

# UNIVERSIDAD NACIONAL DEL ALTIPLANO

## FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

### ESCUELA PROFESIONAL DE INGENIERÍA AGROINDUSTRIAL



**“DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL NÉCTAR  
DE NARANJA ESTABILIZADO CON PROTEINA  
AISLADA DE QUINUA (*Chenopodium quinoa* Willd )”**

**TESIS:**

**PRESENTADA POR:**

**Bach. JOSÉ GABRIEL LEON HANCCO**

**PARA OPTAR EL TÍTULO PROFESIONAL DE:**

**INGENIERO AGROINDUSTRIAL**

**PUNO - PERÚ**

**2010**

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

“DETERMINACIÓN DE LA VIDA ÚTIL DEL NÉCTAR DE  
NARANJA ESTABILIZADO CON PROTEINA AISLADA DE  
QUINUA (*Chenopodium quinoa Willd*)”

TESIS PRESENTADA POR:

JOSÉ GABRIEL LEON HANCCO

PARA OPTAR EL TÍTULO DE INGENIERO AGROINDUSTRIAL  
APROBADA POR EL JURADO REVISOR CONFORMADO POR:

PRESIDENTE

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

PRIMER MIEMBRO

: .....  
Ing. M. Sc. GENNY LUNA MERCADO

SEGUNDO MIEMBRO

: .....  
Ing. EUCLIDES TICONA CHAYÑA

DIRECTOR DE TESIS

: .....  
Ing. M. Sc. PABLO PARI HUARCAYA

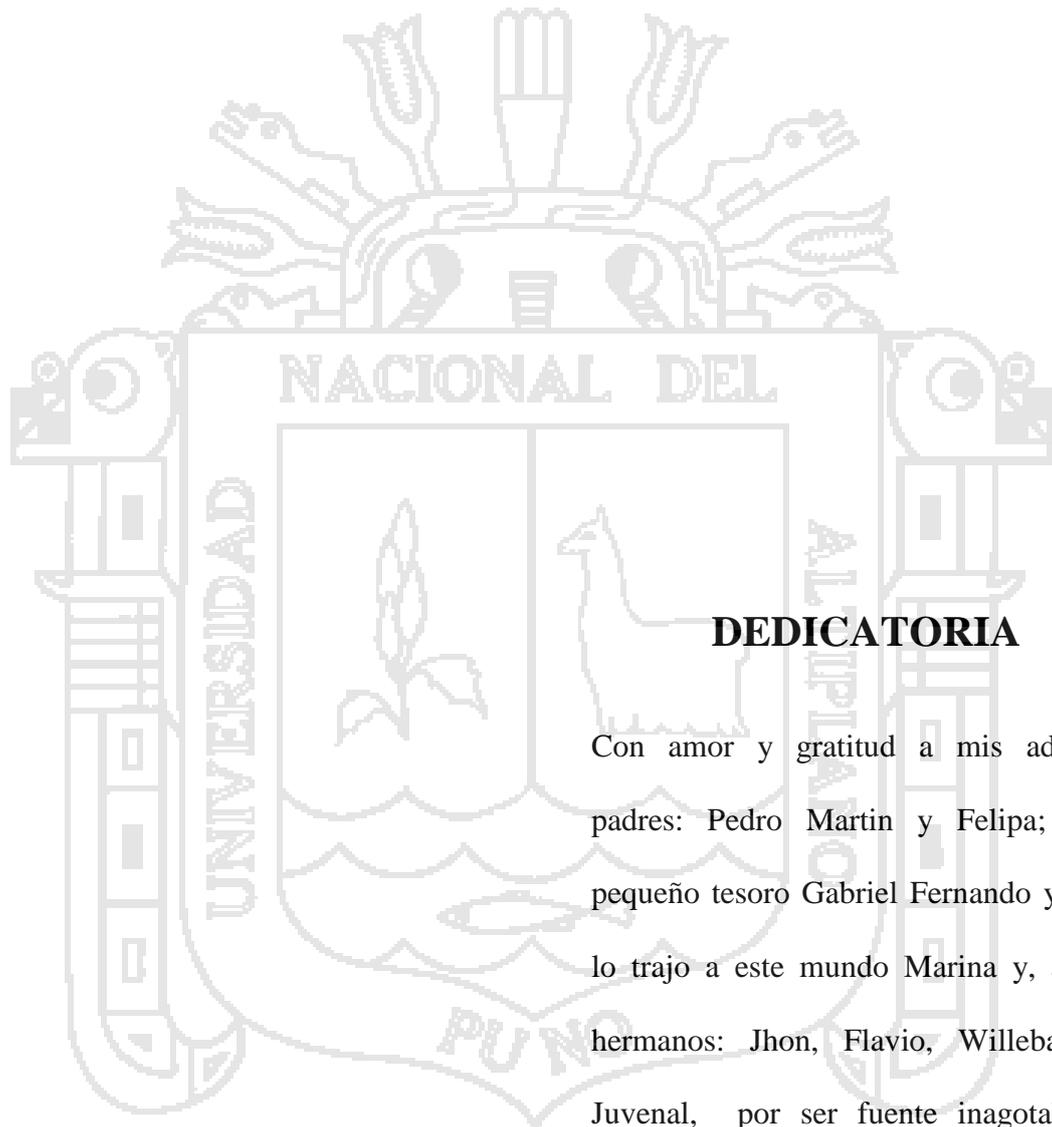
PUNO

PERÚ

2010

Área: Ingeniería y tecnología

Tema: Desarrollo de procesos y productos agroindustriales sostenibles y eficientes



## **DEDICATORIA**

Con amor y gratitud a mis adorados padres: Pedro Martín y Felipa; a mi pequeño tesoro Gabriel Fernando y quien lo trajo a este mundo Marina y, a mis hermanos: Jhon, Flavio, Willebaldo y Juvenal, por ser fuente inagotable de estímulo, superación en mi formación profesional y logro de mis aspiraciones.

## AGRADECIMIENTO

A la Universidad Nacional del Altiplano y todo los docentes por haber compartido su conocimiento y contribuir a mis formación profesional.

Agradezco al M. Sc. Roger Segura Peña por haber contribuido en el desarrollo de este trabajo de investigación. De la misma manera agradezco a todos los miembros del jurado calificador por haber aportado con sus observaciones acertadas.

También agradezco al M. Sc. Pablo Pari Huarcaya, por haber contribuido con sus sugerencias.

Así mismo al M. Sc. Carlos A. Suca Apaza, al M.Sc. Willebaldo M. León Hancco, quienes contribuyeron con su experiencia al desarrollo de la presente tesis. También al Ing. Juvenal León Hancco, Ing. Germán Pomaleque Mango por su apoyo incondicional, también quiero referirme al amigo de la familia Percy Ventura Castillo y a mis compañeros y amigos que encontré a lo largo de mi formación profesional.

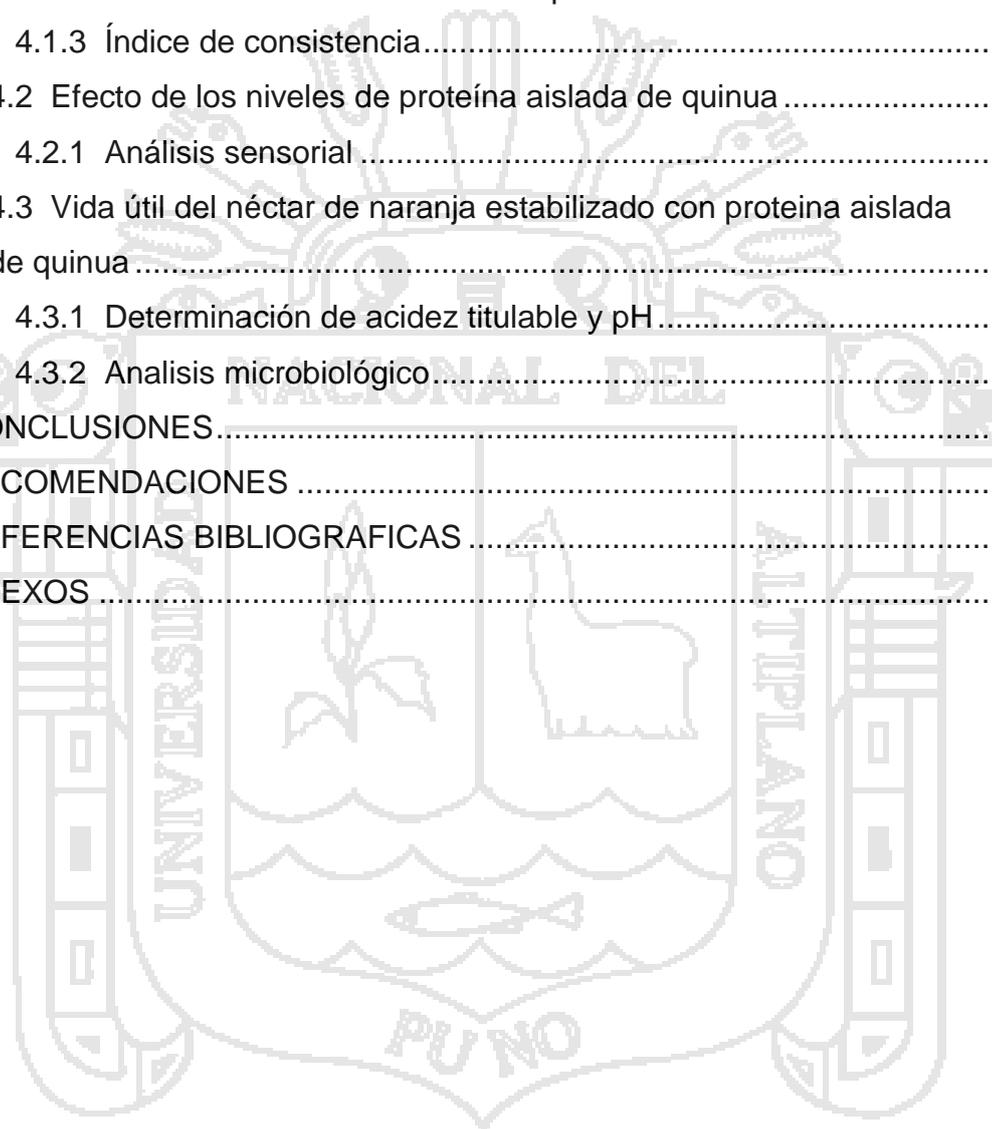
A la Micro-Empresa Agroindustrias *Carimbo* SRL que fue fuente de inspiración para el presente trabajo y también por las experiencias logradas en dicha labor.

## ÍNDICE

Dedicatoria	
Agradecimiento	
Lista de tablas	
Lista de figuras	
Anexos	
Resumen	
I INTRODUCCIÓN.....	1
II REVISIÓN DE LITERATURA.....	3
2.1 Naranja.....	3
2.1.1 Variedades de la naranja.....	3
2.1.2 Producción de la naranja.....	5
2.1.3 Calidad nutricional.....	5
2.2 Quinoa.....	6
2.2.1 Producción de la quinoa.....	6
2.2.2 Calidad nutricional.....	9
2.3 Néctar.....	13
a) Zumo (jugo) de fruta.....	13
b) Zumo (jugo) de fruta a partir de concentrados.....	14
c) Zumo (jugo) concentrado de fruta.....	14
d) Zumo (jugo) de fruta extraído con agua.....	14
e) Puré de fruta utilizado en la elaboración de zumos (jugos) y nectares de frutas.....	15
f) Puré concentrado de fruta utilizado en la elaboración de zumos (jugos) y néctares de frutas.....	15
g) Néctar de fruta.....	15
2.3.1 Elaboración del néctar de frutas.....	16
2.4 Aislado proteico.....	21
2.4.1 Aislado proteico.....	21
2.4.2 Propiedades funcionales.....	21
2.4.2.1 Solubilidad.....	22

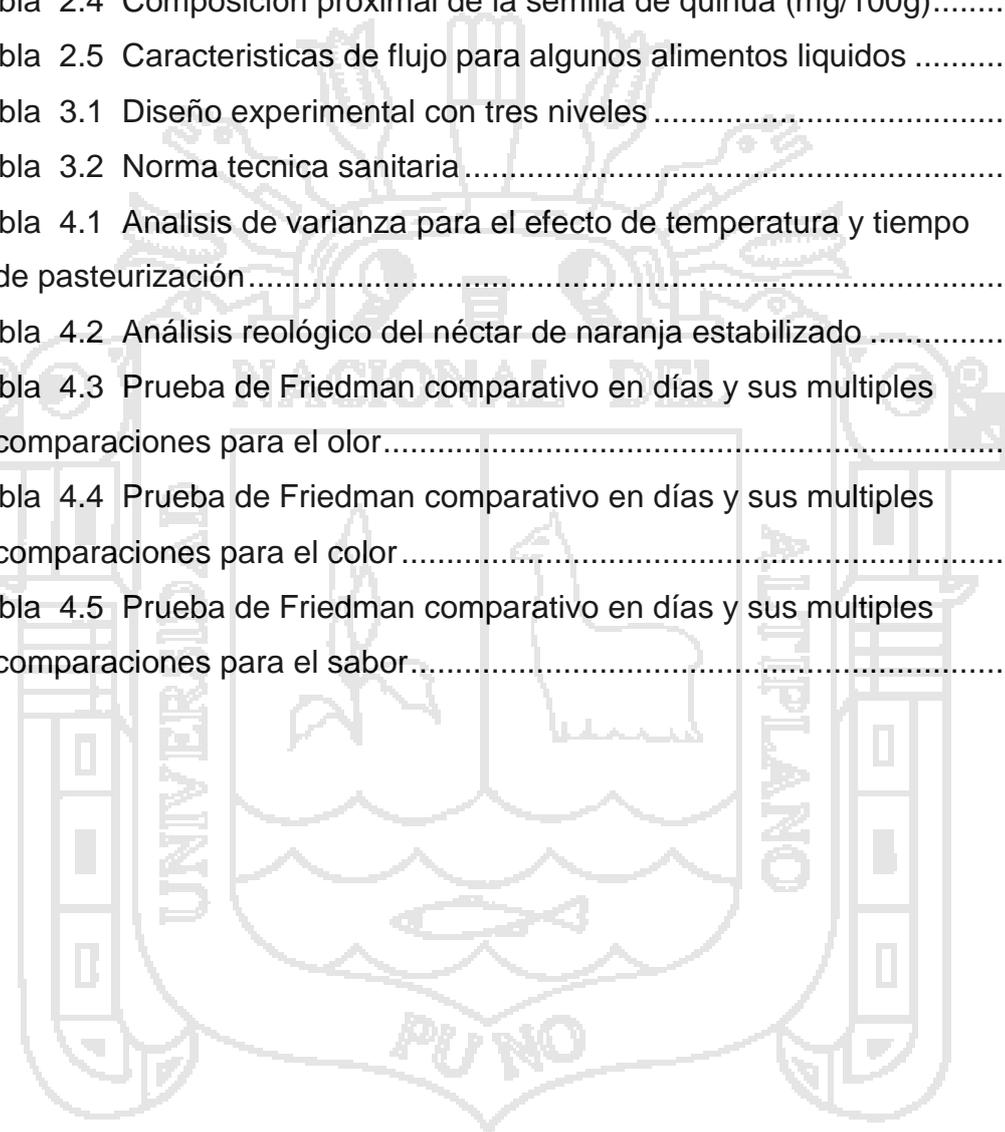
2.4.2.2	Capacidad de retención de agua .....	23
2.4.2.3	Capacidad de absorción de agua .....	23
2.5	Reología de los alimentos .....	23
2.5.1	Propiedades reologicas de los jugos .....	24
2.5.2	Efecto de la temperatura en las propiedades reológicas .....	25
2.6	Vida útil .....	27
2.6.1	Dependencia de la temperatura en la velocidad de deterioro .....	28
III	MATERIALES Y MÉTODOS. ....	31
3.1	Lugar de experimentación.....	31
3.2	Material experimental.....	31
3.3	Materiales, equipos y reactivos.....	32
3.3.1	Para la extracción de la proteína y caracterización.....	32
3.3.2	Para la elaboración del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua.....	33
3.3.3	Para el almacenamiento en condiciones aceleradas.....	33
3.3.4	Para la determinación de acidez titulable.....	34
3.3.5	Para análisis sensorial .....	34
3.3.6	Para análisis microbiológico y reológico .....	35
3.4	Procedimientos analíticos .....	35
a)	Volumen de sedimentación.....	35
b)	Índice de consistencia .....	35
c)	Análisis sensorial .....	35
d)	Índice de acidez titulable .....	35
e)	Determinación de pH .....	36
f)	Analisis microbiológico .....	36
3.5	Procedimiento experimental .....	36
3.5.1	Obtención del aislado proteico de quinua .....	36
3.5.2	Elaboración del néctar de naranja .....	40
3.6	Factores en estudio .....	43
3.7	Variables de respuesta .....	43
3.8	Análisis estadístico .....	44
a)	Velocidad de sedimentación.....	44
b)	Índice de consistencia .....	46

c) Análisis sensorial .....	47
d) Índice de acidez titulable y pH .....	47
e) Analisis microbiológico.....	47
IV RESULTADOS Y DISCUSIÓN. ....	49
4.1 Efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización .....	49
4.1.1 Velocidad de sedimentación .....	49
4.1.2 Determinación de la muestra óptima.....	49
4.1.3 Índice de consistencia.....	52
4.2 Efecto de los niveles de proteína aislada de quinua .....	53
4.2.1 Análisis sensorial .....	53
4.3 Vida útil del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua .....	55
4.3.1 Determinación de acidez titulable y pH .....	55
4.3.2 Analisis microbiológico.....	57
CONCLUSIONES.....	58
RECOMENDACIONES .....	59
REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS .....	60
ANEXOS.....	64



