinc, vitamina E, complejo vitamínico B; por lo que los nutricionistas la comparan con la leche.

En el Cuadro 3, se presenta la composición de aminoácidos en tres tipos de granos de cañihua. Este grano andino contiene aproximadamente el doble de lisina y metionina que los cereales como el trigo, arroz, maíz y cebada complementando a otros alimentos andinos, como por ejemplo el Tarwi (Bartolo, 2014).

Cuadro 2. Composición nutricional de granos de cañihua

Componente	Cañihua Amarilla	Cañihua Gris	Cañihua Parda	Cañihua hojuelas
Energía (kJ)	1422.0	1440.0	1442.0	1585.0
Proteína (g)	14.3	14.0	13.8	17.6
Grasa (g)	5.0	4.5	3.5	8.3
Carbohidratos (g)	62.8	64.0	65.2	61.7
Fibra (g)	9.4	9.8	10.2	11.0
Ceniza (g)	5.9	5.1	5.3	4.3
Calcio (mg)	87	110	141	171
Fosforo (mg)	335	375	387	496
Hierro (mg)	10.8	13.0	12.0	15.0
Tiamina (mg)	0.62	0.47	0.67	0.57
Riboflavina (mg)	0.51	0.65	0.30	0.75
Niacina (mg)	1.20	1.13	1.45	1.56

Fuente: Tablas Peruanas de Composición de Alimentos (2017)

Cuadro 3. Composición de aminoácidos en granos de cañihua

Composición	Cañihua Amarilla	Cañihua Parda	Cañihua Gris
Fenilalamina (mg)	3.18	3.64	3.72
Triptófano (mg)	0.85	0.80	0.74
Metionina (mg)	1.40	1.70	1.71
Leucina (mg)	5.44	5.86	6.08
Isoleucina (mg)	5.80	6.84	6.53
Lisina (mg)	5.07	6.28	6.25
Treonina (mg)	4.41	4.89	4.68
Arginina (mg)	7.62	7.76	8.23
Histidina (mg)	0.0	0.0.	2.67

Fuente: Repo-Carrasco (2009)

El grano de cañihua tiene alto nivel de fibra dietética y grasas no saturadas. Considerándose a esta especie como uno de los componentes estratégicos de la seguridad alimentaria, del cual se podrían elaborar productos innovadores en la industria alimentaria (Montúfar, 2014).

Por otro lado, se ha cuestionado el contenido de saponinas presente en la cañihua, debido a que éstas se encuentran considerablemente presentes en la quinua y son responsables del sabor ácido que exhiben si no son tratadas previamente. Sin embargo, se encontraron siete triterpenos (saponinas) en las semillas de cañihua; no obstante, este contenido es bajo por lo que no produce un sabor amargo, como el de la quinua (Repo-Carrasco y otros, 2009).

2.1.3. Compuestos bioactivos

Son compuestos funcionales (fibra, carotenoides, compuestos fenólicos, pigmentos y etc.) que ayudan en el funcionamiento del organismo, pudiendo prevenir enfermedades (cardiovasculares y cancerígenas) y tienen propiedades antioxidantes (Bartolo, 2014).

2.1.3.1. Fibra

La cañihua posee un alto contenido de fibra dietética, especialmente la fracción insoluble. Actualmente se presta más atención no sólo al contenido de fibra cruda, sino también a las fibras solubles o dietéticas totales, por sus efectos benéficos para la digestión, en especial por su capacidad de absorción de agua, captación de cationes, absorción de compuestos orgánicos y formación de geles (FAO, 2018).

En el Cuadro 4, se presentan rangos de contenido de fibra dietética de varios granos andinos.

Cuadro 4. Rangos de contenido de fibra dietética de los granos andinos

Granos andinos	Fibra dietética total (%)	Fibra insoluble (%)	Fibra soluble (%)
Cañihua	18.7 – 21.9	15.6 – 18.7	2.3 – 4.1
Quinoa	10.4 – 11.5	6.1 – 7.4	3.2 – 5.3
Kiwicha	10.9 – 11.3	8.5 – 9.3	1.9 – 2.4

Fuente: Ligarda y otros (2012)

El alto contenido de fibra insoluble generalmente observado en la cañihua se debe probablemente a la presencia de perigonios que envuelven el grano y que no han sido eliminados por completo (FAO, 2000).

2.1.3.2. Compuestos fenólicos

Se ha evaluado la capacidad antioxidante de las plantas y bebidas de frutas, concluyéndose que los compuestos polifenólicos son los principales responsables de la actividad antioxidante in vitro (Escobar, 2010).

Los compuestos fenólicos consisten en uno o más anillos aromáticos con uno o más grupos hidroxilos en su estructura química. Asimismo, están categorizados en ácidos fenólicos, flavonoides, estilbenos, cumarina y taninos (Repo-Carrasco, 2009).

Repo-Carrasco y otros (2010) realizaron extracciones de compuestos hidrófilos y lipófilos en muestras de cañihua, quinoa y kiwicha, con el fin de determinar

compuestos fenólicos y la capacidad antioxidante de granos coloreados de cañihua, quinua y kiwicha; encontró que la cañihua variedad Cupi presenta mayor contenido de compuestos lipofílicos (tales como carotenos, luteínas), mayor contenido de compuestos hidrofílicos (tales como compuestos polifenoles y betalainas), seguido por la quinua roja y kiwicha negra, tales como se presenta en el Cuadro 5, expresado en mg ácido gálico/100 g.

Cuadro 5. Contenido de compuestos fenólicos (mg ácido gálico/100 g) de variedades de quinua y cañihua

Granos andinos	Variedades			
Cañihua	Puka cañihua	Cupi	Illpa	Ramis
	78.29	81.10	77.39	73.53
Quinua	Kello	Huariponcho	Rosada Frutilla	Ayrampo
	92.82	37.15	75.93	83.49

Fuente: Repo-Carrasco y otros (2010)

2.1.4. Usos de la cañihua

La cañihua es mayormente cultivada por familias para su propio consumo. Se prepara normalmente en forma de harina, conocida como pito en Bolivia y cañihuaco en Perú (FAO, 2000). El grano se tuesta con mucho cuidado para evitar que se queme, luego se enfrían al ambiente para eliminar los perigonios desprendidos y posteriormente una molienda en seco. Esta harina es mezclada con agua o leche y se consume a causa de su alto valor proteico y calórico. También se utiliza en combinación con la harina de trigo para panificación o para bebidas calientes, mazamorras, tortas, frituras, entre otras (Bartolo, 2014).

Se comercializa ocasionalmente fuera del área de producción, pero no siempre su pureza está garantizada; a menudo se mezcla con harina de cebada o de habas tostadas. Por otro lado, son pocas las industrias dedicadas a su procesamiento, por lo que es necesario presentar alternativas con cañihua que garanticen al consumidor sus propiedades funcionales (FAO, 2018).

2.2. Fibra alimentaria

La fibra alimentaria cumple la función de ser la parte estructural de las plantas y, por lo tanto, se encuentran en todos los alimentos derivados de los productos vegetales como puede ser las verduras, las frutas, los cereales y las legumbres (Montúfar, 2014). Las fibras obtenidas a partir de frutas resultan de mayor calidad debido a que presentan una composición más equilibrada, menor contenido catiónico y de ácido fítico, mayor capacidad de retención de agua y aceite (Cháfer y otros, 2017).

La fibra dietética puede clasificarse en dos grandes grupos de acuerdo con su solubilidad: la fibra soluble (pectinas, gomas, mucílagos y algunas hemicelulosas) y la fibra insoluble (celulosa, hemicelulosas, lignina) La mayoría de los alimentos tienen una mezcla de ambos tipos de fibra. El contenido medio de fibra soluble en algunos alimentos, expresado como porcentaje del contenido total de fibra, es el siguiente: 32% en cereales, verduras y hortalizas, 25% en leguminosas y 38% en frutas (Aguilar, 2014).

La fibra alimentaria para su uso en la industria alimentaria como aditivo, depende mucho de sus propiedades funcionales, como la capacidad de retención de agua, capacidad de retención de aceite, capacidad de hinchamiento y el tamaño de partícula, siendo la retención de agua la que determina el nivel óptimo de su uso (Sánchez y Matos, 2011). En el Cuadro 6, se presenta el contenido de fibra dietética de residuos agroindustriales.

Cuadro 6. Contenido de fibra dietética de residuos agroindustriales

Residuo agroindustrial	Fibra dietética total (FDT) (%)	Fibra dietética soluble (FDS) (%)	Fibra dietética insoluble (FDI) (%)
Cáscara de mango	14.45	1.17	13.28
Cáscara de naranja	9.58	2.13	7.45
Polvo de cáscara de mango	59.24	3.11	56.13
Polvo de cáscara de naranja	49.8	2.13	47.67
Polvo de cáscara de piña	65	19.5	45.5
Cáscara de plátano	38.7	30.5	8.3
Salvado de arroz	27.04	-	-
Cáscara de limón	65.42	-	-

Fuente: Alarcón y otros (2013)

2.2.1. Fibra soluble

La fibra soluble tiene la capacidad de volverse viscosa , por lo tanto retarda la evacuación gástrica, lo que a su vez hace más eficiente la digestión y absorción de alimentos, generando una mayor sensación de saciedad, tiene efectos benéficos sobre la microflora del colon donde es fermentada generando ácidos grasos de cadena corta preferenciales para las células intestinales (Sánchez, 2009). Esta fibra se encuentra en altas concentraciones en frutas y algas marinas. Forman parte de este grupo: las gomas, mucílagos, pectinas, determinadas hemicelulosas, el almidón resistente, la inulina, fructooligosacáridos y los galactooligosacáridos (Montúfar, 2014).

2.2.2. Fibra insoluble

La fibra insoluble cuyo componente mayoritario es la celulosa, es la responsable principal del peso fecal y ayuda a mantener un

tránsito intestinal normal, por lo que está relacionada con la protección y alivio de algunos trastornos digestivos. Las fuentes de este tipo de fibra se pueden encontrar mayoritariamente en verduras, cereales, leguminosas y en frutas (Montúfar, 2014).

2.3. Fibra cítrica

El desarrollo de nuevos productos con gran contenido de fibra dietética es una zona estratégica para la industria alimentaria. Los consumidores exigen alimentos que muestren dos propiedades principales: la primera se refiere a los tradicionales aspectos nutricionales de los alimentos, mientras que, como segunda característica, se esperan beneficios adicionales para la salud de su ingestión regular. Los alimentos que cumplen con estos requisitos son a menudo llamados alimentos funcionales o nutraceuticos. El aprovechamiento de lo que hasta ahora se consideraban desechos dentro de la industria agroalimentaria y la creación de alimentos funcionales que respondan a las nuevas demandas de los consumidores (Romero y otros, 2011).

