



PROYECTOS DE INVESTIGACIÓN CON EL FINANCIAMIENTO DEL FEDU
2023

1. Título del proyecto

Estudio de las características nutricionales, reológicas, texturales y aceptabilidad del helado de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*)

2. Área de Investigación

Área de investigación	Línea de Investigación	Disciplina OCDE
Innovación tecnológica	Procesos y transformación	Ingeniería

3. Duración del proyecto (meses)

De enero a diciembre de 2023 (Un año)

4. Tipo de proyecto

Individual	
Multidisciplinario	X
Director de tesis pregrado	

4. Datos de los integrantes del proyecto

Apellidos y Nombres	LAQUI VILCA CESAR PAUL
Escuela Profesional	Ingeniería Agroindustrial
Celular	979705934
Correo Electrónico	Cesarlaqui@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	JIMENEZ MONROY LUIS ALBERTO
Escuela Profesional	Ingeniería Agroindustrial
Celular	951908888
Correo Electrónico	ljimenez@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	ORTEGA BARRIGA ROSARIO
Escuela Profesional	Ingeniería Agroindustrial
Celular	996100006
Correo Electrónico	rortega@unap.edu.pe

Apellidos y Nombres	QUISPE CCAMA JUAN
---------------------	-------------------



Escuela Profesional	Ingeniería Agroindustrial
Celular	946285115
Correo Electrónico	iquispe@unap.edu.pe

I. Título

Estudio de las características nutricionales, reológicas, texturales y aceptabilidad del helado de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*)

II. Resumen del Proyecto de Tesis

El helado es un alimentos congelado, rico en carbohidratos, grasas, proteínas y minerales, se obtiene de la mezcla de ingredientes lácteos, edulcorantes, emulsificantes, estabilizantes y saborizantes, es un sistema coloidal complejo que constan en su estructura de cristales de hielo, glóbulos de grasa, burbujas de aire y agregados en coalescencia parcial, todas rodeadas en fase discreta, por una matriz continua sin congelar, formada de proteínas, azúcares, sales, polisacáridos de alto peso molecular y agua. La adición de granos andinos a los helados es una tendencia. El objetivo de la presente investigación es determinar la idoneidad del uso de la quinua y cañihua en la elaboración de helados. Se usarán formulaciones de helados convencionales como control y tres concentraciones diferentes de harinas de quinua y cañihua. Se evaluarán (1) las propiedades físicas del helado como son: (a) overrun, (b) sólido soluble total, (c) tasa de fusión, (d) reología y (e) textura, (2) análisis proximal y (3) prueba de aceptabilidad. Para el análisis estadístico se utilizará ANVA a un nivel de significancia del 0.05.

III. Palabras claves (Keywords) (Colocadas en orden de importancia. Máx. palabras: cinco)

Helado, quinua, cañihua, caracterización física, textural.

IV. Justificación del proyecto

En los últimos 30 años, la sustitución de las proteínas animales por las vegetales ha ganado popularidad, principalmente por el fortalecimiento que ha tenido la implementación de prácticas de desarrollo sostenible y de estrategias nutricionales promovidas por las organizaciones públicas como consecuencia del rápido crecimiento de la población mundial. (FAO, 2015). La cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) es perteneciente a la familia Chenopodiaceae, misma familia que la quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), ambos son granos nativos de la Región Andina de Sudamérica ((Peñarrieta et al., 2008). La quinua es un cultivo reconocido como un aliado para la seguridad alimentaria mundial debido a su alto valor nutricional (Alandia et al., 2020), por otro lado la cañihua al igual que la quinua sirvieron como sustituto de las escasas proteínas animales y siguen siendo una de las principales fuentes proteicas. La importancia de estas proteínas se basa en su calidad, con una composición equilibrada de aminoácidos esenciales similar a la composición de la caseína (Repo-Carrasco et al., 2003). El helado forma parte de una dieta saludable si se consume de manera ocasional y en proporciones no excesivas, es un alimento que proporciona nutrientes de calidad, sin embargo, la tendencia del mercado se orienta hacia formulaciones de helado saludable con bajas calorías, bajo en azúcar, con excelente textura y propiedades sensoriales para lograr la satisfacción de los consumidores. Por ello, se han realizado investigaciones donde se aplican edulcorantes de bajo Índice glucémico (Whelan et al., 2008), fibras dietéticas (Soukoulis et al., 2009), probióticos (Akin et al., 2007), características



funcionales (Genovese, A. et al., 2022). En la literatura científica, no se encuentra investigaciones donde a los helados se incorporen granos andinos como quinua y cañihua, tampoco se estudian sus características físicas, la presente investigación permitirá desarrollar helados saludables usando como materia prima granos andinos que en la actualidad no se aprovechan.