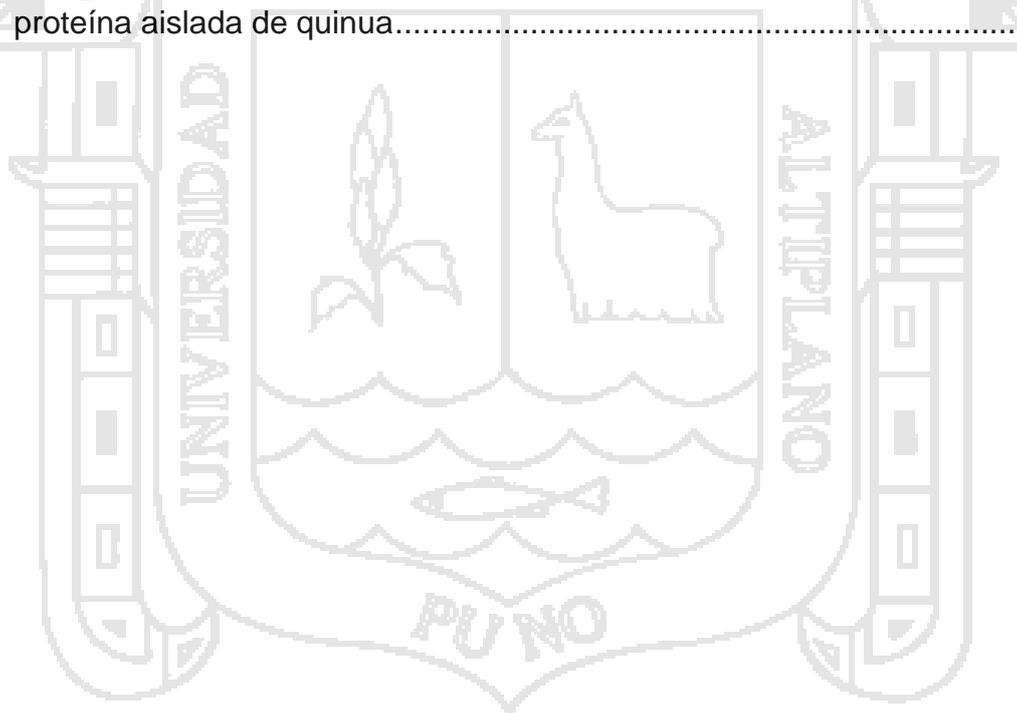
## LISTA DE TABLAS

Tabla 2.1 Estadística de la producción de quinua en el Departamento de Puno .....	9
Tabla 2.2 Nutrientes contenidos en la quinua, trigo y leche (100 g) .....	10
Tabla 2.3 Contenido de minerales (mg/100 g) .....	11
Tabla 2.4 Composición proximal de la semilla de quinua (mg/100g).....	12
Tabla 2.5 Características de flujo para algunos alimentos líquidos .....	26
Tabla 3.1 Diseño experimental con tres niveles .....	46
Tabla 3.2 Norma técnica sanitaria.....	48
Tabla 4.1 Análisis de varianza para el efecto de temperatura y tiempo de pasteurización.....	49
Tabla 4.2 Análisis reológico del néctar de naranja estabilizado .....	52
Tabla 4.3 Prueba de Friedman comparativo en días y sus múltiples comparaciones para el olor.....	53
Tabla 4.4 Prueba de Friedman comparativo en días y sus múltiples comparaciones para el color.....	54
Tabla 4.5 Prueba de Friedman comparativo en días y sus múltiples comparaciones para el sabor.....	55



## LISTA DE FIGURAS

Figura 2.1 Producción nacional de quinua (1951 – 2009) .....	7
Figura 2.2 Redimiento del cultivo de quinua (1950 – 2009) .....	8
Figura 2.3 Diagrama de flujo de elaboración de néctar de frutas .....	20
Figura 2.4 Ploteo Arrhenius .....	29
Figura 3.1 Obtención de aislado proteico de quinua A11 .....	39
Figura 3.2 Diagrama de flujo de néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua .....	42
Figura 4.1 Grafica de superficie de respuesta para la minimización del volumen de sedimentación .....	52
Figura 4.2 Variación del porcentaje de acidez titulable en el tiempo del nectar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua .....	56
Figura 4.3 Variación del pH del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua .....	56



## ANEXOS

Anexo 01: Uso de materiales y equipos .....	64
Foto 01: Pesado de la muestra (harina de quinua) .....	65
Foto 02: Reactivos para extracción de la proteína .....	65
Foto 03: Agitación mecánica para el aislamiento de la proteína .....	66
Foto 04: Agitación magnética para el aislamiento de la proteína .....	66
Foto 05: Separación de fibra y almidón de quinua .....	67
Foto 06: Proteína aislada de la quinua .....	67
Foto 07: Secado de la proteína .....	68
Foto 08: Moliendo de la proteína .....	68
Foto 09: Pesado de la proteína para determinar la humedad .....	69
Foto 10: Digestión de la proteína .....	69
Foto 11: Determinación del porcentaje de pureza de la proteína .....	70
Foto 12: Materia prima (Naranja proveniente del valle de San Juan) .....	70
Foto 13: Control de pH en diferentes etapas del proceso .....	71
Foto 14: Prueba del volumen de sedimentación .....	71
Foto 15: Producto final .....	72
Foto 16: Análisis reológico .....	72
Anexo 02: Reporte de los análisis reológico, nutricional y microbiológico .....	73
Análisis Fisicoquímico de los alimentos .....	74
Análisis reológico .....	75
Dibujo de análisis: Herschel-Bulkley .....	76
Análisis microbiológico .....	77
Anexo 03: Cuadros y gráficos .....	78
Tarjeta de análisis sensorial .....	79
Tabla 3.2 Matriz de nivel de proteína, temperatura y tiempo de pasteurización .....	80
Tabla 4.1.1 Minimizar el volumen de sedimentación .....	81
Tabla 4.1.2 Regresión de coeficientes para el volumen de sedimentación .....	81

Tabla 4.6 Olor del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua .....	82
Tabla 4.7 Color del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua .....	82
Tabla 4.8 Sabor del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua .....	83
Cuadro 4.9 Resumen de prueba de Friedman comparativo en días y sus multiples comparaciones.....	83



## RESUMEN

Se ha realizado un estudio para determinar la vida útil del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua (*Chenopodium quínoa* Willd) evaluándose los diferentes niveles de proteína aislada de quinua (0.1, 0.5, 1.0%) a temperaturas (75, 80, 85°C) y tiempo de pasteurización (15, 20 y 25 minutos) respectivamente, para minimizar el volumen de sedimentación y prolongar la vida útil del producto, llegando a los siguientes resultados: El volumen mínimo de sedimentación fue 1.14ml/3 horas el cual se logro con un tiempo de 15 minutos a una temperatura de pasteurización de 82°C en néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua. Por otra parte, los diferentes niveles de proteína aislada de quinua añadido al néctar de naranja, fue el mas adecuado al 1.0%. Por otro lado el producto se logró con atributos de mayor relevancia en función al tiempo en olor y sabor como excelente, que difiere en color según pruebas comparativas de Friedman. También a pH 3.4 y el análisis microbiológico determinaron la vida útil del producto a una temperatura ambiente de 15°C aproximado, dando una vida útil de 30 días para su consumo.

## I. INTRODUCCIÓN

En la actualidad el consumo de quinua es creciente. La demanda de los consumidores es por subproductos de quinua de fácil consumo. Estos subproductos pueden ser una combinación de varios productos ó enriquecidos con quinua.

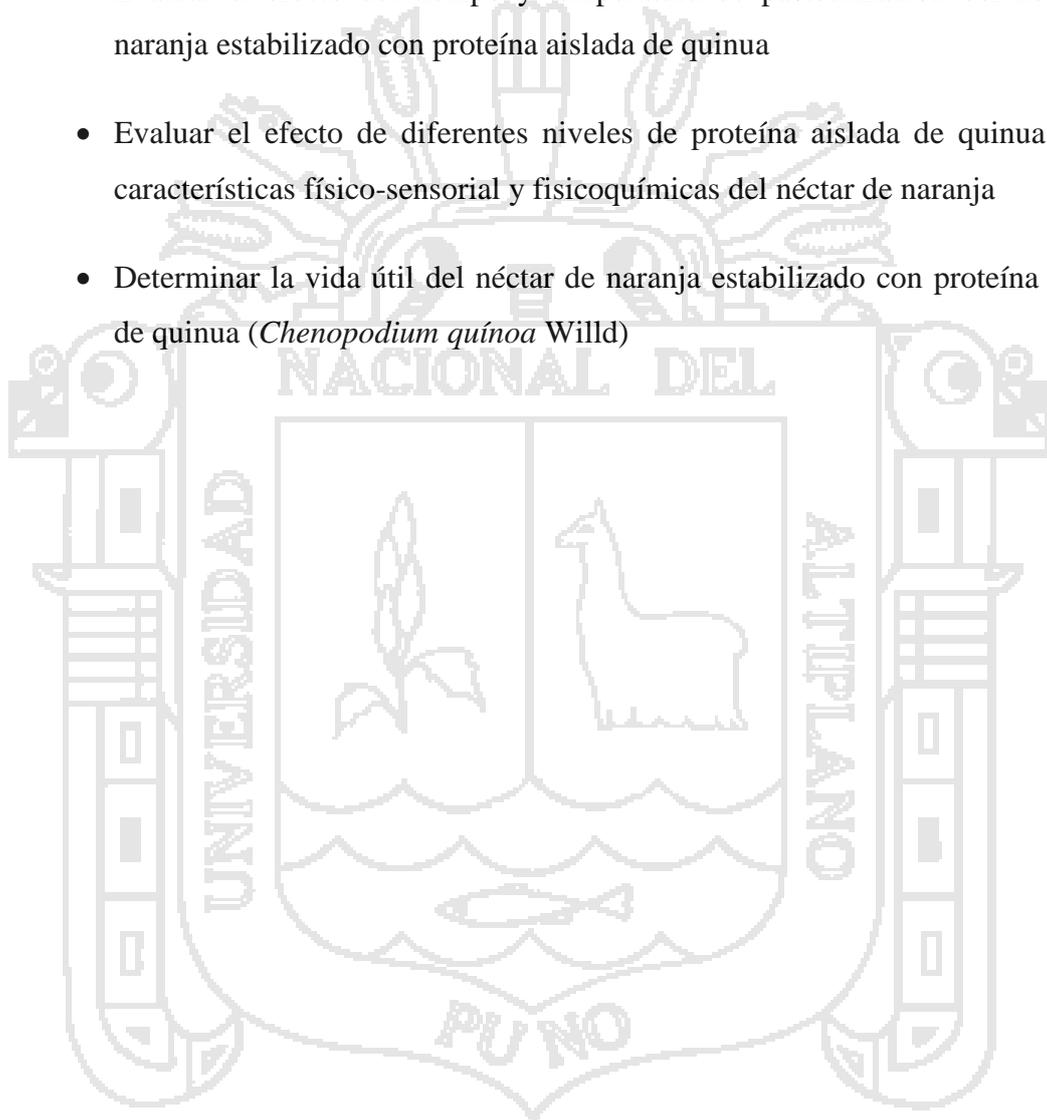
Hasta la fecha se han realizado diversas investigaciones sobre la elaboración de productos a partir de cultivos andinos (quinua), pretendiendo revalorar su alto valor nutricional, sin embargo son pocos los productos que han llegado al mercado para su comercialización y otros han logrado un periodo corto de permanencia en el mercado, porque no garantizan su calidad ni satisfacen las exigencias del mercado, esto debido fundamentalmente al desconocimiento de la vida útil del producto nuevo o productos tradicionales enriquecidos con quinua que son: avenas instantáneas, mermeladas, yogures, néctares, panes y entre otros que pueden encontrarse en el mercado.

Los néctar de frutas enriquecido con cultivos andinos (quinua), son comercializados por micro y medianas empresas, pero estos productos no cuentan con una investigación en lo referente a composición nutricional, vida útil, estabilidad y/o separación en fases y otros parámetros de calidad para su consumo o ingesta adecuada por el consumidor final. Sin embargo este producto es bastante conocido y tiene una buena demanda por los consumidores. Motivo por el cual es adulterado por personas inescrupulosas desconociendo el proceso de elaboración, formulación adecuada, vida útil, características organolépticas aceptables, estas personas solo se fijan en los beneficios económicos que pudieran tener por dicha actividad poco o nada les importa la calidad del producto, la salud del consumidor y el posicionamiento del producto en el mercado. Esto se debe principalmente a que se realizan cursos de capacitación en la elaboración de productos (néctares, mermeladas, yogurt etc.) por instituciones que no tienen que ver nada con la industria alimentaria ni mucho menos con la agroindustria, entonces esta instituciones que

realizan dichos eventos no se fijan en los mas importante; calidad del producto, vida útil, composición nutricional, quienes son los consumidores de estos productos y posicionamiento del producto en el mercado.

En tal razón, se ha determinado efectuar un estudio sobre la vida útil del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua con los siguientes objetivos:

- Evaluar el efecto del tiempo y temperatura de pasteurización del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua
- Evaluar el efecto de diferentes niveles de proteína aislada de quinua en las características físico-sensorial y fisicoquímicas del néctar de naranja
- Determinar la vida útil del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua (*Chenopodium quínoa* Willd)



## II. REVISION DE LITERATURA

### 2.1 NARANJA

La naranja es una fruta cítrica comestible obtenida del naranjo dulce (*Citrus sinensis*), del naranjo amargo (*Citrus aurantium*) y de naranjos de otras especies o híbridos, antiguos híbridos asiáticos originarios de India, Vietnam o el sureste de China. Es un hesperidio carnoso de cáscara más o menos gruesa y endurecida, y su pulpa está formada típicamente por once gajos llenos de jugo, el cual contiene mucha vitamina C, flavonoides y aceites esenciales. Es más pequeña y dulce que el pomelo o toronja y más grande, aunque menos perfumada, que la mandarina (Wales y Sanger, 2001).

#### 2.1.1 Variedades de la Naranja

Existen numerosas variedades de naranjas, siendo la mayoría híbridos producidos a partir de las especies *citrus maxima*, *citrus reticulata* (mandarina) y *citrus medica* (cidro). (Wales y Sanger, 2001).

Las variedades de naranja existentes en Perú y su aptitud para la industrialización permiten realizar su clasificación en tres grandes grupos (Fernandez, 1995):

1. Blancas y blancas tardías (Valencia Late y Bernas)
2. Sanguinas (pigmentadas)
3. Navel o umblicadas.

Entre las variedades del grupo de las blancas destaca la “Comuna”, con la cual se obtienen buenos rendimientos y excelentes zumos ricos en vitamina C, además esta variedad contiene una proporción en aceite esencial superior a otras. No obstante, como posee muchas semillas, no es comercial en el mercado en fresco por lo que se limita su cultivo y está en trance de desaparecer (Avilan y Rengifo, 1988).

