

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



**"EFECTO DE LA ADICION DE HARINA DE CAÑIHUA EN LAS  
PROPIEDADES FISICO, QUIMICAS Y MICROBIOLÓGICAS DEL  
HELADO"**

**TESIS**

PRESENTADA POR:

Bach. DONALD AGUSTIN CHOQUEMAMANI YANA

Bach. GIANCARLO BUSTINZA ZAVALETA

PARA OPTAR EL TITULO PROFESIONAL DE:

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

PUNO-PERU

2011

UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO  
FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS  
CARRERA PROFESIONAL DE INGENIERIA AGROINDUSTRIAL

**“EFECTO DE LA ADICION DE HARINA DE CAÑIHUA EN LAS  
PROPIEDADES FISICO, QUIMICAS, SENSORIALES Y MICROBIOLÓGICAS  
DEL HELADO”**

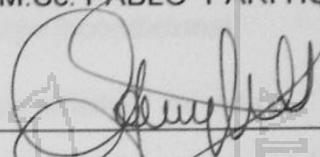
Tesis presentada por:

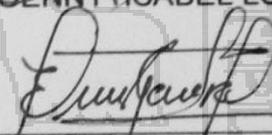
Bach. DONALD AGUSTIN CHOQUEMAMANI YANA  
Bach. GIANCARLO BUSTINZA ZAVALETA

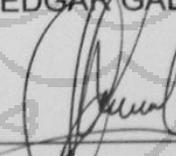
PARA OPTAR EL TITULO DE:  
**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

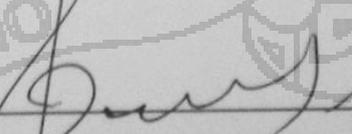
APROBADO POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE :   
Ing. M.Sc. PABLO PARI HUARCAYA

PRIMER MIEMBRO :   
Ing. M.Sc. GENNY ISABEL LUNA MERCADO

SEGUNDO MIEMBRO :   
Ing. EDGAR GALLEGOS ROJAS

DIRECTOR DE TESIS :   
Ing. M.Sc. F. VICTOR CHOQUEHUANCA CACERES

ASESOR :   
Ing. M.Sc. LUIS ALBERTO JIMENEZ MONROY

PUNO-PERU

2011

Área: Ingeniería y tecnología

Tema: Propiedades físicas y estructurales

## DEDICATORIA

### “A Dios y a la virgen por darnos el don de la vida”

A mis padres DONATO y DIONISIA por  
su sacrificio, apoyo y amor brindado,  
fuerza vital para sacarme adelante día a día

Con todo cariño a mis hermanos  
Elizabeth, Estefani, Jhon, Katherine,  
Gabriela y Dennis por el poyo moral

Al amor de mi vida Flor Ángela y a su familia  
Por brindarme su apoyo incondicional  
en los momentos mas difíciles mi vida.

Donald

A mis queridos padres Miguel y Miran  
Por su amor, apoyo incondicional, por  
su esfuerzo en mi formación y la  
Confianza que depositaron en mí.

A mi hermana Marian por el gran ejemplo  
y el cariño que me da diariamente.

Giancarlo

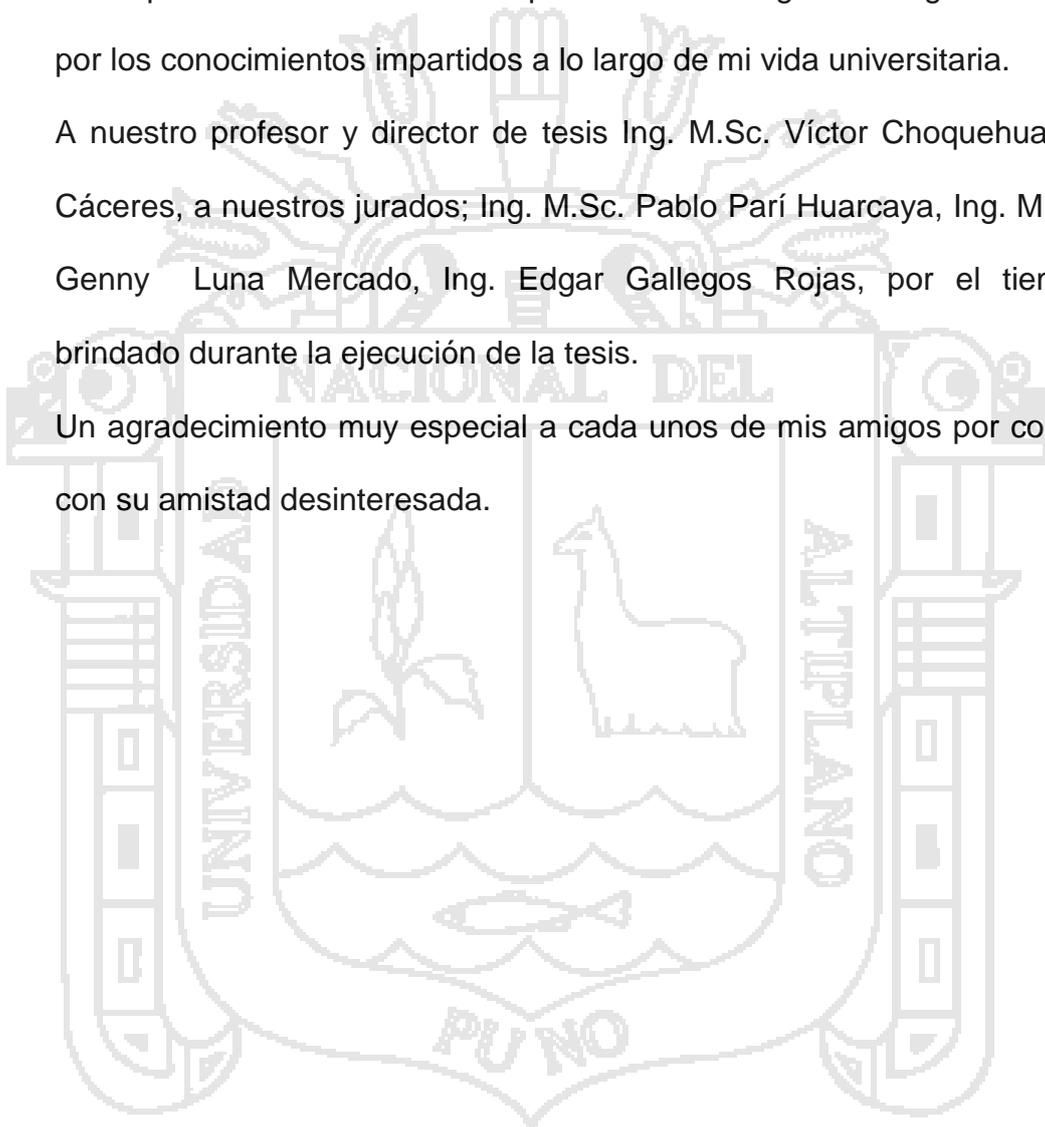
## AGRADECIMIENTOS

A la universidad nacional del altiplano puno, a la facultad de ciencias agrarias y en especial a la escuela profesional de ingeniería agroindustrial.

A los profesores de la escuela profesional de ingeniería agroindustrial por los conocimientos impartidos a lo largo de mi vida universitaria.

A nuestro profesor y director de tesis Ing. M.Sc. Víctor Choquehuanca Cáceres, a nuestros jurados; Ing. M.Sc. Pablo Parí Huarcaya, Ing. M.Sc. Genny Luna Mercado, Ing. Edgar Gallegos Rojas, por el tiempo brindado durante la ejecución de la tesis.

Un agradecimiento muy especial a cada unos de mis amigos por contar con su amistad desinteresada.



## INDICE GENERAL

INDICE DE CUADROS

INDICE DE FIGURAS

INDICE DE TABLAS

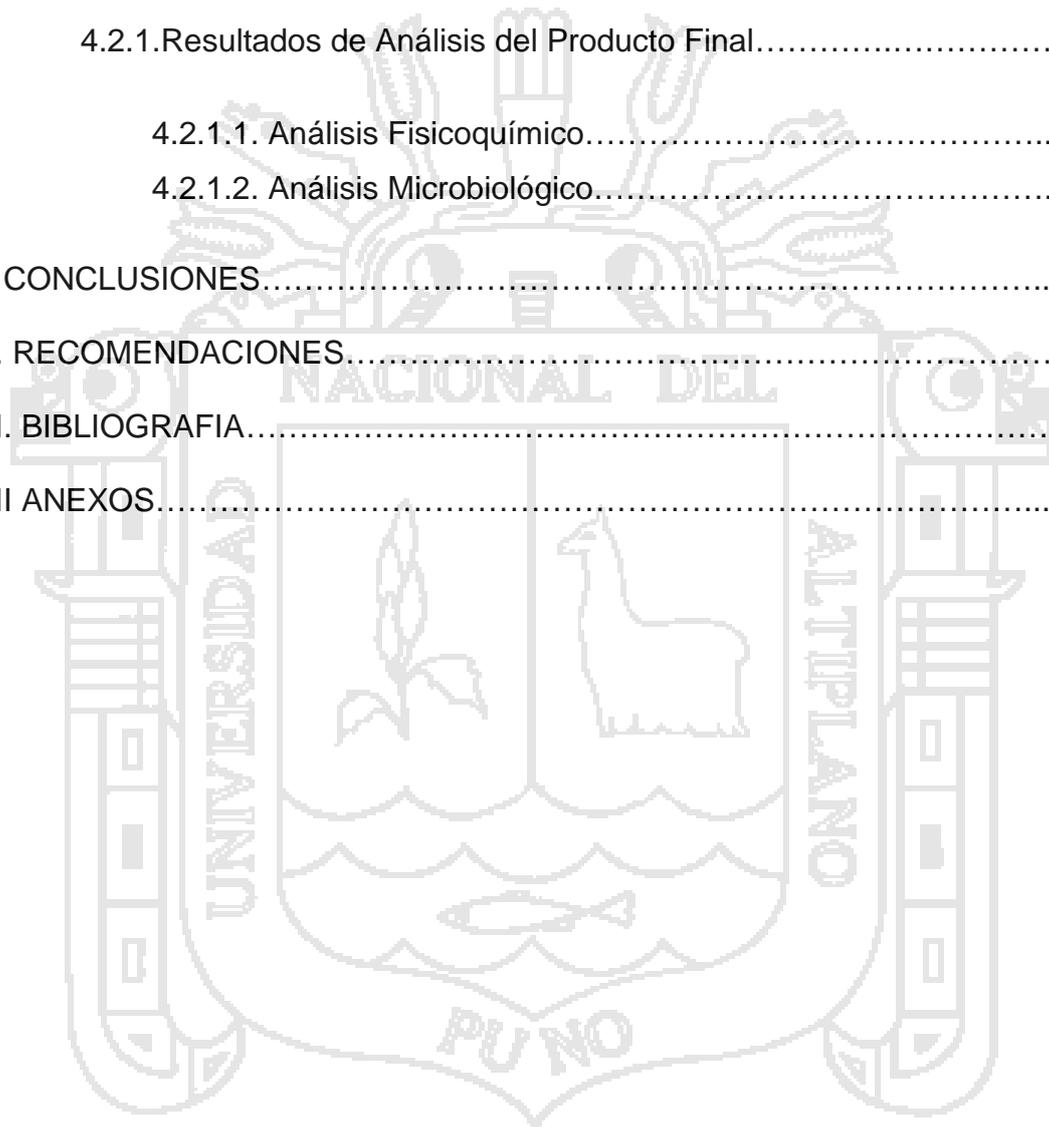
INDICE DE GRAFICOS

RESUMEN

I. INTRODUCCION.....	1
II. REVISION BIBLIOGRAFICA.....	3
2.1. Cañihua ( <i>Chenopodium pallidicaule</i> Aellen).....	3
2.1.1 Origen.....	3
2.1.2 Clasificación Taxonómica.....	4
2.1.3. Variabilidad Genética.....	4
2.1.4. Agroindustria Mejorada.....	6
2.2. Harina de Cañihua.....	6
2.3 Cocción por Extrusión .....	7
2.3.1 Efecto sobre el Valor Nutricional de los Alimentos.....	10
2.4. Helado.....	12
2.4.1 Características.....	14
2.4.2 Insumos que Intervienen en la Elaboración de Helados.....	15
2.4.3 Proceso de Fabricaron y Efecto de los Insumos.....	16
2.4.4 Valor Nutritivo de los Helados.....	22
2.4.5 Análisis Físico, Químico, Microbiológico y Sensorial.....	23
2.5. Sistemas de Refrigeración por Compresión de Vapor.....	27
2.5.1 Proceso (3) a Través del Compresor.....	28
2.5.2 Proceso (4) a Través del Condensador.....	29
2.5.3 Proceso (1) a Través del Dispositivo de Expansión.....	30

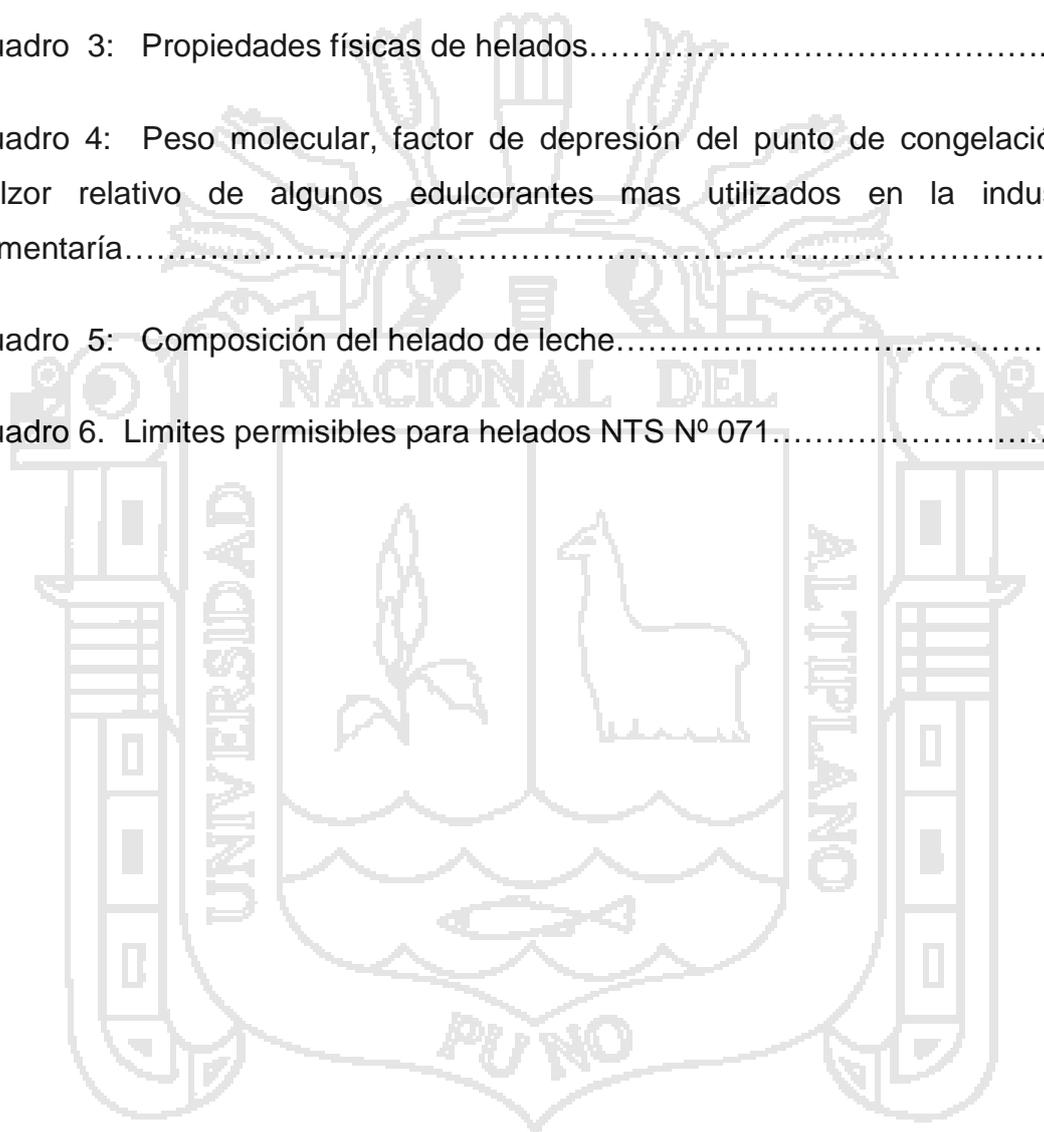
2.5.4	Proceso (2) a Través del Evaporador.....	30
2.5.5	Transferencia de Calor en la refrigeración.....	31
2.5.6	Comportamiento de los Refrigerantes en un Circuito Frigorífico de Compresión Mecánica.....	31
III. MATERIALES Y METODOS.....		33
3.1.	Lugar de Ejecución.....	33
3.2.	Materiales.....	33
3.2.1.	Materia Prima.....	33
3.2.2.	Insumos.....	33
3.2.3.	Equipos e Instrumentos.....	34
3.3.	Métodos.....	34
3.3.1.	Descripción del Proceso de Elaboración de Helado.....	34
3.3.2.	Evaluación Sensorial .....	37
3.3.2.1.	Prueba Descriptiva.....	37
3.3.2.2.	Prueba Afectiva.....	37
3.3.3.	Análisis Físico-químico, Microbiológico y sensorial del producto final.....	38
3.3.4.	Diseño Experimental y Niveles de los Factores en Estudio .....	38
IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN.....		40
4.1	Efecto de los Factores en Estudio Sobre los Atributos del Helado .....	40
4.1.1	Efecto de los factores en estudio sobre el olor del helado .....	40
4.1.2	Efecto de los factores en estudio sobre el color del helado.....	43
4.1.3	Efecto de los factores en estudio sobre el sabor del helado.....	46

4.1.4 Efecto de los factores en estudio sobre la textura del helado .....	49
4.1.5. Factores en estudio que optimizan los atributos del helado de cañihua.....	53
4.2. Análisis de la evaluación afectiva de los helados de cañihua.....	54
4.2.1.Resultados de Análisis del Producto Final.....	55
4.2.1.1. Análisis Fisicoquímico.....	55
4.2.1.2. Análisis Microbiológico.....	57
V. CONCLUSIONES.....	58
VI. RECOMENDACIONES.....	59
VII. BIBLIOGRAFIA.....	60
VIII ANEXOS.....	66



**INDICE DE CUADROS**

Cuadro 1: Composición de la cañihua comparada con el trigo (g/100g) .....	5
Cuadro 2: Composición proximal del grano de cañihua (% base seca).....	5
Cuadro 3: Propiedades físicas de helados.....	19
Cuadro 4: Peso molecular, factor de depresión del punto de congelación y dulzor relativo de algunos edulcorantes mas utilizados en la industria alimentaria.....	20
Cuadro 5: Composición del helado de leche.....	23
Cuadro 6. Limites permisibles para helados NTS N° 071.....	26



## INDICE DE FIGURAS

Figura 1: Flujo de operaciones para la obtención de harina de cañihua método tradicional.....	7
Figura 2: Diagrama de flujo para la obtención de harina de cañihua por extrusion.....	8
Figura 3: Flujograma de la elaboración de helados de cañihua.....	35
Figura 4: Balance de materia.....	36
Figura 5: Superficie de respuesta que expresa el efecto de la harina de cañihua y tiempo batido, sobre el olor del helado.....	42
Figura 6: Superficie de respuesta que expresa el efecto de temperatura y tiempo de batido sobre el olor del helado.....	42
Figura 7: Superficie de respuesta que expresa el efecto de la harina de cañihua y la temperatura sobre el olor del helado.....	43
Figura 8: Superficie de respuesta que expresa el efecto de la harina de cañihua y el tiempo de batido sobre el color del helado.....	45
Figura 9: Superficie de respuesta que expresa el efecto de la harina de cañihua y el tiempo de batido sobre el color del helado.....	45
Figura 10: Superficie de respuesta que expresa el efecto de la temperatura y el % de harina de cañihua sobre el color del helado.....	46
Figura 11: Superficie de respuesta que expresa el efecto del tiempo de batido y el % de harina de cañihua sobre el sabor del helado.....	48
Figura 12: Superficie de respuesta que expresa el efecto de la temperatura y el tiempo de batido sobre el sabor del helado.....	48
Figura 13: Superficie de respuesta que expresa el efecto de la temperatura y el % de harina de cañihua sobre el sabor del helado.....	49
Figura 14: Superficie de respuesta que expresa el efecto del % de harina de cañihua y el tiempo de batido sobre la textura del helado.....	51
Figura 15: Superficie de respuesta que expresa el efecto de la temperatura y el tiempo de batido sobre la textura del helado.....	51
Figura 16: Superficie de respuesta que expresa el efecto de la temperatura y el % de harina de cañihua sobre la textura del helado.....	52

**INDICE DE TABLAS**

Tabla 1. Niveles codificados y sus respectivos valores reales.....	39
Tabla 2. Combinación de niveles para cada uno de los 20 tratamientos.....	39
Tabla 3. Análisis de varianza para la variable olor.....	40
Tabla 4. Análisis de varianza para la variable color.....	44
Tabla 5. Análisis de varianza para la variable sabor.....	47
Tabla 6. Análisis de varianza para la variable textura .....	50
Tabla 7. Valores óptimos de los atributos del helado de cañihua.....	53
Tabla 8 Factores del tratamiento que tuvo la mayor aceptación.....	54
Tabla 9 Frecuencia de aceptación de 15 tratamientos de helado de cañihua..	55
Tabla 10 Resultados y Promedio del análisis fisicoquímico.....	56
Tabla 8. Resultados del análisis microbiológico.....	57

**INDICE DE GRAFICOS**

Grafico 1: Ciclo básico de refrigeración mecánica por compresión.....28

Grafico 2: Diagrama p – h del ciclo termodinámico ideal de un refrigerante.....29



## RESUMEN

El presente trabajo de investigación se realizó en la Universidad Nacional del Altiplano en los laboratorios de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agrarias. Con los objetivos de, determinar el efecto del tiempo de batido, temperatura de congelación y el porcentaje de cañihua en las propiedades sensoriales del helado, asimismo, Determinar el efecto de la adición de harina de cañihua en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del helado enriquecido con harina de cañihua. El diseño experimental utilizado fue diseño compuesto central rotatable (DCCR) con el que se evaluó la influencia de los factores harina de cañihua (2, 4 y 6 %), tiempos de batido (10, 12 y 14 min.) y temperaturas de congelamiento (-6, -8 y -10 °C.), sobre los atributos sensoriales (olor, color, sabor y textura). planteándose 20 tratamientos siguiendo la formulación del diseño estadístico. Se trabajó con harina extruida de cañihua de la variedad "Cupi", adquirida en la planta de Servicios agroindustriales "El Altiplano", la leche, se obtuvo del establo "Fundo Paccollo", Elaboradas las muestras se utilizó un panel de evaluación sensorial de 10 jueces para la prueba descriptiva y 20 jueces para la prueba afectiva. Obteniendo como mejor muestra el tratamiento número T5 con un porcentaje de harina de 2.8 %, un tiempo de batido de 10.8 min. y una temperatura de -6.8 °C, el que se utilizó para realizar los análisis fisicoquímicos y microbiológicos que nos dieron los siguientes resultados: ceniza 1.285 %, proteína 5.66 %, grasa 7.585 %, fibra 0.7% y carbohidratos 20.68%. Microbiológicamente el helado de cañihua se encuentra dentro de los niveles expresados por la norma técnica sanitaria N° 071 "Criterios Microbiológicos de la Calidad Sanitaria e Inocuidad de los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano". Los resultados obtenidos nos condujeron a concluir que el porcentaje de cañihua incorporado al helado

favorece las propiedades nutritivas de éste, de manera importante sobre otros productos del mismo tipo, no se debe trabajar con un porcentaje mayor al 4 % para que no pierda su palatabilidad, la fibra que aporta la cañihua es importante para la mejor digestión del producto.