V. Antecedentes del proyecto

Lomillo, J. et al., (2022) produjeron cuatro muestras de helado a base de leche calentando (65°C) los ingredientes a diferentes presiones (0.5, 1.0 bar) y tiempos (5, 30 min). Se realizaron análisis de overrun, comportamiento de fusión, tamaño de partícula, viscosidad y sensorial para cada combinación de tiempo/temperatura. La aplicación de vacío de 5 min dio como resultado una reducción del exceso de velocidad y del tamaño de las burbujas de aire, mientras que la viscosidad del helado aumentó. Se encontraron resultados opuestos para la muestra tratada con vacío durante 30 min, que también mostró una reducción significativa del tamaño de los glóbulos de grasa (<3,0 µm). El análisis sensorial reveló que el uso del vacío mejoró las sensaciones de dulzura, láctea y cremosa, independientemente de los tiempos de tratamiento.

Suchismita Roy, et al., (2022). El aislado de proteína de suero se utilizó para aumentar el nivel de proteína del helado de leche de búfala al 6, 8 y 10%. El aumento del contenido de proteína disminuyó el índice de comportamiento de flujo (de 0,86 a 0,57), aumentó el coeficiente de consistencia (de 0,18 Pa.sn a 4,22 Pa.sn) de la mezcla para helado. Al aumentar el contenido de proteína del 4 al 10 % (p/p), los valores del módulo de pérdida (a 100 Hz) aumentaron de 10,9 a 34,3 Pa y el módulo de almacenamiento (a 100 Hz) de las mezclas aumentó de 7,25 a 32,7 Pa. Helado las muestras habían disminuido el overrun (de 94,9 % a 33,9 %), aumentaron la dureza instrumental (de 13,60 N a 47,66 N) y la tasa de fusión (0,24 a 0,74 g/mL) con el aumento del contenido de proteína. La distribución del tamaño de partícula reveló que la muestra de control (4% de proteína) tenía picos distintos de micelas de caseína, individuales y grupos de glóbulos de grasa, mientras que no se observaron picos tan distintos en el caso de las muestras experimentales. Atributos sensoriales a saber. La puntuación de fusión y la puntuación de cuerpo y textura disminuyeron con un aumento en la concentración de proteína.

Gutierrez (2019), 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.

Andrade (2012), realizó el estudio de la harina de quinua y suero de leche en polvo como sustitutos de los sólidos no grasos en la elaboración de helados de leche, se utilizó 72 litros de leche, con un tamaño de la unidad experimental de 2 litros, que corresponden a 6 litros por tratamiento experimental, distribuidos bajo un Diseño Completamente al Azar (DCA) en arreglo bi factorial. Los resultados determinan que la aplicación del 25% de suero de leche en polvo, elevó la humedad del helado, por ende disminuyó el contenido de materia seca. El contenido de proteína reporta que el 25% de harina de quinua, fue la respuesta más alta de la investigación, al igual que el tenor graso. La sustitución de los sólidos no grasos del helado por 25% de suero de leche registró las mejores características organolépticas de



color, aroma, sabor y textura. La carga microbiana de coliformes totales reportó los contenidos más bajos en el helado con el 15% de suero de leche. Finalmente, con el empleo del 25% de suero de leche en polvo se alcanzó el mayor beneficio costo (1,65), alcanzando una rentabilidad del 65%. Por lo que se recomienda aplicar suero de leche en polvo en la elaboración de helados como sustituto de los sólidos no grasos; ya que, permite obtener un producto de consumo adecuado para el ser humano.

Lopez (2010), evaluó la influencia de dos formulaciones de sólidos no grasos lácteos (F1 y F2), sobre las características fisicoquímicas de mezclas de helado. Mediante criterios bromatológicos (contenido de proteína) se seleccionó la formulación F1, ya que una prueba sensorial que se aplicó simultáneamente, no aportó diferencias entre ambas formulaciones. Posteriormente se usaron tres niveles de la mezcla escogida, sustituyendo 20% (T2), el 40% (T3) y el 60% (T4), de los sólidos no grasos lácteos de la formulación, a los cuales se les realizaron pruebas de calidad física, química y sensorial, comparándolos contra una mezcla testigo sin sustitución (T1). El valor de viscosidad de los tratamientos, varió en un intervalo 398,7 cP a 1108,6 cP a una temperatura de 4 °C, siendo este aumento directamente proporcional al porcentaje de sustitución. Los valores de acidez titulable de la mezcla oscilaron entre 0,17% a 0,12% con un valor más alto ($P < 0,05$) para T1. El tratamiento T3 presentó los siguientes resultados: pH de 6,84; P 542,2 mg/Kg; Ca 717,2 mg/kg; cenizas 0,7%; proteína 2,5% y grasa 14,3%; los cuales se encuentran dentro de los parámetros aceptables para la elaboración de mezclas según la legislación colombiana. A medida que se aumentó el porcentaje de sustitución de sólidos no grasos lácteos, el contenido de proteína y el porcentaje de derretimiento, disminuyeron. El 40% de sustitución de la variable estudiada en la mezcla de helado, presentó mejores características fisicoquímicas.