Existen dos variedades de naranjas Navel en las que este fenómeno es menos acusado por su bajo contenido en limonina, “Navelate” y “Navel-Golosa”. En estas variedades la madurez externa del fruto, lleva un ligero retraso con relación a la “Washington Navel”, teniendo un amplio periodo de recolección que abarca de febrero a mayo en condiciones comerciales perfectas. Se trata, pues, de una variedad

de muy buena calidad para el consumo directo y para la industria. (Avilan y Rengifo 1988).

Las variedades “Newhall” y “Navelina”, son las que actualmente presentan mayor interés, debido a su precocidad, rápida entrada en producción y buena productividad. La “Washington Navel”, la “Salustiana” y la “Valencia Late”, tienen una difusión más moderada implantándose especialmente en zonas de maduración media o tardía. (Fernández, 1995).

Generalmente las industrias trabajan simultáneamente naranjas de diferentes variedades y distintos orígenes con grado de maduración variable. Es frecuente realizar mezclas de zumos, procedentes de principios de temporada, conservados por congelación o en envasado aséptico, con los zumos extraídos de frutos más maduros, para lograr la estandarización del ratio adecuado (Lazo, 2002)

Son cuatro las condiciones que debería reunir las naranjas para la industria (Fernández, 1995):

1. Tanto por ciento de zumo.
2. Grados °Brix.
3. Color.
4. Periodo de utilización.

Una variedad industrialmente ideal tendría un porcentaje elevado de zumo, con un elevado porcentaje de sólidos solubles (azúcar), baja acidez, fuerte coloración y un periodo de utilización largo. A estas condiciones se debería añadir otras cualidades no menos importantes para la fabricación de zumos, entre las que habría que destacar las responsables de características sensoriales como la turbidez y especialmente el aroma. Las variedades que ahora se industrializan alcanzan rendimientos en zumos que pueden alcanzar hasta el 40% y un contenido en sólidos solubles, del orden de 10.5 – 12.0 °Brix (Fernández, 1995).

### **2.1.2 Producción de la Naranja**

La naranja juega un papel importante en el sector agropecuario de Perú. La superficie que se dedica a su cultivo representó en el 2007 el 1.8% de la superficie agrícola del

país; en términos de valor, el cultivo genera más del 3% de la producción del total agrícola. La exportación de naranja en su forma transformada, el jugo concentrado de naranja, es un factor importante dentro de la balanza comercial agroalimentaria y agroindustrial, pero con una participación modesta de apenas 1.2%, en promedio de los años 2005 y 2006 (Avilan y Rengifo 1988).

Dentro del bloque de las 15 principales frutas, la naranja ocupa desde 1965 el primer lugar, cuando desplaza al plátano, que había sido la fruta más importante desde 1927. La participación de la naranja, tanto en la producción como en la superficie frutícola, oscila año con año, llegando a su máximo esplendor a fines de los años 90, para después descender. (Avilan y Rengifo 1988)

### **2.1.3 Calidad Nutricional**

La calidad de la naranja para la fabricación de zumo, se mide por el contenido en zumo, los sólidos solubles (°Brix) y el índice de madurez. El contenido en zumo, expresado como tanto por ciento respecto al peso de fruta, es uno de los valores más representativos de la calidad de la materia prima, ya que en la industria es decisivo valorar el rendimiento de una partida de naranjas por sus repercusiones económicas. Por definición el °Brix se refiere a la unidad de peso de sacarosa contenida en 100 g de disolución acuosa. Pero el zumo cítrico es una disolución en agua de una serie de sustancias entre las que se encuentran azúcares, ácido cítrico, constituyentes minerales, glucósidos, sustancias pépticas, productos nitrogenados, grasas, vitaminas, componentes aromáticos, etc., que, en mayor o menor grado, participan activamente en el valor de °Brix determinado por refractómetro directamente en el zumo. Por su especial influencia se puede aplicar la corrección debida al ácido cítrico. (Geraldina, 2007)

Una cura de naranjas de tres días puede conseguir milagros en los trastornos digestivos, jaquecas o procesos reumáticos. Su gran riqueza en vitaminas y en oligoelementos la convierten en la mejor aliada contra el estrés y la depresión. (Geraldina, M. 2007)

La naranja incluye diferentes sustancias que contribuyen a mejorar el buen estado del organismo. Entre ellas destacan el calcio, fósforo, hierro, magnesio, potasa, sosa y las vitaminas. En concreto, el calcio facilita el desarrollo de los huesos en los niños.

El fósforo es sumamente necesario en casos de estrés, personas nerviosas y en las intoxicaciones. El hierro ayuda a la hemoglobinización de la sangre (Geraldina, 2007).

El magnesio sobreexcita el peristaltismo intestinal, combatiendo el estreñimiento. La potasa actúa como depurativo y disuelve las grasas. La sosa, estimula el jugo pancreático, activa el proceso digestivo gastroduodenal, acciona la secreción clorhídrica y, junto con el ácido cítrico, disuelve el ácido úrico. Es muy beneficioso para las glándulas suprarrenales. La naranja posee también vitaminas A, B, y sobre todo, C (Avilan y Rengifo 1988)

## 2.2 QUINUA

La quinua, quínoa o kinwa (*Chenopodium quínoa Willd*) es un pseudocereal perteneciente a la subfamilia Chenopodiaceae de las Amarantáceas. Es un cultivo que se produce en los Andes de Argentina, Bolivia, Chile, Colombia, Ecuador y del Perú además de los Estados Unidos, siendo Bolivia el primer productor mundial seguido del Perú y los Estados Unidos. Se le denomina pseudocereal porque no pertenece a la familia de las gramíneas en que están los cereales "tradicionales", pero debido a su alto contenido de almidón su uso es el de un cereal.

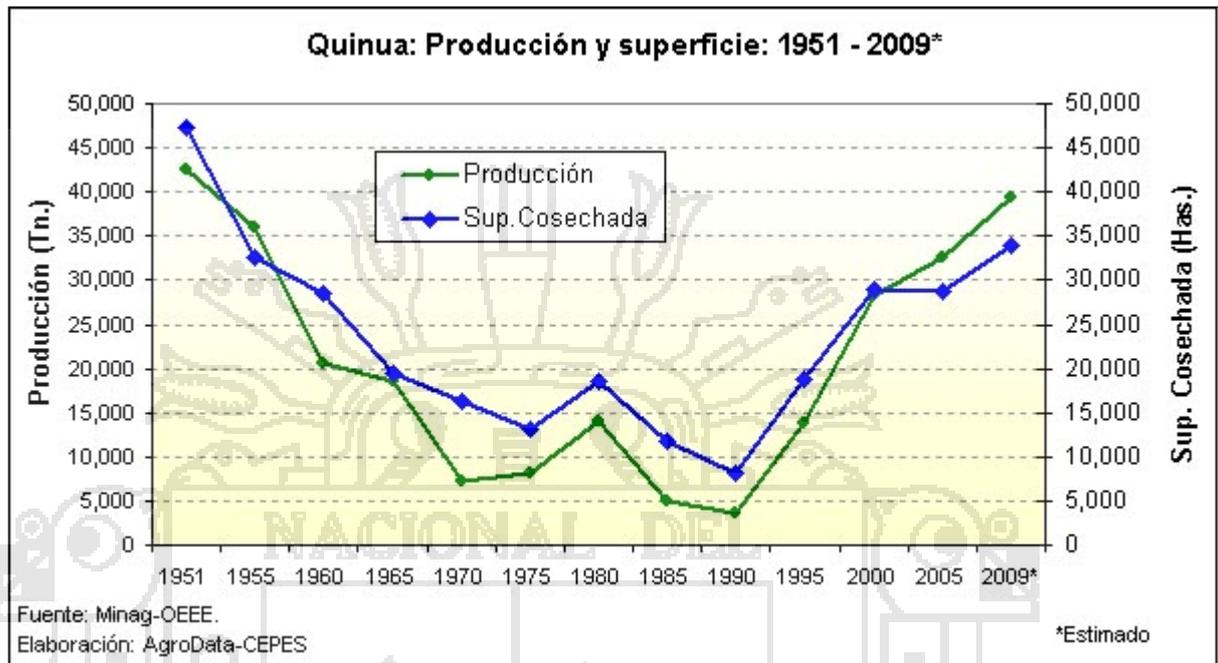
Desde hace milenios, este pseudocereal fue utilizado también para usos cosméticos en la zona del altiplano peruano boliviano. Crece desde el nivel del mar en el Perú, hasta los 4000 msnm en los Andes, aunque su altitud más común es a partir de los 2500 msnm. (Wales y Sanger, 2001).

### 2.1.1 Producción de la Quinua

La producción de quinua hacia mediados del siglo pasado era de más de 40 mil toneladas al año. Desde ese momento, y por los siguientes cuarenta años, la producción de quinua empieza un pronunciado declive, que toca fondo hacia 1990, cuando se sitúa por debajo de las 5 mil toneladas anuales. Desde entonces, sin embargo, la quinua ha experimentado un sorprendente proceso de recuperación que la ha llevado a aproximarse a los altos niveles de producción registrados en los años cincuenta. A fines de 2009, su producción alcanzaba las 39 mil toneladas, que se sembraban en 34 mil hectáreas, aproximadamente. Respecto a las cifras de 1990, la

producción se ha multiplicado diez veces, mientras que la superficie sembrada lo ha hecho en cuatro veces (Moreyra J. 2010).

**Figura 2.1: Producción Nacional de Quinua (1951 – 2009)**



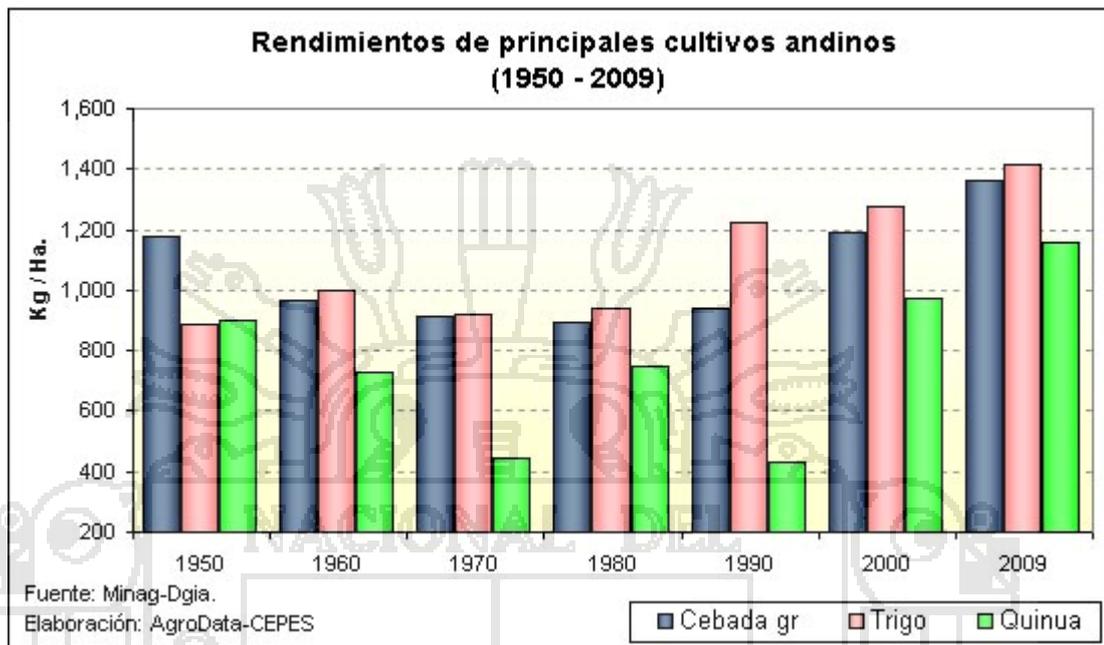
¿Pero entonces a qué se debió el descenso y posteriormente la recuperación -ascenso- de la quinua? En primer lugar el descenso ocurrido entre principios de la década de 1950 y principios de la década de 1990 puede atribuirse fundamentalmente al desarrollo de una industria alimentaria nacional que, alentada por subsidios y otras herramientas de política económica, discriminó al agro nacional —situación que, por cierto, continúa hasta hoy—. Así por ejemplo, las importaciones de trigo (para la producción de fideos, entre otros alimentos) pasaron de 200 mil toneladas, a inicios de los años cincuenta, a cerca de millón y medio de toneladas en la actualidad.

El espectacular crecimiento de la producción de quinua de los últimos veinte años no se explica por ningún cambio en la relación industria alimentaria-agro nacional, sino por el incremento de la demanda de consumo directo, tanto interna como externa (Moreyra J. 2010).

De entonces en adelante, sin embargo, la quinua ha experimentado un sorprendente proceso de recuperación que la ha llevado a aproximarse a los altos niveles de producción registrados en los 50s. A fines del 2009, la producción de quinua alcanzaba las 39 mil toneladas, que se sembraban en 34 mil hectáreas

aproximadamente. Respecto a las cifras de 1990, la producción se ha multiplicado 10 veces, mientras que la superficie sembrada lo ha hecho en 4 veces, los rendimientos también iniciaron una recuperación mejorando su productividad.

**Figura 2.2: Rendimiento del Cultivo de Quinua (1950 – 2009)**



En el ámbito nacional, el aumento de la producción de 1994 a 2009 fue de 136% y llegó a 166% en la primera región productora de quinua del país: Puno. Este crecimiento ha respondido al aumento de su precio, que hoy es, en Puno, de S/.55 a S/.60 la arroba, frente a los S/.15 que recibían los productores en promedio entre 2000 y 2007 (Moreyra J. 2010).

En el Tabla 2.1, se presenta la producción de quinua en el departamento de Puno.

**Tabla 2.1: Estadística de la producción de quinua en el Departamento de Puno.**

Campañas agrícolas (años)	Superficie Sembrada (Ha)	Superficie Cosechada (Ha)	Producción (Tn)
1998/1999	18.126,00	17.915,00	16.649,00
1999/2000	77720.298,00	20.526,00	19.526,00
2001/2002	22.298,00	22.206,00	24.902,00
2002/2003	23.120,00	22.602,00	24.542,00
2003-2004	23.345,00	22.485,00	22.378,00

2004/2005	23.378,00	23.343,00	27.719,00
2005/2006	24.026,00	23.821,00	24.652,00
2006/2007	24.601,00	23.966,00	25.667,00
2007/2008	25.165,00	23.385,00	22.691,00
2008/2009	26.096,00	26.095,00	31.160,00

Fuente: Oficina de Información Agraria (Información Estadística, Campaña Agrícola Departamental 1996-2009)

Como se puede apreciar en Tabla 2.1, la producción de quinua está en aumento en el Departamento de Puno, también según una entrevista en el diario oficial, afirma lo siguiente: Gilda Carcausto Segura, de la Oficina Regional de Información Agraria de Puno. Estima que este año Puno Producirá un promedio de 31500 Tn de quinua, ya que se ha sembrado 26500 ha con un promedio de producción de mil 200 Kg/Ha “Esto hace un total de 31 mil 500 toneladas, una cifra por demás importante en relación a años anteriores. De acuerdo con el monitoreo hecho hasta la primera quincena de abril este puede ser un año de la quinua en Puno”, manifestó. El incremento de hectáreas sembradas este año responde al interés de los productores frente al aumento del precio de la quinua. “El precio de mercado oscila ahora entre los 55 a 60 soles la arroba (11.5 kilos). (El Peruano, 2009).

### 2.1.2 Calidad Nutricional

Esta especie constituye uno de los principales componentes de la dieta alimentaria de los pobladores de los Andes, no tiene colesterol, no forma grasas en el organismo, no engorda, es fácil digestible y es un producto natural y ecológico. Desde el punto de vista nutricional, es la fuente natural de la proteína vegetal económica, de alto valor nutritivo por la combinación de una mayor proporción de aminoácidos esenciales, el valor calórico es mayor que otros cereales, tanto en grano y en harina alcanza 350 cal/100 g, que lo caracteriza como un alimento apropiado para zonas y épocas frías (Apaza y Delgado, 2005)

Contiene fitoestrógenos, sustancias que previenen enfermedades crónicas como la osteoporosis, cáncer de mama, enfermedades del corazón y otras alteraciones femeninas ocasionadas por falta estrógenos durante la menopausia. El bioquímico del servicio de Laboratorio de Diagnóstico e Investigación en Salud (SELADIS), de la Universidad Mayor de San Andrés (UMSA), Roger Carbajal, planteó la necesidad de

certificar de manera científica, mediante estudios de laboratorio de alta tecnología, la presencia de fitoestrógenos en quinua y sus niveles de concentración.