El proceso de elaboración de polvos de frutas u hortalizas es diferente en función de la fruta u hortaliza procesada; no obstante, en la mayoría de los casos se suceden las etapas de lavado, troceado o triturado y secado (Neacsu y otros, 2015).

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

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

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

2.4. Helado

2.4.1. Generalidades

Se refiere a un derivado lácteo congelado, hecho a partir del enfriamiento de una mezcla pasteurizada, además, es agitada para incorporar aire y lograr uniformidad en la consistencia (Sánchez, 2009). 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 huevo, saborizantes, estabilizantes y emulsificantes (INDECOPI, 2006).

La estructura de helado es un sistema fisicoquímico, donde la interacción entre sus componentes resulta ser compleja. El agua y el aire son dos constituyentes importantes 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 se compone por una capa emulsificante de grasa (Gonzales, 2009).

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.

2.4.2.1. Helados tipo crema

Son aquellos cuyo ingrediente básico es la nata o crema de leche, por lo que su contenido en grasa de origen lácteo es más alto que el resto de los otros tipos de helados. La nata es un producto rico en materia grasa (18 - 55%) que se separa de la leche ascendiendo en una vasija en reposo. Madrid y Cenzano (2003) hacen mención de 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, etc.) exceptuando el agua.
- **Espesantes, estabilizantes y emulgentes.** Como máximo 1%.

2.4.2.2. Helados de leche

Según INDECOPI (2006) son aquellos cuyo ingrediente básico es la leche entera, con todo su contenido

graso (3.0 - 4.5%). La composición básica en el helado de leche es la siguiente:

- **Azúcares.** 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%.

2.4.2.3. Helados de leche desnatada

Producto que contiene en masa heladera como máximo un 0.30% de materia grasa exclusivamente de origen lácteo y como mínimo un 6% de extracto seco magro lácteo (INDECOPI, 2006).

2.4.2.4. 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).

2.4.2.5. Sorbetes

Son productos congelados compuestos de azúcar, agua, fruta, color, sabor, estabilizante y, a veces, sólidos de leche en forma de leche descremada en polvo, leche entera en polvo o leche condensada. Su overrun es de 20 a 40% (INDECOPI, 2006).

2.4.3. Ingredientes para helados

2.4.3.1. Leche

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

La proteína láctea en el helado cumple varias funciones; las más importantes son: actuar como emulsionante durante la homogenización del mix, que es como se denomina la mezcla base, y como agente tensioactivo durante el proceso de congelación. No obstante, estos dos papeles también los pueden ejecutar emulsionantes añadidos. Es necesario que después de la homogenización la proteína láctea se deposite, en parte, en la superficie de los glóbulos grasos para evitar una coalescencia excesiva, puesto que la ausencia de proteína puede producir glóbulos muy inestables. Esta función, además de las caseínas, también la puede realizar la proteína del suero de leche (Sánchez, 2009).

2.4.3.2. 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 (Sánchez, 2009).

2.4.3.3. Grasa

Como ingredientes en la fabricación de helados se pueden usar grasas comestibles más baratas en sustitución de

la grasa de origen lácteo como la crema y la manteca. Dentro de las grasas comestibles podemos clasificarlas en tres grandes grupos: aceites (líquidos a temperatura ambiente), grasa vegetales (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 (Di Bartolo, 2005).

2.4.3.4. Sacarosa

Es un ingrediente ideal por su alta solubilidad, dulzor y bajo coste. Contribuye a aumentar los sólidos y proporciona un buen soporte a los aromas añadidos. Normalmente se utiliza en cantidades que van del 12 a 16% en el total del mix de los helados de leche; en cambio, en los sorbetes es necesario añadir entre el 20 y 30%. El uso de la sacarosa como único azúcar en el helado puede ocasionar una consistencia muy dura a temperaturas de -18 °C (Del Castillo y Mestres 2004).

2.4.3.5. Estabilizantes

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

Estos compuestos se embeben intensamente en agua y forman soluciones coloidales, su función es mejorar la textura, incrementar la firmeza y la viscosidad y reducir la tasa

de difusión del agua y de las sales. También demoran el crecimiento de los cristales de hielo y lactosa mejorando con ello la estabilidad de los helados durante el almacenamiento. Si se añade poco estabilizante se puede producir sinéresis, cuando la temperatura ambiente es elevada y en estado congelado, el helado se desmenuza y las burbujas de aire pueden no quedar repartidas homogéneamente con el riesgo añadido de que la grasa se separe en el congelador. 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 (Del Castillo y Mestres 2004).

2.4.3.6. Emulsificantes

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

En los sistemas no miscibles, por ejemplo aceite/agua, los emulsificantes ocupan la superficie limitante entre ambas fases, haciendo disminuir la tensión interfacial. Facilitan así un fino reparto de una fase en el seno de otra. Pero, al contrario que en la mayoría de las emulsiones alimentarias, en los helados una de las misiones de los emulsionantes es la de desestabilizar parcialmente la emulsión, es decir, ayudar a que se produzca una cierta coalescencia y agregación de las gotas de grasa para que puedan formar la red que engloba a las burbujas de aire. Los emulsionantes que suelen emplearse en

los helados son mono-diglicéridos (E471), ésteres lácticos de mono-diglicéridos (E472b), ésteres de propilenglicol (E477) y mezclas de estos proporcionando aglomeración de los glóbulos de grasa, dando una estabilidad y protegiendo contra los tratamientos térmicos (Del Castillo y Mestres, 2004).

2.4.3.7. Aire

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

III. MATERIALES Y MÉTODOS

3.1. Lugar de ejecución

Las pruebas experimentales y los análisis se realizaron en el Laboratorio de Tecnología de Alimentos y Planta Piloto de la Escuela de Ingeniería en Industrias Alimentarias de la Universidad Privada Antenor Orrego.

3.2. Materia prima e insumos

- Fibra cítrica en polvo. Marca Citri-Fi.
- Harina tostada de cañihua. Marca Inka Thani.
- Leche entera fresca. Marca Laive.
- Crema de leche. Marca Gloria.
- Carboximetilcelulosa. Marca Unitech.
- Azúcar blanca. Marca Cartavio S.A.A.
- Huevos frescos. Marca Doña Clarita.
- Esencia de vainilla. Marca Suman.

3.3. Equipos e instrumentos

- Refrigeradora. Marca Bosch. Modelo Frost 44. Rango 0 a 8 °C. Precisión ± 2 °C.
- Licuadora. Modelo 250-22. Marca Oster de 2 velocidades.
- Colorímetro Konica–Minolta. Modelo CR – 400.
- Balanza analítica. Marca A&D Company. Sensibilidad 0.0001 g. Capacidad: 210 g.
- Termómetro digital. Marca Multidigital. Rango de 50 a 200 °C. Precisión ± 0.01 °C.
- Reometro. Marca Brookfield. Modelo RVDV-III+. Spindle SC-27
- Estufa Memmert. Modelo UNE-300. Rango 20-180 °C. Precisión 0.5 °C.

- Equipo digestor Microkjeldahl. Marca Selecta.
- Horno mufla. Marca Terrigeno. Rango 0-1200 °C. Precisión 0.1 °C.

3.4. Metodología

3.4.1. Esquema experimental para la evaluación del helado tipo crema de vainilla con harina de cañihua y fibra cítrica en polvo

En la Figura 1, se muestra el esquema experimental para la evaluación del helado tipo crema de vainilla. Las variables independientes fueron la adición de harina de cañihua (2 y 4%) y fibra cítrica en polvo (1, 2 y 3%); las dependientes fueron el contenido de fibra cruda, proteínas, overrun, viscosidad aparente y aceptabilidad general.

3.4.2. Procedimiento para la elaboración del helado tipo crema de vainilla con harina de cañihua y fibra cítrica en polvo

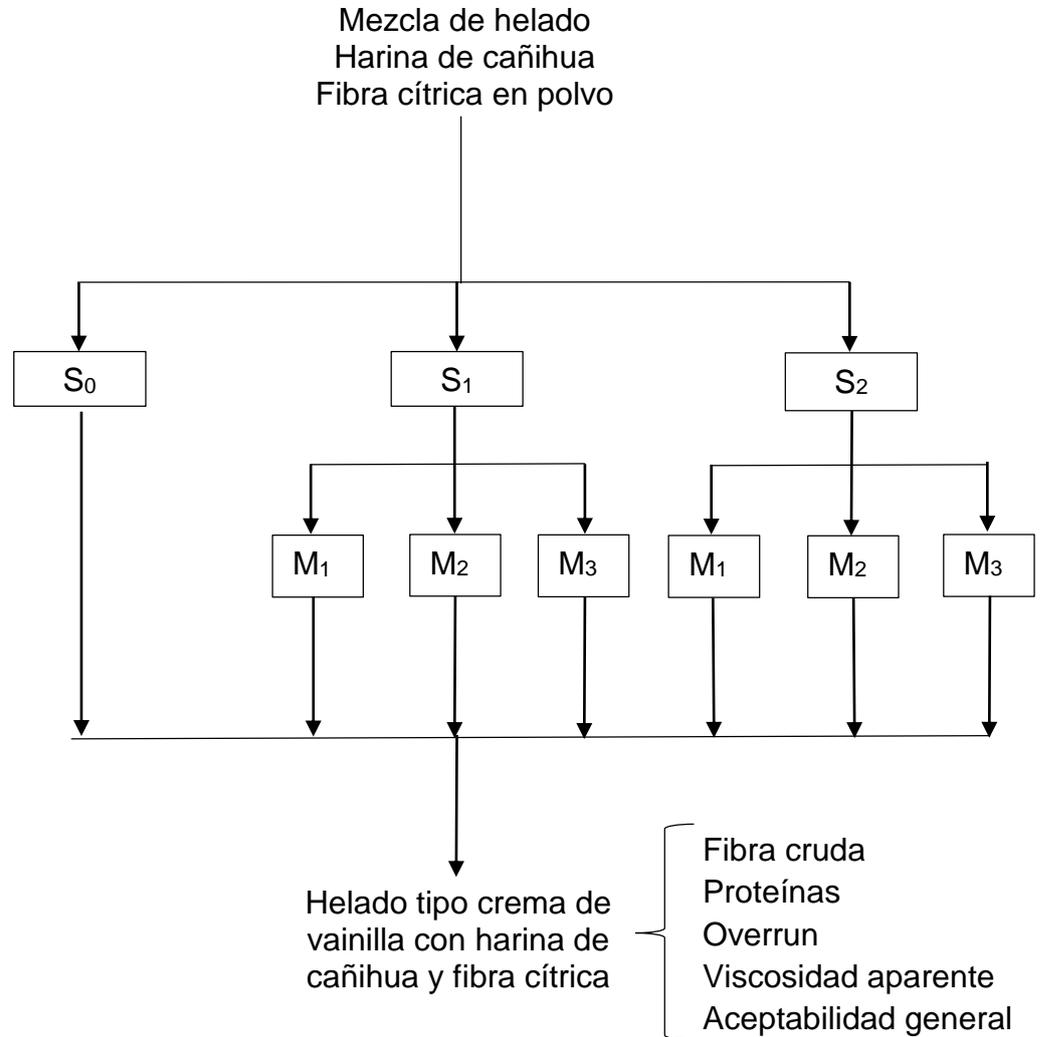
En la Figura 2, se muestra el diagrama de flujo para la elaboración del helado tipo crema de vainilla. A continuación se describe cada una de las etapas del flujograma (García, 2015; Ángulo, 2016).