VI. Hipótesis del trabajo

La adición de quinua y cañihua en el helado permite obtener adecuadas características físicas, proximales y de aceptabilidad.

VII. Objetivo general

Evaluar las propiedades nutricionales, reológicas, texturales y aceptabilidad cuando se incorpora quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) y cañihua (*Chenopodium pallidicaule*) en el helado.

VIII. Objetivos específicos

- Evaluar el comportamiento de las variables overrun, sólidos solubles totales, tasa de fusión, reología y textura cuando se incorporan quinua y cañihua en el helado.
- Evaluar la composición proximal del helado cuando se incorpora quinua y cañihua.
- Evaluar la aceptabilidad del helado cuando se incorpora quinua y cañihua.

IX. Metodología de investigación

MATERIALES

Materia Prima e Insumos. En la elaboración de las mezclas de helado se utilizarán: leche líquida entera, leche en polvo entera, quinua, cañihua 0.5%, sacarosa, emulsificante, estabilizante, crema de leche.

Preparación del helado

El helado control y los tratamientos se prepararán utilizando las formulaciones de la Tabla 1.

Tabla 1. Formulación del helado para el control y los tratamientos

COMPOSICIÓN	T-CONTROL	TRATAMIENTOS		
		TA	TB	TC
Leche (%)	42.5	42.5	42.5	42.5
Sacarosa (%)	38.2	38.2	38.2	38.2
Leche entera en polvo (%)	1.7	1.7	1.7	1.7
Estabilizador (%)	0.5	0.5	0.5	0.5
Emulsificador (%)	0.1	0.1	0.1	0.1
Crema de leche (%)	17.0	17.0	17.0	17.0
Quinoa o cañihua (%)	0	2	3	4.0
TOTAL (%)	100	102	103	104

METODOLOGÍA PARA EL ANÁLISIS

Determinación de overrun

El overrun se medirá comparando el peso de la mezcla y el helado en un recipiente de volumen fijo, utilizando un vaso de precipitados de 250 ml (Özdemir et al., 2003). El porcentaje de overrun se determinará de acuerdo con la siguiente ecuación:

$$O_n\% = 100(W_m - W_{ic})/W_{ic}$$

Donde:

$O_n\%$ = Porcentaje de overrun

W_m = Peso del volumen dado de la mezcla

W_{ic} = Peso del mismo volumen del helado

Determinación de la tasa de fusión

Se colocarán $80,0 \pm 2$ g de muestra sobre una malla de alambre unida a un cilindro graduado y se mantendrá en una cámara de temperatura controlada a 25°C y ambiente de humedad relativa constante ($50 \pm 1\%$). El volumen de goteo se medirá a intervalos de 10 minutos durante un total de 45 minutos (Lee y White, 1991). El tiempo de la primera gota se medirá como el volumen de goteo por minuto. Los datos registrados se usarán para determinar la velocidad de fusión (ml/minuto).

Propiedades reológicas

El análisis se realizará utilizando un reómetro acoplado a un sistema de cono y placa. El helado derretido se dejará reposar durante 5 minutos antes de la medición. Las curvas de flujo se obtendrán registrando esfuerzos cortantes de 0.5 a 200 s^{-1} en 120 s a 20°C (Karaca et al., 2009). Se utilizará el modelo de ley de potencia para determinar las propiedades no newtonianas del helado.

Análisis de perfil de textura

Se utilizará un analizador de textura para determinar la dureza, adhesividad, cohesión, gomosidad y elasticidad de las muestras de helado. El análisis se llevará a cabo a los 25°C . Para cada muestra, se realizaron tres mediciones usando una sonda cilíndrica de acero inoxidable de 2 mm unida a una celda de carga de 5 g. La profundidad de penetración en el centro geométrico de las muestras será de 20 mm y la velocidad de penetración se fijará en 3,3 mm/s.

Análisis proximal

El análisis químico proximal se realizará empleando las técnicas reportadas por la A.O.A.C (2005).