La quinua está considerada como uno de los granos más ricos en proteínas, poseyendo los 10 aminoácidos esenciales para el humano, entre los que están la leucina, isoleucina, metionina, fenilalanina, treonina, triptófano y valina. La concentración de lisina en las proteínas de la quinua es casi el doble en relación a otros cereales y gramíneas. El promedio de proteínas en el grano es de 16%, pero puede contener hasta 23%. Esto es más del doble que en cualquier otro cereal. El nivel de proteínas contenidas es muy cercano al porcentaje que dicta la FAO para la nutrición humana (Gonzales y López, 2007)

**Tabla 2.2: Nutrientes contenidos en la quinua, trigo y leche (100 g.)**

AMINOACIDOS	QUINUA	TRIGO	LECHE
Histidina *	4.6	1.7	1.7
Isoleucina *	7	3.3	4.8
Leucina *	7.3	5.8	7.3
Lisina *	8.4	2.2	5.6
Metionina *	5.5	2.1	2.1
Fenilalanina *	5.3	4.2	3.7
Treonina *	5.7	2.7	3.1
Triptofano *	1.2	1	1
Valina *	7.6	3.6	4.7
Acido Aspártico	8.6	--	--
Acido Glutámico	16.2	--	--
Cisteina	7	--	--
Serina	4.8	--	--
Tirosina	6.7	--	--
Argina *	7.4	3.6	2.8
Prolina	3.5	--	--
Alanina	4.7	3.7	3.3
Glicina	5.2	3.9	2
*Aminoácidos esenciales			

Fuente: Organización para Agricultura y la Alimentación (FAO, 2005)

La grasa contenida es de 4 a 9%, de los cuales la mitad es ácido linoleico, esencial para la dieta humana. El contenido nutricional de la hoja de quinua se compara con la espinaca. Los nutrientes concentrados de las hojas tienen un bajo índice de nitrato y oxalato, los cuales son considerados elementos perjudiciales en la nutrición. La

quinua, además de las vitaminas del complejo B como la tiamina y riboflavina, contiene las vitaminas C y E, igualmente, posee un alto contenido de minerales, tales como fósforo, potasio, magnesio y calcio entre otros. Personas que por circunstancias propias se ven obligadas a consumir poca leche y productos lácteos, tienen en la quinua un sustituto ideal para el abastecimiento de calcio. Este hecho hace de esta planta un alimento muy completo y de fácil digestión. Por su riqueza nutricional la quinua puede enfrentar las necesidades y requerimientos del mundo moderno.

**Tabla 2.3: Contenido de minerales (mg/100g)**

ELEMENTO	QUINUA	TRIGO	ARROZ	MAÍZ
Calcio	66,6	43,7	23,0	15,0
Fósforo	408,3	406,0	325,0	256,0
Magnesio	204,2	147,0	157,0	120,0
Potasio	1.040,2	502,0	150,0	330,0
Hierro	10,9	3,3	2,6	---
Manganeso	2,21	3,4	1,1	0,48
Zinc	7,47	4,41	---	2,5

Fuente: Organización para Agricultura y la Alimentación (FAO, 2005)

**Tabla 2.4: Composición proximal de la semilla de quinua (g/100g)**

Calorías	351	
Humedad	9.40 - 13 %	
Carbohidratos	53.50 - 74.30 g	300 g
Fibra	2.10 - 4.90 g	25 g
Grasa Total	5.30 - 6.40 g	66 g
Lisina	6.80 - 8.50 g	
Proteínas	11.00 - 21.30 g	
Metionina	2.1 mg	
Treonina	4.5 mg	
Triptófano	1.3 mg	

Fuente: Organización para Agricultura y la Alimentación (FAO, 2005)

El grano de quinua contiene de 14 a 20 % de proteínas, grasa 5,7 a 11,3 % y fibra 2,7 a 4,2 %, lo cual es mayor que del trigo de 8,6 % de proteína, grasa 1,5 % y fibra 1,99%. (Apaza y Delgado, 2005).

La digestibilidad del grano de quinua es un factor limitante en la utilización de su contenido de proteína y energía, el proceso de molienda mejora la digestibilidad de la proteína, pero no de una manera significativa, y que su fraccionamiento mejora la digestibilidad de la grasa y de los carbohidratos. Se encontraron que la digestibilidad proteínica en harina es 84.1 % y en quinua perlada es de 80.2%, donde los cuerpos proteínicos están constituidos por las proteínas de reserva del cereal (prolaminas y glutelinas) (Cheftel, 1989; Gallegos, 2001)

Las proteínas son agregadas a los alimentos por varias razones, ya que son un importante suplemento nutricional, las proteínas también cumplen roles funcionales en los alimentos. Las propiedades funcionales de las proteínas son solubilidad, absorción de agua y aceite, comportamiento reológico, capacidad emulsificante y espumante. Las proteínas se usan como aditivos en suplementos nutricionales para mejorar el perfil de aminoácidos e incrementar el contenido de proteínas, también con lleva beneficios funcionales como emulsificación y estabilización e incremento de viscosidad, mejora apariencia, gusto, textura y absorción de agua o aceite. Los beneficios nutricionales incluyen un bajo contenido calórico de los alimentos. Los aislados proteicos pueden ser utilizados en pastelería, en la elaboración de bebidas para deportistas, en la elaboración de embutidos (Giese, 1994).

La distribución de las proteínas entre los diversos tejidos que constituyen el grano no es uniforme, las concentraciones mayores se encuentran en las capas más externas del endospermo, en la aleurona y en el germen. Tampoco se distribuyen uniformemente los diferentes tipos de proteínas, las prolaminas y las glutelinas se encuentran localizadas principalmente en el endospermo; las albúminas y globulinas están en las cubiertas exteriores y en el germen (Primo, 1979).

Las múltiples características de la quinua hacen de éste un alimento natural que ayuda al desarrollo y crecimiento del organismo, es fácil de digerir, no contiene colesterol y por ende no forma grasas en el organismo, forma una dieta completa y balanceada y se presume que ayuda a prevenir enfermedades como la osteoporosis, el

cáncer de mama, las enfermedades al corazón y otras alteraciones femeninas ocasionadas por la falta de estrógenos durante la menopausia (Zamudio, 2003).

### 2.3 NECTAR

Se tienen las siguientes definiciones CODEX STAN 247-2005:

**a) Zumo (jugo) de fruta.** Es el líquido sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene de la parte comestible de frutas en buen estado, debidamente maduras y frescas o frutas que se han mantenido en buen estado por procedimientos adecuados, inclusive por tratamientos de superficie aplicados después de la cosecha de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Comisión del *Codex Alimentarius*.

Algunos zumos (jugos) podrán elaborarse junto con sus pepitas, semillas y pieles, que normalmente no se incorporan al zumo (jugo), aunque serán aceptables algunas partes o componentes de pepitas, semillas y pieles que no puedan eliminarse mediante las Buenas Prácticas de Fabricación (BPF).

Los zumos (jugos) se preparan mediante procedimientos adecuados que mantienen las características físicas, químicas, organolépticas y nutricionales esenciales de los zumos (jugos) de la fruta de que proceden. Podrán ser turbios o claros y podrán contener componentes restablecidos:

1. de sustancias aromáticas y aromatizantes volátiles, elementos todos ellos que deberán obtenerse por procedimientos físicos adecuados y que deberán proceder del mismo tipo de fruta. Podrán añadirse pulpa y células
2. obtenidas por procedimientos físicos adecuados del mismo tipo de fruta.

Un zumo (jugo) de un solo tipo es el que se obtiene de un solo tipo de fruta. Un zumo (jugo) mixto es el que se obtiene mezclando dos o más zumos (jugos), o zumos (jugos) y purés de diferentes tipos de frutas. El zumo (jugo) de fruta se obtiene como sigue:

**b) Zumo (jugo) de fruta a partir de concentrados.** Mediante reconstitución del zumo (jugo) concentrado de fruta con agua potable que se ajusta a los siguientes criterios:

1. Se permite la introducción de aromas y aromatizantes para restablecer el nivel de estos componentes hasta alcanzar la concentración normal que se obtiene en el mismo tipo de fruta.
2. En el caso de los cítricos, la pulpa y las células son la envoltura del zumo (jugo) obtenido del endocarpio.

**c) Zumo (jugo) concentrado de fruta.** Es el producto que se ajusta a la definición de zumos, salvo que se ha eliminado físicamente el agua en una cantidad suficiente para elevar el nivel de grados Brix al menos en un 50% más que el valor °Brix establecido para el zumo (jugo) reconstituido de la misma fruta. En la producción de zumo (jugo) destinado a la elaboración de concentrados se utilizan procedimientos adecuados, que pueden combinarse con la difusión simultánea con agua de pulpa y células y/o el orujo de fruta, siempre que los sólidos solubles de fruta extraídos con agua se añadan al zumo (jugo) primario en la línea de producción antes de proceder a la concentración. Los concentrados de zumos (jugos) de fruta podrán contener componentes restablecidos

**d) Zumo (jugo) de fruta extraído con agua.** Es el producto que se obtiene por difusión con agua de:

- Fruta pulposa entera cuyo zumo (jugo) no puede extraerse por procedimientos físicos, o
- Fruta deshidratada entera.

Estos productos podrán ser concentrados y reconstituidos. El contenido de sólidos del producto acabado deberá satisfacer el valor mínimo de grados Brix para el zumo (jugo).

**e) Puré de fruta utilizado en la elaboración de zumos (jugos) y néctares de frutas.** Se entiende el producto sin fermentar, pero fermentable, obtenido mediante

procedimientos idóneos, por ejemplo tamizando, triturando o desmenuzando la parte comestible de la fruta entera o pelada sin eliminar el zumo (jugo). La fruta deberá estar en buen estado, debidamente madura y fresca, o conservada por procedimientos físicos o por tratamientos aplicados de conformidad con las disposiciones pertinentes de la Comisión del Codex Alimentarius.

El puré de fruta podrá contener componentes restablecidos, de sustancias aromáticas y aromatizantes volátiles, elementos todos ellos que deberán obtenerse por procedimientos físicos adecuados y que deberán proceder del mismo tipo de fruta. Podrán añadirse pulpa y células obtenidas por procedimientos físicos adecuados del mismo tipo de fruta.

**f) Puré concentrado de fruta utilizado en la elaboración de zumos (jugos) y néctares de frutas.** Se obtiene mediante la eliminación física de agua del puré de fruta en una cantidad suficiente para elevar el nivel de grados Brix en un 50% más que el valor Brix establecido para el zumo (jugo) reconstituido de la misma fruta.

El puré concentrado de fruta podrá contener componentes restablecidos, de sustancias aromáticas y aromatizantes volátiles, elementos todos ellos que deberán obtenerse por procedimientos físicos adecuados y que deberán proceder del mismo tipo de fruta.

**g) Néctar de fruta.** Se entiende el producto sin fermentar, pero fermentable, que se obtiene añadiendo agua con o sin la adición de azúcares de miel y/o jarabes y/o edulcorantes según la Norma General para los Aditivos Alimentarios (NGAA). Podrán añadirse sustancias aromáticas, componentes aromatizantes volátiles, pulpa y células, todos los cuales deberán proceder del mismo tipo de fruta y obtenerse por procedimientos físicos. Dicho producto deberá satisfacer además los requisitos para los néctares de fruta.

### 2.3.1 Elaboración del néctar de frutas

El procedimiento para la elaboración del néctar de frutas es el siguiente (Coronado e Hilario, 2001):

1. **Pesado:** Es importante para determinar el rendimiento que se puede obtener de la fruta.
2. **Lavado:** Se realiza con la finalidad de eliminar la suciedad y/o restos de tierra adheridos en la superficie de la fruta. Esta operación se puede realizar por:
  - **Inmersión:** Por lo general viene a ser un tratamiento previo a los otros lavados. En este caso se debe cambiar constantemente el agua para evitar que a la larga se convierta en un agente contaminante. Este método de lavado se puede realizar en tinajas.
  - **Agitación:** En este caso, la fruta es transportada a través de una corriente de agua en forma continua.
  - **Aspersión:** Es muy utilizado en plantas de gran capacidad de producción, por ser el método más eficiente. Se debe tener en cuenta la presión, el volumen y la temperatura del agua, la distancia de los rociadores a la fruta, la carga del producto y el tiempo de exposición. Dependiendo de las instalaciones y capacidad de producción, se decidirá por la mejor alternativa de lavado. Para el caso de pequeñas empresas, el método de **lavado por inmersión** es el más adecuado. En este método, las soluciones desinfectantes mayormente empleadas están compuestas de hipoclorito de sodio (lejía). El tiempo de inmersión en estas soluciones desinfectantes no debe ser menor a 15 minutos. Finalmente se recomienda enjuagar con abundante agua.
3. **Selección:** En esta operación se eliminan aquellas frutas magulladas y que presentan contaminación por microorganismos.
4. **Pelado:** Dependiendo de la fruta, esta operación puede ejecutarse antes o después de la pre cocción. Si se realiza antes se debe trabajar en forma rápida para que la fruta no se oscurezca. El pelado se puede hacer en forma mecánica (con equipos) o manual (empleando cuchillos).

5. **Pulpeado:** Este proceso consiste en obtener la pulpa o jugo, libre de cáscaras y pepas. La fruta es pulpeada con su cáscara. Como en el caso del durazno, blanquillo y la manzana, siempre y cuando ésta no tenga ninguna sustancia que al pasar a la pulpa le ocasione cambios en sus características organolépticas.
  
6. **Escaldado:** El objeto de esta operación es reducir la carga microbiana presente en la fruta e inactivar enzimas que producen el posterior pardeamiento de la fruta. El escaldado, se realiza sumergiendo la fruta en agua a temperatura de ebullición por un espacio de 3 a 5 minutos. El tiempo exacto de pre cocción está en función de la cantidad y tipo de fruta. Cuando se requiera evitar el pardeamiento enzimático de la fruta, se denomina blanqueado o escaldado. No todas las frutas requieren ser precocidas; en el caso de la piña, se troza y se sumerge en una solución de metabisulfito de sodio al 0,05% durante 3 minutos, para evitar cambios en su color. En el caso de los cítricos, únicamente se procede a la extracción del jugo.
  
7. **Refinado:** Esta operación consiste en reducir el tamaño de las partículas de la pulpa, otorgándole una apariencia más homogénea. Las pulpeadoras mecánicas o manuales facilitan esta operación porque cuentan con mallas de menor diámetro de abertura. En el caso de realizar el pulpeado con una licuadora, es necesario el uso de un tamiz para refinar la pulpa.
  
8. **Estandarización:** En esta operación se realiza la mezcla de todos los ingredientes que constituyen el néctar. La estandarización involucra los siguientes pasos:
  - a. Dilución de la pulpa.
  - b. Regulación del dulzor.
  - c. Regulación de la acidez.
  - d. Adición del estabilizado.
  - e. Adición del conservante.

Resulta muy importante tener en cuenta la siguiente recomendación al momento realizar la operación de estandarización:

“Los cálculos que se realizan para la formulación del néctar, deben hacerse en función al peso de cada uno de los ingredientes. En tal sentido el cálculo de pulpa de fruta y agua se deben expresar en kilogramos o sus equivalencias” (Hilario, 2001).

9. **Homogenización:** Esta operación tiene por finalidad uniformizar la mezcla. En este caso consiste en remover la mezcla hasta lograr la completa disolución de todos los ingredientes.

10. **Pasteurización:** Esta operación se realiza con la finalidad de reducir la carga microbiana y asegurar la inocuidad del producto.

11. **Envasado:** El envasado se debe de realizar en caliente, a una temperatura no menor a 85°C. El llenado del néctar es hasta el tope del contenido de la botella, evitando la formación de espuma. Inmediatamente se coloca la tapa, la cual se realiza de forma manual en el caso que se emplea las tapas denominadas “tapa rosca”. En caso contrario si se va a emplear las chapas metálicas se debe hacer uso de la selladora de botellas.