## I. INTRODUCCION

La cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) es un cereal que tiene como origen la región de los Andes del Sur del Perú y Bolivia, distribuyéndose en las regiones semiáridas mas altas; soporta bien los climas más rigurosos con heladas, sequías y bajas temperaturas; es probablemente el cultivo de grano que resiste mejor las bajas temperaturas (-3 °C) sin afectar su producción.

Es importante la agroindustrialización de la cañihua para los productores que vienen cultivándola en sus pequeñas parcelas, como una alternativa de desarrollo, es vital que su producción sea incorporada a la agroindustria local. A su vez el cultivo de la cañihua es menos riesgoso, porque está adaptada a las duras condiciones climáticas, y a suelos pobres siendo producido con una mínima inversión de recursos económicos y humanos.

Los helados son uno de los productos congelados mas populares en el mundo, cuyos volúmenes de producción y ventas se han elevado vertiginosamente en los últimos años, llegando incluso a ser consumido sin restricción estacional. Nuevas formas de presentación y sobre todo nuevos sabores van apareciendo en el mercado para satisfacer rápidamente las demandas cambiantes de los consumidores, haciendo que el éxito y competitividad de las industrias involucradas dependan de cuan rápido se adapten para satisfacer dichas demandas. Para ello se deben tomar en cuenta la calidad del helado, así como el mercado al que se orienta la producción.

La textura del helado es la primera impresión que el público consumidor aprecia por lo cual es uno de los factores que determina la aceptación del producto final. Para lo cual se debe utilizar una proporción adecuada de los insumos en el helado, pero basados en los mecanismos

sinérgicos fundamentales que involucren los atributos sensoriales del helado, con la composición y calidad de las materias primas. Para la evaluación y caracterización sensorial de los atributos del helado empleando los órganos nasal, retronasal, ocular, bucal y sus interacciones, esta caracterización resulta compleja debido a que las apreciaciones sensoriales humanas son subjetivas y multidimensionales.

Los cultivos andinos han dado mucho que hablar en estos tiempos y más aun que la demanda actual de los consumidores es optar por productos alimenticios que no solamente satisfagan las necesidades sino que a su vez se busca que estos brinden propiedades nutritivas. Es así que este trabajo de investigación trata de elaborar un helado con cañihua para que el público no solo satisfaga una parte de sus necesidades, sino que a la vez la cañihua le brinde otras bondades como son propiedades antianémicas, y nutritivas, porque la cañihua está considerada como uno de los cultivos andinos más completos.

La demanda y elaboración de helados esta muy influenciada por la mala incorporación de aire, por eso se ven helados que parecen esponja y otros helados que tienen una textura muy dura, es por eso que se determinará tiempo y temperatura óptimo de batido que es muy importante en la incorporación de aire.

Así que en función de lo mencionado, este estudio tuvo como objetivos:

- Determinar efecto del tiempo de batido, temperatura de congelación y el porcentaje de cañihua en las propiedades sensoriales del helado
- Determinar el efecto de la adición de harina de cañihua en las características fisicoquímicas, microbiológicas y sensoriales del helado enriquecido con harina de cañihua

## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1. Cañihua (*Chenopodium pallidicaule* Aellen)

#### 2.1.1 Origen

La cañihua es originaria de los Andes del Sur del Perú y de Bolivia, propia del Altiplano andino, fue domesticada por los pobladores de la cultura Tiahuanaco, en la meseta del Collao. Se distribuye en las regiones semiáridas más altas de los Andes centrales en Perú y Bolivia con mayor concentración en la región del Altiplano, en donde se producen para la alimentación humana en altitudes entre 3800 y 4300 m.s.n.m. siendo muy resistente al frío en sus diferentes fases fenológicas (Hernández y León 1992)

La cañihua es una planta anual de 25 a 70 cm de altura, perteneciente a la familia de los *chenopodiaceae*, cuya parte comestible la constituyen los granos. La cañihua es menos conocida y difundida que la kiwicha, sin embargo, es reconocida su contribución a la sobrevivencia de pobladores andinos durante cientos de años (Repo-Carrasco, 1998).

La cañihua produce un grano más pequeño que la quinua y se cultiva en áreas más restringidas, como Puno, y en algunas tierras muy altas del Cuzco, Arequipa, Ayacucho, Apurímac y Bolivia. Es un cultivo resistente a las enfermedades y a las bajas temperaturas ( $-3^{\circ}\text{C}$ ), que no afectan su producción. Los granos se emplean en la alimentación humana y los tallos son buenos como forraje para la alimentación animal (Frías, 1997).

En cuanto a su valor nutritivo, la cañihua es más alta en proteínas que la quinua y otros cereales. El contenido y balance de aminoácidos permite clasificar la proteína de la cañihua como de primera calidad por la relación entre ellos y la presencia de aminoácidos esenciales. Además, los análisis

de vitaminas muestran un contenido muy satisfactorio, aunque carece de vitamina C y de caroteno (Frías, 1997).

### 2.1.2 Clasificación Taxonómica

La clasificación taxonómica es como sigue (Frías, 1997):

- Reino : Vegetal
- División : Fanerógamas
- Clase : Angiospermas
- Sub clase : Dicotiledóneas
- Orden : Centrospermales
- Familia : Chenopodiáceas
- Especie : *Chenopodium pallidicaule* Aellen
- Nombre común : qañiwa, cañihua, cañahua,

### 2.1.3. Variabilidad Genética

Los cultivares conocidos en el Perú son: Cupi, Ramis, Akallapi, Huanaco, Rosada, Chillihua, Condorsaya, K'elíu, Puca; en Bolivia: 'Kanaliapi, Chusllunca e Issualla, (Vaitenas, 1974 citado por Hernández & León 1992). Crecen en forma silvestre y entre cultivos de papa amarga con frecuencia las denominadas Mama cañihua, Machu cañihua y K'ita cañihua, que son los parientes más cercanos de la cañihua, las formas silvestres pueden alcanzar tamaños considerables en buenas condiciones de fertilidad; estas plantas son cosechadas y consumidas en años de escasez. (Hernández y León, 1992)

El INIA y la UNA-Puno han realizado esfuerzos y aportes importantes en la obtención de variedades de Cañihua a través de métodos de selección y estudios de estabilidad de rendimiento; lográndose obtener las variedades siguientes (Mújica, 2002):

- Variedad Cupi, tipo Lasta, de doble propósito grano/forraje, de buena

calidad para harina, altamente tolerante a las heladas, periodo vegetativo de 140 a 150 días y rendimiento de 2.5 a 3 Tm/Ha

- Variedad Ramis, tipo Lasta, producción de grano grande, de buena calidad para harina, altamente tolerante a las heladas, periodo vegetativo de 140 a 150 días y rendimiento de 1.5 a 2.5 Tm/Ha

**CUADRO 1:** Composición de la cañihua comparada con el trigo (%)

Alimento	Proteína	Grasa	Carbohidratos	Fibra	Ceniza	Humedad
Cañihua(a)	14	4.5	64	9.8	5.1	12.4
Trigo (b)	8.6	1.5	73.7	3	1.7	14.5

Fuente: (a) valores promedios de las variedades de la cañihua, contenido de la tabla de composición de los alimentos peruanos  
(b) Collazos, (1996).

**CUADRO 2:** Composición proximal del grano de cañihua (% base seca)

Componentes	Variedad Cupi (1)	Variedad Cupi (2)	Variedad Ramis (1)	Variedad Ramis (2)	Variedad ILLPA INIA
Proteína	17.31	17.01	18.03	17.72	17.81
Ceniza	2.76	2.81	2.84	2.77	3.69
Grasa	10.03	10.03	7.93	7.64	9.05
Carbohidratos	58,66	58.94	62.00	62.62	61.54
Fibra	11.23	11.2	9.20	8,96	8.08

Fuente: (1) Gutiérrez (2003)  
(2) Sota (2003)

#### **2.1.4. Agroindustria Mejorada**

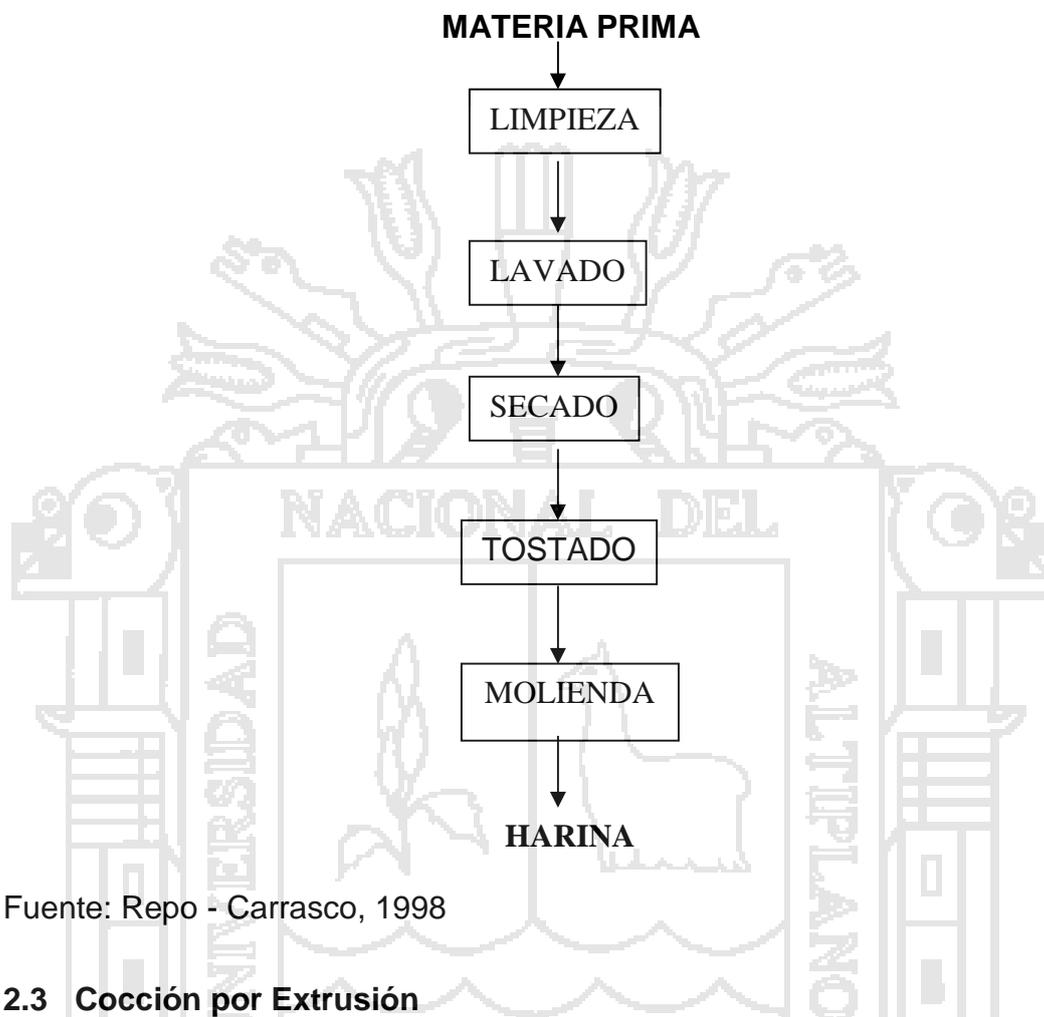
El principio y fundamento de la agroindustria mejorada es la utilización de tecnologías apropiadas, adaptadas y de bajo costo, que se aplica a la materia prima, a la transformación, al envasado, a la conservación, almacenamiento y distribución de alimentos, a fin que estos sean disponibles en cantidad, calidad, sanos e inocuos para la alimentación y nutrición de la población en constante aumento (Mújica. 2002),

Para la limpieza del grano de cañihua se dispone de máquinas, que aprovechan las corrientes de aire y disposición de zarandas, mesa de gravedad o mesa densimetría que permite separar del grano, todas las impurezas tales como trozos de tallo, hojas, perigonios, tierra, arena, cuyos rendimientos varían desde 150 Kg/hora hasta 500 ó 1000 Kg./hora dependiendo del tamaño de las zarandas, de tal manera que se obtiene una materia prima limpia y óptima para su posterior transformación (Mujica, 2002).

#### **2.2. Harina de Cañihua.**

La forma más corriente y tradicional de consumo de la cañihua es a través del tostado y la molienda del grano, obteniéndose una harina que se denomina cañihuaco. Su preparación es muy laboriosa, se estima que en un día se pueden procesar como máximo de 12 a 15 Kg. tostando y moliendo el grano en forma artesanal (Tapia 2000). Sin embargo, durante el tostado, la lisina disminuye notablemente, ya que es uno de los aminoácidos más termolábiles. El rendimiento de harina es 62 % a 65% aproximadamente. La harina de cañihua puede ser utilizada para sustituir a la harina de trigo en diferentes productos, en panificación hasta 15%, en tortas y queques (30 - 40%) y en galletas hasta (50-60%). Comparando el forraje de cañihua con otros alimentos para el ganado, se encontró que este es bivalente a la avena y colza, y superior a los pastos naturales de la época seca (Repo-Carrasco, 1998).

**FIGURA 1: Flujo de operaciones para la obtención de harina de cañihua método tradicional**



Fuente: Repo - Carrasco, 1998

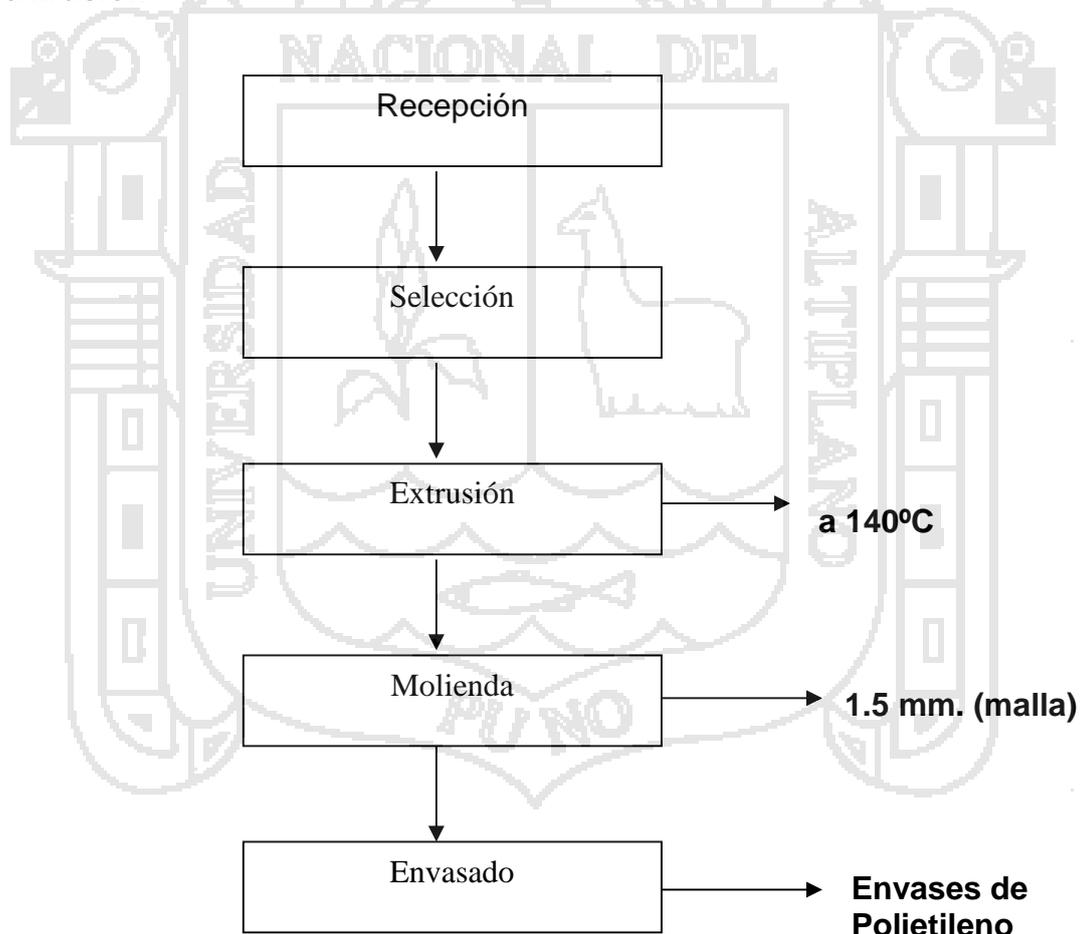
### 2.3 Cocción por Extrusión

La extrusión es un proceso que combina diversas operaciones unitarias como el mezclado, la cocción, el amasado y el moldeo. El objetivo principal de la extrusión consiste en ampliar la variedad de los alimentos que componen la dieta elaborando a partir de ingredientes básicos, alimentos de distinta forma, textura, color y bouquet; la extrusión con cocción es un tratamiento térmico a elevada temperatura durante corto tiempo (HTST) que reduce la contaminación microbiana e inactiva los enzimas, sin embargo, tanto los alimentos extruídos en caliente como en frío, se conservan principalmente, por su baja actividad de agua (Fellows, 1994). A su vez la

disponibilidad de los aminoácidos puede verse afectada a través de mecanismos de oxidación y reacción de maillard (Bjorck y Asp, 1983).

Asimismo la extrusión es un proceso termodinámico de cocido y secado, mediante el cuál un producto farináceo húmedo es expandido y adquiere una consistencia plástica, en un tubo por combinación de presión, calor y tracción mecánica, esto da como resultado una elevación de temperatura dentro del tubo, gelatinización de almidones, desnaturalización de las proteínas, además del moldeado, cortado, expansión exotérmica del producto final (Ranken, 1993)

**Figura 2: Diagrama de flujo para la obtención de harina de cañihua por extrusión**



Fuente: Repo - Carrasco, 1998

### a) Principios Básicos de la Cocción-Extrusión

Los extrusores consisten de dos componentes básicos (Harper 1981):

- (1) el tornillo o tornillos que giran en una cámara que transporta el material alimenticio mientras que genera presión y esfuerzo de corte y
- (2) una boquilla u orificio de restricción a través del cual el producto es forzado. Estos componentes interactúan para generar las condiciones del procesamiento.

El alimento es trabajado y calentado por una combinación de fuentes de calor, incluyendo la energía disipada por fricción al girar el tornillo, o inyección de vapor directo a lo largo de la cámara. La temperatura del producto supera la temperatura de ebullición normal, pero no ocurre evaporación debido a la elevada presión que existe. Durante el paso de los ingredientes alimenticios a lo largo del extrusor, son transformados de un estado granular crudo a una masa continua.

La caída de presión a la salida, ocasiona la expansión y la evaporación de la humedad en el producto (Harper, 1988 citado por Segura, 1999).

### b) Ventajas de la Cocción-Extrusión

Las ventajas de los modernos extrusores que hace que se difundan en la industria de los alimentos según (Harper, 1981 y Fellows, 1994), entre las que tenemos:

- **Versatilidad.**- Puede producirse una amplia variedad de alimentos sobre el mismo sistema extrusor básico, usando numerosos ingredientes y condiciones de proceso.
- **Alta productividad.**- Un extrusor provee un sistema de procesamiento continuo, de capacidad de producción mayor que otras formas de sistema.

- **Bajo costo.-** Los requerimientos de trabajo y espacio por unidades de producción son más pequeñas que otros sistemas de cocinado.
- **Productos de alta calidad.-** El proceso de calentamiento HTST minimiza la degradación de los nutrientes de los alimentos, mientras mejora la digestibilidad por gelatinización del almidón y aminora la desnaturalización de la proteína. El tratamiento de altas temperaturas y corto tiempo destruye factores indeseables en los alimentos. Algunos factores desnaturizables térmicamente son compuestos antinutricionales tales como inhibidores de tripsina, hemaglutinas, gopiol y enzimas indeseables tales como las lipasas o lipooxigenasas y microorganismos.
- **Ahorro de energía,-** Los sistemas de procesamiento operan a humedades relativamente bajas para producir la cocción. Los bajos niveles de humedad reducen la cantidad de calor requerido para la cocción y secado del producto.
- **Producción de nuevos alimentos.-** La extrusión puede modificar proteínas vegetales y otros materiales alimenticios para producir nuevos productos alimenticios.
- **No genera efluentes.-** La cadena de efluentes del proceso es una ventaja importante, debido al severo control de las plantas procesadoras de alimentos para prevenir riesgos de polución ambiental.