Evaluación de aceptabilidad

La evaluación sensorial se realizará mediante un test de aceptabilidad con escala hedónica verbal, para el análisis se aplicará la estadística descriptiva dándole valores cuantitativos.



VARIABLES DE INVESTIGACIÓN

Primer objetivo:

-Variables en Estudio

Contenido de quinua y cañihua

-Variables Respuesta

Overrun, sólidos solubles totales, tasa de fusión, reología y textura.

Segundo objetivo:

-Variables en Estudio

Contenido de quinua y cañihua

-Variables Respuesta

Porcentaje del contenido proximal del helado (Proteínas, grasa, carbohidratos, fibra, ceniza, humedad y energía)

Tercer objetivo:

-Variables en Estudio

Contenido de quinua y cañihua

-Variables Respuesta

Nivel de aceptabilidad del helado (Sabor, color, olor, textura y apariencia general)

ANÁLISIS ESTADÍSTICO

Para el análisis estadístico se utilizará Análisis de Varianza a un nivel de confianza del 95% ($p < 0.05$), también se utilizará resultados expresados como valores medios \pm desviación estándar.

X. Referencias

Akin, M. B., Akin, M. S. and Kirmaci, Z. (2007). Effect of inulin and sugar levels on the viability of yogurt and probiotic bacteria and the physical and sensory characteristics in probiotic ice cream. Food Chemistry 104: 93-99.

Organización de las Naciones Unidas para la Alimentación y la Agricultura. (2015). La FAO y los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible.



Alandia, G., Rodriguez, V., Jacobsen, S.-E., Bazile, D., Condori, B. (2020). Global expansion of quinoa and challenges for the Andean region, *Global Food Security*, Vol. 26, ISSN 2211-9124, <https://doi.org/10.1016/j.gfs.2020.100429>.

Andrade, M. (2012). Estudio de quinua y suero de leche en polvo (0, 15 y 25%) como sustitutos de los sólidos no grasos en la elaboración de helados de leche. Tesis, Escuela Superior Politécnica de Chimborazo.

Genovese, A., Balivo, A., Salvati, A., Sacchi, R. (2022). Functional ice cream health benefits and sensory implications, *Food Research International*, Vol. 161, ISSN 0963-9969, <https://doi.org/10.1016/j.foodres.2022.111858>.

Gutierrez, L. (2019). 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, Universidad Privada Antenor Orrego.

Karaca, O. B., Güven, M., Yasar, K., Kaya, S. and Kahyaoglu, T. 2009. The functional, rheological and sensory characteristics of ice creams with various fat replacers. *International Journal of Dairy Technology* 62: 93-99.

Lee, F. Y. and White, C. H. 1991. Effect of ultrafiltration retentates and whey protein concentrates on ice cream quality during storage. *Journal of Dairy Science* 74: 1170-1180.

Lomolino, G., De Iseppi, A., Bravo, S., Vegro, M., Marangon, M., Crapisi, A. and Curioni, A. (2023). Effect of vacuum application on the physical, rheological and sensory characteristics of an artisanal ice cream. *Int J Dairy Technol.* <https://doi.org/10.1111/1471-0307.12928>

López Barón, Francy Nataly, Sepúlveda Valencia, José Uriel, & Restrepo Molina, Diego Alonso. (2010). Ensayo y funcionalidad de un sustituyente de sólidos no grasos lácteos en una mezcla para helado. *Revista Facultad Nacional de Agronomía Medellín*, 63(2), 5729-5744. Retrieved January 31, 2023, from http://www.scielo.org.co/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0304-28472010000200025&lng=en&tng=es.

Özdemir, C., Dagdemir, E., Celik, S. and Özdemir, S. 2003. An alternative ice cream production for diabetic patients. *Milchwissenschaft* 58: 167-166.

Peñarrieta, J. M., Alvarado, J. A., Akesson, B., Bergenståhl, B. (2008). Total antioxidant capacity and content of flavonoids and other phenolic compounds in canihua (*Chenopodium pallidicaule*): An Andean pseudocereal. *Mol. Nutr. Food Res.* 52, 708–717. <https://doi.org/10.1002/mnfr.200700189>

Repo-Carrasco, R., Espinoza, C., Jacobsen, S. E. (2003). Nutritional value and use of the Andean crops quinoa (*Chenopodium quinoa*) and kaniwa (*Chenopodium pallidicaule*). *Food Rev. Int.* 541 19, 179–189.

Soukoulis, C., Lebesi, D. and Tzia, C. (2009). Enrichment of ice cream with dietary fiber: effects on rheological properties, ice crystallization and glass transition.