Pesado. Se pesaron los ingredientes según la formulación establecida para cada ingrediente, en base a 500 g por tratamiento.

Mezclado. Se calentó la leche entera fresca (3.2% grasa) a 40 °C; luego se añadió la crema de leche, azúcar blanca, CMC, yemas de huevo, fibra cítrica en polvo, harina de cañihua y la esencia de vainilla. Se realizó un constante movimiento con ayuda de la batidora durante 35 min y lograr que los ingredientes formen una mezcla uniforme.

Pasteurizado. Se realizó a 75 °C durante 15 min con la finalidad de eliminar microorganismos patógenos y enzimas.

Enfriado. Se enfrió la mezcla a 4 °C.



Leyenda:

S₀: Adición de harina de cañihua al 0%

S₁: Adición de harina de cañihua al 2%

S₂: Adición de harina de cañihua al 4%

M₁: Adición de fibra cítrica en polvo al 1%

M₂: Adición de fibra cítrica en polvo al 2%

M₃: Adición de fibra cítrica en polvo al 3%

Figura 1. Esquema experimental para la evaluación del helado tipo crema de vainilla con harina de cañihua y fibra cítrica en polvo

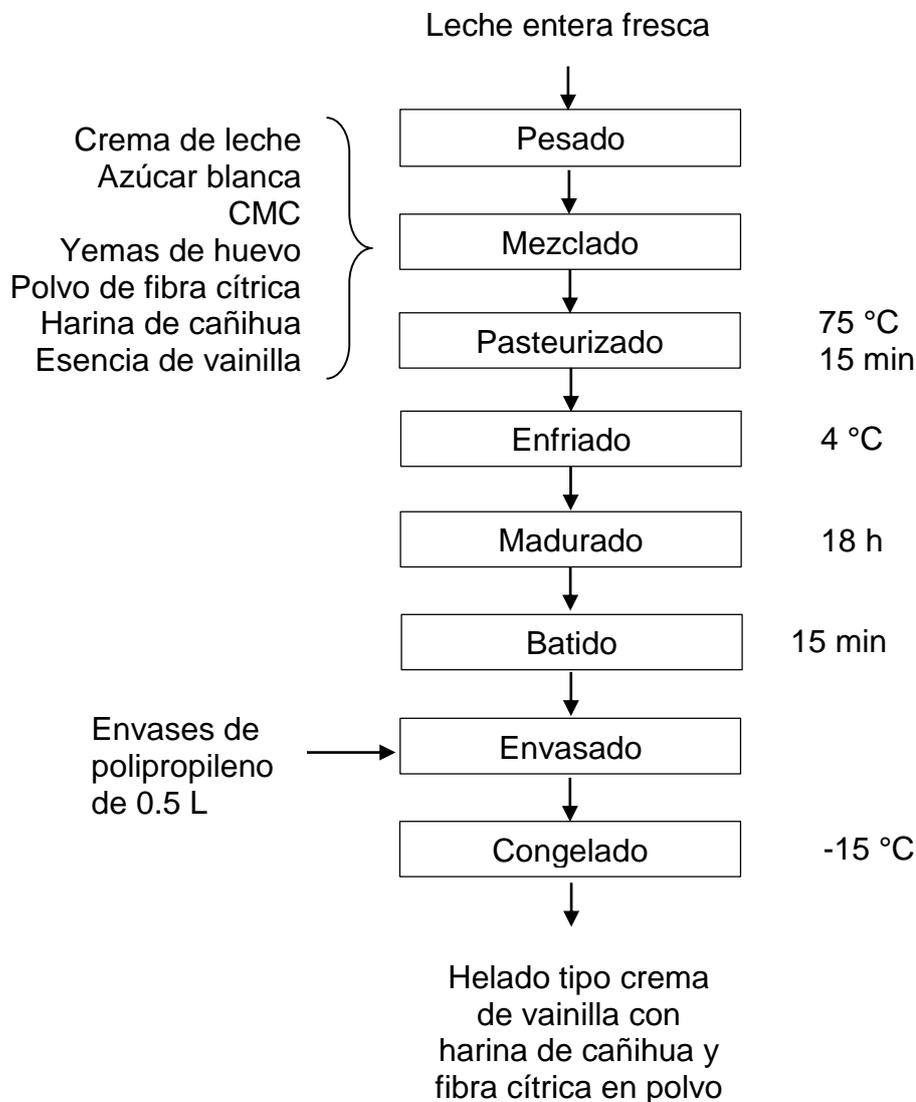


Figura 2. Diagrama de flujo para la elaboración del helado tipo crema de vainilla con harina de cañihua y fibra cítrica en polvo

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

Batido. Se llevó la mezcla base a un recipiente de acero y se le colocó en otro recipiente que tuvo hielo y sal (temperaturas de -4 a -2 °C), se batió (batidora manual) durante 15 min y posteriormente

llevado a congelación (-12 °C) durante 30 min, este mismo proceso se repitió 3 veces con la finalidad de incorporar aire y conseguir la formación de cristales finos de hielo.

Envasado. Se utilizaron potes de polipropileno de capacidad de 0.5 L cada uno.

Congelado. Se llevó a una cámara de congelación (-15 °C) durante 24 h, la congelación se realizó rápidamente a fin de lograr la formación de pequeños cristales de hielo, distribuidos uniformemente, creando una espuma congelada estable.

3.4.3. Formulación del helado tipo crema de vainilla

En el Cuadro 7, se presentan las formulaciones para los diferentes tratamientos con harina de cañihua y fibra cítrica en polvo en el helado tipo crema de vainilla.

Cuadro 7. Formulaciones para el helado tipo crema de vainilla

Ingredientes	Control	Formulaciones					
		T ₁	T ₂	T ₃	T ₄	T ₅	T ₆
Fibra cítrica en polvo (%)	0	1	2	3	1	2	3
Harina de cañihua (%)	0	2	2	2	4	4	4
Otros Ingredientes							
Leche entera fresca (%)	74	74	74	74	74	74	74
Crema de leche (%)	8	8	8	8	8	8	8
Azúcar blanca (%)	16	16	16	16	16	16	16
CMC (%)	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1
Esencia de vainilla (%)	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3	0.3
Yemas de huevo (%)	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6	1.6
TOTAL	100	103	104	105	105	106	107

Fuente: García (2015); Angulo (2016); Dervisoglu y Yazici (2016)

3.5. Métodos de análisis

3.5.1. Fibra cruda

Se empleó el método Weende. Este método permitió determinar el contenido de fibra cruda en la muestra, después de ser digerida con soluciones de ácido sulfúrico (1.25%) e hidróxido de

sodio (1.25%) y calcinado el residuo. Se realizó el procedimiento AOAC (1999):

Se pesó 2 g de muestra, luego se transfirió a un vaso de precipitado y se añadió 200 mL de ácido sulfúrico (1.25%), se calentó en una coccinilla eléctrica durante 30 min. Posteriormente se filtró y lavó con agua destilada caliente, se midió el pH con el pH-metro.

La muestra se transfirió a un vaso de precipitado, se agregó 200 mL de hidróxido de sodio (1.25%), se filtró y lavó con 50 mL de ácido clorhídrico (1.25%). Después se lavó con 20 mL de alcohol etílico de 96 ° y el residuo se llevó a la estufa y se secó a 130 °C por 2 h. Se dejó enfriar y se pesó.

El residuo se colocó en la mufla 500–600 °C hasta que el contenido esté de color blanco (aprox. 5 h) (Anexo 5, Figura E).

La determinación de la cantidad de fibra cruda se realizó por diferencia de peso:

$$\% \text{Fibra cruda} = \frac{P_s - P_c}{M} \times 100$$

Donde:

P_s : masa (g) del residuo seco a 130 °C

P_c : masa (g) de las cenizas

M : peso (g) de la muestra

3.5.2. Contenido de proteínas

Se determinó por el método A.O.A.C (1999). Se pesó 0.5 g de muestra, la cual se colocó en el fondo del matraz kjeldhal, se adicionó aproximadamente 3.5 g de mezcla catalizadora y 7 mL de ácido sulfúrico concentrado.

Posterior a esto, el matraz conteniendo la mezcla anterior se colocó en el digestor de proteínas (Anexo 5, Figura A), se calentó suavemente al principio, hasta su completa oxidación, momento donde viró de color negro a verde esmeralda traslúcido (Anexo 5, Figura B). Posteriormente se dejó enfriar a temperatura ambiente.

Se preparó el equipo de destilación, a la salida del refrigerante, en un matraz Erlenmeyer se colocó 40 mL de ácido bórico al 4% y se adicionaron 3 gotas de indicador rojo de metilo. Al matraz Kjeldahl se le añadió aproximadamente 50 mL de NaOH 40%, y fue conectado al sistema de destilación. Posteriormente se obtuvo el destilado en el matraz Erlenmeyer (Anexo 5, Figura C).

Después se tituló con solución de HCl 0.1 N, virando a color rosa, se obtuvo el gasto de titulación que luego fue reemplazado en la siguiente formula, con un factor de conversión de 6.25 para cereales (Anexo 5, Figura D).

$$\% \text{ Proteinas} = \frac{(\text{N acido HCl} \times \text{Vol. HCL}) - (\text{N NaOH} \times \text{Vol. NaOH}) \times 1.40067 \times \text{factor}}{\text{peso muestra (mg)}}$$

3.5.3. Overrun

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

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

Dónde:

V_i : volumen inicial de mezcla

V_f : volumen final del helado

3.5.4. Viscosidad aparente

Las muestras de helado tipo crema de vainilla se agitaron suavemente para eliminar el aire de las mezclas y enfriando a 4 °C para luego poner las muestras en el reómetro digital Brookfield, se utilizó el husillo N° 27 a 80 rpm. Los resultados fueron expresados en mPa.s (García, 2015).

3.5.5. Aceptabilidad general

La aceptabilidad general se evaluó por medio de una escala hedónica de 9 puntos en cada muestra. Para medir la aceptabilidad general, los panelistas degustaron las muestras del helado tipo crema de vainilla, y se utilizó agua de mesa entre cada prueba sensorial, para medir el grado de satisfacción. Se contaron con 30 panelistas no entrenados (Anzaldúa-Morales, 2005). Se realizaron durante las mañanas y tardes de cada día, de preferencia de 10:00 a 12:00 h y de 16:00 a 18:00 h. En la Figura 3, se muestra la cartilla para la evaluación de aceptabilidad general del helado tipo crema de vainilla.