### 2.3.1 Efecto sobre el Valor Nutricional de los Alimentos

Al igual que otros procesos para el tratamiento térmico de alimentos, la cocción-extrusión tiene efectos tanto beneficiosos como perjudiciales sobre el valor nutricional (Bjorck y Asp, 1983).

### **a) Efecto sobre las proteínas.**

A temperaturas normales de cocción-extrusión (125 a 250°C) y presiones de 2 a 20 MPa, el material proteico se convierte en una masa plastificada sin pérdida de humedad, la estructura se reorienta y la masa finalmente es forzada a través de un dado para formar un producto semi seco, con cavidades abiertas y estructura conformada por cuerdecillas entrelazadas (Linko, 1981)

El tratamiento térmico de proteínas vegetales generalmente mejora su digestibilidad debido a- la inactivación de inhibidores de proteasas y otras sustancias antifisiológicas; sin embargo la disponibilidad de los aminoácidos puede verse afectada a través de mecanismos de oxidación y reacción de Maillard (Bjorcky Asp, 1983).

### **b) Efecto sobre los carbohidratos**

La cocción-extrusión destruye la estructura organizada y cristalina del almidón, ya sea parcial o totalmente, dependiendo de la proporción relativa amilasa: amilopectina y de las variables de extrusión e imparte a los productos de almidón propiedades funcionales específicas. (Linko, 1981)

Durante el paso a través del extrusor, el material sufre la adición de calor y que junto a la hidratación permite que ocurra la modificación de la estructura de los gránulos de almidón, conocida como gelatinización. Este fenómeno conduce a otros cambios en las propiedades del almidón, tales como el aumento del índice de solubilidad en agua, aumento de la absorción de agua, digestibilidad del almidón o susceptibilidad al ataque enzimático. (Gonzáles, 1991 y Harper, 1981).

En un extrusor monotornillo de laboratorio encontraron que las dos variables que influyen en mayor proporción sobre la gelatinización del

almidón fueron la temperatura de la cámara (90-150°C) y la humedad (27-39%), siendo mayor la gelatinización a altas humedades y bajas temperaturas de cámara. Velocidades altas del tornillo reducen la gelatinización debido a que disminuye el tiempo de residencia (Lawton et al. citado por Harper, 1981).

### **c) Efecto sobre los lípidos**

El valor nutricional de los lípidos durante el procesamiento puede ser afectado a través de diferentes mecanismos tales como la oxidación, la isomerización cis-trans o hidrogenación. La cocción-extrusión reduce el contenido de monoglicéridos y ácidos grasos libres por formación de complejos con la amilosa, haciéndolos menos utilizable (Bjorck y Asp, 1983).

La estabilidad de los lípidos en harina de soya completa disminuye con el incremento de la temperatura de extrusión, contenido de humedad y tiempo de residencia (Bjorck y Asp, 1983)

### **d) Efecto sobre las vitaminas**

Las pérdidas de los alimentos extruidos dependen del tipo de alimento, de su contenido en agua y del tiempo y la temperatura de tratamiento, sin embargo, las condiciones HTST de la extrusión en caliente y el enfriamiento rápido del producto a la salida de la boquilla, hacen que las pérdidas vitamínicas y en aminoácidos esenciales sean relativamente pequeñas (Fellows, 1994).

## **2.4. HELADO**

Según la norma técnica peruana INDECOPI 202.057(1975) “los helados son productos alimenticios llevados al estado sólido o pastoso por medio de la congelación, elaborado con dos o mas ingredientes siguientes: leche o productos lácteos en sus diferentes formas, grasa de leche, grasas

vegetales desodorizadas, edulcorantes permitidos, huevos, agua, jugos y pulpa de frutas y/o productos similares, aditivos permitidos y otros”.

Desde el punto de vista físico-químico, el helado se define como un sistema polidisperso complejo, en el que se encuentran esparcidos glóbulos de grasa, burbujas de aire, cristales de hielo y agregados; rodeados de una matriz semisólida continua de azúcares, proteínas, sales, polisacáridos y agua. Todos estos elementos constituyentes del helado se encuentran en diferentes tamaños y estado de agregación (Early, 2000; Fennema, 2000; Goff, 2002).

La grasa al ser insoluble en la matriz acuosa del helado, se encuentra en emulsión gracias a la acción de los emulgentes. Las proteínas, provenientes de la leche y otras fuentes, están en suspensión coloidal. La lactosa y otros edulcorantes y sales se encuentran en disolución propiamente dicha.

En el helado coexisten en equilibrio los tres estados de la materia. La fracción sólida la conforman los azúcares, la lactosa, las sales minerales, cristales de hielo y otros sólidos que se agreguen. En cambio la fracción líquida la conforman el agua como solvente de sales y azúcares y la fracción líquida de las grasas con amplio rango plástico. Y por último, la fracción gaseosa se constituye por pequeñas burbujas de aire que incrementan el volumen y suavidad del helado, sobre todo los de crema (Wong, 1995)

Debido a la diversidad de insumos utilizados en la fabricación de los helados de crema, estos productos son altamente nutritivos. Por ejemplo, la leche, principal componente del helado, es la fuente más rica en calcio, fósforo, proteínas, grasas, azúcares y vitaminas, que hacen del helado un producto energético muy sabroso y nutritivo (Charley, 1997)

Además, para que un helado sea catalogado de buena calidad, este deberá ser rico, suave y cremoso al paladar. La impresión del consumidor hacia el producto puede verse afectada por la fusión de cristales de hielo, colapso de la estructura espumosa, cambios resultantes en la emulsión y movilidad de la fase acuosa (Charley, 1997; Potter, 1997)

#### 2.4.1. CARACTERISTICAS

Helado ideal es el que tiene el sabor agradable y característico, posee una textura suave y uniforme, las propiedades de función adecuadas junto a un color apropiado, bajo contenido microbiano y está envasado en un envase atractivo (Ríos, 1998)

- **Cuerpo:** Engloba todos los componentes de mezcla de helado (sólidos, líquidos, aromas, aire que incorpora, etc.). Un helado debe ser consistente, pero no demasiado duro, resistente a la función y debe proporcionar una agradable sensación al llenar la boca.
- **Textura:** Este término se refiere a la disposición y dimensión de las partículas que lo componen. El conjunto de componentes debe proporcionar una estructura cremosa, ligera y suave.
- **Color:** Lo más importante del color debe ser su intensidad, aunque esto es algo relativo, dependiendo del gusto del consumidor, pero el color debe ser homogéneo y por supuesto, relativo al sabor
- **Sabor:** Este término se refiere a la mezcla base. Cada componente de mezcla tiene un sabor característico. En una mezcla no debe predominar ningún sabor especial. Entre los sabores de los ingredientes básicos, deben formar un aroma que produzca una sensación agradable en el paladar.

#### 2.4.2. Insumos que Intervienen en la Elaboración de Helados

Para la elaboración de helados se utilizan los siguientes insumos (Ríos, 1998):

- A. Agua:** Debe estar hervida, puede proceder de la misma leche, si se usa leche líquida.
- B. Grasa:** Confiere mayor sabor y textura al helado y facilita el batido, debe estar en equilibrio con los sólidos de la leche descremada. Es decir usar crema fresca. Otras fuentes de grasa pueden ser la mantequilla, grasa Láctea anhidrica y grasa vegetal.
- C. Azúcar:** La cantidad de azúcar utilizada influye sobre la disminución del punto de congelación, la suavidad del producto y la resistencia a la descongelación. También influye en la sensación de derretimiento y suavidad del helado. Las fuentes mas comunes son el azúcar de caña (sacarosa), la melaza, la miel (azúcar invertida: glucosa y fructuosa), glucosa (dextrosa), azúcar de maíz, dextrina, etc.
- D. Estabilizante:** Produce suavidad, mejora la textura, reduce la formación de cristales de hielo y da al producto uniformidad resistencia a la descongelación. En combinación con el agua, incrementa la viscosidad de la mezcla. Se usa para evitar la separación del azúcar y para que el producto no se desmorone. Los mas comunes son la gelatina, carboxil metil celulosa (CMC), pectina, goma arábica y otros.
- E. Emulsificantes:** Son sustancias que permiten la emulsión de líquidos que normalmente no se mezclan. Son mono o digliceridos, y hacen que la contextura del helado sea mas suave y su apariencia mas seca. Además aumenta el nivel de aireación.
- F. Aire (overrum):** Se introduce mediante el batido y es un ingrediente necesario, por que sin aire, el helado seria demasiado denso, duro y frio. El aumento del volumen del helado efectuado durante el batido en frio (-12°C) se conoce como OVERRUM. El

aumento está referido al volumen de la mezcla que ingresa a la máquina antes de ser batida. El rango de overrun suele ser mayor en los helados cremosos que en los de fruta, muchas veces representa el margen de ganancia del producto. Si el overrun es alto la ganancia será mayor, pero se corre el riesgo de que el helado no tenga una buena conservación; en cambio si es bajo el helado será duro y demasiado compacto, lo que reducirá considerablemente el margen de utilidad.

### **2.4.3 Proceso de Fabricación y Efecto de los Insumos**

#### **a. Proceso de fabricación de helados**

El primer paso para la elaboración del helado consiste en seleccionar y pesar los insumos basados en una formulación predeterminada. Luego, tanto los ingredientes sólidos como líquidos se mezclan en un recipiente. El resultado se conoce como helado base, mezcla base o premezcla.

El siguiente paso es la pasteurización de la mezcla base. La pasteurización es un punto crítico de control biológico en el sistema, aplicada para la destrucción de bacterias patógenas y reducción del número de microorganismos contaminantes (Koxholt , 2001)

La mezcla pasteurizada se somete a homogenización en válvulas de presión, las cuales emulsifican la grasa reduciendo el tamaño de los glóbulos a menos de 1 $\mu$ m. Con la homogenización también se logran los siguientes efectos indirectos; aumento de la suavidad del helado, mejoramiento de la estabilidad de las burbujas de aire y crecimiento de la resistencia del derretimiento (Koxholt , 2001)

La homogenización de la mezcla debe hacerse a temperaturas de la pasteurización, ya que produce una mayor eficiencia con la reducción del

tamaño de los glóbulos grasos. No se puede recomendar ningún parámetro de presión específica que de resultados satisfactorios. Sin embargo, si se utiliza un homogenizador de dos etapas, una presión de 2000 psi a 2500 psi (13,79 MPa a 17.24 MPa) en la primera etapa y 500 psi a 1000 psi (3.45 MPa a 6.89 MPa) en la segunda etapa, pueden ser satisfactoria en la mayoría de casos. El siguiente paso en la elaboración de helados es el añejamiento de la mezcla, que consiste en dejarla madurar al menos durante 4 h y generalmente hasta 24 h, a temperaturas de 0 a 5 °C. Esto permite que la grasa se desestabilice y cristalice parcialmente, las proteínas y polisacáridos se hidraten completamente (Potter, 1997)

Finalmente, las dos últimas operaciones en la fabricación de helados son la congelación y el endurecimiento, aunque previamente la mezcla es coloreada y saborizada con pulpas de frutas, purés o harinas secas. La mezcla se introduce fría entre -1 a 4.5 °C a moldes, cámaras a temperaturas de -5 a -10°C. La congelación debe realizarse rápidamente a fin de evitar grandes cristales de hielo que darían al helado una textura áspera (Potter, 1997).

#### **b. Efecto de la grasa en helados**

Un buen helado está asociado con la calidad y cantidad de grasa, por lo tanto cuando se elige una fórmula para helados, el contenido de grasa es uno de los elementos de mayor importancia a considerarse (Goff, 2002)

El componente que más varía, tanto en la leche como en el helado, es la grasa; cuyas proporciones oscilan generalmente entre 2.4 a 6 % , para la leche fresca y de 7 a 16% para los helados de crema. La materia grasa de la leche se encuentra en glóbulos grasos esféricos cuyos tamaños varían entre 0.1 a 15 um, y poseen un núcleo y una envoltura proteica (Primo-Yufera, 1995)

La grasa desempeña un papel esencial en la estructura y calidad organoléptica y nutritiva del helado. A la grasa se le atribuyen los efectos sensoriales de sabor, textura suave, “sequedad”, consistencia del helado, y por otra parte, por afectar a la tasa de derretimiento y mantener su forma a temperatura ambiente (Ohmes, 1998; Koxholt, 2001)

La mejor fuente de grasa para los helados es la crema de leche, cuyos triglicéridos tienen un rango de fusión (también denominado rango plástico), en general, las grasas naturales son muy complejas en su composición se funden o solidifican a tales rangos de temperatura. La característica plástica de una grasa comestible depende de esta particularidad; es decir, dicha plasticidad se presenta debido a una proporción adecuada entre la fase líquida y la fase sólida en la grasa (Primo-Yufero, 1995; Wong, 1995).

En la fabricación de helados se pueden utilizar algunas grasas vegetales con propiedades similares a la grasa de leche, como el aceite de coco, aceite de palma, aceite de semilla de palma o mezcla de los tres, que puedan sustituir a la grasa láctea. Normalmente, estas grasas se refinan e hidrogenan parcialmente hasta que su punto de fusión sea de 27 a 35 °C, por lo que aproximadamente el 90 % cristaliza durante el periodo de maduración (añejamiento) (Early, 2000)

Esta cristalización aumenta la viscosidad de la mezcla y ayuda a la retención de las burbujas de aire. Una alta proporción de triacilglicerol, que contiene ácido palmitico provee dureza al producto sin adición de ningún tipo de grasa hidrogenada, por el contrario, el aceite de semilla de palma otorga menos dureza al helado, ya que su punto de fusión esta en el rango de 30 a 33 °C. Por ello, el mismo autor sostiene que el aceite de palma es adecuado en la fabricaron de helados duros debido a su alta viscosidad y propiedades de dureza, mientras que el aceite de semilla de palma es mas adecuado en la elaboración de helados suaves (Cuadro 3).

**CUADRO 3.** Propiedades físicas de helados.

Propiedades físicas	Aceite de palma	Aceite de semilla de palma	Grasa Láctea
Viscosidad de la mezcla (cps)	117.0	98.8	128.0
Overrum (%)	100.4	104.7	104.4
Desestabilización grasa (%)	97.2	88.3	82.3
Lustrosidad (%)	81.6	59.7	24.9

Fuente: adaptado de Wan Rosnani y Nor Aini (1999)

Las grasas también ayudan a mantener el tamaño de los cristales de hielo, por obstrucción mecánica en el crecimiento y enucleación de estos, si se consideran iguales los demás factores. Un helado hecho con 18 % de grasa tendrá cristales mas pequeños (de cristales mas finas) con un helado con menor contenido de grasa inclusive, en dos helados diferentes pero con distribuciones de tamaños de cristales de hielo iguales, aquel con mayor contenido grasa tendrá textura mas fina. Este fenómeno se atribuye al efecto lubricante de los glóbulos de grasa sobre los cristales de hielo (Charley, 1997; Koxholt., 2001)

### c. Efecto de los edulcorantes en los helados.

Los consumidores prefieren generalmente helados dulces, y por eso, se agregarán agentes edulcorantes en proporciones de 12 a 16 % en peso. Los edulcorantes incrementan la dulzura, viscosidad y los sólidos totales, mejorando la textura, los edulcorantes en helados de crema provienen principalmente de tres fuentes: los edulcorantes industriales, de la lactosa de la leche y de los zumos o pulpas de fruta que se agregan para dar sabor a los helados (Schaller-Povolny y Smith, 1999)

De todos los edulcorantes disponibles para la industria heladera, la sacarosa es la más empleada y ha llegado haser el estándar del dulzor

relativo para otros edulcorantes. Relativamente, muchos productos congelados se han fabricado con miel o maltodextrina, con la finalidad de ajustar el dulzor, punto de congelación y el contenido de sólidos (Morales, 1992)

El poder edulcorante o dulzor relativo es quizás la cualidad mas importante de los edulcorantes desde el punto de vista organoléptico, y se relaciona directamente con el porcentaje de azúcares reductores o equivalentes de dextrosa.

**CUADRO 4:** Peso molecular, factor de depresión del punto de congelación y dulzor relativo de algunos edulcorantes mas utilizados en la industria alimentaria.

Edulcorantes	Peso molecular promedio	FPDF	DULZOR RELATIVO <sup>2</sup>
Sacarosa	342	1.0	14.0
Jarabe de glucosa	442	0.8	0.3
HFCS (425 fructosa) <sup>3</sup>	190	1.8	1.0
Dextrosa	180	1.9	0.8
Fructosa	180	1.9	1.7
Azúcar invertido	180	1.9	1.3
Lactosa	342	1.0	0.2
Galactosa	180	1.9	0.3
Sorbitol	182	1.9	0.5

Fuente: Morales (1992)

La higroscopia de los azúcares también afecta la textura de los helados, con relación a esto, la glucosa, la maltosa y los jarabes de glucosa de elevado poder reductor, son menos higroscopicos que la sacarosa y aun menos que el azúcar invertido la fructosa. La presencia de constituyentes higroscopicos resulta favorable en helados donde los azúcares se encuentran en estado vítreo. En muchos alimentos de bajo contenido de

agua, los azúcares se encuentran en estado vítreo; es decir un estado amorfo de viscosidad muy elevada. Esta viscosidad impide la cristalización del azúcar. Y para someter un estado vítreo es necesario someter al helado a una congelación rápida (Cheftel y Cheftel, 1999; Fennema, 2000).

#### **d. Efecto del aire en los helados**

Además de las grasas y de los edulcorantes, el aire juega un papel muy importante en la estructura y propiedades sensoriales de los helados. Sin este la textura de un helado no sería diferente a la de un cubo de hielo, y daría una pésima impresión al paladar (Morales, 1992; Potter, 1997)

El aumento del volumen del helado como consecuencia de la inclusión de aire, confiere suavidad al producto. Durante su incorporación con el batido, el aire no altera la composición química de la mezcla base, sin embargo, la estructura física del helado cambia drásticamente y es aun más compleja (Marshall y Arbuckle, 1996)

Burbujas con menor diámetro, y por consiguiente, más estables en la mezcla, resultan de prolongados tiempos en el batidor. En principio el aire está distribuido en forma de numerosas y pequeñas burbujas de 20 a 100  $\mu\text{m}$ . Si las burbujas tienen mayores diámetros, el helado se desestabiliza y no retiene su forma (Koxholt, 2002).

El aumento de volumen es fundamentalmente al aire incorporado durante el congelado. El aire no solo incrementa la viscosidad de la mezcla, sino que además le da al helado la textura cremosa – pastosa características cuando es incorporado al mix durante el proceso de congelación.

Para el batido se utiliza aire ambiental filtrado, hay bastantes formas basadas en utilizar nitrógeno o dióxido de carbono en el lugar de aire, pero hasta el presente no han alcanzado importancia práctica en estos gases.

El aire debe estar finamente distribuido, de manera que las burbujas que no puedan advertirse a simple vista. Por ello, su diámetro debe ser inferior a 200  $\mu\text{m}$ . En el helado mantecado de consistencia muy buena, el diámetro de las celdillas de aire es inferior aún.

La cantidad de aire incorporado a la mezcla se define por el índice de aireación o porcentaje de overrum.

- **% overrum =  $(V_o \text{ aire}/V_o \text{ mezcla}) * 100$**

También se expresa generalmente como la diferencia de volumen del helado y el volumen del mix.

- **% overrum =  $(V_o \text{ Helado} - V_o \text{ mezcla}) / (V_o \text{ mezcla}) * 100$**

Un método sencillo de calcular el overrum de un helado es el siguiente:

Pesar un vaso vacío = V

Pesar el mismo vaso con mix = M

Pesar el vaso con el helado = H

- **% overrum =  $(M - H / H - V) * 100$**

#### 2.4.4. Valor Nutritivo de los Helados

La leche es un alimento perfecto, contiene proteínas y estas contiene aminoácidos esenciales, calcio, otros minerales, vitaminas "A", "D", "B1", "E", y es fuente de energía por su contenido de azúcar (Valdivia 1997),.

El helado es considerado como fuente concentrada de leche, cuya composición se ilustra en el Cuadro 05, en todos sus componentes

**CUADRO 5:** Composición del helado

Componente	Helado de crema	Helado corriente
Proteína	4,10	12,50
Grasa	12,00	
Carbohidratos	20,70	
Valor de combustión/100g	198,70	
Peso porción de 100 cal.	50,80	
Azúcar		15,00

Fuente: Valdivia (1997)

#### 2.4.5. Análisis Físico, Químico, Microbiológico y Sensorial

En la industria alimenticia en general uno de los objetivos es la elaboración de productos de alta calidad, al menor costo posible y fundamentalmente “seguros” desde el punto de vista de su aptitud bromatológica y sanitaria (Di Bartolo 2005).

Para asegurar esta calidad además del uso de materias primas de reconocida y comprobable calidad, procesos cuidadosamente estudiados y equipamiento adecuado, se debe establecer una rutina de controles antes, durante y posterior al proceso de elaboración.

Estos controles se pueden clasificar en Físicos, Químicos y Microbiológicos. Estos controles y las técnicas utilizadas deben estar encuadradas dentro de la reglamentación vigente.

**a) Análisis Físicoquímico:** Siempre y con el objetivo de ofrecer al mercado productos seguros, de calidad, de precio razonable, etc., debemos analizarlos y controlarlos.

En el análisis físico-químico se puede determinar el contenido de grasas, azúcares, proteínas, sólidos totales, etc., como así también el color, la consistencia, el contenido de aire, etc.

Estos controles pueden realizarse durante el proceso, de modo de corregir posibles desvíos y evitar que estos involucren grandes cantidades de producto.

Por supuesto también estos controles deben realizarse sobre el producto terminado para evitar que salgan al comercio productos no aptos.

La aptitud debe medirse desde dos puntos de vista, la aptitud bromatológica de acuerdo a la legislación vigente y la aptitud comercial, es decir la calidad de producto que el elaborador se comprometió a ofrecer al consumidor.