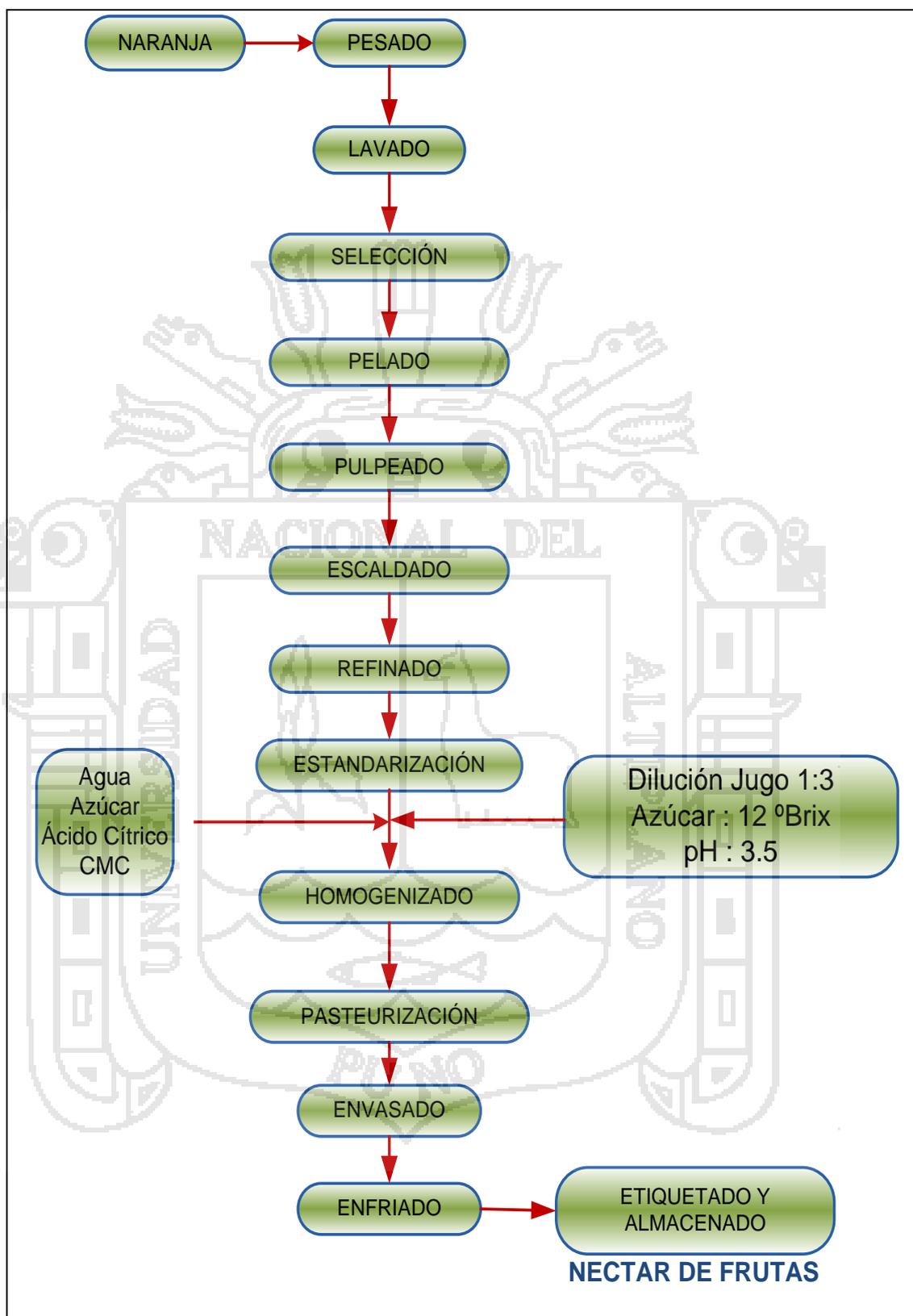
Si durante el proceso de envasado la temperatura del néctar disminuye por debajo de 85°C, se debe detener esta operación. Se procede a calentar el néctar hasta su temperatura de ebullición, para proseguir luego con el envasado.

12. **Enfriado:** El producto envasado debe ser enfriado rápidamente para conservar su calidad y asegurar la formación del vacío dentro de la botella. Al enfriarse el producto, ocurrirá la contracción del néctar dentro de la botella, lo que viene a ser la formación de vacío, esto último representa el factor más importante para la conservación del producto.

El enfriado se realiza con chorros de agua fría, que a la vez va a permitir realizar la limpieza exterior de las botellas de algunos residuos de néctar que se hubieran impregnado.

13. **Etiquetado:** El etiquetado constituye la etapa final del proceso de elaboración de néctares. En la etiqueta se debe incluir toda la información sobre el producto.
  
14. **Almacenado:** El producto debe ser almacenado en un lugar fresco, limpio y seco; con suficiente ventilación a fin de garantizar la conservación del producto hasta el momento de su venta.



**Figura 2.3: Diagrama de Flujo de Elaboración del Néctar de Frutas**

Fuente: Coronado e Hilario (2001).

## 2.4 AISLADO PROTEICO

### 2.4.1 Aislado Proteico

Se considera aislado proteico aquel cuyo contenido de proteínas es mayor al 70%. En él las proteínas constituyentes deben ser exactamente las que se encontraban en la fuente orgánica inicial, sin haber sufrido procesos de degradación o hidrólisis no deseables (Curare, 2006), mientras que un concentrado proteico es considerado aquel cuyo contenido en proteína es menor del 65%.

Las proteínas constituyentes de ambos productos deben ser exactamente las que se encontraban en la fuente orgánica inicial, sin haber sufrido procesos de degradación o hidrólisis no deseables. La idea es obtener un macro nutriente purificado con papel tecnológico y nutricional (Silva, 2006).

Los aislados proteicos pueden ser utilizados en la elaboración de diferentes productos en la industria alimentaria, tales como productos horneados, en la elaboración de bebidas para deportistas, de embutidos, para la preparación de alimentos para bebés, por mencionar algunos. Las proteínas se usan como aditivos en suplementos nutricionales para mejorar el perfil de aminoácidos e incrementar el contenido de proteínas, pero también para aportar beneficios funcionales como emulsificación, estabilización e incremento de viscosidad, mejoramiento de la apariencia, del gusto, la textura y la absorción de agua o aceite (Giese, 1994).

### 2.4.2 Propiedades Funcionales

La funcionalidad de las proteínas como las propiedades físico químicas que afectan el procesamiento y el comportamiento de la proteína en un sistema alimenticio, la que es juzgada por la calidad del producto final. Esto refleja una interacción compleja entre la composición, estructura, conformación, propiedades físico-químicas con otros componentes y la naturaleza del medio ambiente donde se encuentra. (Kinsella, 1976)

Las propiedades funcionales de las proteínas, pueden clasificarse en tres grupos principales (Cheftel *et al.*, 1989):

- ✓ Propiedades de hidratación: dependientes de las interacciones proteína agua. Incluye propiedades tales como la absorción y retención de agua, hinchado, adhesión, dispersibilidad, solubilidad y viscosidad.
- ✓ Propiedades texturales: dependientes de las interacciones proteína-proteína, y que intervienen en fenómenos tales como la precipitación, la gelificación y la formación de estructuras diferentes.
- ✓ Propiedades superficiales: las cuales están relacionadas con la formación de emulsiones y espumas.

En caso específico de aislado proteico de quinua y sus propiedades funcionales no se han reportado publicaciones. Pero se tiene algunas referencias de estudios que se han realizado con harina de quinua y aislado proteico de soya.

#### **2.4.2.1 Solubilidad**

El uso exitoso de fuentes de proteínas vegetales en la formulación de alimentos depende de las propiedades funcionales de la materia prima. En ese sentido, la baja solubilidad de un aislado proteico evidentemente limita su uso en algunos tipos de productos en la industria alimentaria, pero en otros podría favorecerlos. Sin embargo, esta propiedad puede ser modificada por la influencia de varios factores, como el pH, la concentración de sal, la constante dieléctrica del solvente y la temperatura (Bora y Riveiro, 2004).

Las variaciones de la solubilidad con el pH, está relacionada con la modificación de la carga neta de las proteínas y por lo tanto con su balance electrostático; en la zona cercana a su pI la carga neta de las proteínas tiende a 0 y la variación de la solubilidad es mínima debido al aumento de la atracción entre las moléculas. Del lado alcalino al pI las proteínas tendrán una carga neta negativa y probablemente mayor que la carga neta positiva que presenta en medio ácido, de este modo las fuerzas repulsivas a pHs alcalinos y ácidos extremos serán más importantes que las fuerzas de atracción aumentando la solubilidad (Abugoch y Lilian,2006).

#### 2.4.2.2 Capacidad de Retención de Agua

La capacidad de retención de agua de las proteínas es un índice importante en la evaluación del comportamiento de las mismas como ingredientes en productos de panadería, carnes embutidas, salchichas y geles alimentarios. Esta propiedad afecta no sólo las condiciones del procesamiento, sino también la calidad final de los productos (Abugoch y Lilian, 2006).

#### 2.4.2.3 Capacidad de Absorción de Agua

La capacidad para absorber agua es considerada una propiedad funcional de las proteínas, fundamental en alimentos viscosos tales como sopas, salsas, masas y alimentos horneados, productos donde se requiere una buena interacción proteína agua (Granito *et al*, 2004).

### 2.5 REOLOGIA DE LOS ALIMENTOS

La reología se define como la ciencia que estudia la deformación y flujo de la materia (Muller, 1973; Roudot, 2004). La reología estudia las propiedades mecánicas de los gases, líquidos, plásticos, sustancias asfálticas, materiales cristalinos y otros. Por lo tanto, el campo de la reología se extiende, desde la mecánica de fluidos newtonianos por una parte, hasta la elasticidad de Hooke por otra parte. La región comprendida entre ellas corresponde a la deformación y flujo de todos los tipos de materiales pastosos y suspensiones.

La reología alimentaria es la extensión de esta noción a los productos alimentarios y se define como “el estudio de la deformación y flujo de las materias primas sin procesar, los productos intermedios o semi-elaborados y los productos finales de la industria alimentaria” (White, 1970; Roudot, 2004).

El comportamiento reológico, en estado estacionario, de la mayor parte de los fluidos puede establecerse mediante una forma generalizada de la Ec. 2.1 (Ramírez, 2006)

$$\sigma_{yx} = \frac{\eta dv_x}{dy} \quad (2.1)$$

En la que la viscosidad,  $\eta$ , puede expresarse a su vez en función de  $dv_x/dy$  o de  $\sigma_{yx}$  indistintamente.

En las regiones en que  $\eta$  disminuye al aumentar el gradiente de velocidad ( $-dv_x/dy$ ), el comportamiento se denomina pseudoplástico; y dilatante en las que aumenta con dicho gradiente, si  $\eta$  resulta independiente del gradiente de velocidad, el fluido se comporta como newtoniano, y entonces  $\eta = \mu$ .

### 2.5.1 Propiedades Reológicas de los Jugos

La determinación de las propiedades reológicas de los jugos de fruta es de gran importancia para generar los cálculos adecuados para su calentamiento, enfriamiento y transporte por bombeo dentro de las plantas procesadoras de alimentos (Chen, 1993). Así mismo dichas propiedades son de gran relevancia para el control de calidad del jugo y además, existe una correlación que las relaciona con la aceptabilidad por parte del consumidor (Vitali y Rao, 1982; Costell, 1997).

Existen diferentes tipos de comportamientos reológicos para los fluidos alimenticios, los cuales pueden clasificarse en dos grandes grupos (Rao, 1986):

Fluido Newtoniano. Es aquel fluido que presenta una viscosidad constante dependiente de la temperatura pero independiente de la velocidad de deformación que le sea aplicada (Rao, 1986; Bolmstedt, 2000).

Fluido no Newtoniano. Este tipo de fluidos no tiene una sola viscosidad a una temperatura dada, se dice que son dependientes tanto de la temperatura como de la velocidad de deformación y pueden ser también dependientes del tiempo (Bolmstedt, 2000). Con base en esta última condición, los fluidos no Newtonianos, explican clasificarse en:

- **Pseudoplásticos.** Para este tipo de fluido la viscosidad decrece conforme se incrementa la velocidad de deformación (Rao, 1986). La razón por la cual se da este comportamiento, es que al haber mayor velocidad de deformación, las partículas de este fluido se reacomodan de tal modo que existe una menor resistencia al flujo y por lo tanto una menor viscosidad (Bolmstedt, 2000).

- **Dilatantes.** La viscosidad de estos fluidos incrementa al mismo tiempo que la velocidad de deformación se acrecienta (Rao, 1986). Este tipo de comportamiento es común en suspensiones de muy alta concentración (Bolmstedt, 2000).
- **Plásticos y plásticos de Bingham.** Estos fluidos requieren de aplicación de una fuerza antes de que el material comience a fluir. A dicha fuerza se le conoce como esfuerzo de cedencia ( $\tau_0$ ) (Bolmstedt, 2000).

La viscosidad de los fluidos es la propiedad que establece su resistencia a fluir (Ibarz *et al.*, 2006). Para la descripción de esta propiedad es posible modelar matemáticamente datos experimentales de esfuerzo cortante ( $\tau$ ) y velocidad de deformación ( $\dot{\gamma}$ ), entre los más conocidos destacan los siguientes modelos matemáticos (Steffe, 1996).

1. Ley de Newton:  $\tau = \eta \dot{\gamma}$  (2.2)

Donde:  $\tau$ : Esfuerzo cortante (Pa)

$\eta$ : Viscosidad aparente (Pa s)

$\dot{\gamma}$ : Velocidad de deformación (1/s)

2. Ley de potencia:  $\tau = \kappa \dot{\gamma}^n$  (2.3)

Donde:  $\tau$ : Esfuerzo cortante (Pa)

$\eta$ : Viscosidad aparente (Pa s)

$\dot{\gamma}$ : Velocidad de deformación (1/s)

$n$ : Índice de comportamiento del flujo o de flujo

3. Modelo de Bingham  $\tau = \tau_0 + \eta' \dot{\gamma}$  (2.4)

Donde:  $\tau$ : Esfuerzo cortante (Pa)

$\tau_0$ : Umbral de fluencia (Pa)

$\eta'$ : Viscosidad plástica (Pa s<sup>n</sup>)

$\dot{\gamma}$ : Velocidad de deformación

4. Modelo de Herschel–Bulkley  $\tau = \tau_0 + \kappa_H \dot{\gamma}$  (2.5)

Donde:  $\tau$ : Esfuerzo cortante (Pa)

$k_H$ : Coeficiente/índice de consistencia de flujo (Pa s<sup>n</sup>)

$\tau_0$ : Umbral de fluencia (Pa)

$\gamma$ : Velocidad de deformación (1/s)

Existen además de estas otras muchas ecuaciones matemáticas que pueden utilizarse para modelar fluidos no newtonianos pero estas son las mas practicas de acuerdo con Ibarz *et al.* (2006), este autor señala además, que para los fluidos no newtonianos al referirse a la viscosidad aparente la cual se puede obtener con la siguiente ecuación.

$$\text{Viscosidad aparente } \eta = \frac{\tau}{\gamma} \tag{2.6}$$

Donde:  $\eta$ : Viscosidad aparente (Pa s)

$\tau$ : Esfuerzo cortante (Pa)

$\gamma$ : Velocidad de deformación (1/s)

En la siguiente Tabla se muestra el comportamiento de algunos fluidos alimenticios (Rha, 1978).

**Tabla 2.5: Características de flujo para algunos alimentos líquidos.**

Tipo de flujo	Coeficiente de viscosidad	Índice de flujo	Umbral de fluencia	Ejemplo
Newtoniano	Viscosidad (K > 0)	n = 1	$\tau_0 = 0$	Jugos clarificados, aceites, leche, jarabes de pastelería
Pseudoplástico	Viscosidad aparente (K > 0)	$0 < n < 1$	$\tau_0 = 0$	Jugos concentrados, cremogenados y purés de fruta, almidón
Plástico de Bingham	Plasticidad constante (K > 0)	n = 1	$\tau_0 > 0$	Adezos de ensalada, salsa de dulce, de chocolate, salsa de cátsup
Tipo mixto	Índice de consistencia (K > 0)	$0 < n < 1$	$\tau_0 > 0$	Mermelada, jalea
Dilantate	Índice de consistencia (K > 0)	$1 < n < \infty$	$\tau_0 = 0$	Mantequilla de cacahuete, pasta para salchichas

Fuente: Rha, 1978

### 2.5.2 Efecto de la Temperatura en las Propiedades Reológicas

Considerando que los alimentos líquidos se encuentran bajo diferentes condiciones de temperatura (T) desde su procesamiento, la evolución de la temperatura tiene consecuencias importantes sobre el valor de la viscosidad que varía en un 2% por grado Celsius (Roudot, 2004). En algunos casos, como en los zumos de frutas, el efecto de la temperatura sigue una ley de Arrhenius (Roudot, 2004 ):

$$\eta = \eta_{\infty} e^{E_a/RT} \quad (2.7)$$

Donde:  $\eta$ : Viscosidad a la temperatura T,

$\eta_{\infty}$ : Viscosidad de referencia.