Se recomienda que en una misma sesión no se den más de cinco muestras al mismo tiempo a los panelistas, para evitar fatigas y llenura (Hernández, 2005), por lo que se trabajó en dos sesiones; en la primera sesión se presentaron 4 tratamientos y en la segunda sesión 3 tratamientos (Anexo 5, Figura F).

3.6. Métodos estadísticos

La evaluación estadística de la fibra cruda, proteínas, overrun y viscosidad aparente correspondió a un arreglo factorial 3*3, con tres repeticiones. Se aplicó la Prueba de Levene para evaluar homogeneidad de varianzas, seguido un análisis de varianza para evaluar la influencia de las variables independientes y finalmente la Prueba de comparaciones múltiples de Duncan, todas con un nivel de confianza del 95%.

Los datos de la evaluación sensorial de la aceptabilidad general del helado tipo crema de vainilla fueron evaluados mediante las pruebas no paramétricas de Friedman y Wilcoxon, con un nivel de confianza del 95%. Se utilizó el software SPSS versión 22.

PRUEBA DE ACEPTABILIDAD GENERAL DEL HELADO TIPO CREMA DE VAINILLA				
Nombre del panelista.....		Fecha.....		
Instrucciones: Pruebe el helado tipo crema de vainilla 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.				
Escala	Muestras			
	234	567	432	128
Me agrada muchísimo
Me agrada mucho
Me agrada moderadamente
Me agrada poco
No me agrada ni me desagrada
Me desagrada poco
Me desagrada moderadamente
Me desagrada mucho
Me desagrada muchísimo
Comentarios.....				
.....				
.....				

Figura 3. Ficha de evaluación para la prueba de aceptabilidad general del helado tipo crema de vainilla con harina de cañihua y fibra cítrica en polvo

Fuente: Anzaldúa-Morales, A (2005)

IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

4.1. Efecto de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo sobre el contenido de fibra cruda en helado tipo crema de vainilla

En la Figura 4, se presenta el contenido de fibra cruda en función de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo en helado tipo crema de vainilla.

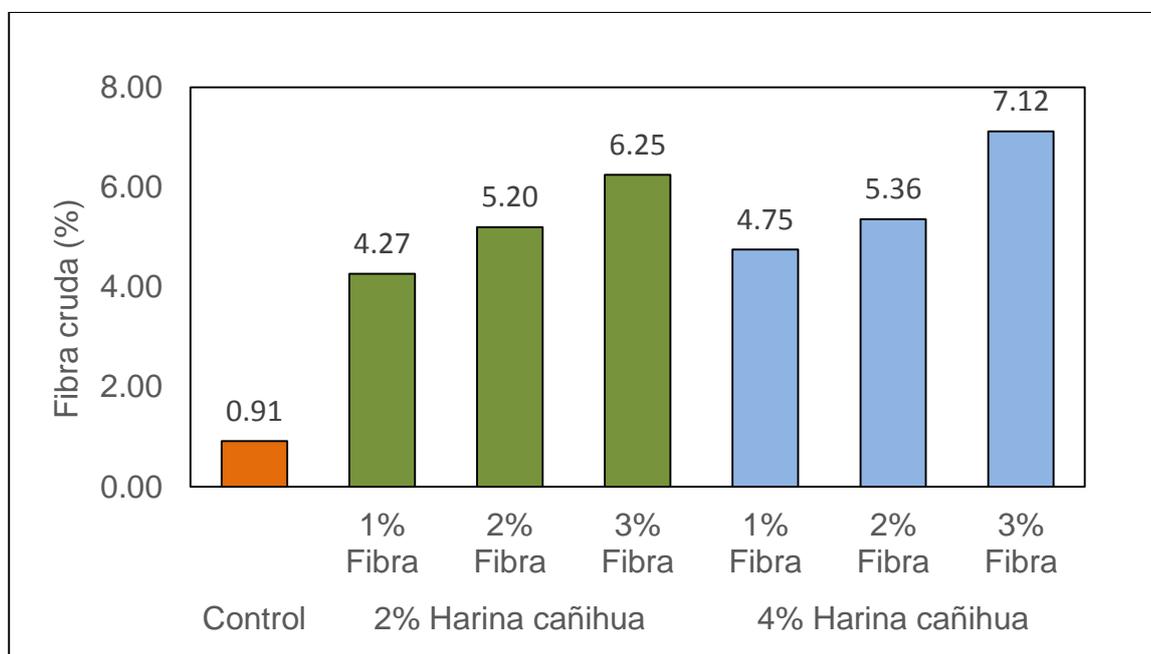


Figura 4. Contenido de fibra cruda en función de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo en helado tipo crema de vainilla

Se observa que a medida que aumentaron las concentraciones de harina de cañihua, existió un ligero aumento en el contenido de fibra cruda; mientras que a diferentes concentraciones de fibra cítrica en polvo, a las mismas concentraciones de harina de cañihua, fue más notorio el aumento en la variable dependiente; esto puede deberse a que las fibras obtenidas a partir de frutas resultan de mayor calidad debido a que presentan una composición más equilibrada, menor contenido catiónico y de ácido fítico, mayor capacidad de retención de agua y aceite (Cháfer y otros, 2017);

además, los residuos de naranja Cltri-Fi presenta un alto contenido de fibra dietética total de 68.2% (33.3% es soluble y 34.9% insoluble). El tratamiento de mayor contenido de fibra cruda fue para 4% harina de cañihua y 3% fibra cítrica en polvo, el contenido de fibra cruda de las diferentes muestras fluctuaron entre 0.91 y 7.12%. En el Anexo 1, se encuentran los resultados experimentales.

Dervisoglu y Yazici (2016) investigaron el efecto de la adición de estabilizantes y fibra cítrica sobre el contenido de fibra cruda en un helado tipo crema. Se analizaron formulaciones de helados con estabilizante (10% CMC, 30% goma guar, 15% goma de algarrobo, 15% goma xantana y 30% glicéridos "E471") al 0.4, 0.8 y 1.2%, y fibra cítrica de naranja al 0.4, 0.8 y 1.2%. Fueron reportados valores de fibra cruda con un comportamiento creciente a medida que aumentó las adiciones, para las muestras con estabilizantes fueron 1.21, 1.45 y 1.88% respectivamente y con fibra cítrica fueron 1.35, 1.80 y 2.28% respectivamente, se mostró un mismo comportamiento, pero con valores inferiores, debido a los porcentajes empleados y al aporte de fibra de la harina de cañihua (9.8%) al helado elaborado.

Romero (2016) analizó el efecto de la sustitución de sólidos no grasos lácteos por harina de amaranto en helado tipo crema. Para la formulación del helado se utilizaron; crema de leche, leche en polvo, azúcar blanca y mezcla de estabilizantes (CMC, carragenina y goma de algarrobo). Las sustituciones fueron 20, 40 y 60% de harina de amaranto del 11% de la formulación básica de la leche en polvo. Se reportaron resultados con un comportamiento creciente en el contenido de fibra cruda: 0.84, 1.17 y 1.52%, respectivamente, comprobando que a medida que existe un aumento de la harina de cereal andino, existe un incremento en el contenido de fibra cruda, además, de dar una sensación de saciedad y un menor riesgo de padecer enfermedades (Ligada y otros, 2012). Estas

diferencias podrían deberse a que presenta mayor cantidad de fibra cruda la harina de cañihua en comparación a la harina de amaranto (3.5%). Así mismo, Choquemamani y Bustinza (2011) obtuvieron la misma tendencia en la determinación del efecto de la adición de harina de cañihua al 2, 4 y 6% en la elaboración de un helado tipo crema, dichos valores del contenido de fibra cruda fueron 0.70, 0.93 y 1.50% respectivamente. La diferencia en los valores se debe a la adición de la fibra cítrica en polvo sobre el helado tipo crema de vainilla.

Barrionuevo y otros (2011) evaluaron el efecto de la adición de pulpa de arándano (20, 40 y 60%) e inulina en un helado tipo crema. El mejor tratamiento fue 40%, obteniendo 5.82% fibra cruda, dichas diferencias se deben a la concentración de pulpa de arándano y aporte de fibra de la inulina.

En el Cuadro 8, se presenta la prueba de Levene aplicada a los valores del contenido de fibra cruda en helado tipo crema con harina de cañihua y fibra cítrica en polvo que determinó la homogeneidad de varianza ($p > 0.05$). Consecuentemente, se procedió a realizar el análisis de varianza y, posteriormente, la prueba de Duncan para determinar la tendencia hacia el mejor tratamiento.

Cuadro 8. Prueba de Levene aplicada al contenido de fibra cruda en helado tipo crema de vainilla

Estadística de Levene	p
2.208	0.121

En el Cuadro 9, se muestra el análisis de varianza aplicado al contenido de fibra cruda en helado tipo crema de vainilla, el cual demostró que la concentración de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo presentaron efecto significativo ($p < 0.05$).

Cuadro 9. Análisis de varianza aplicada al contenido de fibra cruda en helado tipo crema de vainilla

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Harina cañihua: A	55.020	2	27.510	1416.100	0.000
Fibra cítrica: B	14.590	2	7.300	375.500	0.000
A*B	0.380	2	0.190	9.850	0.002
Error	0.272	14	0.020		
Total	70.270	20			

En el Cuadro 10, se muestra la prueba de Duncan aplicada a los valores del contenido de fibra cruda en helado tipo crema de vainilla. Esta prueba indicó que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotado por la formación de subgrupos. Según las recomendaciones del consumo de fibra diaria es de 25 a 30 g de fibra de diferentes fuentes (Ruiz, 2011); eligiéndose como mejor tratamiento al subgrupo 6 (4% harina de cañihua y 1% fibra cítrica en polvo), muestra con mayor adición de harina de cañihua y encontrarse mayor al rango de consumo de fibra diaria.

Cuadro 10. Prueba de Duncan aplicada al contenido de fibra cruda en helado tipo crema de vainilla

Harina cañihua (%)	Fibra cítrica (%)	Subgrupo					
		1	2	3	4	5	6
0	0	0.91					
2	1		4.27				
4	1			4.75			
2	2				5.20		
4	2				5.36		
2	3					6.25	
4	3						7.12

4.2. Efecto de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo sobre las proteínas en helado tipo crema de vainilla

En la Figura 5, se presenta el contenido de proteínas en función de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo en helado tipo crema de vainilla, observándose un ligero aumento de la variable a medida que incrementó la adición de la harina de cañihua en comparación entre los tratamientos con fibra cítrica en polvo. Los valores de las proteínas oscilaron entre 3.34 y 6.95%, mostrando mayor valor para el tratamiento de 4% harina de cañihua y 3% fibra cítrica en polvo. En el Anexo 2, se encuentran los valores experimentales.