**b) Análisis Microbiológicos:** Los alimentos en general pueden sufrir el ataque de diversos microorganismos. En el caso particular de los helados, la composición de los mismos a base de leche, azúcar, etc., los microorganismos obtienen los nutrientes ideales para la gran mayoría de ellos.

La utilización de materias primas de máxima calidad, la pasteurización de la mezcla, la higiene de todos y cada uno de los equipos, utensilios y envases utilizados es fundamental para prevenir una infección de los helados.

De todas maneras es prácticamente imposible obtener un producto estéril. Por esto último la legislación permite un máximo de microorganismos presentes en las muestras analizadas de entre 100.000 y 500.000 Ufc por gramo, dependiendo del tipo de helado, (Industrial ó “artesanal”).

El término Ufc corresponde a Unidades Formadoras de Colonias, y significa la capacidad que posee una célula por reproducción y en condiciones ideales de crecimiento (Temperatura, nutrientes, etc.), de formar una colonia.

- **Microorganismos indicadores de alteración:** las categorías 1, 2, 3 definen los microorganismos asociados con la vida útil y alteración del producto tales como microorganismos aerobios mesófilos, bacterias heterotróficas, aerobios mesófilos esporulados, mohos, levaduras, levaduras osmófilas, bacterias ácido lácticas, microorganismos lipolíticos.
- **Microorganismos indicadores de higiene:** en las categorías 4, 5, y 6 se encuentran los microorganismos no patógenos que suelen estar asociados a ellos, como Coliformes (que para efectos de la presente norma sanitaria se refiere a Coliformes totales), *Escherichia coli*, anaerobios sulfito reductores, enterobacteriaceas, (a excepción de “Preparaciones en polvo o fórmulas para Lactantes” que se consideran en el grupo de microorganismos patógenos).
- **Microorganismos patógenos:** son los que se hallan en las categorías 7 a la 15. Las categorías 7, 8 y 9 corresponde a microorganismos patógenos tales como *Staphylococcus aureus*, *Bacillus cereus*, *Clostridium perfringens*, cuya cantidad en los alimentos condiciona su peligrosidad para causar enfermedades alimentarias.

A partir de la categoría 10 corresponde a microorganismos patógenos, tales como *Salmonella sp*, *Listeria monocytogenes* (\*), (para el caso de alimentos que pueden favorecer el desarrollo de *L. monocytogenes*),

*Escherichia coli* O157:H7 y *Vibrio cholerae* entre otros patógenos, cuya sola presencia en los alimentos condiciona su peligrosidad para la salud.

**CUADRO 6.** Límites permisibles para helados NTS N° 071

II.1 Helados a base de leche.						
Agente microbiano	Categoría	Clase	n	c	Límite por g	
					m	M
Aerobios mesófilos	2	3	5	2	$10^4$	$10^5$
Coliformes	5	3	5	2	10	$10^2$
<i>Staphylococcus aureus</i>	8	3	5	1	10	$10^2$
<i>Salmonella sp.</i>	10	2	5	0	Ausencia /25 g	---
<i>Listeria monocytogenes</i>	10	2	5	0	< 100	---

**c) Análisis Sensorial:** El análisis sensorial es el estudio de los alimentos a través de los sentidos.

La aceptación ó rechazo de un alimento por parte de los consumidores está en estrecha relación con las “sensaciones” que el mismo le provoca.

Por intermedio de los sentidos, olfato, gusto, tacto y oído, se puede detectar las propiedades ó atributos sensoriales de un helado como el color, el aroma, el gusto, el sabor y la textura.

- La textura es la propiedad sensorial de los alimentos que es detectado por los sentidos del tacto y olor que se manifiestan cuando el alimento sufre una deformación.
- El olor tiene diferentes notas y a su vez bastante persistencia, lo cuál genera acostumbramiento que dificulta el análisis sensorial.
- El gusto varía según las personas ya que cada una tiene diferentes umbrales de percepción.

- El aroma es el principal componente del sabor, enmascarando el color y la textura.

#### c.1) Existen tres grandes grupos de análisis sensorial:

- **Afectivas:** Se analiza el producto en forma subjetiva. Se lo acepta ó rechaza. En general participan grupos de 30 ó más consumidores habituales del producto.
- **Discriminativas:** Se utilizan habitualmente cuando hay cambios en la formulación de un producto. Participan 10 o más evaluadores entrenados.
- **Descriptivas:** Se trata de medir las propiedades de los alimentos y medirlas de manera objetiva, detectando la magnitud ó intensidad de los atributos del alimento.

#### 2.5. Sistemas de Refrigeración por Compresión de Vapor

Los sistemas de producción frigorífica tienen como objetivo mantener un recinto o sustancia a una temperatura inferior a la del ambiente.

Esto se logra al transportar calor desde el punto donde se mantiene la baja temperatura, hasta una zona donde esta es elevada. Este transporte de calor se realiza por medio de una sustancia refrigerante que removerá de la zona de baja temperatura a la de alta (Rodríguez, 2005).

El método más utilizado para producir refrigeración mecánica se conoce como el sistema de refrigeración por compresión de vapor (Pita,1991).

A continuación se efectúa un análisis detallado del funcionamiento de un sistema de refrigeración básico, utilizando un ejemplo específico a fin de hacer más práctico el análisis.

En el gráfico N° (1) se muestra un ciclo básico de refrigeración por Compresión

**GRAFICO N° 1** Ciclo Básico de Refrigeración Mecánica por Compresión



Fuente: [www.epn.edu.ec](http://www.epn.edu.ec)

Siendo los componentes básicos del sistema de refrigeración:

- Motor compresor
- Condensador
- Evaporador
- Dispositivo de expansión o dispositivo de control de flujo.

Del gráfico N° 2 se describe los cambios de procesos y cambios físicos que el refrigerante experimenta en un sistema básico de refrigeración para hacer más práctico al análisis.

### 2.5.1 Proceso (3) a Través del Compresor.

El compresor hace ingresar el vapor saturado por el lado de la succión, para luego comprimirlo a una presión elevada, adecuada para efectuar la condensación. Esta presión es aproximadamente igual a la que ingresara al dispositivo de expansión, 0.83MPa.

Se requiere trabajo para comprimir el gas, este trabajo procede del motor que mueve el compresor, este trabajo contribuye a aumentar la energía almacenada del vapor comprimido, resultado en un aumento de su temperatura, en este caso el refrigerante sale del compresor en condición de vapor sobrecalentado (Jones y Dungan, 1997)

**GRAFICO Nº 2** Diagrama P – H del Ciclo Termodinámico Ideal de un Refrigerante



- 1 Expansión adiabáticas (sin transmisión de calor) en insentalpica (igual entalpia)
- 2 Vaporización isotérmicas (igual temperatura) e isobáricas (igual presión)
- 3 Compresión adiabática e isotrópica (igual entropía)
- 4 Condensación isotérmica e isobárica

### **2.5.2 Proceso (4) a Través del Condensador.**

El gas a alta presión que descarga el compresor fluye a través de la tubería del condensador.

Un fluido tal como el aire o agua, fluye por el exterior de la tubería del condensador, para este caso se utiliza aire, el cual se encuentra disponible a la temperatura ambiente.

El calor fluye a través de las paredes del tubo del condensador, desde el refrigerante a mayor temperatura hacia el aire de enfriamiento. Como el refrigerante está sobrecalentado cuando entra al condensador, primero se enfría hasta que alcanza su temperatura de saturación.

La remoción adicional de calor resulta en la condensación gradual del refrigerante, hasta que se licua en su totalidad. El refrigerante sale del condensador como un líquido saturado (Jones y Dungan, 1997)

### **2.5.3. Proceso (1) a Través del Dispositivo de Expansión**

El refrigerante líquido se integra al dispositivo de expansión en el ingreso. Existen diversos tipos de dispositivos de expansión los más comunes son la válvula de expansión y el tubo capilar, el dispositivo de expansión tiene una abertura estrecha, lo cual da como resultado una gran pérdida de presión al fluir el refrigerante a través del mismo.

El refrigerante al salir tiene una presión baja debido a que esta presión de saturación correspondiente, en parte del refrigerante líquido se vaporiza. La porción del líquido que se evapora toma el calor latente necesario para su evaporación de la mezcla de refrigerante que fluye, enfriándola de esta manera.

El refrigerante sale de la válvula como una mezcla de líquido y vapor en estado saturado. Con una temperatura de saturación correspondiente al refrigerante (Jones y Dungan, 1997)

#### **2.5.4. Proceso (2) a Través del Evaporador**

El refrigerante fluye a través de la tubería del evaporador, la sustancia que se debe de enfriar, generalmente aire o un líquido, circula por el exterior de los tubos del evaporador, la cual se halla a una temperatura mas elevada que la del refrigerante dentro del evaporador.

Por consiguiente, el calor fluye de la sustancia al refrigerante, a través de la pared del tubo y las aletas del evaporador.

En este caso el aire se enfría, debido a que el refrigerante líquido dentro del evaporador ya se encuentra a su temperatura de saturación (Su punto de ebullición), el calor que gane hace que se evapore al pasar por el evaporador. Por lo general el refrigerante sale del evaporador como un vapor saturado (Jones y Dungan 1997)

#### **2.5.5 Transferencia de Calor en la Refrigeración**

La transferencia de calor constituye un proceso esencial en la refrigeración. El objetivo del evaporador es transferir calor desde el medio que se desea enfriar. El objetivo del condensador es transferir (rechazar) el calor adquirido en el sistema, a algún medio conveniente de enfriamiento. (Pita, 1991).

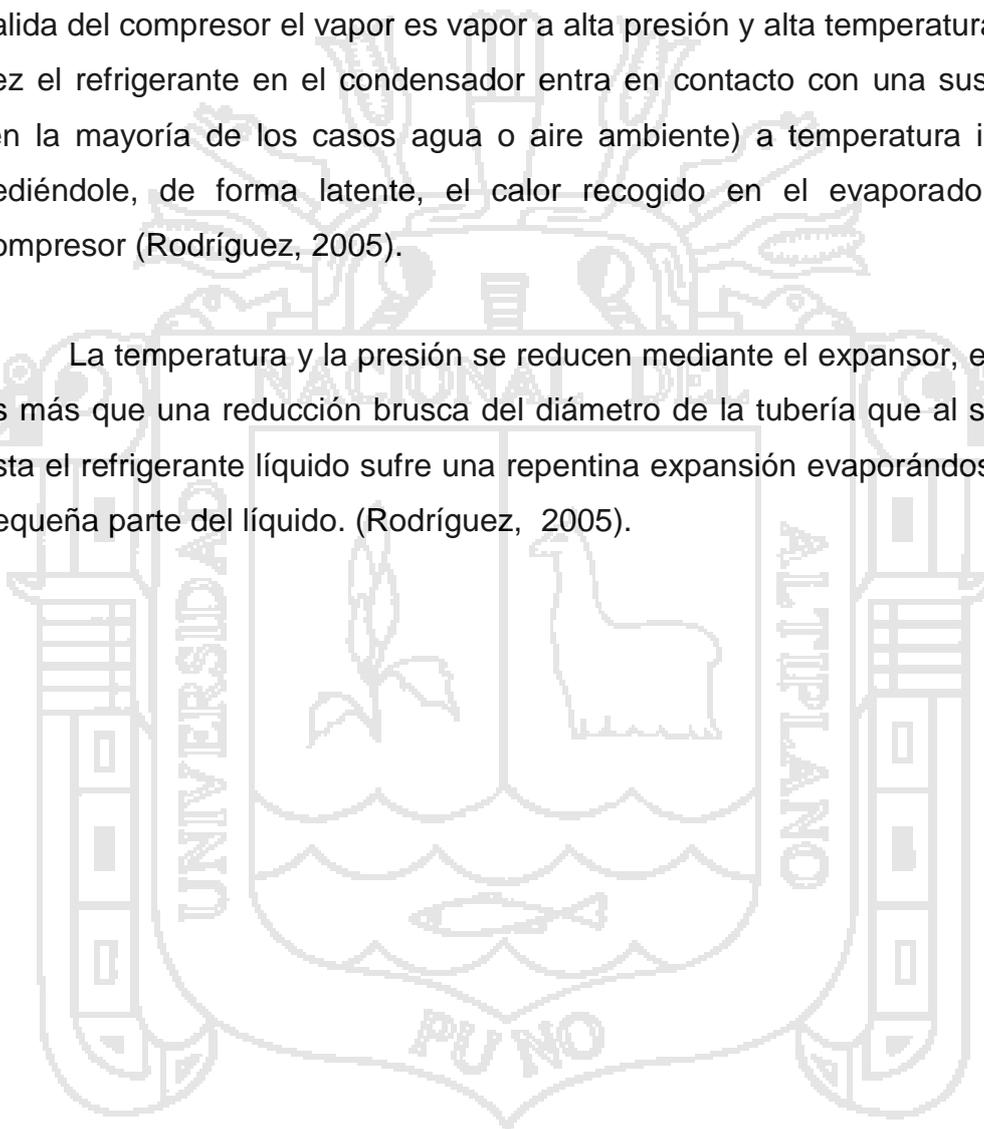
#### **2.5.6. Comportamiento de los Refrigerantes en un Circuito Frigorífico de Compresión Mecánica**

En un sistema de este tipo el trabajo útil de enfriamiento se realiza en un intercambiador de calor que recibe el nombre de evaporador, es aquí

donde se va a extraer calor a la sustancia que se quiere enfriar. En resumen, a la entrada del evaporador el líquido refrigerante estará a baja presión y temperatura (Rodríguez, 2005).

Para poder realizar la condensación hay que aumentar, previamente la presión y la temperatura del vapor, esta es la función del compresor, a la salida del compresor el vapor es vapor a alta presión y alta temperatura. Una vez el refrigerante en el condensador entra en contacto con una sustancia (en la mayoría de los casos agua o aire ambiente) a temperatura inferior cediéndole, de forma latente, el calor recogido en el evaporador y el compresor (Rodríguez, 2005).

La temperatura y la presión se reducen mediante el expansor, esto no es más que una reducción brusca del diámetro de la tubería que al salir de esta el refrigerante líquido sufre una repentina expansión evaporándose una pequeña parte del líquido. (Rodríguez, 2005).



### III. MATERIALES Y METODOS

#### 3.1. Lugar de Ejecución

El presente trabajo de investigación se ejecutó de agosto a octubre del 2010. El proceso de preparación de los helados, el análisis sensorial, el análisis físico-químico y el análisis microbiológico se realizó en la Planta de Productos Lácteos y en los Laboratorios de; “Análisis Sensorial”, “Evaluación Nutricional” y “Microbiología de los alimentos”; de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial de la Facultad de Ciencias Agrarias en la Universidad Nacional del Altiplano,

#### 3.2. Materiales

##### 3.2.1. Materia Prima

Se trabajó con harina extruida de cañihua de la variedad “Cupi”, adquirida en la planta de Servicios Agroindustriales “El Altiplano” de la ciudad de Juliaca, se escogió esta variedad por que la planta trabaja y la recomienda, por los diferentes estudios realizados, además por su fácil acceso en el mercado.

La leche, se obtuvo del “Fundo Paccollo” de la familia Bustinza Zavaleta ubicado en el distrito de Laraqueri, por la inocuidad y garantía que ofrece.

##### 3.2.2. Insumos

Se utilizaron manteca vegetal, sacarosa, glucosa 42DE, yema de huevo, carboximetilcelulosa (CMC), también se utilizaron envases herméticos de poliestireno, bolsas de polietileno.

### 3.2.3. Equipos e Instrumentos

- Extrusor monotornillo INNOVA modelo PC-EXTRUINNOVA-200 (200 a 300) Kg./h de capacidad.
- Molino de martillo FAGOMIN (100 a 150) Kg./h de capacidad
- Cocina semiindustrial a gas de la marca CITEGAS de dos hornillas
- Termómetro digital HANNA c/SEN 1Mt, (-50 a +150) °C.
- Balanza analítica METTLER TOLEDO 0.01 a 300 g de capacidad
- Balanza de reloj ROMA 10 kg resolución 10 g.
- Tamices
- Placas Petri, vasos de precipitado y probetas graduadas
- Baldes de plástico con capacidad de 10 l.
- Recipientes de polipropileno de alta densidad con capacidad de 2 l.
- Baño Maria
- Congeladora marca ELECTROLUX capacidad 1.5 m<sup>3</sup>.
- Licuadora marca INTERNATIONAL con capacidad de 1.5 l
- Batidora IMACO de 6 tiempos
- Maquina heladera FRIO SUR capacidad 8 a 10 l.
- Paletas de madera 0.8 m. y 0.3 m
- Ollas número 20 y 22
- Vasos de polipropileno

### 3.3. Métodos

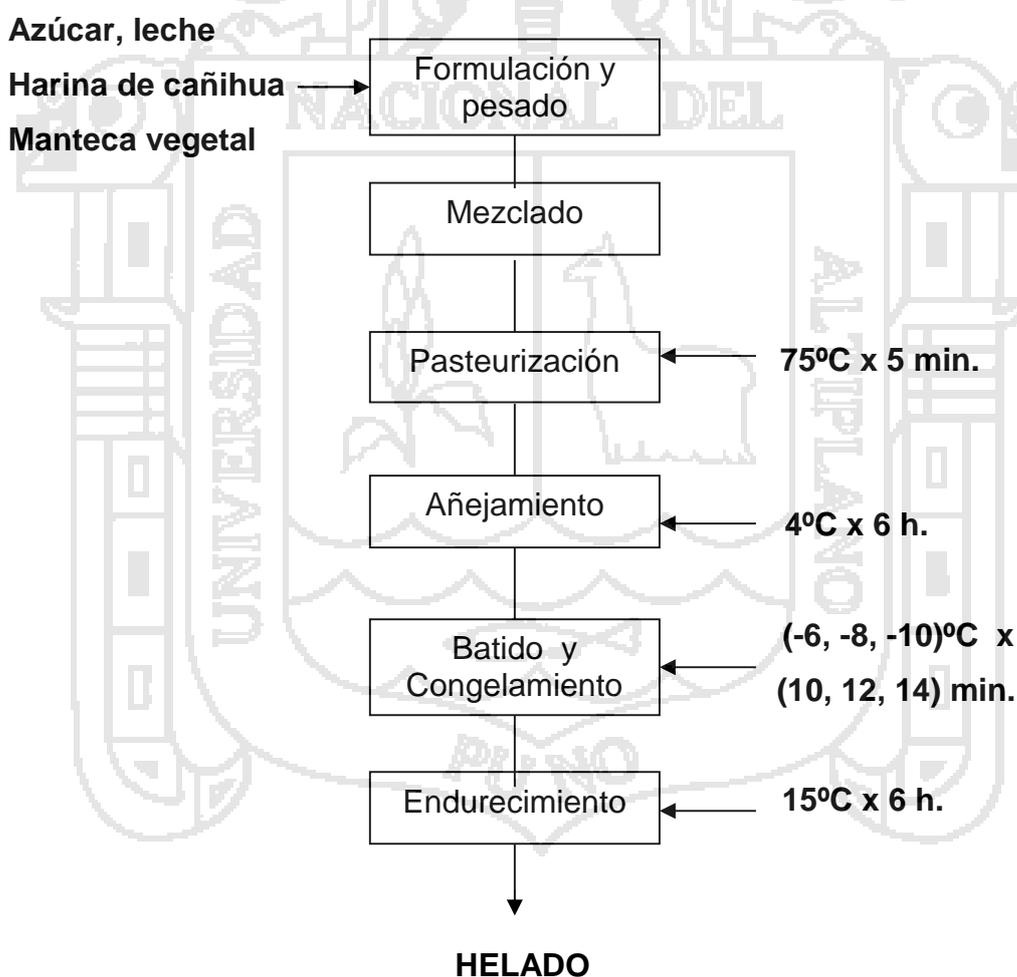
La presente investigación se ha realizado según el diagrama de flujo que se muestra en la figura 3

#### 3.3.1. Descripción del Proceso de Elaboración de Helado

- **Formulación y pesado:** Se elaboró la mezcla base en función al porcentaje de: grasa (11%), edulcorantes (14%), los demás insumos fueron calculados en base a estos porcentajes. ( Apéndice 1)

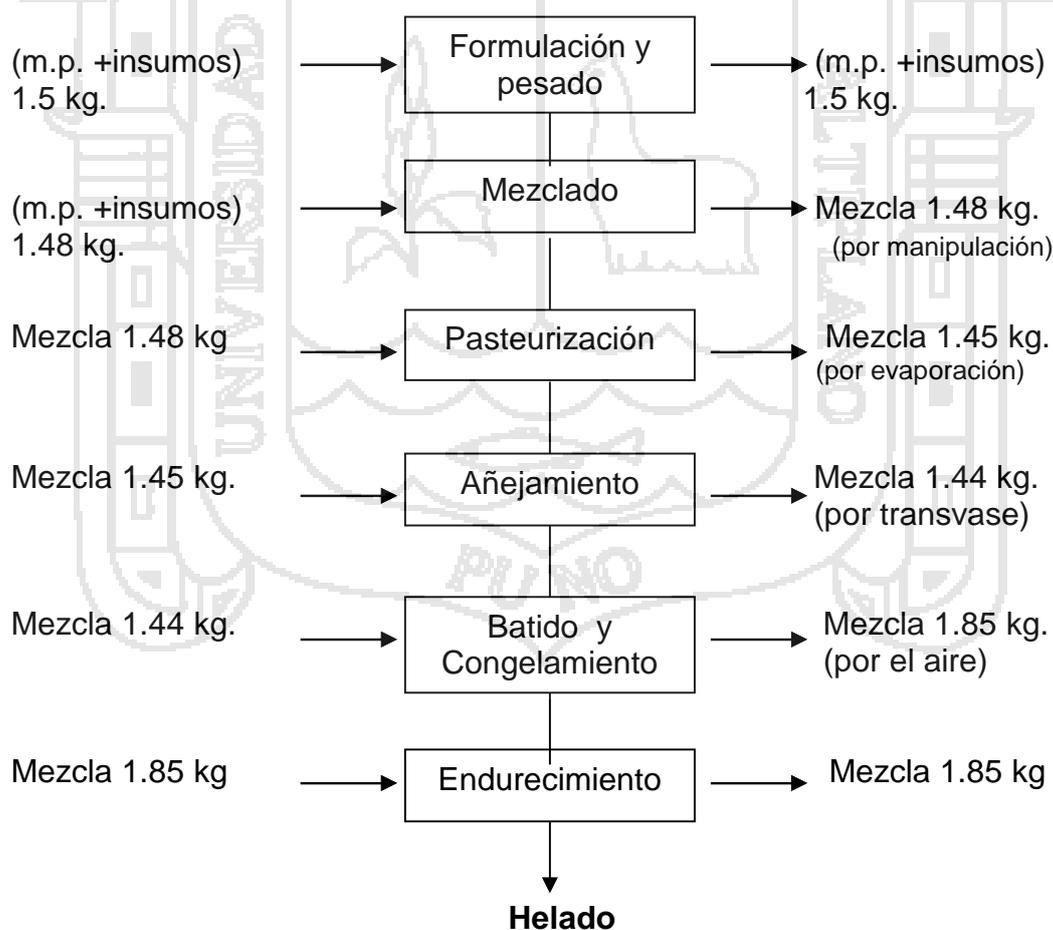
- **Mezclado:** En un recipiente de polipropileno de 3 l, se agregó manteca vegetal, harina de cañihua y azúcar mezclada con estabilizante, procediendo a batir esta premezcla por un tiempo de 8 min. Posteriormente se adicionó leche a 40°C, glucosa y yema de huevo. batiendo esta mezcla final por un tiempo de 10 min.
- **Pasteurización:** La mezcla base se pasteurizó a 75°C por 5 min, para garantizar la destrucción de los microorganismos patógenos.