$E_a$ : Energía de activación,

R: Constante de los gases perfectos

T: Temperatura absoluta

### 2.6 VIDA ÚTIL

La vida en anaquel de un alimento comprende el periodo desde su elaboración hasta su consumo, en el cual es de calidad satisfactoria. Entonces la vida en anaquel esperada de un alimento procesado depende de las condiciones ambientales a las que será expuesto éste, así como el grado de calidad inicial que puede perder, antes de ser vendido al consumidor, por cualquiera de las siguientes causas: pérdida de valor nutricional, cambios indeseables de color o el desarrollo de una textura indeseable (Núñez, 1998)

Los cambios específicos que limitan la vida útil de un alimento son: cambios microbianos, químicos y físicos, y la pérdida de nutrientes. (Fennema, 2000) y las condiciones ambientales (Nuñez, 1998) como:

- Temperatura
- Humedad
- Nivel de oxígeno
- Luz

Los cambios de un alimento se clasifican en (Nuñez, 1998):

- Deterioro biológico
- Senescencia
- Deterioro microbiológico
- Deterioro químico: enzimático, oxidación de lípidos, pardeamiento enzimático y otros
- Deterioro físico: magullado aplastado, marchitado, pérdida/ganancia de humedad, cambio de textura endurecimiento.

La vida en anaquel de los alimentos es finalmente señalado por los defectos sensoriales. El deterioro de la calidad sensorial es cuantificado monitoreando cambios en atributos específicos o reducción en sobre todo calidad/aceptabilidad usando diferentes pruebas que utilizan diferentes escalas de medición (Kadamany et al., 2002).

Estas diferencias en las logísticas de medición, acopladas con proporciones de pérdidas de calidad sensorial percibidas pueden ser toleradas por consumidores, resultado en la adopción de diferentes límites para marcar la vida de anaquel final de los alimentos. Un elemento que juega un papel primordial y determina el éxito de un producto es el sabor. El término del sabor es usado para describir dos diferentes conceptos. En primer lugar es una percepción sensorial, resultado de la combinación del olor, gusto y sensaciones químicas, y en segundo lugar esta la combinación formada por el gusto y el aroma el cual es proporcionado por diversas sustancias. (Kerry, 2001).

### 2.6.1 Dependencia de la temperatura en la velocidad de deterioro.

La temperatura dependiente a partir de la ecuación de cero o primer orden es la velocidad constante  $k$ , teóricamente  $k$  cumple una relación de Arrhenius que indica:

$$K = K_0 e^{-E_a/RT} \quad (2.8)$$

Donde:  $K_0$  = Constante pre-exponencial

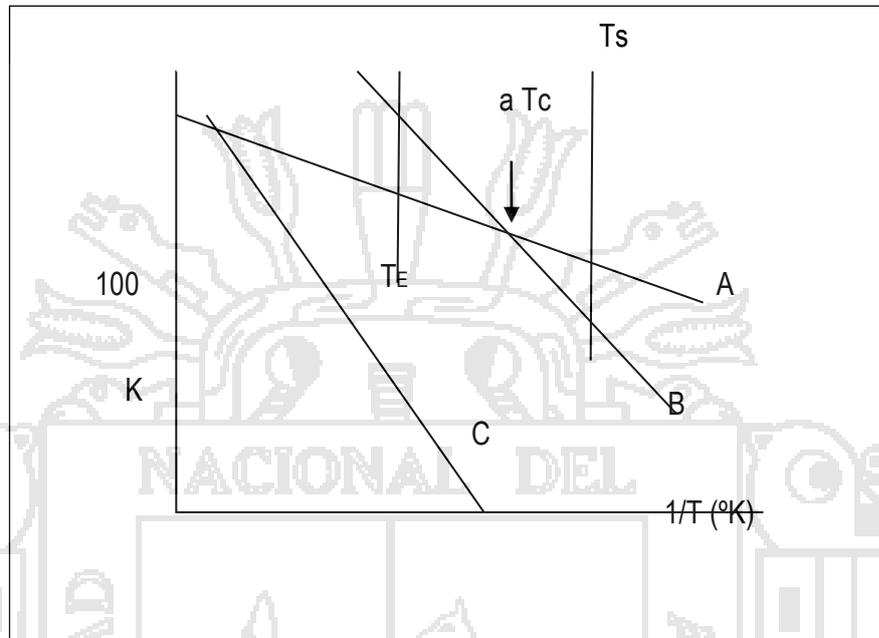
$E_a$  = Energía de activación en cal/mol

$R$  = Constante de los gases en cal/mol °K igual a 1.986

T = Temperatura en °K

Así, un ploteo de la velocidad constante en papel logarítmico como una función de la recíproca de la temperatura absoluta (1/T) dará una línea recta; como un ejemplo tres sistemas son teóricamente representados en el **Figura 2.4**.

**Figura 2.4: Ploteo Arrhenius**



La pendiente de cada línea es igual a la energía de activación dividido por R. una excesiva pendiente de la temperatura; es decir, mientras que la temperatura se incrementa, la velocidad se incrementa a una velocidad más rápida en el Grafico 1, B y C tienen la misma dependencia de la temperatura, y se incrementa a velocidad más rápidamente que A según se incrementa la temperatura.

Es obvio según el gráfico que a mayor inclinación mayor pendiente, es más sensible a cambios de temperatura es el alimento líquido (o la reacción). Una medida de esta sensibilidad se llama factor  $Q_{10}$  de la reacción, que es definida como:

$$Q_{10} = \frac{\text{Velocidad a temperaturas } (T+10^{\circ}\text{C})}{\text{Velocidad a temperatura } T^{\circ}\text{C}} \quad (2.9)$$

Donde: T y T+10°C son temperaturas a la que se evalúa la vida en anaquel.

El  $Q_{10}$  puede ser calculado desde el gráfico de vida en anaquel como:

$$Q_{10} = \frac{\text{Vida en anaquel a } T}{\text{Vida en anaquel a } (T+10^{\circ}\text{C})} \quad (2.10)$$

Para cualquier diferencia de temperatura  $\Delta$  que no sea 10°C, aquello se convierte en:

$$Q_{10}^{\Delta/10} = \frac{\text{Vida en anaquel a } T_1}{\text{Vida en anaquel a } T_2} \quad (2.11)$$

$$Q_{\Delta T} = \frac{K_{(T+\Delta T)}}{K_{(T)}} = Q_{10}^{\Delta/10} \quad (2.12)$$

Los cuales asumen que la velocidad es inversamente proporcional a la vida en anaquel.

$$Q_s = \frac{Ae^{-A_0}}{K} \quad (2.13)$$

Donde:

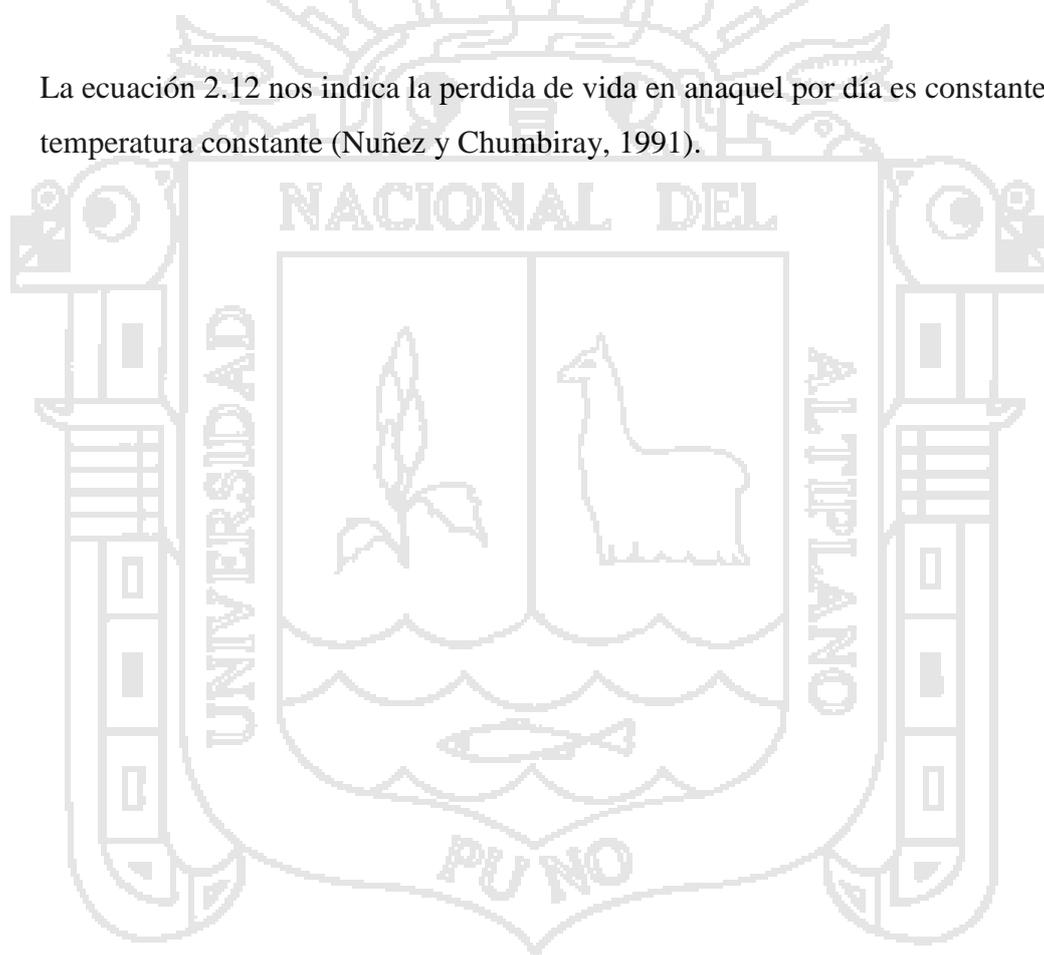
$A_e$  = Valor de A al final de la vida en anaquel

$A_0$  = Valor de la calidad

$Q_s$  = Vida en anaquel en días

$K$  = Constante que depende de la temperatura y la  $a_w$  de agua

La ecuación 2.12 nos indica la pérdida de vida en anaquel por día es constante a temperatura constante (Nuñez y Chumbiray, 1991).



### III. MATERIALES Y MÉTODOS

#### 3.1 LUGAR DE EXPERIMENTACIÓN

El presente trabajo de investigación se realizó en los siguientes lugares y ambientes:

- ❖ Extracción del aislado proteico de quinua, en la Universidad Nacional del Altiplano Puno, Laboratorio de Fitopatología de la Facultad de Ciencias Agrarias.
- ❖ Caracterización de la proteína aislada de quinua, en la Universidad Nacional del Altiplano Puno, en los Laboratorios de Pastas y Harinas de Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial y el Laboratorio Central de la UNA-PUNO.
- ❖ Elaboración del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua en la Planta de Procesos Agroindustriales *Carimbo* SRL, ubicado en el Distrito de Tirapata a una altitud 3825 msnm, Provincia de Azángaro y Departamento de Puno.
- ❖ Análisis reológico del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua, en la Universidad Nacional del Altiplano Puno, en el Laboratorio Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ingeniería Química.
- ❖ Análisis microbiológico en la Universidad Nacional del Altiplano Puno, en el Laboratorio de Microbiología de Alimentos de la Escuela Profesional de Ingeniería Agroindustrial.

Los resultados de análisis (reportes) y fotos de los lugares donde se hizo la investigación se muestran en la parte de Anexos.

#### 3.2 MATERIAL EXPERIMENTAL

La materia prima utilizada para la investigación lo constituye:

- ❖ Proteína aislada de quinua, obtenido de la harina de quinua de la variedad pasankalla adquirida de INIA Salcedo Puno. Se garantiza la variedad pasankalla por ser el INIA un organismo oficial dedicado a la investigación de

cultivos andinos, por lo que tiene debidamente seleccionado las variedades de quinua. La harina de quinua se obtuvo por molienda en seco del grano entero lavado manualmente por fricción a través de un molino de martillo de tamiz N° 80

- ❖ Naranja proveniente del valle de San Juan, adquirido del mercado mayorista de frutas Las Mercedes de Juliaca, y por ser una variedad que se cultiva en la región de Puno específicamente en los valles de San Juan de la Provincia de Sandia.

### 3.3 MATERIALES, EQUIPOS Y REACTIVOS

#### 3.3.1 Para la extracción de la proteína y caracterización

##### EQUIPOS:

- Centrifuga con refrigeración, Made in Hungary Typ LR-4131L2402 rpm 3700 - 80000
- Agitador magnético Central, VEB ELMO Typ 11 Ri rpm 2600 - 3400
- pH metro HANNA Combo by HANNA pH & EC
- Jarra de poliestireno cristal 1500 ml
- Pipetas de 20 y 30 ml
- Cronometro marca Casio
- Estufa de secado al vacio BS 50
- Placas petri de vidrio simple (90 x 15 mm)
- Campana desecadora (Pírex)
- Balanza analítica Máster Pro LA2303 (230g X 0.001g)
- Mortero de porcelana
- Espátula de acero inoxidable
- Baguetas de vidrio entero

- Equipo Kjeldalh (Destilador de nitrógeno) marca Gerhardt

**REACTIVOS:**

- Hidróxido de sodio (Merck)
- Acido clorhídrico (Merck)
- Sulfato de Cu y K (Merck)
- Acido bórico (Merck)
- Solución Buffer pH 4 y pH 7
- Agua bidestilada

**3.3.2 Para la elaboración del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua****EQUIPOS:**

- Extractor de jugos
- Cámara fotográfica
- Plumón de tinta indeleble
- Etiquetas
- Potenciómetro o pH metro marca Checker HANNA
- Termómetro marca Checker HANNA
- Selladora de bolsas térmicas FS-200 longitud de sellado 20 cm
- Estufa (fuente de calor)
- Ollas N° 10 y 20
- Utensilios: cuchillos, paletas, colador, embudo
- Probetas de 500 ml, 1000 ml
- Probetas con tapa esmerilada de 25 ml, 50 ml, 100 ml
- Pipetas de 0.5 ml, 1 ml, 5 ml, 10 ml.

- Envases de Pet y vidrio de 250ml

**REACTIVOS:**

- Ácido cítrico (Merck)
- Solución Buffer pH 4 y pH 7
- Agua bidestilada

**3.3.3 Para el almacenamiento en condiciones aceleradas****EQUIPOS:**

- 02 estufas
- 02 termómetros

**3.3.4 Para la determinación de acidez titulable****EQUIPOS:**

- Pipetas de 10 ml y 15 ml
- Equipo de titulación de acidez
- Matraces erlenmeyer
- Vaso de precipitado

**REACTIVOS:**

- Indicador fenolftaleína
- Solución de NaOH 0.1N

**3.3.5 Para análisis sensorial****EQUIPOS:**

- Cabinas de análisis sensorial
- Vasos descartables de 50 ml
- Envases de vidrio de 250 ml (muestra)

- Plumón de tinta indeleble
- Cartillas de análisis sensorial

### 3.3.6 Para análisis microbiológico y reológico

- Laboratorio de microbiología de alimentos
- Laboratorio de Tecnología de Alimentos de la Facultad de Ingeniería Química

## 3.4 PROCEDIMIENTOS ANALÍTICOS

### a) Velocidad de sedimentación:

La evaluación del tiempo de sedimentación se ha realizado en probetas con tapa esmerilada de 25 ml, en el cual se ha vertido la muestra aforando hasta la marca de 25 ml y se midió la altura de sedimentación que se ha tenido en los tiempos indicados.

### b) Índice de consistencia:

Se determinó con el Viscosímetro Brookfield DV –III ULTRA, a una temperatura de ambiente de la región de Puno 15 °C y el tipo de Husillo ULA modelo RV.

### c) Análisis sensorial:

El análisis se realizó por un panel semi entrenado conformado por 10 personas cuyas edades estaban comprendidas entre 25 y 36 años, evaluando las muestras después de tres y doce días por los mismos catadores, se utilizó una escala hedónica de 5 puntos. La ficha de análisis sensorial se presenta en el Anexo 03

### d) Índice de Acidez titulable:

Se realizó por el método A.O.A.C. (1995). El cálculo de la acidez como porcentaje de ácido ascórbico se determinó mediante la siguiente fórmula:

$$\% Y = \frac{V \times N (\text{Factor peso equivalente para } Y)}{\text{Vol. de la muestra (ml)}} \times 100 \quad (3.1)$$

**Donde:**

Y : ácido ascórbico (0.064 meq.)