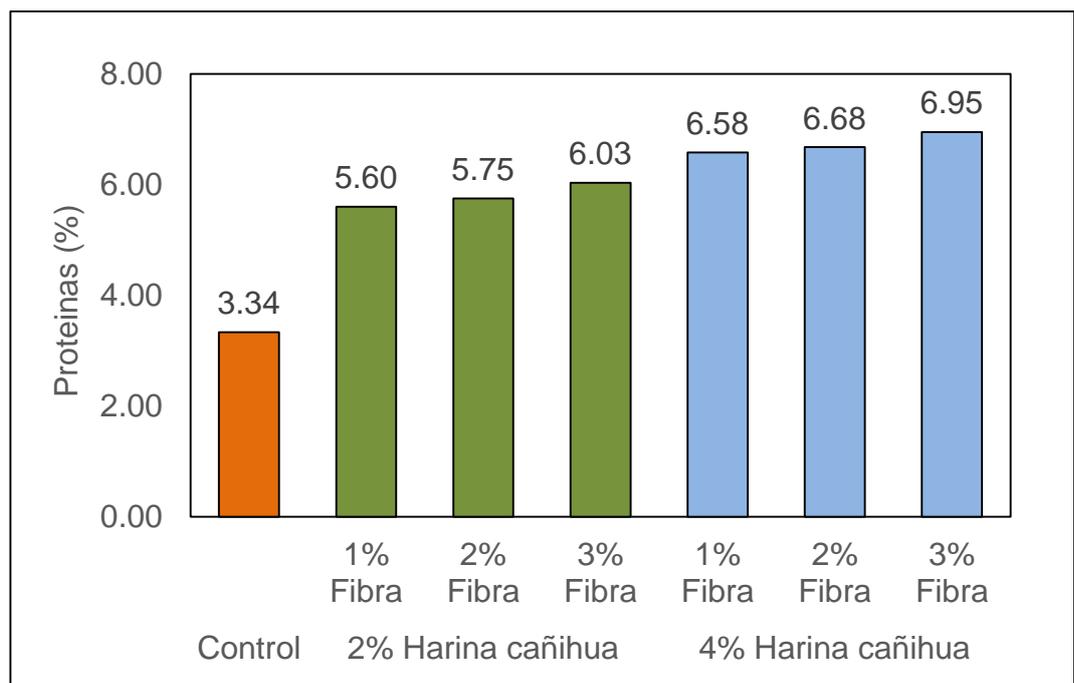


Figura 5. Proteínas en función de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo en helado tipo crema de vainilla

El aporte de proteínas de la harina de cañihua es de 13.7% (Bartolo, 2014). Además, la corteza de la naranja, unida a otros residuos sólidos de la extracción del jugo alcanza entre 6 y 7% proteínas (Ollachica, 2004; Martínez-Fernández y otros, 2017); esto explica dicho comportamiento

creciente, a medida que aumentaban las diferentes adiciones en esta investigación.

Dervisoglu y Yazici (2016) evaluaron la adición de estabilizantes (10% CMC, 30% goma guar, 15% goma de algarrobo, 15% goma xantana y 30% glicéridos "E471") y fibra cítrica de naranja sobre el contenido de proteínas en un helado tipo crema. Se analizaron formulaciones de helados con estabilizante al 0.4, 0.8 y 1.2%, y fibra cítrica al 0.4, 0.8 y 1.2%. Se reportaron valores con estabilizantes para proteínas con 3.87, 3.95 y 4.06% respectivamente, presentando una mínima diferencia entre tratamientos; manteniendo una misma tendencia al helado elaborado.

Hernández y otros (2016) elaboraron un helado a base de soya y pulpa de amaranto. Los ingredientes empleados fueron leche y harina de soya, azúcar, huevo, vainilla y grenetina. Se consideraron de leche de soya al 65% y harina de soya al 7%, mientras que la pulpa fue para darle un sabor y color característico. Se obtuvo 12.5% en proteínas en comparación de un helado comercial de soya (3.5%), este valor elevado se debe a que la soya en grano presenta hasta 16% de proteínas (Badui, 2006).

Andrade (2012) evaluó la sustitución al 15 y 25% de suero de leche en polvo y harina de quinua por sólidos no grasos (20%) en la elaboración de helados de leche sobre el contenido de proteínas. Los valores reportados en proteínas para el control fue 5.24%, con suero de leche en polvo 5.37 y 5.48%, respectivamente, y con harina de quinua 5.78 y 6.23%, respectivamente. Además, con la harina de quinua al 25% presentó características sensoriales (aroma, sabor, textura y apariencia) semejantes al control. Dichos valores se encuentran familiarizados con los obtenidos en esta investigación, con la misma tendencia, siendo más significativo con la sustitución de harina de quinua.

En el Cuadro 11, se presenta la prueba de Levene aplicada al contenido de proteínas en helado tipo crema con harina de cañihua y fibra cítrica en polvo que determinó la homogeneidad de varianza ($p > 0.05$). Consecuentemente, se procedió a realizar el análisis de varianza y, posteriormente, la prueba de Duncan para determinar la tendencia hacia el mejor tratamiento.

Cuadro 11. Prueba de Levene aplicada al contenido de proteínas en helado tipo crema de vainilla

Estadística de Levene	p
1.63	0.429

En el Cuadro 12, se muestra el análisis de varianza aplicado al contenido de proteínas en helado tipo crema de vainilla, el cual demostró que la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo presentaron efecto significativo ($p < 0.05$).

Cuadro 12. Análisis de varianza aplicada al contenido de proteínas en helado tipo crema de vainilla

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Harina cañihua: A	26.040	2	13.020	1012.900	0.000
Fibra cítrica: B	0.500	2	0.250	19.590	0.000
A*B	0.003	2	0.002	0.130	0.882
Error	0.180	14	0.010		
Total	26.700	20			

En el Cuadro 13, se muestra la prueba de Duncan aplicada al contenido de las proteínas en helado tipo crema de vainilla. Esta prueba

indicó que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotado por la formación de subgrupos. Al comparar los resultados obtenidos en la presente investigación con las exigencias de la norma ecuatoriana NTE INEN 706:2005, que indica que el helado debe poseer como mínimo 3.0% de proteína, los valores obtenidos son superiores; lo que puede deberse al aporte de proteínas de la harina de cañihua. Andrade (2012) evaluó un helado de leche con sustitución (0, 15 y 25%) de harina de quinua por materia grasa, reportando un contenido de proteínas de 6.23%, así mismo, presentó características sensoriales semejantes al tratamiento control. En el subgrupo 5, se presenta el mejor tratamiento con adición harina de cañihua al 4% y fibra cítrica en polvo al 3% con mayor contenido de proteínas con 6.95%.

Cuadro 13. Prueba de Duncan aplicada al contenido de proteínas en helado tipo crema de vainilla

Harina cañihua (%)	Fibra cítrica (%)	Subgrupo				
		1	2	3	4	5
0	0	3.34				
2	1		5.60			
2	2		5.75			
2	3			6.03		
4	1				6.58	
4	2				6.68	
4	3					6.95

4.3. Efecto de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo sobre el overrun en helado tipo crema de vainilla

En la Figura 6, se presentan el overrun en función de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo en helado tipo crema de vainilla. Se observa una disminución de la variable, a medida aumentó los niveles de adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo, dichos valores oscilaron de 67.28 hasta 34.32%. El tratamiento con mayor overrun fue

para el control con 67.28%, seguido el tratamiento 4% harina de cañihua con 59.72%. En el Anexo 3, se encuentran los valores experimentales.

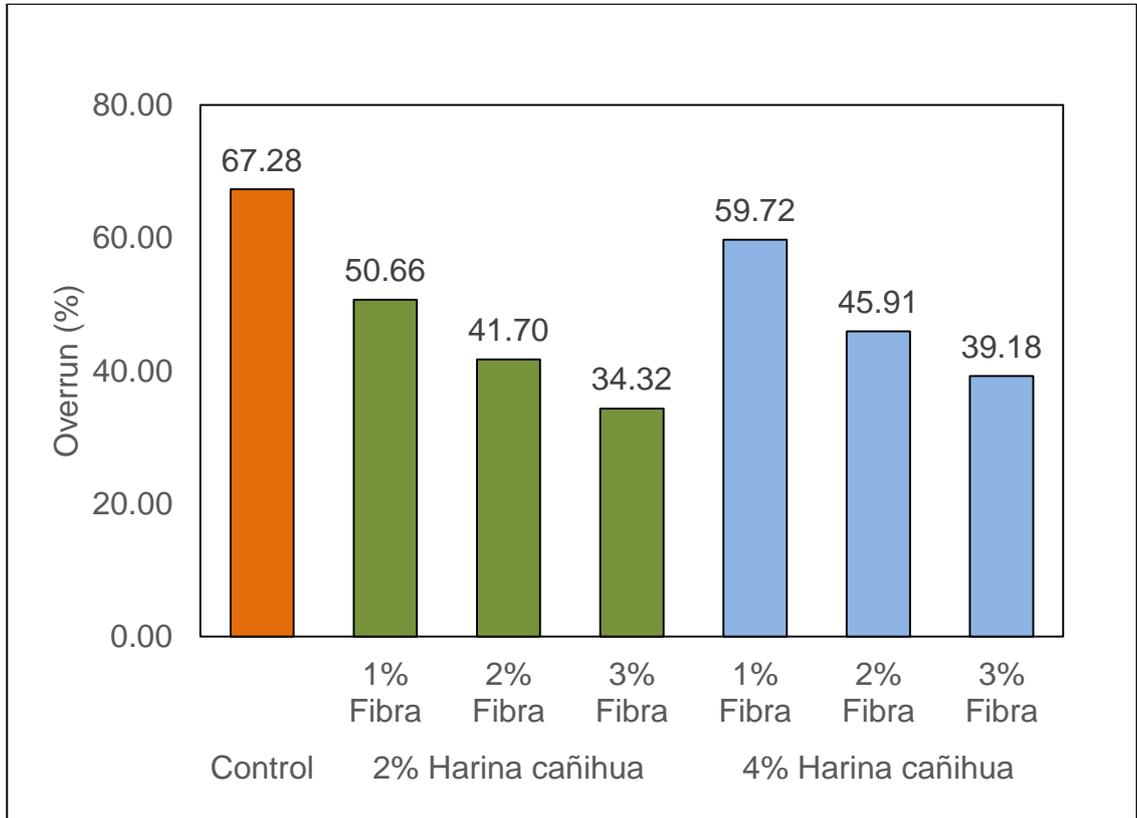


Figura 6. Overrun en función de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo en helado tipo crema de vainilla

La Norma Técnica Peruana para Helados (NTP 202.057) indica como valor máximo permitido hasta 120% en el overrun, mientras que en esta investigación los valores fueron menores, siendo el de mayor valor para la muestra control (67.28%).