**Figura 3:** Flujograma de la elaboración de helados de cañihua



- **Añejamiento:** Se enfrió la mezcla, colocando todos los tratamientos en una cámara de frío a 4°C por 6 horas para su añejamiento, con el propósito de obtener mejores características reológicas y organolépticas de los helados.
- **Batido y Congelado:** Se desarrolló en la máquina heladera en función de la temperatura y tiempo -6, -8, -10 °C y 10, 12, 14 min. respectivamente.
- **Endurecimiento:** Una vez batido el helado inmediatamente fue dispuesto en una cámara de congelación a menos 15°C por un tiempo de 6 horas, con la finalidad de que el helado tenga mayor consistencia.

**Figura 4:** Balance de materia



### 3.3.2. Evaluación Sensorial

#### 3.3.2.1. Prueba Descriptiva

Las características evaluadas a las 20 muestras fueron: olor, color, sabor y textura, mediante una prueba descriptiva- calificación por medio de escalas de intervalo, técnica descrita por Anzaldúa-Morales (1994).

El equipo de jueces fue de tipo entrenado, conformado por 10 personas, todos ellos previamente seleccionados y capacitados en la teoría y práctica acerca de la evaluación sensorial. La prueba consistió en ofrecerles 5 muestras debidamente codificadas, acompañado de un vaso de agua, lápiz y sus respectivas cartillas de evaluación (anexo 2), en donde se detectó la propiedad sensorial de cada muestra.

#### 3.3.2.2. Prueba Afectiva

Para escoger la mejor muestra de los 20 tratamientos de helado, se aplicó una prueba afectiva – medición del grado de satisfacción, empleando una escala hedónica de 5 puntos. (Anexo 3). Técnica descrita por Anzaldúa-Morales (1994).

- + 2 Me gusta mucho
- +1 Me gusta ligeramente
- 0 Ni me gusta ni me disgusta
- 1 Me disgusta ligeramente
- 2 Me disgusta mucho

El equipo de jueces fue de tipo consumidor, conformado por 20 personas. La prueba consistió en ofrecerles 5 muestras debidamente codificadas acompañado de la ficha de calificación, un lápiz y un vaso con agua para

que pudieran medir las sensaciones placenteras o desagradables producidas por cada muestra.

Al mejor producto obtenido, por el análisis sensorial – medición del grado de satisfacción se le sometió al análisis físico-químico y microbiológico.

### **3.3.3. Análisis Físico-químico, Microbiológico y Sensorial del producto final**

La descripción de las metodologías de los análisis se encuentra en el anexo 1

- Proteína: método (A.O.A.C.1993)
- Grasa: método (A.O.A.C.1993)
- Fibra bruta: método (A.O.A.C.1993)
- Cenizas totales: método (A.O.A.C.1993)
- Porcentaje de humedad: método (A.O.A.C.1993)
- Carbohidratos: método (A.O.A.C.1993)
- Análisis microbiológico método (ICMSF 1988)
- Evaluación sensorial según Anzaldúa- Morales

### **3.3.4. Diseño Experimental y Niveles de los Factores en Estudio**

Se utilizó el diseño compuesto central rotatable (DCCR) para evaluar el efecto de la adición de harina de cañihua, tiempo y temperatura en las propiedades sensoriales, los niveles codificados para cada uno de los factores se presenta en la tabla 1. La combinación de los niveles para cada uno de los 20 tratamientos se muestra en la tabla 2.

**Tabla 1.** Niveles codificados y sus respectivos valores reales

Xi	Factores en estudio		
	Tiempo (min)	Harina de cañihua (%)	Temperatura (°c)
-α	10	2	6
-1	10.8	2.8	6.8
0	12	4	8
+1	13.2	5.2	9.2
+α	14	6	10

**Tabla 2.** Combinación de niveles para cada uno de los 20 tratamientos

tratamientos	codificados			variables de respuesta		
	X1	X2	X3	T(min)	% H	T -°C
1	-1	-1	-1	10.8	2.8	-9.2
2	1	-1	-1	13.2	2.8	-9.2
3	-1	1	-1	10.8	5.2	-9.2
4	1	1	-1	13.2	5.2	-9.2
5	-1	-1	1	10.8	2.8	-6.8
6	1	-1	1	13.2	2.8	-6.8
7	-1	1	1	10.2	5.2	-6.8
8	1	1	1	13.2	5.2	-6.8
9	-1.68	0	0	10	4	-8
10	1.68	0	0	14	4	-8
11	0	-1.68	0	12	2	-8
12	0	1.68	0	12	6	-8
13	0	0	-1.68	12	4	-10
14	0	0	-1.68	12	4	-6
15	0	0	0	12	4	-8
16	0	0	0	12	4	-8
17	0	0	0	12	4	-8
18	0	0	0	12	4	-8
19	0	0	0	12	4	-8
20	0	0	0	12	4	-8

## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Efecto de los Factores en Estudio Sobre los Atributos del Helado

Los 4 atributos del helado (Olor, color, sabor y textura) influidos por los factores de estudio (tiempo de batido, porcentaje de harina y temperatura de congelación), sus efectos lineales, cuadráticos y las interacciones entre ellos.

Los efectos cuadráticos indican que, a incrementos progresivos de tiempo de batido o % harina de cañihua dentro del rango de niveles considerados, en un primer momento el valor de la variable de respuesta varía, como por ejemplo, el atributo sabor disminuye de manera significativa hasta llegar a un punto mínimo. En un segundo momento, después de un punto mínimo el sabor aumenta también significativamente

Las interacciones significativas indican que los factores involucrados influyen de manera asociada en los atributos sensoriales produciendo efectos muy diferentes de los que podrían lograrse cuando actúan independientemente

#### 4.1.1 Efecto de los factores en estudio sobre el olor del helado

**Tabla 3: ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE OLOR:**

Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F <sub>c</sub>	P
T: tiempo	0.151557	1	0.151557	2.628163	0.165909
T x T	0.042725	1	0.042725	0.740895	0.428709
H: cañihua	0.032787	1	0.032787	0.568559	0.484807
H x H	0.000020	1	0.000020	0.000343	0.985945
C:temperatura	<b>0.448852</b>	<b>1</b>	<b>0.448852</b>	<b>7.783569</b>	<b>0.038449</b>
C x C	0.075141	1	0.075141	1.303020	0.305366
T x H	0.045000	1	0.045000	0.780347	0.417479
T x C	0.005000	1	0.005000	0.086705	0.780242
H x C	0.000000	1	0.000000	0.000000	1.000000
Ajuste de curva	0.676725	5	0.135345	2.347022	0.185366
Error puro	0.288333	5	0.057667		
Total SC	1.758000	19			

Observando la tabla 3 con una probabilidad del 95 % se aprecia que para el olor el tiempo de batido, estadísticamente tiene un efecto lineal no significativo, así mismo tiene un efecto cuadrático no significativo. El porcentaje de harina de cañihua es no significativo para el olor ya sea de forma lineal y cuadrática. Se observo de igual forma que los niveles de temperatura no son significativos de manera cuadrática pero sí de manera lineal.

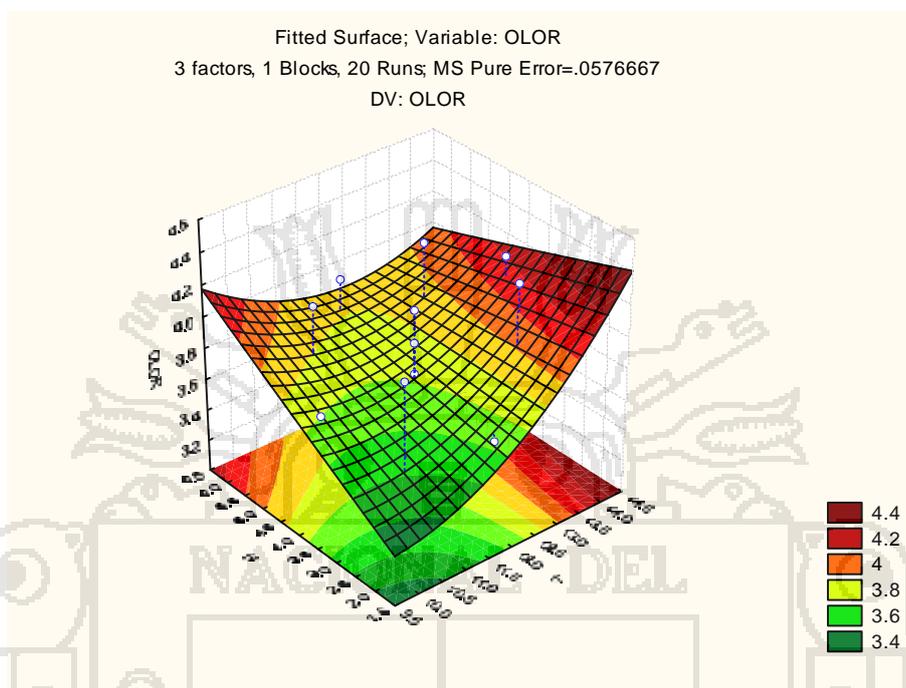
Haciendo interacción entre el tiempo de batido, con el porcentaje de harina de cañihua resulta no significativo, la interacción de tiempo de batido y temperatura no son significativos, el porcentaje de harina de cañihua en interacción con los niveles de temperatura de igual forma no son significativos.

La figura 5, permite establecer que el bajo porcentaje de harina de cañihua, los helados con 2% de harina de cañihua, no manifiesta un olor acentuado debido a este bajo contenido, en cambio con un porcentaje mayor al 6% de harina de cañihua se percibe pero no muy intensamente. Los efectos sinérgicos entre el tiempo de batido y el porcentaje de cañihua no modifican el olor en los helados. Por ser un producto innovador, no existen antecedentes de investigaciones similares.

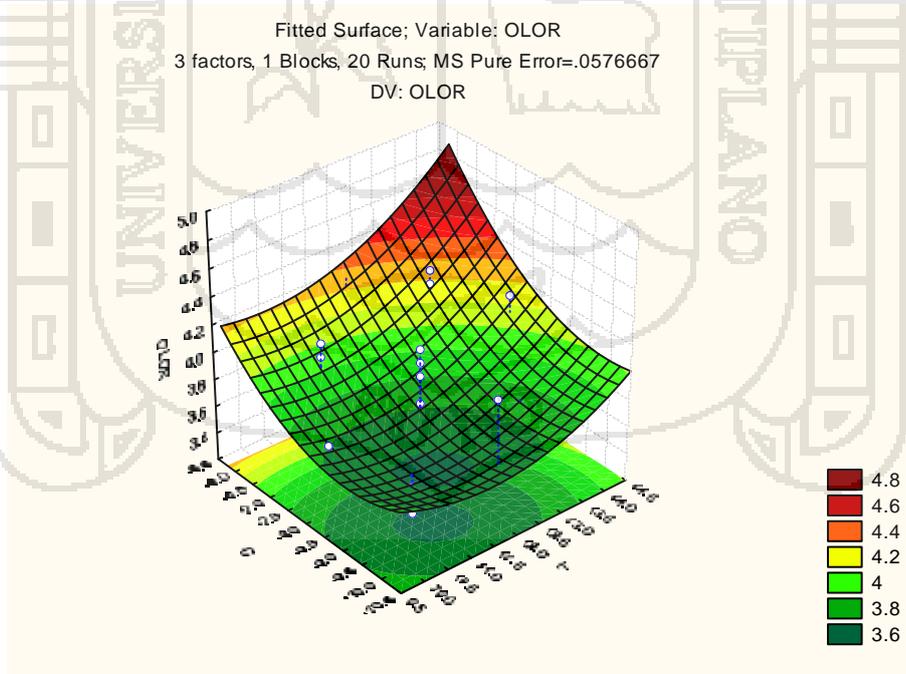
En la figura 6, permite establecer que a bajas temperaturas el olor de los helados no se manifiesta aunque se varíe el tiempo de batido.

En la figura 7, se observo que a mayor y menor % de harina de cañihua tanto como a bajas y altas temperaturas el olor no presenta variación significativa en cuanto a su intensidad.

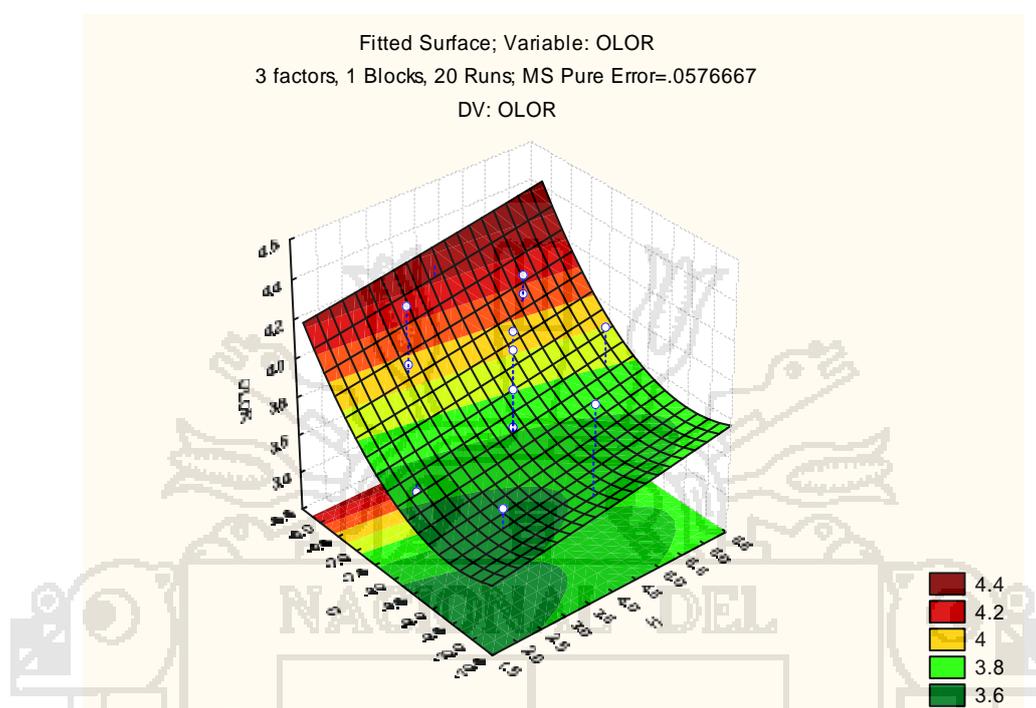
**Figura 5:** Superficie de respuesta que expresa el efecto de la harina de cañihua y tiempo batido, sobre el olor del helado



**Figura 6:** Superficie de respuesta que expresa el efecto de temperatura y tiempo de batido sobre el olor del helado



**Figura 7:** Superficie de respuesta que expresa el efecto de la harina de cañihua y la temperatura sobre el olor del helado



Según la figuras 5, 6 y 7 los más altos perfiles de olor corresponden a una cantidad elevada de cañihua, Madrid (1995) los alimentos a temperatura ambiente conservan su olor ya que las partículas son mas volátiles, mientras que en los alimentos refrigerados las partículas son menos volátiles haciendo que la percepción del olor no sea acentuado, la cañihua contiene componentes aromáticos naturales que no son muy persistentes en comparación a otros aromas de origen artificial Ohmes *et al.*(1998) indica que el aumento progresivo de aire, disminuye ligeramente el aroma, Suca (2004) menciona que mayores proporciones de aire diluyen el aroma de los helados, y en consecuencia, es probable la disminución de este atributo

#### 4.1.2 Efecto de los factores en estudio sobre el color del helado

Observando la tabla 4 se aprecia que los factores de estudio no tienen ningún efecto significativo sobre el color del helado, tiempo de batido, porcentaje de harina de cañihua y los niveles de temperatura ya sean

lineales o cuadráticos de igual forma todas las interacciones son no significativas.

**Tabla 4: ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE COLOR:**

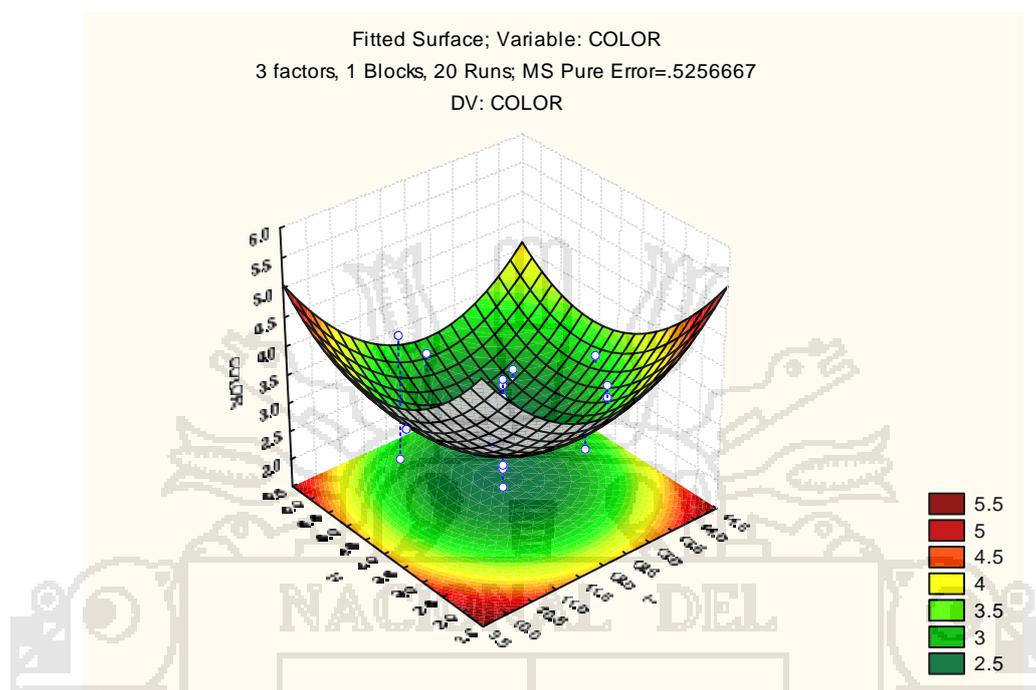
Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F <sub>c</sub>	p
T: tiempo	0.30500	1	0.305000	0.580216	0.480593
T x T	1.52435	1	1.524353	2.899847	0.149319
H: cañihua	0.69377	1	0.693770	1.319792	0.302601
H x H	1.06583	1	1.065835	2.027587	0.213764
C: temperatura	0.59221	1	0.592213	1.126594	0.337058
C x C	1.52435	1	1.524353	2.899847	0.149319
T x H	0.01125	1	0.011250	0.021401	0.889406
T x C	1.36125	1	1.361250	2.589569	0.168483
H x C	0.28125	1	0.281250	0.535035	0.497323
Ajuste de curva	0.96828	5	0.193655	0.368399	0.851423
Error puro	2.62833	5	0.525667		
Total SC	10.32950	19			

La figura 8, el color se ve afectado por el % de harina de cañihua, ya sea entre el 2% que adquiere un color claro, va aumentando de acuerdo a como se incremente harina, hasta llegar al 6% que da un color ligeramente oscuro, mientras tanto el tiempo de batido afecta al color indirectamente.

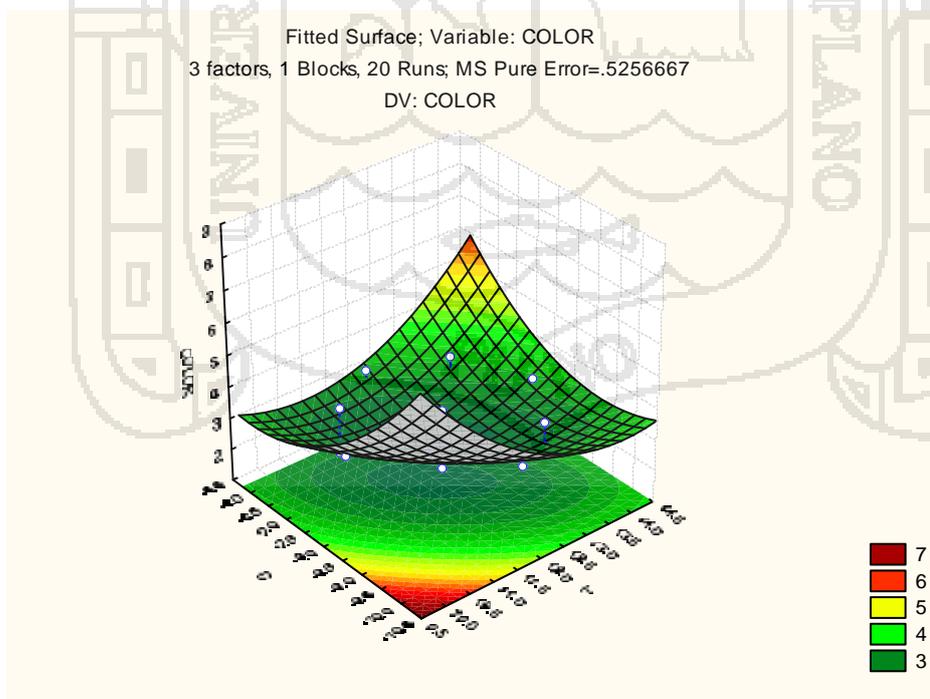
La figura 9, el tiempo de batido y la temperatura no afectan al color del helado.