V : ml de NaOH gastados.

N : Normalidad de NaOH

**e) Determinación de pH**

Se realizó con el pH-metro de acuerdo al método recomendado por el método A.O.A.C. (1995).

**f) Análisis microbiológico**

Se determinó la presencia de aerobios, mesófilos, mohos, coliformes y levaduras.

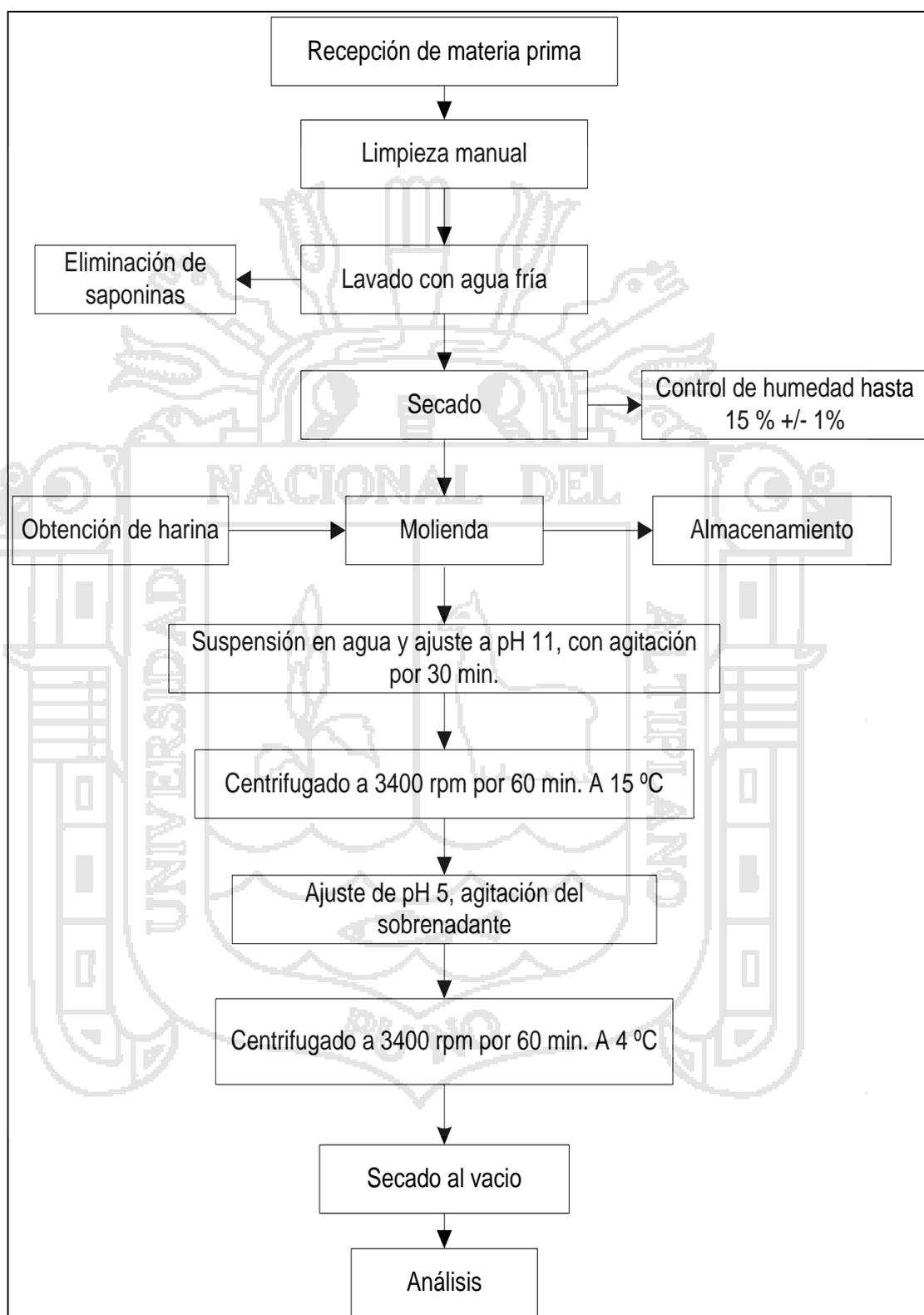
**3.5 PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL****3.5.1 Obtención del aislado proteico de quinua**

Para el proceso de obtención del aislado de proteína de quinua se siguió las etapas descritas en la Figura 3.1:

- Recepción de la semilla: se compró semillas de variedad pasankalla de INIA Salcedo Puno, que están en sacos de polietileno.
- Limpieza: se limpió la quinua en forma manual retirando impurezas, tales como, piedras, ramas y restos de insectos.
- Lavado: esta operación fue realizado en forma manual con la ayuda de un batan. Se friccionó hasta que no se aglomere los granos de quinua, cuidando la humedad para que no se rompa. Después se hizo el lavado con abundante agua fría hasta que ya no forme espuma en el agua.
- Secado: se ajustó el contenido de humedad hasta un aproximado de 15% mediante secado al medio ambiente directo a la radiación del sol. El control de humedad se hizo la aglomeración de la quinua al tomar un puñado de quinua no debe juntarse entre sí los granos de quinua.
- Molienda: esta operación se efectuó en un molino de martillo el cual esta provisto con un tamiz Nro. 80 que es intermedio.

- Almacenamiento: se almacenó en bolsas plásticas de polietileno en un lugar seco y a temperatura ambiente.
- Suspensión de la harina en agua: se pesó 60 g de harina de quinua la cual se añadió a una jarra de 1L y luego se agregó 600 ml de agua. Después se ajustó a pH 11 con NaOH 1N para solubilizar las proteínas, y luego se agitó con un agitador magnético con velocidad gradual de 3700 rpm hasta 3900 rpm por 30 min.
- Centrifugado: La suspensión de harina en agua se llevó a una centrifuga, a una velocidad de 3400 rpm por 60 min a 15 °C en estas condiciones la proteína queda en el sobrenadante.
- Ajuste de pH del sobrenadante: se separó el sobrenadante, y se agregó HCl 1N hasta tener un pH 5 con la finalidad de precipitar las proteínas.
- Centrifugado: se realizó el centrifugado a una velocidad de 3400 rpm por 60 min y se mantuvo a 4 °C, con la finalidad de separar la proteína que quedo sedimentado en la base de los tubos de la centrifuga.
- Secado al vacío: la proteína fue secado en estufa a 50 °C
- Análisis: Una vez que se obtuvo la proteína se realizó la caracterización con la finalidad de determinar el porcentaje de humedad y de pureza. Esta prueba se realizó en los Laboratorios de Pastas y Harinas, dichos resultados fueron corroboradas en el Laboratorio Central de la Universidad Nacional del Altiplano.

El análisis químico de la proteína aislada de quinua se realizó mediante los métodos oficiales de la AOAC (1995), la determinación del contenido de proteínas se efectuó por lo menos cuatro veces; dos en el Laboratorio de Pastas y Harinas y dos en el Laboratorio Central de la Universidad para comparar los resultados; la humedad se determinó, según método oficial de análisis de AOAC.

**Figura 3.1: Obtención de aislado proteico de quinua A11**

Fuente: Silva J. 2006

### 3.5.2 Elaboración del néctar de naranja

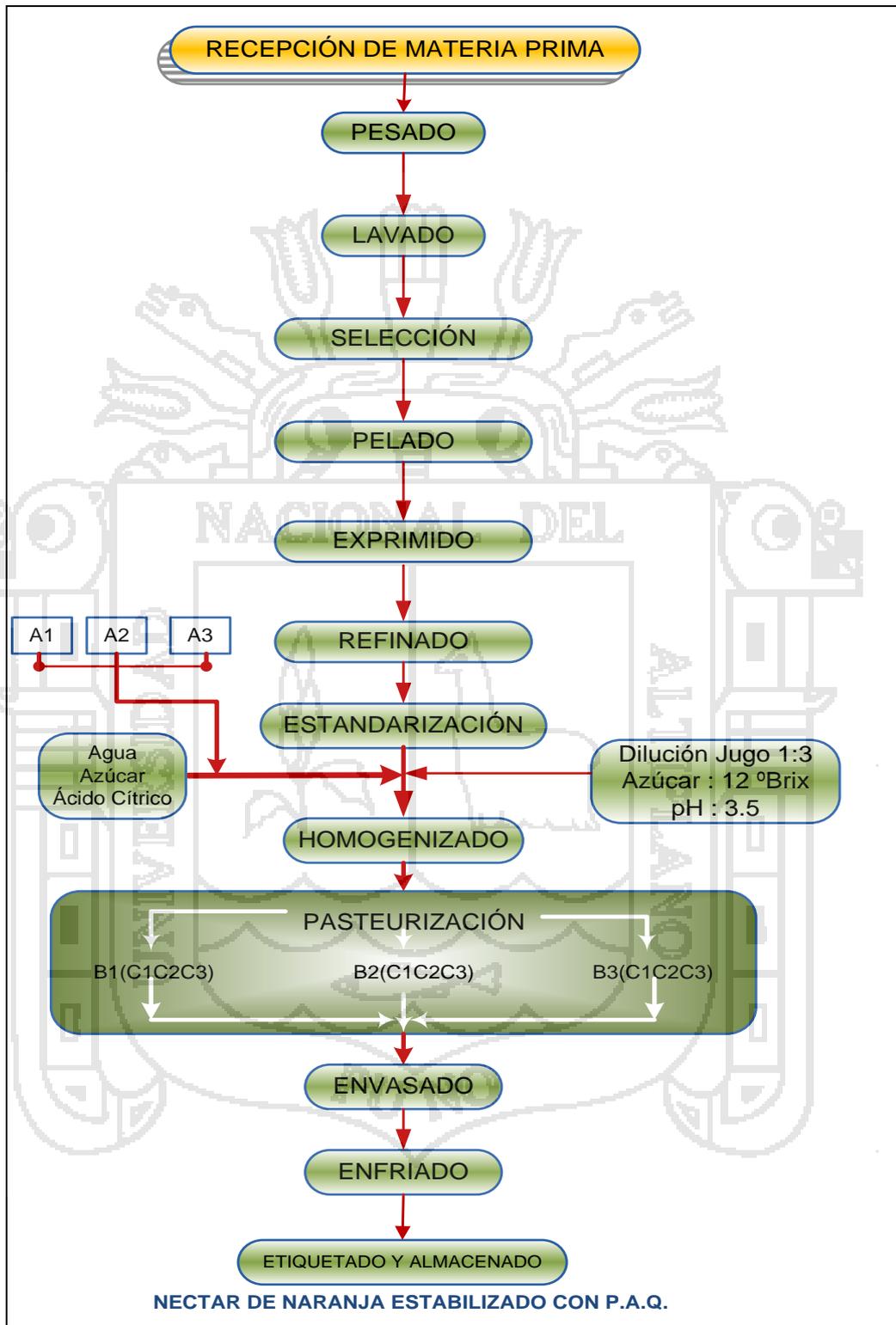
La elaboración del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua, se siguió las etapas del diagrama de flujo general (Figura 3.2).

- a) **Recepción de la materia prima:** en esta etapa se usó la naranja variedad san Juan.
- b) **Pesado:** se realizó para determinar el rendimiento que se obtiene de la naranja
- c) **Lavado:** se realizó por inmersión en agua con hipoclorito de sodio a 1pmm, después se enjuagó con abundante agua, friccionando con la ayuda de una escobilla.
- d) **Selección:** se separó las naranjas malogradas y las que esta muy verdes
- e) **Pelado:** se realizó en forma manual empleado un cuchillo
- f) **Exprimido:** se realizó en un exprimidor manual
- g) **Refinado:** se realizó con un tamiz N° 4 (colador) recibiendo el zumo en una jarra de 1litro.
- h) **Estandarizado:** En esta etapa del proceso se ha agregado diferentes niveles de proteína aislada de quinua: al 0.1%, 0.5% y 1.0% respectivamente, junto con el azúcar al 11%. También se agregó el jugo de naranja y se reguló el pH 3.5
- i) **Homogenizado:** Se removi6 la mezcla hasta lograr la completa disoluci6n de todos los ingredientes
- j) **Pasteurizaci6n:** La pasteurizaci6n se realiz6 por separado a diferentes temperaturas (75 °C, 80 °C y 85 °C) y tiempos (15, 20 y 25 minutos) respectivamente.
- k) **Envasado:** Se realiz6 en envases de vidrio de 250 ml de capacidad, con la finalidad de tener una presentaci6n adecuada.

- l) **Enfriado:** Primero se ha sumergido en agua fría con hipoclorito de sodio con una concentración de 1 ppm evitando el choque entre envases y luego se dejó enfriar a medio ambiente sobre la mesa.
- m) **Etiquetado:** En el etiquetado se hizo el rotulado con plumón indeleble a cada muestra o envase para poder identificar el tratamiento al cual pertenece.
- n) **Almacenamiento:** Se realizó a una temperatura constante de  $30 \pm 1$  °C, durante 16 días en las que se realizaron las mediciones de pH y acidez titulable.



**Figura 3.2: Diagrama Flujo de néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua.**



**Donde:**

A1 = 0.1% de proteína aislada de quinua

A2 = 0.5% de proteína aislada de quinua

A3 = 1.0% de proteína aislada de quinua

B1 = 75°C

C1 = 15min.

B2 = 80°C

C2 = 20min.

B3 = 85°C

C3 = 25min.

**3.6 FACTORES EN ESTUDIO****1. Efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización del néctar de naranja**

Se estudiaron las siguientes variables:

- Temperatura de pasteurización: 75 °C, 80 °C y 85 °C
- Tiempo de pasteurización: 15, 20 y 25 minutos

**2. Efecto de los diferentes niveles de proteína aislada de quinua en el néctar de naranja**

Se estudiaron los siguientes niveles de proteína aislada de quinua: 0.1, 0.5 y 1.0%.

**3. Vida en anaquel del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua: 0, 3, 6, 12 y 16 días****3.7 VARIABLES DE RESPUESTA****Para el factor 1.**

- Características físico químicas del néctar de naranja.

Se evaluaron:

- 1) Velocidad de sedimentación: 1, 2, 3 y 4 horas.

- 2) Índice de consistencia: se realizó a los 3 días después del proceso de elaboración del néctar de naranja, con la finalidad de verificar si esta dentro del rango.

**Para el factor 2.**

- Características sensoriales del néctar de naranja.

Se evaluaron los siguientes atributos: olor, color y sabor a los 3, 6 y 12 días.

**Para el factor 3.**

Se estudiaron:

- Índice de acidez titulable: 0, 3, 6, 12 y 16 días.
- Determinación de pH: 0, 3, 6, 12 y 16 días.
- Análisis microbiológico: termino del experimento (día 16)

### 3.8 ANALISIS ESTADÍSTICO

**Para el factor 1.**

**a) Velocidad de sedimentación:**

Para evaluar y determinar la implicancia de los factores en estudio, los datos fueron distribuidos en un arreglo factorial aleatorio  $3 \times 3 \times 3$  con 2 repeticiones en cada punto experimental, bajo un Diseño Completo al Azar (DCA) y teniendo un total de 16 pruebas experimentales, sometiéndose a un análisis de varianza (ANOVA) al 95% de confianza, realizando posteriormente optimización de las respuesta con los parámetros óptimos de nivel de proteína, temperatura de pasteurización y tiempo de pasteurización, lo que permitió elegir el mejor tratamiento. En la Tabla 3.1 se muestra los tres factores principales a considerar para determinar la velocidad de sedimentación en determinados tiempos. Con esta Tabla 3.1 se elaboró la Tabla 3.2

Anexo 03, con el cual se presenta el diseño experimental correspondiente con 27 tratamientos y 54 unidades experimentales.

**Modelo estadístico:**

$$y_{ijkl} = u + A_i + B_j + C_k + (AB)_{ij} + (AC)_{ik} + (BC)_{jk} + (ABC)_{ijk} + E_{ijkl} \quad (3.2)$$

$$i = 1, 2, 3$$

$$j = 1, 2, 3$$

$$k = 1, 2, 3$$

$$l = 1, 2$$

Donde:

$y_{ijkl}$  = Velocidad de sedimentación

$u$  = Media general

$A_i$  = Efecto del  $i$ -ésimo nivel de proteína.