Dervisoglu y Yazici (2016) evaluaron la adición de fibra cítrica al 0.4, 0.8 y 1.2% sobre el overrun en un helado tipo crema, mostrando una misma tendencia pero con valores inferiores, 38.94, 32.25 y 29.26% respectivamente. Esta disminución se debe a la interacción de la fibra con

la absorción de agua y grasa, evitando la incorporación de aire durante el proceso del batido (Silva y Lannes, 2011).

De Moraes y otros (2014) analizaron el efecto de la sustitución de fibra de naranja al 0.0, 1.0 y 1.5% en un helado tipo crema de limón con reducción en sólidos grasos. Reportaron resultados de overrun, con una disminución a medida que aumentó las adiciones, estos fueron 54.5, 22.7 y 17.3%; respectivamente. Este comportamiento se debe a la reducción de la materia grasa, la adición de otros emulsionantes y estabilizantes en la formulación, y las condiciones del procesamiento (temperatura de batido y congelación) mostrando un comportamiento viscoso, lo que imposibilitó la incorporación de aire. Comparando con estos resultados, se presenta una misma tendencia pero en la muestra control, presentó mayor overrun; esto se debe a que las proteínas de la harina de cañihua en la mezcla de helado posibilitan la formación de celdas pequeñas de aire, durante el congelamiento, logrando mayor incorporación de aire (Sofjan y Hartel, 2004), y por lo tanto, el helado es ligeramente más suave y con mayor resistencia al derretimiento.

La elaboración de un helado con excelentes características sensoriales depende básicamente del proceso de mezclado, ya que se conseguirá una suspensión permanente, evitando que la grasa se separe del resto de ingredientes y, por lo tanto, mejorando la cremosidad y resistencia al derretido, obtener overrun deseado, disminución de periodo de maduración y conseguir buena distribución de las proteínas lácteas en la superficie de los glóbulos de grasa (Ruiz, 2017).

En el Cuadro 14, se presenta la prueba de Levene aplicada al overrun en helado tipo crema con harina de cañihua y fibra cítrica en polvo que determinó la homogeneidad de varianza ($p > 0.05$). Consecuentemente, se

procedió a realizar el análisis de varianza y, posteriormente, la prueba de Duncan para determinar la tendencia hacia el mejor tratamiento.

Cuadro 14. Prueba de Levene aplicada al overrun en helado tipo crema de vainilla

Estadística de Levene	p
1.301	0.319

En el Cuadro 15, se muestra el análisis de varianza aplicado al overrun en helado tipo crema de vainilla, el cual demostró que la concentración de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo presentaron efecto significativo ($p < 0.05$).

Cuadro 15. Análisis de varianza aplicada al overrun en helado tipo crema de vainilla

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Harina cañihua: A	1412.100	2	706.070	205.280	0.000
Fibra cítrica: B	1039.100	2	519.550	151.060	0.000
A*B	20.760	2	10.380	3.020	0.081
Error	48.150	14	3.440		
Total	2520.200	20			

De Moraes y otros (2014) reportaron la existencia del efecto significativo ($p < 0.05$) sobre el overrun en un helado tipo crema de limón con reducción en sólidos grasos, con la sustitución de fibra de naranja al 0.0, 1.0 y 1.5%.

En el Cuadro 16, se muestra la prueba de Duncan aplicada al overrun en helado tipo crema de vainilla. Esta prueba indicó que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotado por la formación de subgrupos.

De Moraes y otros (2014) obtuvieron en la muestra control un overrun de 54.5% en un helado tipo crema de limón, encontrándose cercano al elegido como mejor tratamiento. En el subgrupo 5, se encuentra el mejor tratamiento con 4% harina de cañihua y 1% fibra cítrica en polvo con 59.72% por mantener semejanzas a la muestra control (67.28%); además, de encontrarse dentro del valor indicado por la norma técnica peruana.

Cuadro 16. Prueba de Duncan aplicada al overrun en helado tipo crema de vainilla

Harina cañihua (%)	Fibra cítrica (%)	Subgrupo					
		1	2	3	4	5	6
2	3	34.32					
4	3		39.18				
2	2		41.70				
4	2			45.91			
2	1				50.67		
4	1					59.72	
0	0						67.28

4.4. Efecto de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo sobre la viscosidad aparente en helado tipo crema de vainilla

En la Figura 7, se presenta la viscosidad aparente en función de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo en helado tipo crema de vainilla. Se muestra un comportamiento creciente, a medida que aumentó los niveles de fibra cítrica en polvo y a mayor adición de harina de cañihua. En el Anexo 4, se encuentran los valores experimentales.

Romero (2016) evaluó la sustitución de sólidos no grasos lácteos por harina de amaranto en helado tipo crema. Los ingredientes fueron la crema de leche, leche en polvo, azúcar blanca y mezcla de estabilizantes (CMC, carragenina y goma de algarrobo). Las sustituciones fueron 20, 40 y 60% de harina de amaranto del 11% de la formulación básica de la leche en

polvo sobre la viscosidad aparente. Los resultados tuvieron un comportamiento creciente a medida que aumento las sustituciones, estos valores fueron 211.9, 243.3 y 291.8 mPa.s, mostrando el mismo comportamiento con los valores hallados en esta investigación.

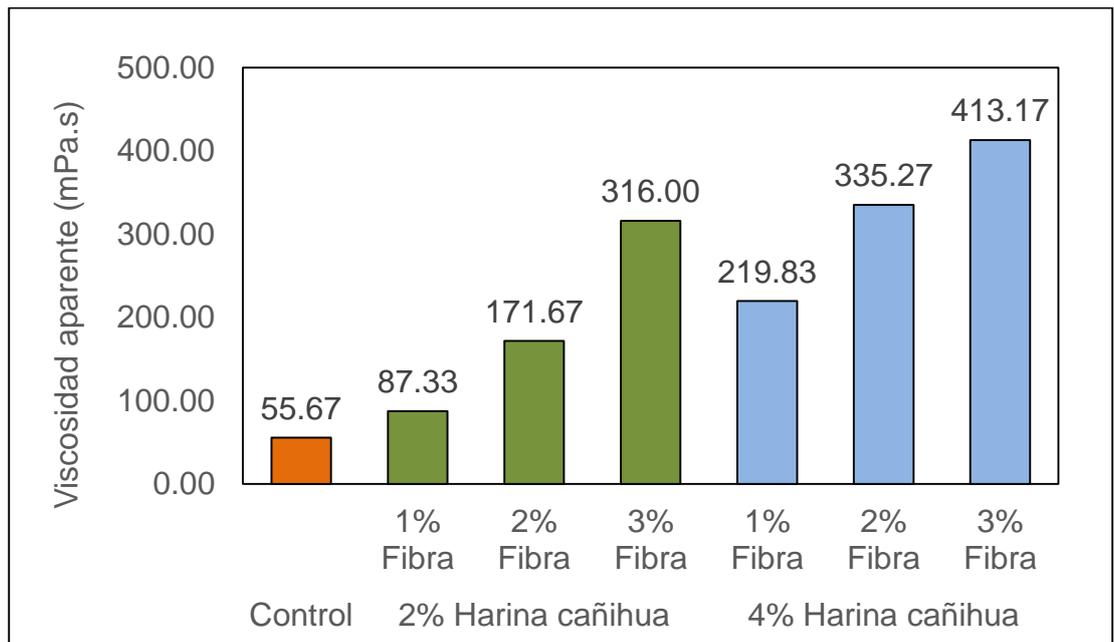


Figura 7. Viscosidad aparente en función de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo en helado tipo crema de vainilla

La aplicación o enriquecimiento de proteínas como ingredientes en alimentos permite que las propiedades funcionales aumenten en la gelificación, emulsificación, espesamientos y retención de lípidos y sabores; todas estas dependiendo de la estructura química de las proteínas, siendo las harinas de cereales andinos las que aportan mayor cantidad (Bartolo, 2014).

Dervisoglu y Yazici (2016) analizaron el efecto de la fibra cítrica en propiedades fisicoquímicas y sensoriales en un helado tipo crema. Las cantidades fueron 0.4, 0.8 y 1.2% fibra cítrica en polvo. Reportaron valores crecientes de viscosidad, siendo 216.6, 261.1 y 342.1 mPa.s;

respectivamente. Dichos valores guardan una relación en cuanto al comportamiento de la adición de la fibra cítrica. Esto puede deberse a la incorporación de fibra que permite la absorción parcial del agua libre como agua de hidratación, por ello incrementa la viscosidad, además, las proteínas están relacionadas con el aumento de la viscosidad del helado; debido al medio enriquecido (aminoácidos, péptidos y minerales) ayudando a la formación de la textura (Montúfar, 2014).

Rincón y otros (2008) indican que los polisacáridos favorecen una excelente incorporación y distribución uniforme del aire, mejora la textura y estabilidad durante el almacenamiento, mediante la interacción proteína-polisacárido formando una red tridimensional; además, del aporte de los sólidos grasos durante el proceso ayuda a mantener la dispersión de aire en el helado, proporcionando mejor estabilidad a la mezcla (Pintos y Totosaus, 2013).

En el Cuadro 17, se presenta la prueba de Levene aplicada a la viscosidad aparente en helado tipo crema con harina de cañihua y fibra cítrica en polvo que determinó la homogeneidad de varianza ($p > 0.05$). Consecuentemente, se procedió a realizar el análisis de varianza y, posteriormente, la prueba de Duncan para determinar la tendencia hacia el mejor tratamiento.

Cuadro 17. Prueba de Levene aplicada a la viscosidad aparente en helado tipo crema de vainilla

Estadística de Levene	p
1.304	0.318

En el Cuadro 18, se muestra el análisis de varianza aplicado a la viscosidad aparente en helado tipo crema de vainilla, el cual demostró que la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo presentaron efecto significativo ($p < 0.05$).

Cuadro 18. Análisis de varianza aplicada a la viscosidad aparente en helado tipo crema de vainilla

Origen de las variaciones	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrados medios	F	p
Harina cañihua: A	181783.970	2	90891.540	1358.480	0.000
Fibra cítrica: B	133689.110	2	66844.560	99.070	0.000
A*B	3314.850	2	1657.420	24.770	0.000
Error	936.700	14	66.910		
Total	319723.720	20			

Romero (2016) presentó efecto significativo en la sustitución (20, 40 y 60%) de sólidos no grasos lácteos (11%) por harina de amaranto en la elaboración de un helado tipo crema. Así mismo, Dervisoglu y Yazici (2016) reportaron efecto significativo por las concentraciones de la fibra cítrica (0.4, 0.8 y 1.2%) en el helado tipo crema.