La figura 10, se puede observar 3 regiones con valores máximos de color, la primera región presenta bajo contenido de harina en un 2 % y baja temperatura de -10.5 °C, en la otra región también se puede apreciar que un bajo contenido de harina de cañihua de 2% y alta temperatura -4 °C, se logra agregar que la temperatura no afecta directamente al color.

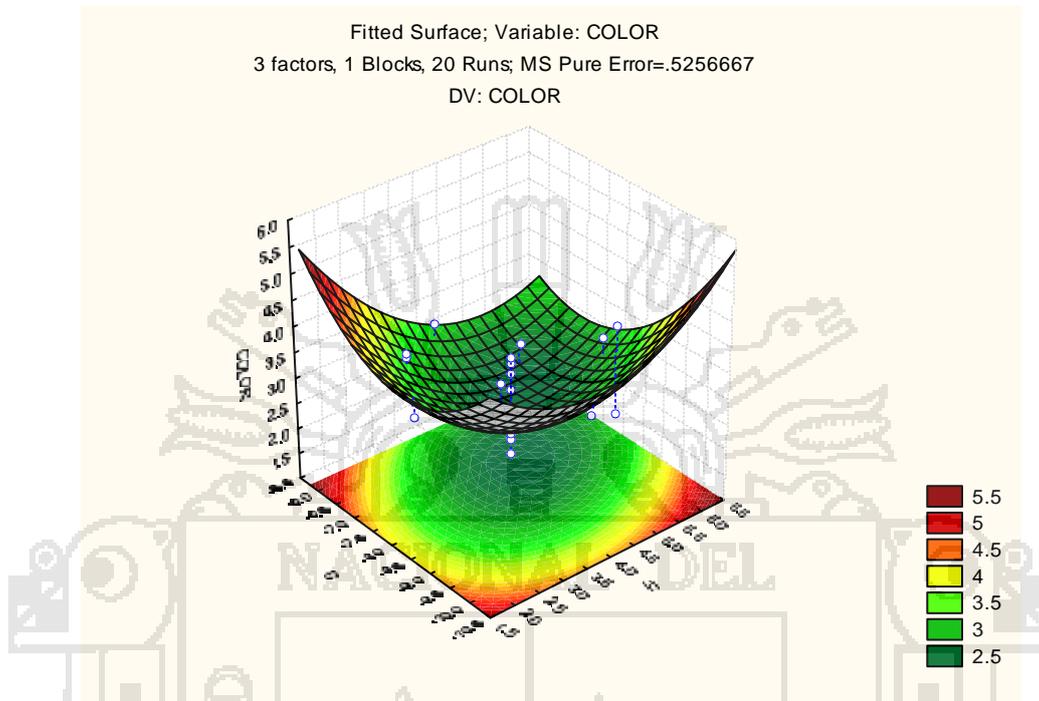
**Figura 8:** Superficie de respuesta que expresa el efecto de la harina de cañihua y el tiempo de batido sobre el color del helado



**Figura 9:** Superficie de respuesta que expresa el efecto de la temperatura y el tiempo de batido sobre el color del helado



**Figura 10:** Superficie de respuesta que expresa el efecto de la temperatura y el % de harina de cañihua sobre el color del helado



El tiempo de batido y la temperatura de congelación no influyeron directamente en el color del helado, la adición de harina de cañihua no dio un color muy intenso. Al respecto Madrid (1995) afirma que para dar un color homogéneo es necesario agregar un colorante artificial, por que la materia prima a utilizar se diluirá mucho en la mezcla.

#### 4.1.3 Efecto de los factores en estudio sobre el sabor del helado

Observando la tabla 5 Se aprecia que el tiempo de batido, tiene un efecto lineal no significativo y tiene un efecto cuadrático significativo. El porcentaje de harina de cañihua es no significativo para la forma lineal y significativa para la forma cuadrática. Y para los niveles de temperatura no son significativos de manera lineal y cuadrática.

Haciendo interacción entre el tiempo de batido con el porcentaje de harina de cañihua, el tiempo de batido con los niveles de temperatura y el porcentaje de harina de cañihua con los niveles de temperatura, todas estas interacciones no son significativas.

**Tabla 5: ANALISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE SABOR:**

Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F <sub>c</sub>	p
T: tiempo	0.016066	1	0.016066	0.17917	0.689677
T x T	<b>1.294663</b>	<b>1</b>	<b>1.294663</b>	<b>14.43862</b>	<b>0.012631</b>
H: cañihua	0.089262	1	0.089262	0.99549	0.364210
H x H	<b>0.875307</b>	<b>1</b>	<b>0.875307</b>	<b>9.76179</b>	<b>0.026122</b>
C: temperatura	0.511557	1	0.511557	5.70510	0.062501
C x C	0.068329	1	0.068329	0.76203	0.422628
T x H	0.245000	1	0.245000	2.73234	0.159243
T x C	0.080000	1	0.080000	0.89219	0.388255
H x C	0.180000	1	0.180000	2.00743	0.215712
Ajuste de curva	0.534528	5	0.106906	1.19225	0.425846
Error puro	0.448333	5	0.089667		
Total SC	4.105500	19			

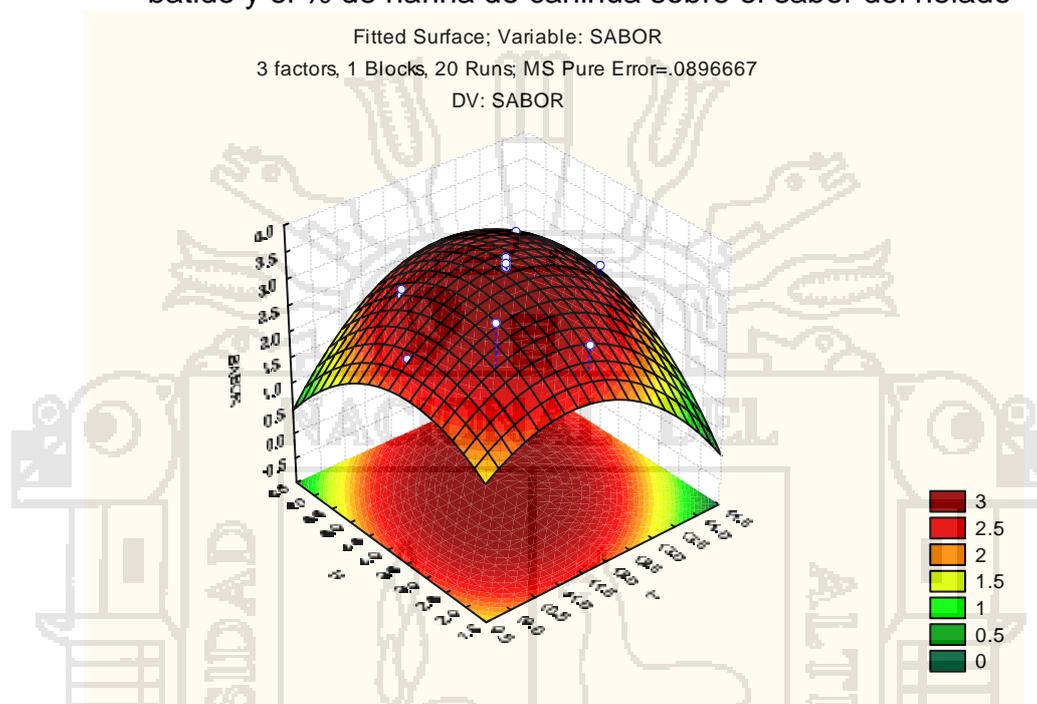
En la figura 11, se observa una región máxima de sabor, lo que a, menores contenidos (4 %) de harina y tiempos de batido menores a 10 min. proporcionan un sabor agradable.

En la figura 12, la región máxima de sabor, esta comprendida entre temperaturas de 6 y 8 °C y tiempo de batido de 10 min. lo que ayuda a la formación de pequeños cristales de hielo, lo cual permite una mejor apreciación del atributo sabor.

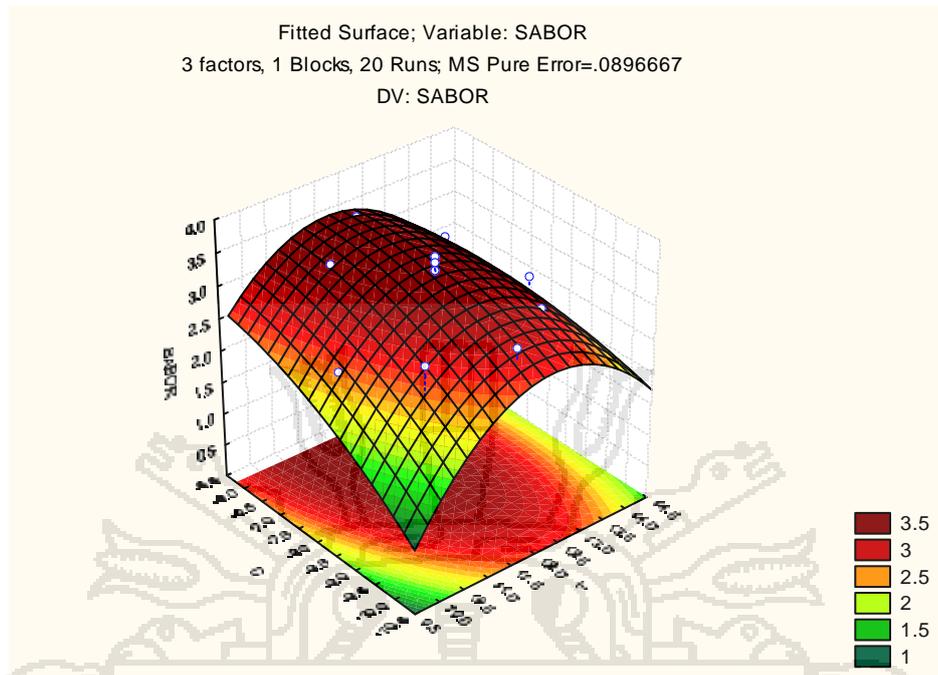
En la figura 13, se puede observar que la temperatura afecta al sabor, con un bajo contenido de harina de cañihua y con el frío que se siente en el

paladar no es apreciable el sabor, es por eso que en la región máxima de sabor se muestra un alto contenido de cañihua.

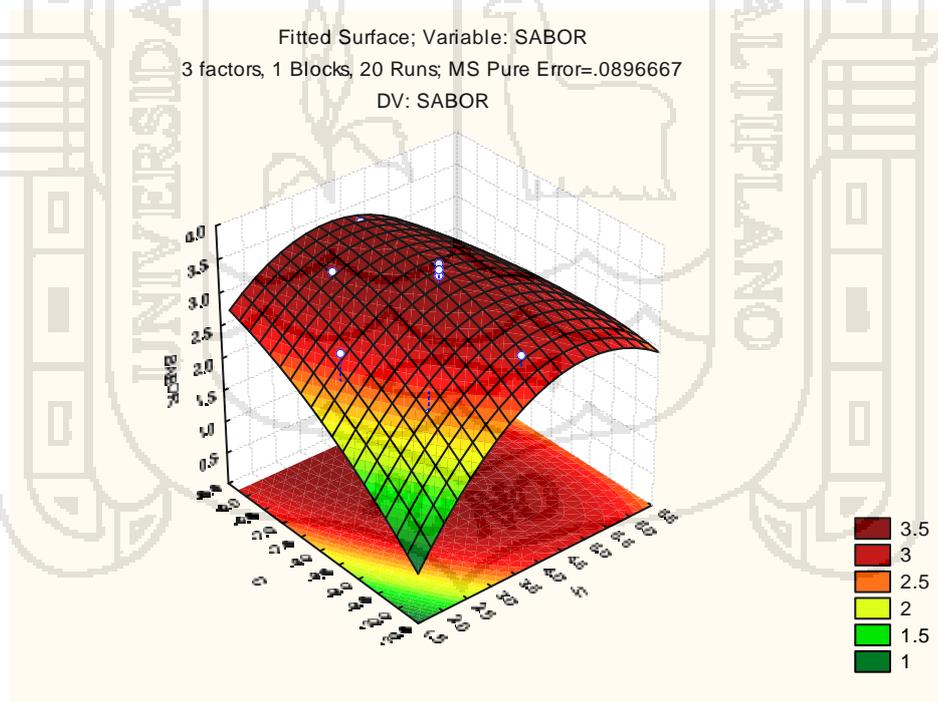
**Figura 11:** Superficie de respuesta que expresa el efecto del tiempo de batido y el % de harina de cañihua sobre el sabor del helado



**Figura 12:** Superficie de respuesta que expresa el efecto de la temperatura y el tiempo de batido sobre el sabor del helado



**Figura 13:** Superficie de respuesta que expresa el efecto de la temperatura y el % de harina de cañihua sobre el sabor del helado



Las bajas temperaturas deprimen el dulzor de los helados ya que al consumirlos, dichas temperaturas producen un efecto anestésico en las papilas gustativas. Roland (1999) cuando hay una congelación lenta los

cristales que se forman son mas grandes por eso al momento de consumir helados se siente el efecto anestésico. Al parecer cuando el helado se derrite en la boca, el gel formado por la harina impide que la solución fluya de las hendeduras, ya que la inmovilización del agua es una de las propiedades coligativas de los geles en los alimentos gelificados, lo que probablemente retarde el contacto de los edulcorantes con las papilas gustativas, haciendo que la percepción del dulzor de los helados sea tardío.

#### 4.1.4 Efecto de los factores en estudio sobre la textura del helado

Observando la tabla 6 se aprecia que el tiempo de batido, tiene un efecto lineal no significativo y un efecto cuadrático no significativo. El porcentaje de harina de cañihua tiene un efecto lineal no significativo y significativo para la forma cuadrática. Y para los niveles de temperatura no son significativos de manera lineal y cuadrática.

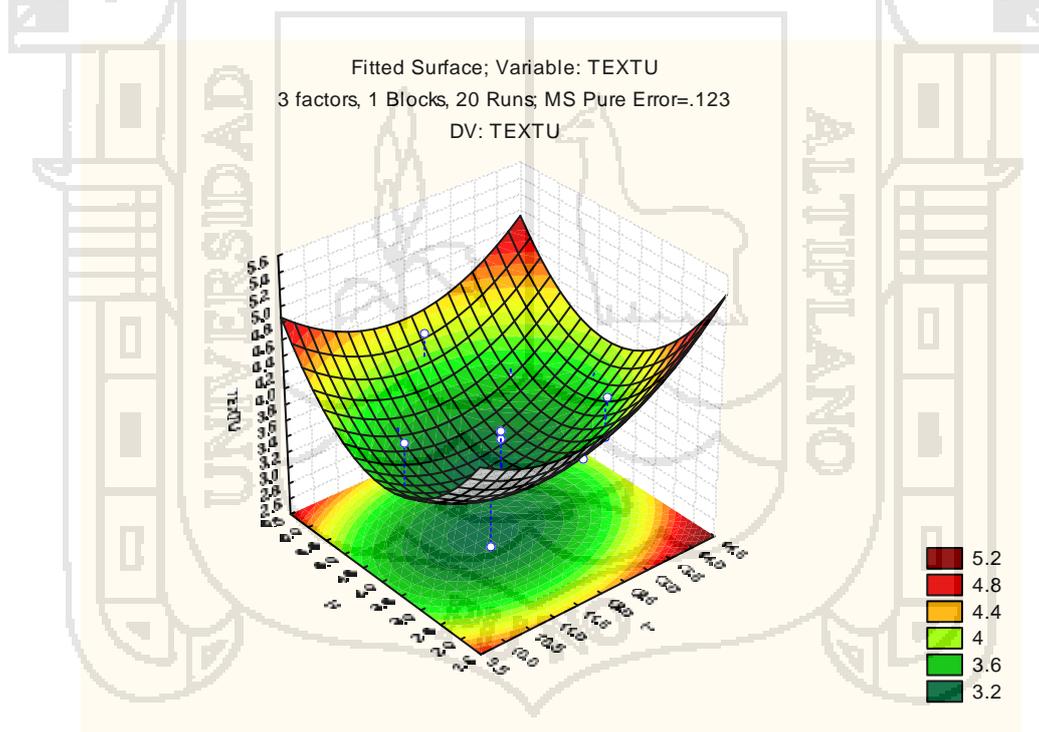
Haciendo interacción entre el tiempo de batido con el porcentaje de harina de cañihua, el tiempo de batido con los niveles de temperatura y el porcentaje de harina de cañihua con los niveles de temperatura, todas estas interacciones no son significativas.

**Tabla 6: ANÁLISIS DE VARIANZA PARA LA VARIABLE TEXTURA**

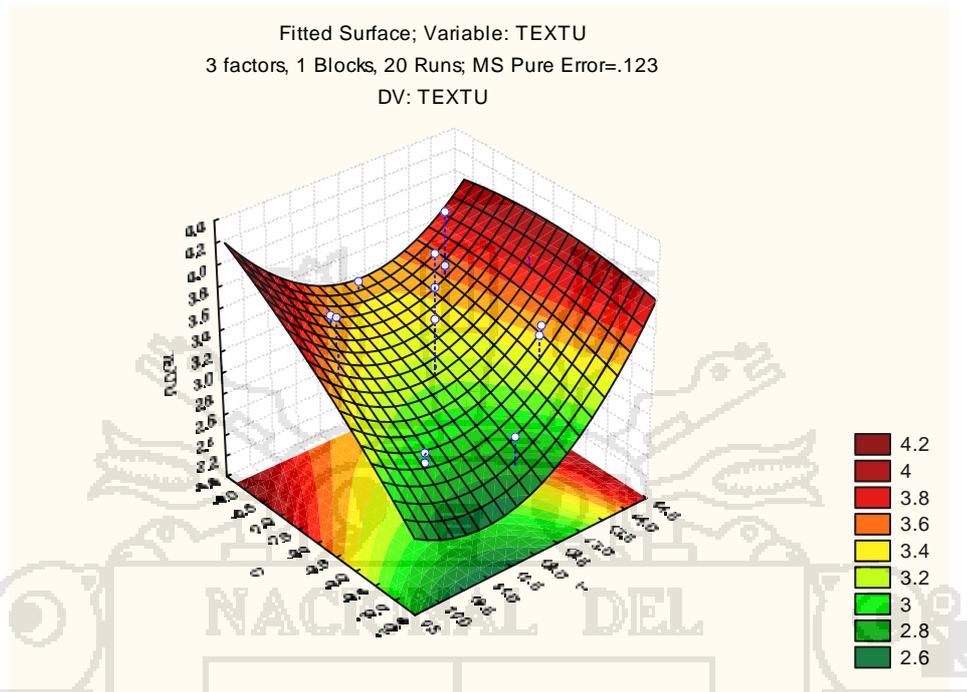
Factor	Suma de cuadrados	Grados de libertad	Cuadrado medio	F <sub>c</sub>	p
T: tiempo	0.118361	1	0.118361	0.962282	0.371663
T x T	0.329863	1	0.329863	2.681812	0.162426
H: cañihua	0.011803	1	0.011803	0.095962	0.769226
H x H	<b>0.958138</b>	<b>1</b>	<b>0.958138</b>	<b>7.789742</b>	<b>0.038399</b>
C: temperatura	0.551148	1	0.551148	4.480874	0.087860
C x C	0.009969	1	0.009969	0.081047	0.787298
T x H	0.011250	1	0.011250	0.091463	0.774502
T x C	0.061250	1	0.061250	0.497967	0.511905
H x C	0.031250	1	0.031250	0.254065	0.635647
Ajuste de curva	0.988411	5	0.197682	1.607172	0.307638
Error puro	0.615000	5	0.123000		
Total SC	3.637500	19			

En la figura 14, la textura del helado se ve influenciada por el tiempo de batido, a un tiempo de batido entre 12 a 14 min. Se puede obtener una mejor textura esto debido a la incorporación de aire que se añade al momento de batir, una buena incorporación de aire brinda una mejor suavidad al helado. Julián (1983) el exceso del tiempo de batido puede ocasionar que se obtengan helados esponjosos, sin cuerpo y consistencia que al momento de ingerir se deshace sin dejar sensación como si tratásemos de paladear espuma.