Whelan, A. P., Vega, C., Kerry, J. P. and Goff, H. D. (2008). Physiochemical and sensory optimization of a low glycemic index ice cream formulation. *International Journal of Food Science and Technology* 43: 1520- 1527.

Suchismita Roy, Shaik Abdul Hussain, Writdhama G. Prasad, Yogesh Khetra. (2022). Quality attributes of high protein ice cream prepared by incorporation of whey protein isolate,



XI. Uso de los resultados y contribuciones del proyecto

Con el presente trabajo de investigación se pretende conocer algunas características de la quinua y la cañihua cuando son aplicados a los helados, se propone que los granos andinos mejoran la calidad nutricional y tienen un potencial para su incorporación en la elaboración de alimentos que demanden de características específicas, de esta manera se podría promover el cultivo.

XII. Impactos esperados

i. Impactos en Ciencia y Tecnología

Con el conocimiento de las características del helado, se conocerán propiedades fundamentales para el aprovechamiento de los granos andinos en helados, a través de ella se desarrollará nuevas materias primas e insumos para el aprovechamiento de la industria.

ii. Impactos económicos

Al investigar los granos andinos, se fomenta el valor agregado de los productos oriundos de la región, lo que se verá reflejado en la valorización económica de la cadena producto y el beneficio directo e indirecto de los agentes que intervienen en su operación

iii. Impactos sociales

El principal impacto social será la revalorización de la quinua y la cañihua, productos sembrados y utilizados en la alimentación popular por las poblaciones más pobres del altiplano. A través de esta revaloración se propone una alimentación natural y saludable de los consumidores, debido a que estas materias primas provienen de fuentes naturales.

iv. Impactos ambientales

El fomento del cultivo de los granos andinos tradicionales se viene perdiendo por la intensificación de los cultivos como consecuencia de la demanda actual en el contexto del comercio exterior, se propone que el estudio promueva la preservación de la biodiversidad genética, que tiene impacto directo en el ambiente.

XIII. Recursos necesarios proyecto

RECURSOS	UNIDADES	CANTIDAD
1. Infraestructura		
Laboratorio de análisis	Unidad	03
2. Materia Prima		
Quinua y cañihua	Kilos/ecotipo	05
3. Materiales		



Materiales de laboratorio de vidrio y cerámico (Vasos precipitados, probetas graduadas pirex, tubos de ensayo, mortero, lunas de reloj, matraz aforado, campana de desecación y otros)	Varios	20
4. Equipos		
Tamices	Varios	07
Agitador magnético vortex	Unidad	01
Balanza analítica electrónica	Unidad	01
Cremadora de helados	Unidad	01
Congeladora	Unidad	01
Reómetro	Unidad	01
Texturómetro	Unidad	01
Cocina	Unidad	01
Estufa	Unidad	01
Equipo soxlhet	Unidad	01
Microkental	Unidad	01
Mufla	Unidad	01
Termómetro	Unidad	01
Cabinas de evaluación	Unidad	15
5. Reactivos		
Varios	Unidades	
6. Software	Unidad	01

XIV. Localización del proyecto (indicar donde se llevará a cabo el proyecto)

La investigación se realizará en la ciudad de Puno, ubicado a 3820 msnm, en los laboratorios de:
- Análisis Nutricional de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agrarias de la Universidad Nacional del Altiplano de Puno.
- Laboratorios de Investigación de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la UNA-Puno.
- Laboratorio de la Escuela Profesional de Ingeniería Química, Facultad de Procesos de la Universidad Nacional San Antonio de Abad del Cusco.

XV. Cronograma de actividades

Actividad	TRIMESTRES												
	E	F	M	A	M	J	J	A	S	O	N	D	
Descripción y formulación del problema	X												
Revisión del estado del arte y revisión bibliográfica	X												
Elaboración del proyecto	X												
Adquisición de materia prima e insumos		X	X										
Extracción de almidón				X									
Pruebas experimentales				X	X	X	X						
Análisis de datos							X	X	X				
Redacción del informe										X	X		
Presentación del informe													X



XVI. Presupuesto

Descripción	Unidad de medida	Costo (S/)	Unitario	Cantidad	Costo total (S/)
Análisis en laboratorios especializados	Unidades		1000.00	02	2000.00
Materia Prima e insumos	Varios		40.00	10	400.00
Compra de reactivos.	Varios		2000.00	01	2000.00
Compra de materiales de laboratorio de vidrio y otros que no se disponen.	En general		200.00	03	600.00
Alquiler de equipos para procesamiento.	En general		500.00	04	2000.00
Materiales de escritorio e internet.	Varios		2000.00	01	2000.00
TOTAL					9000.00