En el Cuadro 19, se muestra la prueba de Duncan aplicada a la viscosidad aparente en helado tipo crema de vainilla. Esta prueba indicó que existió diferencia significativa entre los tratamientos denotado por la formación de subgrupos. Se eligió como mejor tratamiento al subgrupo 4, harina de cañihua 4% y fibra cítrica en polvo 1%, por presentar valores cercanos a los reportados por Dervisoglu y Yazici (2016), quien reportó mejores características sensoriales para 261.1 mPa.s en helado tipo crema con fibra cítrica en polvo; y por otro lado, Romero (2016) reportó una viscosidad de 243.3 mPa.s presentando mejor apariencia y cremosidad en helado tipo crema con harina de amaranto.

Cuadro 19. Prueba de Duncan aplicada a los valores de la viscosidad aparente en helado tipo crema de vainilla

Harina cañihua (%)	Fibra cítrica (%)	Subgrupo						
		1	2	3	4	5	6	7
0	0	55.67						
2	1		87.33					
2	2			171.67				
4	1				219.83			
2	3					316.00		
4	2						335.27	
4	3							413.17

4.5. Efecto de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo sobre la aceptabilidad general en helado tipo crema de vainilla

En la Figura 8, se muestran los valores de la moda de la aceptabilidad general en función de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo en helado tipo crema de vainilla. Se observa que a medida que aumenta los niveles de adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo, los valores de moda disminuyeron. El tratamiento control y el tratamiento 4% harina de cañihua y 1% fibra cítrica obtuvieron la mayor moda con 8 puntos.. Los panelistas indicaron que a medida aumentaba las adiciones de fibra cítrica, las muestras eran más viscosas y menos cremoso. En el Anexo 5, se encuentran las calificaciones de la aceptabilidad general.

Comas y otros (2013) evaluaron el efecto de la fibra de cáscara de naranja (0.00; 0.74 y 1.10%) como sustituto de la grasa sobre las características físicas (tasa de derretimiento y overrun) y aceptabilidad general en helado tipo sorbete sabor a chocolate. Los resultados indicaron que, al aumentar la sustitución de fibra cítrica, los valores promedios de las calificaciones disminuyeron de 8.01 a 6.86.

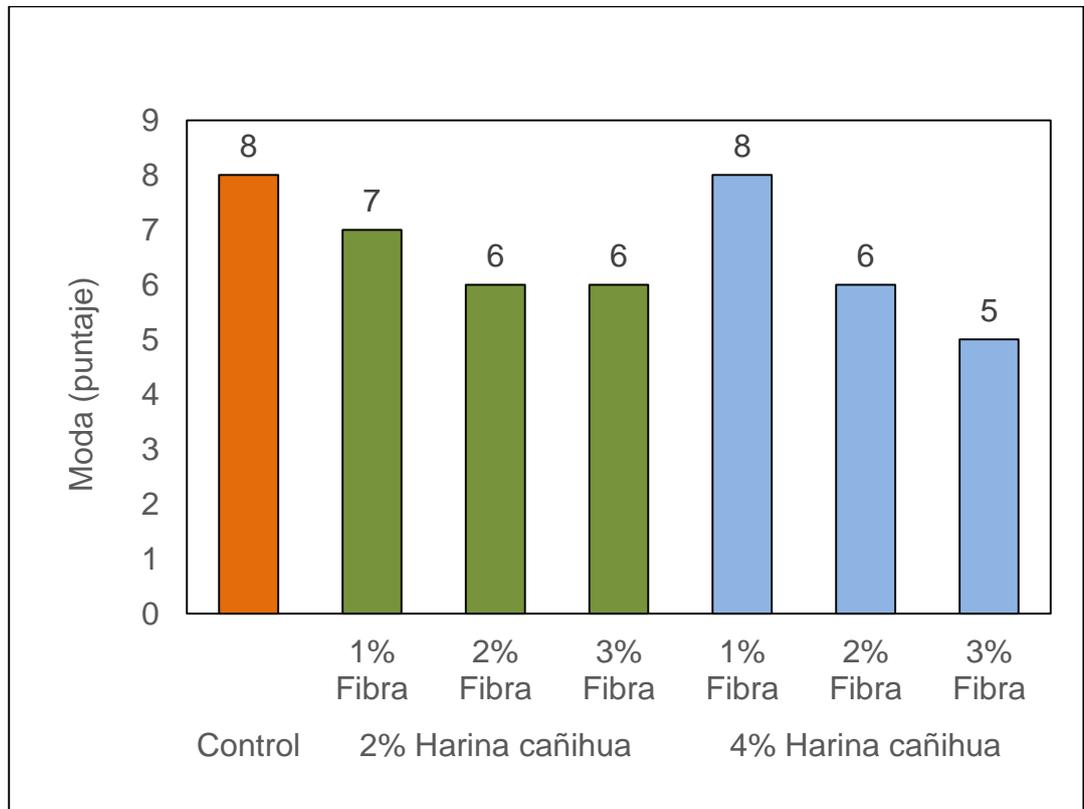


Figura 8. Aceptabilidad general en función de la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo en helado tipo crema de vainilla

Andrade (2012) evaluó la sustitución al 15 y 25% de suero de leche en polvo y harina de quinua por sólidos no grasos (20%) en la elaboración de helados de leche. Indicando que con harina de quinua al 25% presento mejores características sensoriales (aroma, sabor, textura y apariencia) con promedio de 7.1 puntos, semejantes al control. Dichos valores se encuentran familiarizados con los obtenidos en esta investigación, con la misma tendencia, siendo más significativo con la sustitución de harina de cereal.

Dervisoglu y Yazici (2016) evaluaron la influencia de la fibra cítrica sobre las características sensoriales en un helado tipo crema. Determinaron que el helado con menor cantidad de fibra cítrica (0.8%) tuvo mayor aceptación sensorial en cuanto a color, sabor y cremosidad.

En el Cuadro 20, se presenta la prueba de Friedman, que determinó la existencia de diferencia significativa ($p < 0.05$) en la aceptabilidad general en helado tipo crema de vainilla. Entre los tratamientos, se presenta la adición harina de cañihua 4% y fibra cítrica 1%, con la mayor media y moda con 7.33 y 8 puntos, respectivamente, eligiéndose como mejor tratamiento por mostrar valores semejantes a la muestra control.

Cuadro 20. Prueba de Friedman aplicada a la aceptabilidad general en helado tipo crema de vainilla

Harina de cañihua (%)	Fibra cítrica (%)	Rango promedio	Moda	Media	Chi-Cuadrado	p
0	0	5.68	8	7.53		
2	1	4.58	7	6.57		
2	2	3.62	6	6.07		
2	3	2.70	6	5.40	89.019	0.000
4	1	5.72	8	7.33		
4	2	3.85	6	6.23		
4	3	1.85	5	4.87		

En el Cuadro 21, se presenta la prueba de Wilcoxon aplicado a la aceptabilidad general, que es usada para obtener información complementaria a la prueba de Friedman, cuando esta resulta significativa, comparándose todos los tratamientos por pares. La comparación del tratamiento 4% harina de cañihua y 1% fibra cítrica frente a los diferentes tratamientos, existió diferencia significativa con excepción de la muestra control, pudiéndose considerar a estos como los mejores en la aceptabilidad general.

Cuadro 21. Prueba de Wilcoxon aplicada a la aceptabilidad general en helado tipo crema de vainilla

Tratamiento		Tratamientos		z	p
Harina cañihua (%)	Fibra cítrica (%)	Harina de cañihua (%)	Fibra cítrica (%)		
		0	0	0.250	0.566
		2	1	-2.900	0.007
4	1	2	2	-4.560	0.000
		2	3	-4.820	0.000
		4	2	3.270	0.000
		4	3	4.790	0.000

V. CONCLUSIONES

La adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo presentaron efecto significativo sobre el contenido de fibra cruda, proteínas, overrun, viscosidad y aceptabilidad general de un helado tipo crema de vainilla.

El tratamiento con adición 4% harina de cañihua y 1% fibra cítrica en polvo fue seleccionado como el mejor porque permitió obtener el mejor overrun con 59.72% y viscosidad con 219.83 mPa.s y la mayor aceptabilidad general con moda 8 puntos.

VI. RECOMENDACIONES

Determinar el efecto del almidón de la harina de cañihua en las características fisicoquímicas del helado tipo crema.

Evaluar tiempos de mezclado y maduración en helado tipo crema y comparar con diferentes helados comerciales.

Evaluar el helado tipo crema con harina y leche de cañihua frente con la leche evaporada en helados artesanales.

VII. BIBLIOGRAFÍA

Aguilar, Y. 2014. Manual de nutrición. Universidad Autónoma del Carmen. México. Disponible en:

<http://es.calameo.com/read/003609416556ea482ec28>

Alarcón, M., López, J. y Restrepo, M. 2013. Caracterización de la funcionalidad tecnológica de una fuente rica en fibra dietaria obtenida a partir de cáscara de plátano. Revista Facultad Nacional de Agronomía. Vol. 66. Colombia.

Ángulo, F. 2016. Efecto de la concentración de leche de quinua, leche de coco y leche concentrada de vaca sobre el overrun, viscosidad aparente, fusión, acidez titulable y aceptabilidad general en helado tipo crema. Tesis para obtener el título de Ingeniera en Industrias Alimentarias. Universidad Privada Antenor Orrego. Trujillo, Perú.

Anzaldúa-Morales, A. 2005. La evaluación sensorial de los alimentos en la teoría y la práctica. 2^{da} Edición. Editorial Acribia. Zaragoza, España.

Arévalo, L. Zamora, M. 2011. Evaluación del uso de concentrado de proteína de suero y dos concentraciones de grasa en helado de vainilla. Tesis para obtener el Título de Agroindustria Alimentaria. Universidad Zamorano. Honduras.

AOAC. 1999. Association of the Official Agriculture Chemists. Official Method of Analysis for protein in fruits method 920.105. 17^{va}. Edition. Volumen I y II. Editorial Board, USA.

AOAC. 1999. Association of the Official Agriculture Chemists. Official Method of Analysis for fiber in fruits method 962.09. 17^{va}. Edition. Volumen I y II. Editorial Board, USA.

Badui, S. 2012. La Ciencia de los Alimentos en la Práctica. Pearson Educación. México, pág. 107.

Barrionuevo, M., Carrasco, J., Cravero, B. y Ramón, A. 2011. Formulación de un helado dietético sabor a arándano con características prebióticas. Revista DIAETA, 29(134):23-28. Buenos Aires. Argentina.

Bartolo, D. 2014. Propiedades nutricionales y antioxidantes de la cañihua. Revista de Investigación Universitaria; 2(1):47-53.

Cháfer, M., Ortolá, M., Chiralt, A. y Fito, P. 2017. Aprovechamiento alimentario de la corteza de naranja por técnicas de impregnación a vacío. Universidad Politécnica de Valencia. España. Recuperado en: <http://fci.uib.es/Servicios/libros/conferencias/seae/Aprovechamiento-alimentario-de-la-corteza-de.cid221911>.

Choquemamani, D. y Bustinza, G. 2011. Efecto de la adición de harina de cañihua en las propiedades fisicoquímicas y microbiológicas del helado. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Agroindustrial. Universidad del Altiplano. Perú.