**Figura 14:** Superficie de respuesta que expresa el efecto del % de harina de cañihua y el tiempo de batido sobre la textura del helado

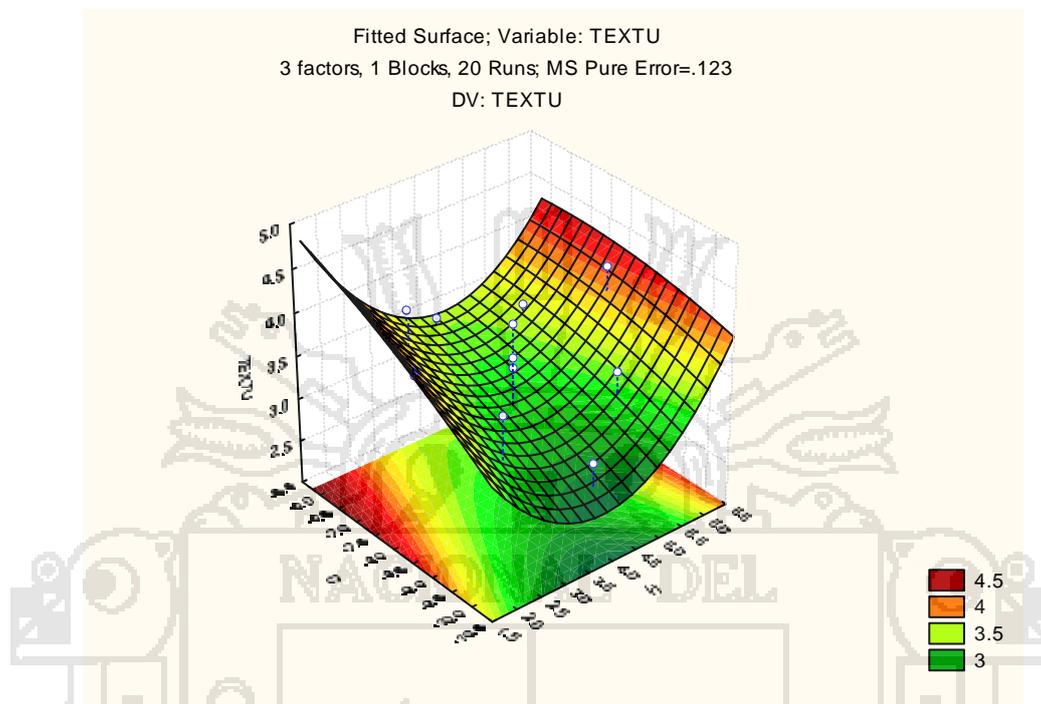


**Figura 15:** Superficie de respuesta que expresa el efecto de la temperatura y el tiempo de batido sobre la textura del helado



En la figura 15, la temperatura y el tiempo de batido actúan sinérgicamente un rápido tiempo de batido y menor tiempo de congelación ayudan a la formación de cristales de hielo adecuado Walstra (2002) hace referencia que la intensidad de la agitación y de la velocidad de enfriamiento durante la congelación; cuando mas rápida es la congelación, mas pequeños son los cristales. La formación de cristales de hielo durante la congelación consiste en el enfriamiento rápido de la mezcla, al mismo tiempo se incorpora aire en la mezcla. Ambos efectos deben lograrse simultáneamente; una vez que se congele el agua ya no es posible incorporar aire y la congelación después del batido de los glóbulos grasos es insuficiente y daña la estructura de la espuma

**Figura 16:** Superficie de respuesta que expresa el efecto de la temperatura y el % de harina de cañihua sobre la textura del helado



En la figura 16, los helados con alto porcentaje de harina de cañihua, según la percepción de los panelistas, presentaron una textura ligeramente “arenosa”. Esto se debe a que, durante la exudación, los granulos de almidón pregelatinizados se han vuelto a cristalizar. Este fenómeno llamado “retrogradación” se presenta por una elevada proporción de amilosa lineal del almidón (Linden y Lorient, 1996) la retrogradación también se puede presentar, como en este caso, por congelación que sufren los alimentos espesados con almidón. Durante la crioconcentración, los gránulos de almidón sufrieron una acusada cristalización por lo que se percibieron con mayor facilidad en el helado. En cambio no se presento la arenosidad en helados con baja proporción de harina de cañihua

#### 4.1.5. Factores en estudio que optimizan los atributos del helado de cañihua

La tabla 7 expresa los resultados de los valores óptimos de los atributos considerados en la producción de helados de cañihua.

**Tabla 7.** Valores óptimos de los atributos del helado de cañihua.

Atributos del helado	Valor optimo del atributo	Tiempo de batido (min)	% de harina de cañihua	Temperatura (-°C)
Olor	3.685443	12.86336	6.41595	-9.63926
Color	2.305347	11.91791	4.70159	-7.36866
Sabor	3.677471	10.88007	2.61259	-4.03659
Textura	3.434972	12.56443	4.47375	-4.94324

De acuerdo a nuestros valores óptimos, para la percepción del olor según la tabla 7 se requiere mayor porcentaje de cañihua, el que no se encuentra dentro de nuestro nivel de estudio, esto al parecer es debido a que el olor se comprime por la temperatura del helado, con respecto al sabor, la apreciación de este atributo se acerca al valor obtenido en la evaluación sensorial, lo que no indica la intensidad perceptible de la harina de cañihua, pero la temperatura para el sabor y la textura es mayor a nuestros niveles de estudio esto depende posiblemente del tiempo de batido al que se somete la mezcla base. Estos resultados nos son los mas aptos para hacer un buen helado, ya que los resultados se muestran por los atributos separados y no en conjunto.

#### 4.2. Análisis de la evaluación afectiva de los helados de cañihua.

La tabla 9 muestra la frecuencia de aceptación de los 15 tratamientos (exceptuadas 5 repeticiones) apreciado por 20 personas.

De un total de 15 tratamientos, la muestra de helado que obtuvo mayor aceptación fue el tratamiento 5, con una frecuencia de 16 personas que significa el 80% de aceptación, seguido de los tratamientos 7 y 2 respectivamente, los otros tratamientos alcanzaron baja aceptación.

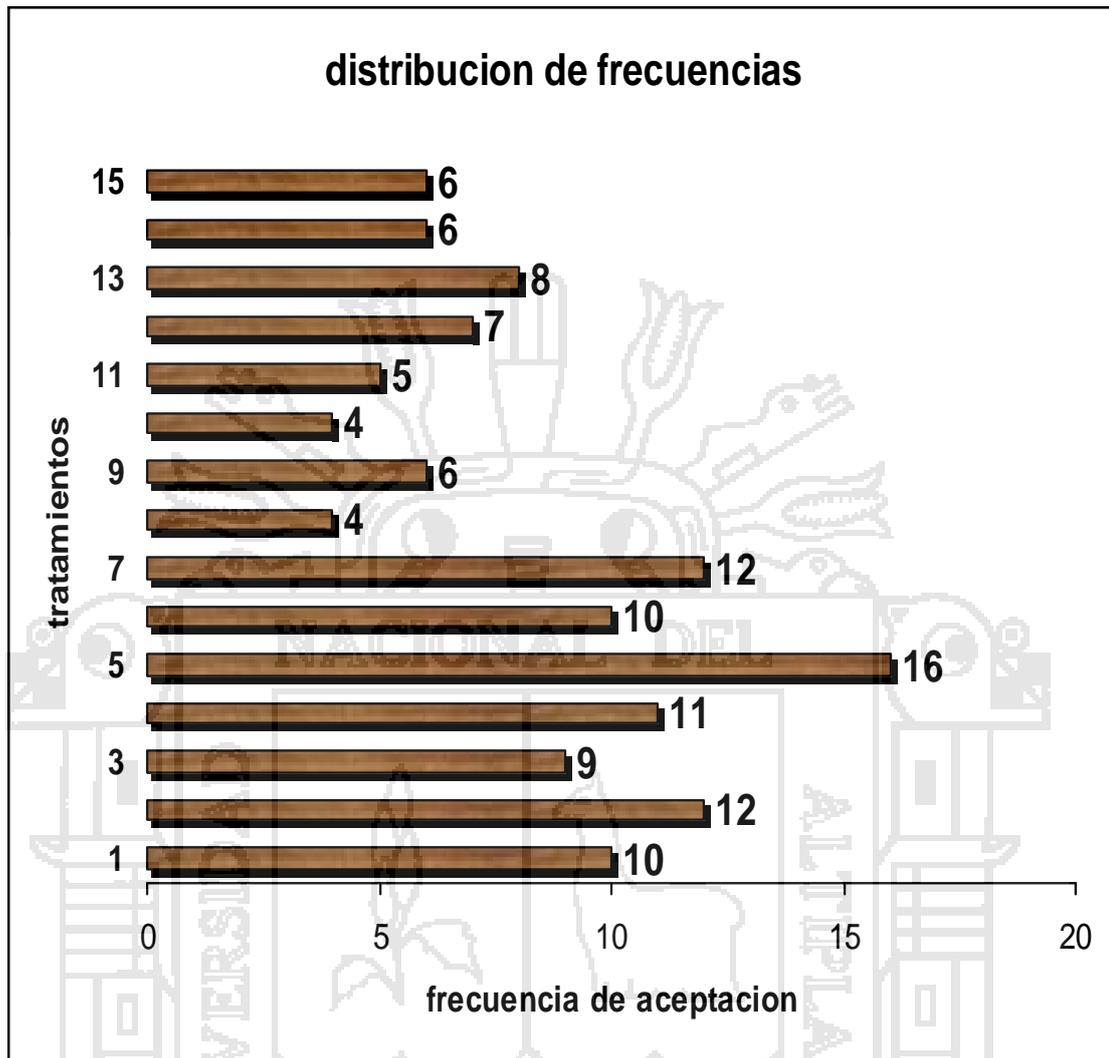
**Tabla 8.** Factores del tratamiento que tuvo la mayor aceptación

Tiempo de batido (min.)	% de harina	Temperatura (-°C)
10.8	2.8	-6.8

Observando la misma tabla, el tratamiento con mayor aceptación tiene 2.8% de harina de cañihua, al parecer el bajo contenido, de cañihua fue agradable al paladar.

Si bien es cierto existen tratamientos con igual % de harina, el tiempo de batido y la temperatura de congelación, fueron los factores que determinaron que el tratamiento 5 fuera escogido por los consumidores.

El tiempo de batido y la temperatura de congelación, fueron los factores que determinaron la aceptación del helado esto debido a que con estos factores se logro incorporar 75.5 % de aire.

**Tabla 9** . Frecuencia de aceptación de 15 tratamientos de helado de cañihua

#### 4.2.1 Resultados de Análisis del Producto Final

##### 4.2.1.1 Análisis Fisicoquímico

El análisis se realizó teniendo en cuenta el tratamiento 5 que fue elegido como el mejor tratamiento según la prueba afectiva. El siguiente cuadro detalla el análisis de dos muestras y el promedio final.

Según la tabla 10, obtenemos un % de ceniza de 1.285, de proteína de 5.66, de grasa de 7.585, de fibra de 0.7 y de carbohidratos de 20.68.

**Tabla 10.** Resultados y Promedio del análisis fisicoquímico del helado con cañihua

	Helado de cañihua		
	Muestra 1	Muestra 2	Promedio
% de ceniza	1.29	1.28	1.285
% de proteína	5.8	5.52	5.66
% de grasa	7.59	7.58	7.585
% fibra	0.71	0.69	0.70
% de carbohidratos	20.52	20.84	20.68
% de humedad	63.09	63.09	63.09

Comparando el % de proteína de un helado convencional de crema con fruta que presenta un 4.6 % (INN 1990) y otro de harina de damasco con un % 0.282 (Anahua. 2005) nos indica que el valor nutritivo del helado de cañihua es mayor debido a que el contenido de proteína en la harina de cañihua es 17 %, al respecto Madrid (1995) publica que, la proteína promedio en helados es de 1 a 6 % para helados leche, la presente investigación está dentro del rango de proteína publica por Madrid (1995).

El contenido de ceniza del helado de cañihua es superior en comparación al helado de crema con fruta que tiene 0.9 % (INN 1990) y a su vez del helado de damasco con un % de 0.228 (Anahua. 2005) esto se debe a el contenido de ceniza esta influenciado directamente por la materia prima empleada.

El contenido de fibra que obtuvimos en el helado de cañihua (0.7 %) es importante por los beneficios que ofrece a la salud, lo que no se observa en las publicaciones de helado de crema con fruta (INN 1990) y helado de damasco (Anahua. 2005)

#### 4.4.1.2 Análisis Microbiológico

El análisis se realizó teniendo en cuenta el tratamiento 5 que fue elegido como el mejor tratamiento según la prueba afectiva. El siguiente cuadro detalla los ensayos a los que fue sometida la muestra y su comparación con la norma sanitaria N° 071 “Criterios Microbiológicos de la Calidad Sanitaria e Inocuidad de los Alimentos y Bebidas de Consumo Humano” (2008)

**Tabla 11.** Resultados del análisis microbiológico

Microorganismo	Cantidad	Norma Sanitaria
Aerobios mesofilos	44x10 <sup>3</sup> ufc/ml	10 <sup>5</sup> ufc/ml
Coliformes	10 <sup>2</sup> ufc/ml	10 <sup>2</sup> ufc/ml
Salmonella sp.	Ausente en 25gr.	Ausente en 25gr.
Staphy aureus	10 <sup>2</sup> ufc/ml	10 <sup>2</sup> ufc/ml
Listeria monocytogenes	Ausente	Ausente

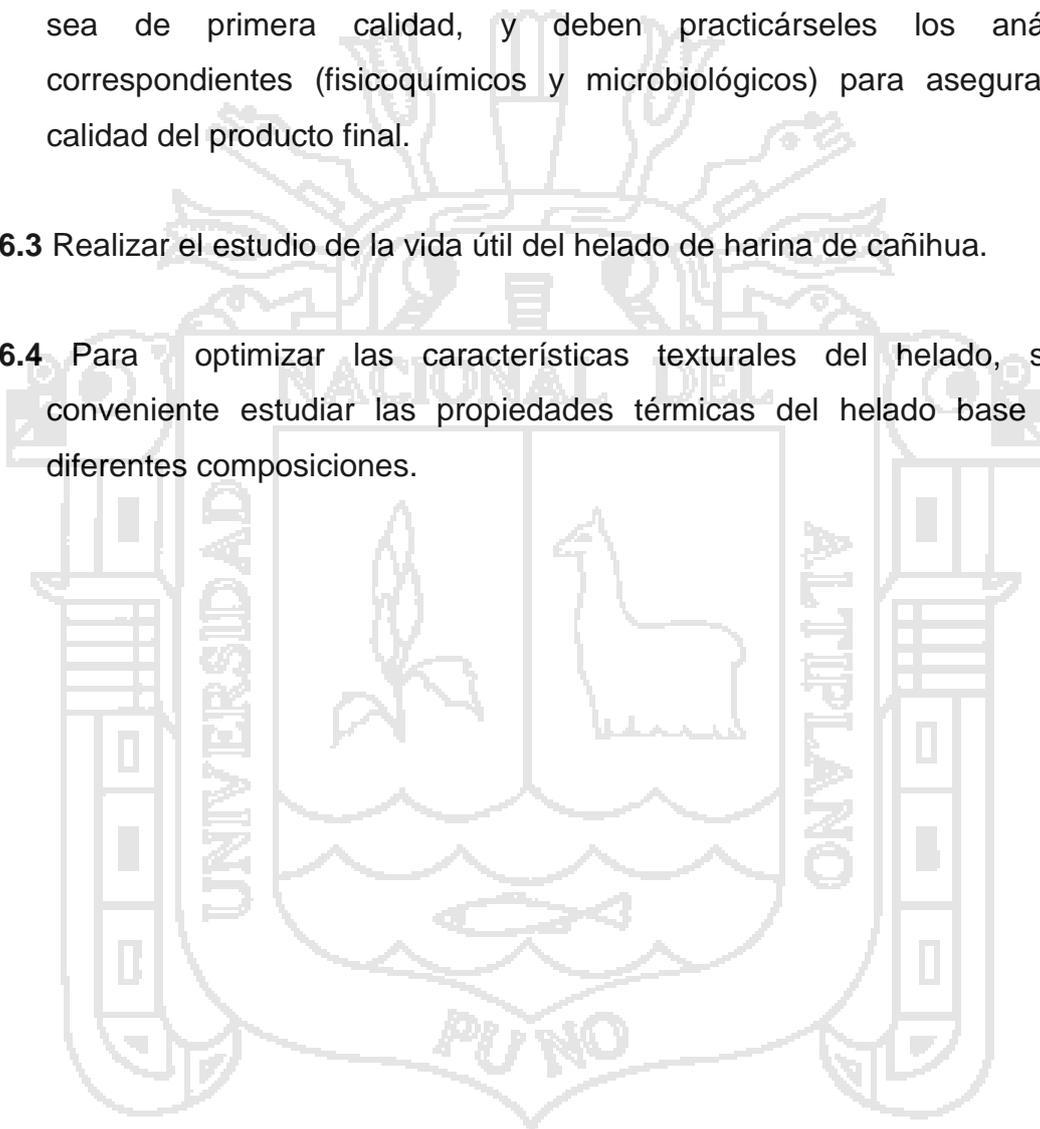
De acuerdo a la tabla 11 los resultados microbiológicos para Aerobios mesofilos están por debajo de los valores que publica la NTS 071, los demás géneros bacterianos se encuentran en igual valor al de la norma mencionada, esto implica la aptitud del producto para consumo humano, la limpieza e higiene con que se laboro, consecuentemente la inocuidad del alimento.

## V. CONCLUSIONES

- 5.1** El tiempo de batido no produce efecto en el olor y color del helado pero si en el sabor y textura, la temperatura no influye en el color del helado pero si en el olor, sabor y textura, el porcentaje de cañihua influye de manera considerable en los cuatro atributos estudiados.
- 5.2** El tratamiento que obtuvo mayor aceptación fue el T5, con 2.8 % de harina de cañihua, tiempo de batido de 10.8 min. y temperatura de -6.8 °C. El efecto de la adición de 2.8 % de harina de cañihua incremento las propiedades fisicoquímicas; la proteína del helado aumento en 1.2 %, a igual que el porcentaje de ceniza y fibra, esto hace que la digestión del producto sea mejor, la grasa y los carbohidratos no presentaron un aumento considerable. La adición de harina de cañihua no causo ningún efecto negativo en las propiedades microbiológicas del helado, por lo tanto concluimos que es un producto considerado apto para el consumo humano, por ser inocuo y estar dentro de los parámetros establecidos por la norma técnica.

## VI. RECOMENDACIONES

- 6.1** Se debe tomar en cuenta que para poder trabajar con cañihua esta debe ser extruida para mejor aprovechar sus propiedades.
- 6.2** Se recomienda que la materia prima a si como los insumos a utilizar sea de primera calidad, y deben practicárseles los análisis correspondientes (fisicoquímicos y microbiológicos) para asegurar la calidad del producto final.
- 6.3** Realizar el estudio de la vida útil del helado de harina de cañihua.
- 6.4** Para optimizar las características texturales del helado, sería conveniente estudiar las propiedades térmicas del helado base con diferentes composiciones.



## VII. BIBLIOGRAFIA

- AGUILAR, P. 2002. "Producción de cañihua en la zona fisiográfica Pampa del Altiplano Peruano" En' Resúmenes 2º Mesa Redonda Internacional, Perú-Bolivia; sobre papas de Altura y cañihua ,5-7 Julio del 2002. Puno, Perú.
- ANAHUA, E. 2005 "obtención y caracterización de harina de damasco para su uso como saborizante en helados" Tesis Ing. Agroindustrial, facultad de ciencias agrarias de la universidad nacional del altiplano.
- ANZALDUA-MORALES, A. 1994 "evaluación sensorial de los alimentos en la teoria y la practica" Editorial Acribia S.A., Zaragoza (España)
- A.O.A.C. 1993 Official Methods Of Analysis Of The Association Of Official Analytical Chemists: 965.331, 7ª ed. Helrich, K; Arlington, VA. USA.
- BJORCK, I. y ASP, N. G. 1983 "the effects of extrusion cooking on nutrition value-a literature review" journal of Food engineering.
- BLANCO DE ALVARADO Y ORTIZ. 1982. "La cañihua cereales en la nutrición Humana" Tomo II (Capitulo VII) Impreso en Perú offset. Lima-Perú.
- CABIESES, F. 1996. Cien siglos de Plan Escuela Profesional de Turismo y Hoteleria Universidad de San Martín de Porres Lima-Perú.
- CHARLEY, H. 1997" Tecnología de los alimentos" Edit. Limusa Noriega S.A. 5ª edición. México.
- CHEFTEL, J.C.; CHEFTEL 1999 "introducción a la bioquímica y tecnología de los alimentos. Editorial Acribia S.A., Zaragoza (España)

COBA, B. 1956. "historia del nuevo Mundo" Biblioteca de Autores Españoles Madrid España

COLLAZOS C.; WHILE P; WHILE H; VINAS E.; ALVISTIR E.; URQUIELA R. VASQUEZ, J.; DIAZ C., QUIROZ A.; ROCA A.; HEGSLED D.; BRADFRELD R.; HERRERA, N . FACHING A; ROBLES G.; HEMÁNDEZ E.; Arias M. 1996. Tablas peruanas de composición de los alimentos. Edición Ministerio de Salud, Instituto Nacional de Salud, Centro Nacional de Alimentación y Nutrición. Lima. Perú.

EARLY, GOFF, D. H., WONG, D. W. S. 2000. "tecnología de los productos lácteos" Trad. de Oria Almudí, R. editorial Acribia S.A., Zaragoza (España)

FELLOWS, P. 1994 "tecnología del procesado de los alimentos" editorial Acribia S.A., Zaragoza (España)

FENNEMA, O. 2000 "QUIMICA DE LOS ALIMENTOS" 2ª edición, Editorial Acribia S.A., Zaragoza (España)

FRIAS, C. 1997 "mujeres: tecnologías invisibles, experiencias desde america latina" ITDG-PERU

GOFF, D.H. Ice Cream. Canada: department of Food Science, University of Guelph. Disponible en URL. <http://www.foodsci.uoguelph.ca/dairyedu/goff.html> (consulta 26 de junio del 2010)

GOFF, D. 1997 "Colloidal Aspects Of Ice Cream – a review. Int. Dairy

GONZÁLES, S. J. 1991 "elaboración a base de cereales expandidos" Revista Industrias Alimenticias. Vol. II. Numero cinco. Colombia.

GUTIERREZ, S. G 2003 “evaluación sensorial, composición nutricional y costos de preparaciones con variedades de cañihua puno-jun-oct. 2002. Tesis para optar el título profesional de Licenciada en Nutrición Humana UNA-PUNO

HARPER, J. M. 1981 “extrusion of foods” vol I y II. Editorial CRC Press-Boca Raton.

HERNANDEZ, J. E. y LEON, J. 1992”cultivos marginados, otra perspectiva de 1492” colección FAO: Producción y protección vegetal N° 26 Roma-Italia

IBAÑES, V. 2009 “análisis y diseños de experimentos” editorial Universitaria UNA, primera edición, Puno-Peru

ICMSF, 1988 “Métodos de Análisis Microbiológicos de los Alimentos” Editorial Acribia S.A., Zaragoza (España)

INSTITUTO NACIONAL DE LA DEFENSA DE LA COMPETENCIA Y DE LA PROTECCIÓN DE LA PROPIEDAD INTELECTUAL – INDECOPI (Perú). Comisión de reglamentos técnicos y comerciales. ITINTEC 202. 057, diciembre 1975NORMA TECNICA PERUANA. Helados, definiciones, clasificación y requisitos. Lima.