Comas, C., Morales, T., Ramos, R., de Oliveira, A. y Hickmann, S. 2013. Desarrollo de sorbete de chocolate utilizando fibra de cáscara de la naranja. Revista Ciencia Rural; 43(10):1892-1897

Del Castillo, R. y Mestres, J. 2004. Tecnología de productos lácteos. Editorial Ediciones UPC. Barcelona, España.

De Moraes, C., Ramos, R., Rios, A., Rech, A. y Hickman, S. 2014. Orange fiber as a novel fat replacer in lemon ice cream. *Revista Sociedade Brasileira de Ciencia e Tecnologia de Alimentos*, 34(2):332-340.

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.

Di Bartolo, E. 2005. Guía para la elaboración de helados. Secretaría de Agricultura, Ganadería, Pesca y Alimentos. Subsecretaría de Política Agropecuaria y Alimentos. Dirección Nacional de Alimentos. Argentina.

Dublán, O. y Montúfar, K. 2014. Fibras dietarias y su aplicación en el desarrollo tecnológico de productos alimentarios como alternativa de alimentos funcionales. Tesis para obtener el Título de Ingeniero Químico. Universidad Autónoma del Estado de México.

Escobar, M. 2010. Extracción de compuestos fenólicos de las cáscaras de cítricos producidos en México. Tesis para obtener el título de maestra en Ciencias en Alimentos. Instituto Politécnico Nacional. México.

FAO, 2018. La seguridad alimentaria y la nutrición en el mundo. Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. Disponible en:

<https://www.who.int/nutrition/publications/foodsecurity/state-food-security-nutrition-2018-es.pdf>

Fiberstar. 2016. La guía del usuario Citri-Fi. Estados Unidos de Norteamérica. Recuperado de:

<http://www.fiberstar.net/contact/>

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

Gonzales, 2009. Diseño de un pasteurizador para helados. Facultad de Ciencias. Universidad de Cádiz. España.

Hernández, A. 2010. Tratado de Nutrición composición y Calidad nutritiva de los Alimentos. 2^{da} Edición. Madrid, España.

Hernández, A., Guerra, Y., Pedros, Y. y Pérez, H. 2013. Desarrollo de un helado de leche con cultivos probióticos. Universidad de La Habana. Cuba

Indecopi. 2018. Cañihua. Comisión Nacional contra la biopiratería. Instituto Nacional de Defensa de la Competencia y de la Protección de la Propiedad Intelectual. Disponible en:

<https://www.indecopi.gob.pe/documents/20791/2291514/Boletin+N%C2%B0+8+-+Ca%C3%B1ihua.pdf>

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

Ligarda, C., Repo-Carrasco, R., Encina, C., Herrera, I. y Quinde-Axtell, Z. 2012. Extracción con soluciones neutra y alcalina para el aislamiento de fibra soluble e insoluble a partir de salvado de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.), kiwicha (*Amaranthus caudatus* L.) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen.). Revista de la Sociedad Química del Perú; 78(1):53-64.

Madrid, A. y Cenzano, I. 2003. Helados. Elaboración, análisis y control de calidad. Ediciones Mundi Prensa. Madrid, España.

Martínez-Fernández, E., Navarro-Cruz, A., Vera-López, O., Ávila, R. 2017. Caracterización fisicoquímica de desechos de naranja (*Citrus Sinensis*) y lechuga (*Lactuca Sativa*). Revista de Energía Química y Física, 4(10):49-56.

MINSA/DIGESA. Ministerio de Salud/ Direccion General de Salud Ambiental. 2008. Resolución Ministerial 07-051670-002. Recuperado de: https://www.saludarequipa.gob.pe/desa/archivos/Normas_Legales/alimentos/RM591MINSANORMA.pdf

Montúfar, K. 2014. Fibras dietarias y su aplicación en el desarrollo tecnológico de productos alimentarios como alternativa de alimentos funcionales. Tesis para obtener el título de Químico en Alimentos. Universidad Autónoma del Estado de México.

Neacsu, M., Vaughan, N., Raikos, V., Multari, S., Duncan, G., Duthie, G. y Russell, W. 2015. Phytochemical profile of commercially available food plant powders: their potential role in healthier food reformulations. Food Chemistry; 17:159,169.

Ollachica, S. 2004. Industrialización del zumo de naranja. Tesis para obtener el Título Profesional de Ingeniero Químico. Universidad Nacional de Ingeniería. Perú.

Pintor, M. y Totosaus, A. 2013. Propiedades funcionales de sistemas lácteos congelados y su relación con la textura del helado. Biotecnología y Ciencia Agropecuarias, 25(1):56-61.

Repo-Carrasco, R., Acevedo, A., Icochea, J. y Kallio, H. 2009. Chemical and Functional Characterization of Kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) Grain, Extrudate and Bran. *Plant Foods Hum Nutritional*; 3(4):94–101.

Repo-Carrasco, R., Hellström, J., Juha-Matti, P. y Mattila, P. 2010. Flavonoids and other phenolic compounds in Andean indigenous grains: Quinoa (*Chenopodium quinoa*), kañiwa (*Chenopodium pallidicaule*) and kiwicha (*Amaranthus caudatus*). *Food Chemistry*; 2(12):128-133.

Romero, C. 2016. Sustitución de sólidos no grasos lácteos por harina de amaranto en helados de crema. Tesis para obtener el Título de Ingeniera de Alimentos. Universidad de la Salle. Colombia.

Romero M., Osorio P., Bello L., Tovar J. y Bernardino A. 2011 Fiber Concentrate from Orange (*Citrus sinensis* L.) Bagase: Characterization and Application as Bakery Product Ingredient.

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

Ruiz, R. 2017. Producción de helados a nivel industrial. Tesis para obtener el Título de Ingeniero en Industrias Alimentarias. Universidad Nacional Agraria La Molina. Perú.

Sánchez, I. 2009. Diseño y evaluación de un helado funcional elaborado a partir del fruto de *Litchi chinensis* Sonn, adicionado con fibra de avena. Tesis para obtener el Grado de Maestro en Ciencias Quimicobiológicas. Instituto Politécnico Nacional. México.

Sánchez, K. y Matos, A. 2011. Fibra dietética y sus propiedades funcionales e importancia en la industria alimentaria. Lima, Perú.

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

Sofjan, R. y Hartel, R. 2004. Effects of overrun on structural and physical characteristics of ice cream. *International Dairy Journal*, 14(3):255-262.

Tablas Peruanas de Composición de Alimentos. 2017. Instituto Nacional de Salud. Perú. Disponible en:

<http://repositorio.ins.gob.pe/bitstream/handle/INS/1034/tablas-peruanas-2017.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

Tacora, R., Luna, G., Bravo, R., Mayta, J., Ibañez, V. y Choque, M. 2010. Efecto de la presión de expansión por explosión y temperatura de tostado en algunas características funcionales y fisicoquímicas de dos variedades de cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen). *Journal de Ciencia y Tecnología*; 1(2):188–198.

VIII. ANEXOS

Anexo 1. Valores del contenido de fibra cruda (%) del helado tipo crema de vainilla con la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo

Repetición	Control	2% Harina cañihua			4% Harina cañihua		
		1% Fibra	2% Fibra	3% Fibra	1% Fibra	2% Fibra	3% Fibra
1	0.93	4.39	5.21	6.38	4.98	5.26	7.01
2	0.91	4.11	5.16	6.36	4.60	5.35	7.09
3	0.90	4.30	5.23	6.00	4.67	5.47	7.26
Promedio	0.91	4.27	5.20	6.25	4.75	5.36	7.12

Anexo 2. Valores de las proteínas (%) del helado tipo crema de vainilla con la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo

Repetición	Control	2% Harina cañihua			4% Harina cañihua		
		1% Fibra	2% Fibra	3% Fibra	1% Fibra	2% Fibra	3% Fibra
1	3.45	5.49	5.60	5.97	6.77	6.73	7.09
2	3.28	5.67	5.85	6.02	6.45	6.59	6.87
3	3.29	5.65	5.81	6.11	6.53	6.72	6.90
Promedio	3.34	5.60	5.75	6.03	6.58	6.68	6.95

Anexo 3. Valores del overrun (%) del helado tipo crema de vainilla con la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo

Repetición	Control	2% Harina cañihua			4% Harina cañihua		
		1% Fibra	2% Fibra	3% Fibra	1% Fibra	2% Fibra	3% Fibra
1	68.42	50.00	40.05	33.65	60.87	44.60	40.55
2	68.42	47.83	42.48	33.50	60.50	46.00	39.00
3	65.00	54.17	42.57	35.82	57.80	47.13	38.00
Promedio	67.28	50.66	41.70	34.32	59.72	45.91	39.18

Anexo 4. Valores de la viscosidad aparente (mPa.s) del helado tipo crema de vainilla con la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo

Repetición	Control	2% Harina cañihua			4% Harina cañihua		
		1% Fibra	2% Fibra	3% Fibra	1% Fibra	2% Fibra	3% Fibra
1	52.00	85.00	184.00	311.50	214.50	330.27	403.00
2	60.20	90.50	159.20	323.50	212.30	339.24	413.50
3	54.80	86.50	171.80	313.00	232.70	336.30	423.00
Promedio	55.67	87.33	171.67	316.00	219.83	335.27	413.17

Anexo 5. Valores de la aceptabilidad general del helado tipo crema de vainilla con la adición de harina de cañihua y fibra cítrica en polvo

N°	Control	2% H cañihua			4% H cañihua		
		1% Fibra	2% Fibra	3% Fibra	1% Fibra	2% Fibra	3% Fibra
1	9	7	8	6	9	7	7
2	8	9	8	6	8	8	7
3	9	9	8	9	9	8	8
4	6	4	5	6	6	6	5
5	5	4	5	1	6	5	6
6	8	6	7	6	7	7	6
7	7	5	4	4	5	6	3
8	7	6	6	7	8	8	7
9	9	4	4	5	8	4	3
10	6	4	5	6	7	7	6
11	5	6	4	5	7	8	3
12	7	6	6	6	8	5	5
13	6	7	7	6	9	6	5
14	7	6	5	4	5	5	2
15	9	7	6	4	7	5	2
16	8	7	7	6	8	6	6
17	9	6	6	5	7	6	5
18	8	2	3	4	6	5	3
19	9	8	8	5	7	9	4
20	8	7	6	5	6	5	5
21	8	8	7	6	8	7	5
22	8	8	6	5	9	7	5
23	8	9	7	5	9	7	6
24	7	8	7	6	8	5	5
25	7	7	6	5	8	6	3
26	6	7	5	5	7	6	4
27	9	6	6	5	6	4	4
28	7	8	7	6	7	7	6
29	8	8	7	7	7	6	5
30	8	8	6	6	8	6	5
Moda	8	7	6	6	8	6	5