INEI. 2001. Sistema Nacional de Estadística. Perú: Compendio estadístico 2001. Lima Perú.

INIA.2000.Memoria final.2000. Estación Experimental Illpa-Puno. INIA, Área Agrícola y Producción Puno-Perú.

INIA.2001.Memoria Anual 2001. Estación Experimental Illpa-Puno. INIA, Área Agrícola y Producción Puno-Perú.

- KOXHOLT, M; EISENMANN; HINRICHS. 1999 Effect of process parameters on the structure of ice cream. Eur. Dairy mag.
- LESCANO J. 1997. Cultivo de Cañihua. En: IX Congreso Internacional de cultivos Andinos -Oscar Blanco Galdos- 22-25 Abril 1997 Resúmenes Curso Pre Congreso. Aranwa, CICA. Cuzco, Perú.
- LINDEN, G; LORIEND, D. 1996 "bioquímica agroindustrial. Revalorización alimentaria de la producción agrícola" Editorial Acribia S.A., Zaragoza (España)
- LINKO, P. 1981 "advance in cereal science y technologi: temperatura short-time Extrusion cooking".
- MADRID, V. 1995 "tecnología de la elaboración de los helado" editorial Madrid ediciones S.A. Madrid-España
- MORALES, E. 1992 "Sorbete, ciencia y arte manual técnico da embrapa" Sao Paulo-SP (Brasil)
- NTS-MINSA-DIGESA, 2008 "norma sanitaria que establece los criterios microbiológicos de la calidad sanitaria e inocuidad para los alimentos y bebidas de consumo humano" diario el Peruano Lima-Perú
- OLIVERA, R. Y Vargas, C 1997. Estudio etnobotanico e inmunonutricional de la Kañawa (*Chenopodium pallidicaule* Aellen) de la provincia de Bolívar, Cochabamba. En: Resúmenes IX Congreso Internacional de Cultivos andinos "Osear Blanco Galdos". 22 – 25 abril 1997. Arariwa, CICA. Cuzco-Perú. B4 p.

- OHMES, R; MARSHALL; HEYMANN, 2001 "Sensory and physical properties of ice creams containing milk fat or fat replaces. J Dairy.
- PAREDES, W. 2010 "Control de calidad de los alimentos" 1ª edición C.U. UNA-PUNO
- POTTER, N. 1997 "la ciencia de los alimentos" México: Harla 749p.
- PRIMO-YUFERA, E. 1995 "química de los alimentos" editorial Síntesis S.A. (España)
- RANQUEN, M. 1993 "manual de industrias de los alimentos" 2ª edición Editorial Acribia S.A., Zaragoza (España)
- REPO-CARRASCO, R. 1992 "cultivos andinos y la alimentación infantil" editorial Didi de Arteta S.A. Lima-Perú
- RIOS, W 1998 "procesamiento de alimentos" ITDG, impreso en Perú
- SEGURA, R. 1999 "elaboración de una mezcla alimenticia a base de oca (oxalis tuberosa mora), Tarwi (lupinus mutabilis sweet) y quinua (chenopoiun quinoa willd)" tesis Universidad Nacional del Altiplano Puno-Peru
- SOTA, G. B. E. 2003 "determinación de la humedad adecuada en las proporciones de cañihua (chenopodiun pallidicaule aellen) y maiz (zea mayz)", tesis para optar el grado de Ingeniero Agroindustrial UNA-PUNO
- SUCA, C 2004 "efecto sinérgico del contenido de grasa, edulcorantes, aire y harina de Izaño en la elaboración de helados de cono y

palitos” Tesis Ing. Agroindustrial, facultad de ciencias agrarias de la universidad nacional del altiplano.

TAPIA, E. 1990. Cultivos Andinos sub. explotados y su aporte a la alimentación. FAO/RLAC, Santiago de Chile

UNA 2000. Revista Agroindustrial. Año 11, Nº 2, Noviembre 2000. Carrera profesional de Agroindustria, Facultad de Ciencias Agrarias de la UNA-Puno. Puno, Perú.

WALSTRA, P. 2001 “ciencia de la leche y tecnología de los productos lacteos” Editorial Acribia S.A., Zaragoza (España)

WATTS, B; YLIMAKI G. 1992 “Métodos sensoriales básicos” CIID Ottawa, Canadá

WAN ROSNANI, A; N., NOR AINI, 1999 “Application of palm products in ice cream. Malaysia: Malaysia Palm Oil Board. Disponible en URL: <http://www.palmoilis.mpob.gov.my/webbased/pod33-rosnani.pdf>

WONG, D.W. 1995 “Química de los alimentos mecanismos y teoría. Editorial Acribia S.A., Zaragoza (España)



## Anexo 1

### Análisis Físico-químico del producto final

**a) Proteína.** Se determinó por el método de micro Kjeldahl, usando el factor 6.25 para llevar el contenido de nitrógeno a proteína total; cuyo procedimiento comprende en **3 fases:** digestión, destilación y titulación.

Se pesa 0.2 g. de muestra seca, luego se lleva a un balón de Kjeldahl, se agrega 2 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y se coloca en la cámara de digestión hasta que se quede cristalino. A la muestra digerida se agrega NaOH e inmediatamente se le conecta al vapor para que se realice la destilación, se conecta el refrigerante y se recibe el destilado en un Erlenmeyer con contenido de ácido bórico más indicadores; la destilación termina cuando haya un viraje de color, luego se procede a la titulación con HCL, se anota el gasto y se procede a realizar los cálculos con la siguiente fórmula. (A.O.A.C., 1993)

$$\% N = \frac{\text{ml HCL} \times \text{normalidad} \times \text{miliequi. N} \times 100}{\text{peso de la muestra}}$$

**b) grasa.** Se determinó mediante el método de Soxhlet. Se pesa 2g. de materia seca para la muestra y se empaqueta en un papel filtro Whatman N°40. Se coloca el paquete en el cuerpo del aparato Soxhlet y luego se agrega el hexano.

Seguidamente se conecta a una fuente de calor. Al calentarse se evapora y asciende a la parte superior, allí se condensa por refrigeración y cae sobre la muestra, regresando al matraz por sifón. Se evapora el hexano que permanece en el matraz con una campana de desecación. Se procede hacer los cálculos. (A.O.A.C., 1993)

$$\% \text{ grasa} = \frac{\text{matraces (con grasa - vacío)} \times 100}{\text{peso de la muestra}}$$

**c) Fibra Bruta.** Se realizó mediante la digestión ácida seguida por una alcalina.

Digestión ácida: se pesa 2g. de muestra en un vaso de 600 ml, se hierve durante 30 minutos con 200 ml de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> se filtra y se lava con agua destilada caliente hasta neutralizar la acidez.

Digestión alcalina: se añade 200 ml de NaOH y se hierve por 30 minutos, se filtra al vacío lavando con agua destilada caliente. Luego se pone en una estufa por 2 horas y se pesa (P1). Seguidamente se coloca en la mufla para eliminar la materia orgánica y se pesa nuevamente (P2). Los cálculos se realizan con la siguiente formula, (A.O.A.C, 1993).

$$\% \text{ de fibra} = \frac{(P1 - P2) \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

**d) Cenizas Totales.** Se determina calcinando la muestra en mufla a 500 °C, para quemar todo el material orgánico. Para ello se pesa 1g. de muestra en un crisol de porcelana, se lleva a la mufla durante toda la noche, al día siguiente se enfría en desecador a una temperatura ambiente y se pesa inmediatamente. El % de Cenizas se determina con la siguiente formula (A.O.A.C, 1993).

$$\% \text{ de ceniza} = \frac{\text{peso de ceniza} \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

**e) % de humedad.** Se realiza por desecación en estufa a 110°C con una muestra de 5 g. hasta lograr un peso constante por 6 horas. Esta determinación se realiza por diferencia de peso, entre el peso inicial y el peso final, obteniéndose el porcentaje de humedad, (A.O.A.C, 1993).

$$\% \text{ de humedad} = \frac{(P_i - P_f) \times 100}{\text{Peso de la muestra}}$$

**f) Carbohidratos.** Se calcula por diferencia restando de 100 los porcentajes de humedad, proteína, grasa, fibra y ceniza, como se muestra en la siguiente formula (A.O.A.C, 1993).

$$\% \text{ CHOS} = 100 - (\% \text{ cenizas} + \% \text{ fibra} + \% \text{ grasa} + \% \text{ proteína} + \% \text{ humedad})$$

### Análisis microbiológico

El análisis microbiológico se realizó en el laboratorio de microbiología de la escuela profesional de Ingeniería Agroindustrial según la metodología de la “Comisión Internacional de Especificaciones Microbiológicas de los Alimentos” (ICMSF 1988),

Los microorganismos que se determinaron fueron según las exigencias de la norma legal 071-2008-MINSA/DIGESA.

Microorganismo	Norma Sanitaria
Aerobios y mesofilos	10 <sup>5</sup> ufc/ml
Coliformes	10 <sup>2</sup> ufc/ml
Salmonella sp.	Ausente en 25gr.
Staphy aureus	10 <sup>2</sup> ufc/ml
Listeria monocytogenes	Ausente

## Anexo 2

Tabla 1. Promedios de las variables de respuesta de los 20 tratamientos

Trat	Codificados			Factores en estudio			promedios de las variables de respuesta			
	X1	X2	X3	T(min)	% H	T - °C	color	olor	Sabor	textura
1	-1	-1	-1	10.8	2.8	-9.2	4.2	3.3	2.2	2.9
2	1	-1	-1	13.2	2.8	-9.2	3.4	3.6	2.1	3.6
3	-1	1	-1	10.8	5.2	-9.2	4.3	3.5	2.8	2.8
4	1	1	-1	13.2	5.2	-9.2	2.6	3.4	2.9	3.5
5	-1	-1	1	10.8	2.8	-6.8	3.5	4	3.4	3.6
6	1	-1	1	13.2	2.8	-6.8	3.6	4.3	2.4	4.1
7	-1	1	1	10.2	5.2	-6.8	2.1	4.1	2.9	3.4
8	1	1	1	13.2	5.2	-6.8	2.8	4.2	3.1	3.6
9	-1.68	0	0	10	4	-8	3.5	3.7	2.5	4
10	1.68	0	0	14	4	-8	3.3	4.2	2.7	3.5
11	0	-1.68	0	12	2	-8	3.3	3.6	2.9	3.9
12	0	1.68	0	12	6	-8	3.2	4	2.6	4.2
13	0	0	-1.68	12	4	-10	3.5	4.1	3	3
14	0	0	-1.68	12	4	-6	3.3	3.9	3.5	3.5
15	0	0	0	12	4	-8	3	4.1	2.8	3.6
16	0	0	0	12	4	-8	3.6	3.9	3.4	3.6
17	0	0	0	12	4	-8	2.1	3.7	3.6	2.9
18	0	0	0	12	4	-8	1.7	3.5	3.6	2.9
19	0	0	0	12	4	-8	2	3.5	3.4	2.9
20	0	0	0	12	4	-8	2.1	3.6	3.5	3

**Anexo 3**

Ficha de evaluación sensorial de categorización cuantitativa relativa utilizada en la degustación de helados de cañihua

Helados de Cañihua – Análisis Sensorial – Tratamiento N° _____	
Nombre:	Fecha
<p>Instrucciones: lea atentamente cada una de las evoluciones a realizarse en el presente análisis sensorial.</p> <p>Se presentaran cinco muestras de helado de cañihua, uno a la vez evalúe las muestras en torno a las características que se piden, otorgando el valor adecuado de acuerdo a su apreciación</p>	

**Color**

- (5) Blanco oscuro
- (4) Café ligeramente claro
- (3) Café claro
- (2) Café ligeramente oscuro
- (1) Café oscuro



**OLOR**

- (5) Olor sumamente intenso
- (4) Olor intenso
- (3) Olor moderado
- (2) Olor ligero
- (1) No hay olor



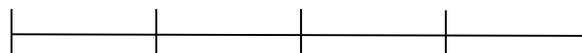
**Sabor**

- (5) Me gusta mucho
- (4) Me gusta
- (3) Ni me gusta ni me disgusta
- (2) Me disgusta
- (1) me disgusta mucho



**Textura**

- (5) Muy suave
- (4) Suave
- (3) NI suave ni duro
- (2) Duro
- (1) Muy duro



**Anexo 4**

Ficha de evaluación sensorial - medición del grado de satisfacción.

Nombre:..... Fecha: .....

Usted recibirá varias muestras de helado de cañihua debidamente codificadas, marque con una X en el lugar que indique su opinión acerca de cada muestra

CODIGO DEL HELADO ESCALA	T1	T2	T3	T4	T5
	Me gusta mucho				
Me gusta ligeramente					
Ni me gusta ni me disgusta					
Me disgusta ligeramente					
Me disgusta mucho					

Comentarios.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**Anexo 5****MANUAL DE OPERACIÓN DEL EQUIPO****INTRODUCCION:**

El equipo básicamente consta de un sistema de refrigeración con un compresor hermético de ½ HP utilizando Freon 12 como medio refrigerante, una paila para el batido e incorporación de aire, con un agitador (paleta de madera), todo de acero inoxidable.

El tipo de producción es batch, pudiendo alcanzar una producción de 30 lt/h. por unidad batch, una vez alcanzada la capacidad total de frío del sistema.

**DESCRIPCION GENERAL:**

La maquina heladera, es una maquina multifuncional que produce helados diversos como son de crema, batidos, etc. y que consta de un gabinete metálico que contendrá, la base del motor de la paila batidora, el eje transmisor de la paila batidora a si como la base de sustentación para el sistema de refrigeración (motocompresor y accesorios).

**CARACTERISTICAS FISICAS DE LA MAQUINA:**

Longitud	: 1. 80 m.
Altura	: 1.65 m.
Ancho	: 0.65 m.
Material	: acero inoxidable
Peso	: 175 kg.
Aislante	: poliuretano expandido
Diámetro de la paila	: 0.34 m.
Altura de la paila	: 0.47 m.
Caja de la salmuera	: 0.50 x 0.50 x 0.50 m.

## **PARTES PRINCIPALES:**

Consta de dos sistemas principales

### **A) Sistema de batido**

#### **Componentes:**

- Paila batidora
- Eje de la paila
- Sistema de transmisión de poleas (fajas en "v", 180 r.p.m.)
- Motor de ½ HP
- Pedestal

#### **Del motor:**

En el sistema de batido el motor asíncrono o jaula de ardilla cumple la función principal de generar el movimiento torcional que producirá el giro de paila batidora.

Este motor este motor esta adosado al sistema de inducción de poleas o transmisión de poleas, el cual nos entrega las diferentes velocidades requeridas.

El motor es del diseño de clase A que son motores de diseño normal, con un momento de arranque normal, una corriente de arranque normal y bajo deslizamiento. el deslizamiento de plena carga de los motores de diseño A debe ser menor al 5 porciento. El momento de torsión máximo esta entre 200 y 300 porciento del momento de torsión a plena carga y sucede a bajo deslizamiento (- del 20 porciento).

El problema principal con esta clase de diseño es su extremadamente alto valor de corriente durante el arranque, las aplicaciones típicas para estos

motores son los ventiladores, abanicos, tornos y otras maquinas herramientas

## **B) Sistema de compresión de vapor**

### **Componentes:**

**Motocompresor hermético de ½ HP:** puede considerarse como una bomba que extrae los gases de R12 formados en la ebullición (vapor saturado) dentro del evaporador y los comprime, lo cual aumenta la temperatura de los mismos pasándolos luego al condensador.

**Condensador enfriado con aire forzado:** consiste en una serie de tubos en los cuales los gases del R12 (vapor sobrecalentado), que salen del compresor son refrigerados mediante aire producido por un moto ventilador que esta a menor temperatura y a causa de esta refrigeración el R12 es licuado (liquido saturado), nuevamente.

**Válvula de expansión termostatica:** permite a través de una pequeña abertura el paso del R12 líquido desde el condensador al evaporador, regulando su paso

**Evaporador de expansión seca:** consiste en un serpentín formado por tubos de cobre dispuestos en forma especial y en cuyo interior el R12 se convierte en vapor saturado. Estos serpentines se construyen con tubos de cobre de diferentes longitudes y soldado formado espiras y se colocan dentro del tanque de salmuera, según la temperatura deseada, o para la evaporación del R12 se precisa calor y es precisamente este calor el que se extrae de la salmuera , el agua fresca o aire a refrigerar.

**Termostato:** es un instrumento que reacciona a las diferencias de temperatura para abrir o cerrar un circuito eléctrico.

Para su montaje debe considerarse que el cuerpo del termostato siempre debe estar a mayor temperatura que el bulbo de comando; según la

carga del bulbo-gas o adsorbente se tomaran las precauciones necesarias para que el capilar no pase por lugares mas fríos o calientes que donde se encuentre el bulbo.

### **Instrucciones para la preparación del refrigerante secundario (salmuera)**

Antes de encender el equipo, en primer lugar debe prepararse la solución de salmuera, en nuestro caso estamos utilizando cloruro de sodio a una concentración de 90 % en peso de la solución. La cantidad de solución (agua/sal) para llenar el tanque de enfriamiento de la máquina es de 100 lt. Ósea el nivel debe llegar hasta la última tubería del evaporador sin cubrir totalmente esta, para que el sistema tome la temperatura del medio ambiente.

Las salmueras en general deben ser químicamente neutras, ya que las salmueras ácidas atacan los metales ferrosos, mientras que las alcalinas el zinc. La corrosión por salmuera se incrementa por la presencia de oxígeno, aire o  $\text{CO}_2$  y por la acción galvánica en metales distintos.

Para el caso de salmuera de cloruro de sodio la solución debe ser ligeramente alcalina, y el valor de pH debe ser de alrededor de 7.8

Para inhibir la corrosión se utiliza de forma satisfactoria el dicromato o cromato de sodio, del cual se utiliza un aproximado de 200 lb. Por cada 1000  $\text{pies}^3$  de salmuera de cloruro de sodio. Aparte del dicromato se debe agregar sosa cáustica en cantidades suficientes para convertir el dicromato en cromato neutro. La proporción es de 28 sosa comercial (la cual debe ser disuelta en agua tibia antes de agregar a la salmuera) en escama por 100 lb. de dicromato de sodio.

### **Enfriamiento de la salmuera**

Después de haber llenado el tanque hasta el nivel adecuado y a su vez que haya alcanzado la temperatura del medio ambiente se procede a su enfriamiento.

Para iniciar el equipo:

- Encender el compresor con el switch ubicado en el tablero de control.
- Controlar la temperatura de la salmuera con ayuda de un termómetro manual, hasta que alcance la temperatura optima de trabajo.
- Mantener el compresor prendido antes de la producción de helados, una vez que se alcance la temperatura optima de trabajo, esta puede trabajar sin necesidad de que el motocompresor se prenda.
- Para el uso de la batidora encender el motor de la paila con el switch del tablero de control.
- Una vez terminada la producción desaguar la salmuera aun tanque de almacenamiento para su posterior utilización.
- Se recomienda no dejar la salmuera en el tanque para asi poder evitar corrosión y oxidación del serpentín.
- Después de verter la salmuera enjuagar el tanque de enfriamiento con agua de caño dejándolo limpio y seco, lo mismo que los accesorios batidora y paila.

### **Mantenimiento del equipo:**

El mantenimiento debe efectuarse únicamente por el personal especializado que a tenido la oportunidad que a tenido la oportunidad de familiarizarse con las instrucciones de manejo, y será hecho cada tres meses.

Se debe estar pendiente del recargo del nivel de aceite, nivel de fugas del nivel de refrigerante, el cambio de filtro debe ser cada 6 meses

## Apéndice 1

### Calculo para la formulación del tratamiento 1

Para el tratamiento 1 se requiere 1,5 kg de helado base con la siguiente composición:

Grasa	Edulcorantes	Harina de cañihua	Estabilizante y emulsionantes
11%	14%	4%	0.4%

Para ello se dispondrá los siguientes insumos:

Leche estandarizada con 1.5% de grasa y 10% de ST; manteca vegetal con 100% de grasa; sacarosa con 1000% de sólidos, glucosa con 80% de sólidos; harina de cañihua; estabilizantes y emulsionantes.

### Calculo para la grasa

Cantidad de grasa en 1.5 kg de helado base

$$(1,5 \times 11/100) = 0,165 \text{ Kg. } = 165 \text{ g de grasa}$$

Cantidad de leche requerida para el tratamiento 1

$$100\% - (11\% \text{ grasa} + 14\% \text{ edulcorantes} + 4\% \text{ harina de cañihua} + 0,4\% \text{ estab. /emuls.})$$

$$(100 - 29,4) = 70,6\% \text{ de leche}$$

Entonces, la cantidad de grasa que la leche aportara será:

$$(1,5 \times 70,6/100) = 1059 \text{ g de leche}$$

$$(1059 \text{ g de leche} \times 1,5/100) = 31.77 \text{ g de grasa}$$

Como se requieren 165 g de grasa para el tratamiento 1, entonces, la cantidad de grasa que la manteca vegetal aportara será de:

$$(165 - 31.77) = 133.23 \text{ g de manteca vegetal.}$$

### **Cálculos para edulcorantes**

Para el tratamiento 1 se requerirá:

$$(1,5 \times 14/100) = 0,21 \text{ kg} = 210 \text{ g de edulcorantes.}$$

De los 210 g de edulcorantes, el 80% será sacarosa, es decir:

$$(210 \times 80/100) = 168 \text{ g de sacarosa}$$

El 20% restante lo constituirá la glucosa, es decir  $(210 - 168) = 42 \text{ g}$  de glucosa.

### **Cálculo para harina de cañihua**

Se requerirá:

$$(1,5 \times 0,4/100) = 0,06 \text{ kg} = 60 \text{ g de harina de cañihua}$$

### **Cálculo para estabilizantes y emulsionates**

$$(1,5 \times 0,4/100) = 0,006 \text{ kg} = 6 \text{ g}$$