$B_j$  = Efecto del  $j$ -ésimo temperatura de pasteurización

$C_k$  = Efecto de  $k$ -ésimo tiempo de pasteurización (minutos)

$(AB)_{ij}$  = Efecto de la interacción del  $i$ -ésimo nivel de proteína con la  $j$ -ésima temperatura de pasteurización

$(AC)_{ik}$  = Efecto de la interacción del  $i$ -ésimo nivel de proteína con la  $k$ -ésimo tiempo de pasteurización (minutos)

$(BC)_{jk}$  = Efecto de la interacción del  $j$ -ésimo temperatura de pasteurización con la  $k$ -ésimo tiempo de pasteurización.

$(ABC)_{ijk}$  = Efecto de la interacción del  $i$ -ésimo nivel de proteína con el  $j$ -ésimo temperatura de pasteurización con el  $k$ -ésimo tiempo de pasteurización.

$E_{ijkl}$  = Es el error asociado con la unidad experimental sujeta a la  $ijk$ -ésima combinación del tratamiento.

**Tabla 3.1: Diseño experimental con tres niveles**

Código	Factor	Bajo	Medio	Alto
A	Proteína (%)	0.1	0.5	1.0
B	Temperatura (°C)	75.0	80.0	85.0
C	Tiempo (min)	15.0	20.0	25.0

En seguida, se determinó la muestra óptima, con el paquete estadístico Statgraphics plus 5.1. Llevando el modelo matemático (Ec. 3.3) a una superficie de respuesta.

$$Y = x_0 + x_1A + x_2B + x_3C + x_4A^2 + x_5AB + x_6ABC + x_7B^2 + x_8BC + x_9C^2 \quad (3.3)$$

**Donde:**

$Y$  : Velocidad de sedimentación  
 $A$  : Proteína  
 $B$  : Temperatura de pasteurización  
 $C$  : Tiempo de pasteurización

La superficie de respuesta fue realizado con el programa Statgraphics plus 5.1 con lo que se determino la muestra optima, con dichos resultados se trabajó las pruebas posteriores.

#### b) Índice de consistencia

Se utilizó el método de análisis modelo de HERSHELL BULKLEY, (Anexo N° 02), con la finalidad de verificar si la muestra óptima se encuentra entre los parámetros de índice de consistencia, donde Rha afirma que el índice de flujo  $n=1$  para jugos clarificados y néctares.

Los análisis sensoriales y vida en anaquel se han realizado solamente con la muestra óptima.

**Para el factor 2.****c) Análisis sensorial:**

Se ha realizado evaluando las muestras después de tres, seis y doce días por los mismos catadores, los datos obtenidos se analizaron mediante pruebas de Friedman, con un nivel de significación al 0.05 y los criterios de decisión son:

- Si  $T_2 \leq F_{(1-\alpha, k-1, (n-1)(k-1))}$  Se acepta la  $H_p$
- Si  $T_2 > F_{(1-\alpha, k-1, (n-1)(k-1))}$  Se rechaza la  $H_p$ .

Donde:

$$\alpha = 0.05$$

$$k = 3$$

$$n = 10$$

Luego se ha realizado las múltiples comparaciones muestra a muestra.

**Para el factor 3.****d) Índice de Acidez titulable y pH:**

Los datos fueron ajustados a un modelo matemático, usando el software Microsoft Excel: grafico de dispersión, opciones de línea de tendencia. Se escogió aquel modelo cuyo  $R^2$  esta cercano al 100%.

**b) Análisis microbiológico:**

Se compararon con los límites permisibles establecidos en la norma sanitaria R.M. N° 591-2008-SA, aprobado el 27/08/08, NTS N° 071 “Criterios Microbiológicos de Calidad Sanitaria e Inocuidad de los alimentos y bebidas de consumo humano” (Anexo N° 01).

**Tabla 3.2 Norma Técnica Sanitaria**

Microorganismos	Norma sanitaria
Aerobios mesófilos	10 <sup>2</sup> ufc/ml
Mohos	10 ufc/ml
Coliformes	Ausente
Levaduras	10 ufc/ml

Fuente: LMA-FCA UNA-Puno



## IV. RESULTADOS Y DISCUSIÓN

### 4.1 Efecto de la temperatura y tiempo de pasteurización

#### 4.1.1 Velocidad de sedimentación

Los resultados de la velocidad de sedimentación fueron evaluados en los siguientes tiempos: 1, 2, 3 y 4 horas. Durante la evaluación se encontró que el tiempo óptimo de sedimentación es de 3 horas. En donde se solubilizan las proteínas, carbohidratos y otros sólidos que contiene el néctar, y están en suspensión a consecuencia de las temperaturas elevadas que fueron sometidos y luego pasado dos horas las muestras llegan a temperaturas de medio ambiente (14 °C aprox.), donde no hay actividad cinética de los átomos entonces se encuentra en un punto estacionario sin movimiento, después de ese punto empieza la sedimentación por la baja viscosidad y cantidad de la proteína aislada de quinua, en 3 horas se nota a simple vista la sedimentación en su mayoría de las muestras.

#### 4.1.2 Determinación de la muestra óptima

Resultados en la Tabla 3.2 (Anexo 03). Con todos los datos obtenidos se realizó el análisis de varianza (ANOVA). Tabla 4.1

**Tabla 4.1: Análisis de Varianza para el efecto de temperatura y tiempo de pasteurización**

<i>Fuente</i>	<i>Suma de Cuadrados</i>	<i>Gl</i>	<i>Cuadrado Medio</i>	<i>Razón-F</i>	<i>Valor-P</i>
A:Nivel de proteína	0.054	1	0.054	2.18	0.15
B:Tempet. de pasteurización	2.402	1	2.403	96.03	0.00
C:Tiempo de pasteurización	0.444	1	0.444	17.76	0.01
AB	0.042	1	0.042	1.67	0.20
AC	0.015	1	0.015	0.60	0.44
BC	0.417	1	0.417	16.65	0.20
ABC	0.003	1	0.003	0.12	0.73
Error	1.076	46	0.025		
Total	4.453	53			

$$R^2 = 82.13\%$$

$$R_{\text{ajust.}} = 78.47\%$$

**Donde:**

$R$  = Es el coeficiente de determinación el cual indica el porcentaje de la variación total en  $Y$  (volumen de sedimentación), el cual se debe a la variación de las variables independientes.

$R_{Ajust.}$  = Es el coeficiente de determinación ajustada el cual incluye a las variables independientes y sus interacciones.

Tabla 4.1 muestra el análisis de varianza de los efectos del nivel de proteína, temperatura de pasteurización, tiempo de pasteurización y sus interacciones, del cual se puede observar que los efectos realmente significativos son: temperatura de pasteurización y tiempo de pasteurización y su interacción (temperatura y tiempo de pasteurización), con un nivel de confianza del 95%.

El estadístico  $R$ -cuadrada indica que el 82,13% de la variabilidad en volumen de sedimentación. El estadístico  $R$ -cuadrada ajustada, que es mas adecuado para comparar modelos con diferente número de variables independientes, es 78,47%. El error estándar del estimado muestra que la desviación estándar de los residuos es 0.16. La velocidad de sedimentación depende mucho de la solubilidad y suspensión de la proteína y de la hidrólisis de los carbohidratos en medios ácidos, también depende de la temperatura y tiempo de pasteurización.

La temperatura de pasteurización óptima es de 82 °C y el tiempo es de 15 minutos según la superficie de respuesta y optimización es donde se tiene mayor solubilidad de la proteína, también la hidrólisis de los carbohidratos.

La baja solubilidad de un aislado proteico limita el uso en algunos tipos de productos en la industria alimentaria, pero esta propiedad podría ser modificada por la influencia de varios factores, como el punto isoeléctrico (PI), pH y temperatura (Bora y Riveiro, 2004).

Hidrólisis de los carbohidratos contenidos en el néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua depende mucho de la temperatura y tiempo de pasteurización y su interacción, si se tiene mayores temperaturas, sin desnaturalizar la vitamina C, Aunque la vitamina C es estable en estado seco, en solución acuosa es

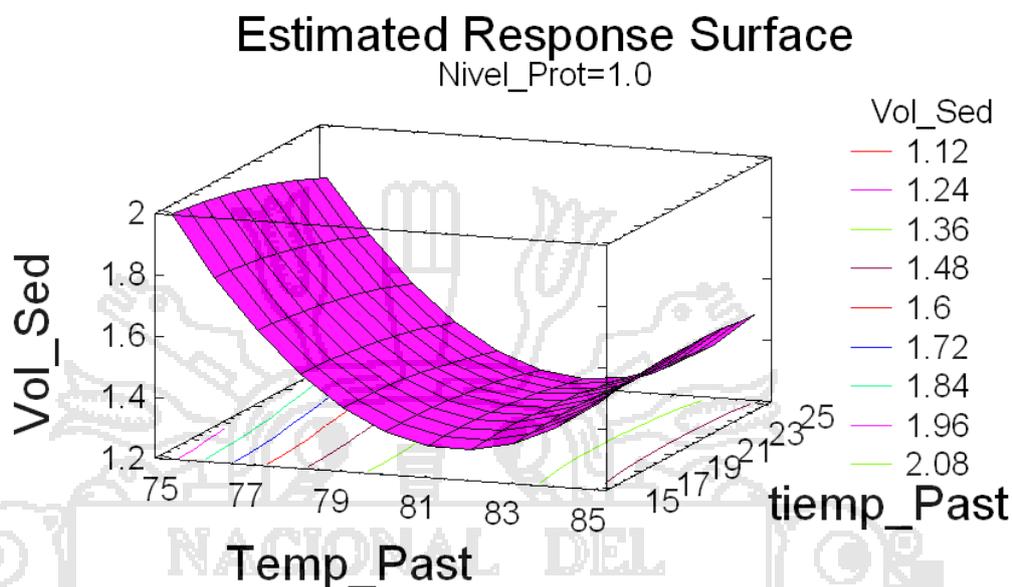
altamente lábil a temperaturas mayores a 90 °C, también cientos de estos carbohidratos son sensibles a medios ácidos, especialmente cuando son sometidos a altas temperaturas (Fennema, 2000).

Los resultados del volumen de sedimentación para determinar el punto óptimo del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua permitieron el ajuste del polinomio de segundo orden (Ec. 3.3), este polinomio permitió la predicción de la respuesta del volumen de sedimentación en regiones no experimentadas en el diseño, cuya representación grafica se muestran en la Figura 4.1 y Tabla 4.1.1 (Anexo 03) respectivamente.

Para el análisis estadístico del modelo de regresión se procedió a descomponer el termino del error total en el error puramente aleatorio y error debido a la falta de ajuste del modelo Tabla 4.1.2 (Anexo 03) la cual representa una prueba de bondad de ajuste para modelos de superficie de respuesta (Montgomery, 2006). Al mismo tiempo que los términos cuadráticos del modelo resultaron estadísticamente importantes, lo que revela la identificación de un punto de aceptación global óptimo, también conocido como punto estacionario el cual representa el punto de la superficie de respuesta donde la derivada parcial de la respuesta del volumen de sedimentación con respecto a la temperatura de pasteurización (82°C) es igual a la derivada parcial de dicha respuesta, con respecto al tiempo de pasteurización (15 min.), es igual a la derivada parcial de dicha respuesta, y ambas derivadas son igual a cero:

El punto estacionario se alcanza para  $T = 82^{\circ}\text{C}$  temperatura de pasteurización  $t = 15$  minutos de tiempo de pasteurización es donde se obtiene el menor volumen de sedimentación.

**Figura 4.1: Grafica de superficie de respuesta estimada para la minimización del volumen de sedimentación**



En la Figura se muestra el Valor óptimo = 1,24 ml del volumen de sedimentación después de 3 horas a este valor óptimo se llega con los parámetros mostrados, Tabla 4.1.1 (Anexos 03).

#### 4.1.3 Índice de consistencia:

En la Tabla 4.2, se muestra los resultados del análisis reológico del Néctar de Naranja estabilizado con proteína aislada de quinua, que dio los siguientes valores de parámetros.

**Tabla 4.2: Análisis reológico del néctar de naranja estabilizado**

PARÁMETRO	M2
Índice de consistencia (cP)	0.17
Índice de flujo	1.50
Límite de fluencia (D/cm2)	0.65

Fuente: Laboratorio de Tecnología de Alimentos FIQ-UNA

El néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua, es un fluido Newtoniano según el dibujo de análisis: Herschel – Bulkey (Anexo 02), es un fluido que cuando se somete a una fuerza de cizalla, fluye y se deforma con una velocidad que crece al mismo tiempo que la fuerza de cizalla (Roudot, 2004).

## 4.2. Efecto de los niveles de proteína aislada de quinua

### 4.2.1 Análisis sensorial:

Los resultados de análisis sensorial fueron analizados mediante una prueba de gustación, a la muestra óptima sometida a un panel de jueces de 10 personas semi entrenados, se ha realizado por el método de calificación de puntos que corresponde al grupo pruebas descriptivas, se analizaron las siguientes atributos (Anexo 03)

#### ❖ Análisis estadístico en cuanto al olor a los 3, 6 y 12 días.

En cuanto al olor al 95% de confiabilidad existe diferencia significativa estadísticamente se rechazó la hipótesis planteada  $H_p$  por que es mayor de 3.35 (Ecuación 4.4) Anexo 03, y se realizó comparaciones múltiples, en el cual existen diferencia significativas entre las muestras en: 3 días, 6 días y 12 días (donde se puede diferenciar los atributos) dentro de los límites de 2.37 ( $H_p$ ), ya que los valores de calificación en cuanto al olor del néctar de naranja tiene diferencia significativas a medida que pasa el tiempo.

**Tabla 4.3: Prueba de Friedman comparativo en días y sus múltiples comparaciones para el olor**

Atributos	$H_p$ :	$T_2$	$A_2$	$B_2$	3 Días	6 Días	12 Días
Olor	2.365 6	118.1 6	33 9	323. 5	Significativ o	Significativ o	Significativ o

El olor en el néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua al inicio (3días) es muy fuerte debido a la reacción de Maillard de la lisina por el calor aplicado en el tratamiento y a medida que pasa el tiempo la lisina es mutagénico se va convirtiendo en ácido L-glutámico o L-lisina (Fennema, 2000) este efecto hace que el olor va bajando a medida que pasa el tiempo. Entonces hay una diferencia estadística entre (3, 6 y 12 días). También se debe a la volatilidad de los carbonílicos (aldehídos y cetonas) y carboxílicos (principalmente ésteres). (Fennema, 2000), en este trabajo de investigación se corrobora la afirmación de Fennema.

❖ **Análisis estadístico en cuanto al color a los 3, 6 y 12 días**

Estadísticamente al 95% de confiabilidad respecto al color existió diferencia significativa estadísticamente se rechazó la hipótesis planteada  $H_p$  por que es mayor de 3.35 Anexo 03 (Ec.4.2) y se realizó múltiples comparaciones, en el cual existen diferencias significativas entre las muestras en: 3 días, 6 días y 12 días dentro de los límites de 2.3656, ya que los valores de calificación en cuanto al color del néctar de naranja tiene diferencias significativas a medida que pasa el tiempo.

**Tabla 4.4: Prueba de Friedman comparativo en días y sus múltiples comparaciones para el color**

Atributos	Hp:	T <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	3 Días	6 Días	12 Días
Color	2.3656	162.6	316	301	Significativo	Significativo	Significativo

En cuanto al color a medida que pasa el tiempo se va perdiendo el color debido a la degradación de la prolina. Este resultado concuerda con estudios realizados por Fennema.

❖ **Análisis estadístico en cuanto al sabor a los 3, 6 y 12 días**

En cuanto al sabor al 95% de confiabilidad existió diferencia significativa estadísticamente, se rechazó la hipótesis planteada  $H_p$  por que es mayor de 3.35 y se realizó múltiples comparaciones, en el cual existen diferencias significativas entre las muestras en: 3 días, 6 días y 12 días dentro de los límites de 2.37, ya que los valores de calificación en cuanto al sabor del néctar de naranja tiene diferencias significativas a medida que pasa el tiempo. Resumen de la prueba de Friedman Tabla 4.6 (Anexo 03)

**Tabla 4.5: Prueba de Friedman comparativo en días y sus múltiples comparaciones para el sabor**

Atributos	Hp:	T <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	3 Días	6 Días	12 Días
Sabor	2.3656	249.2	386	373.6	Significativo	Significativo	Significativo

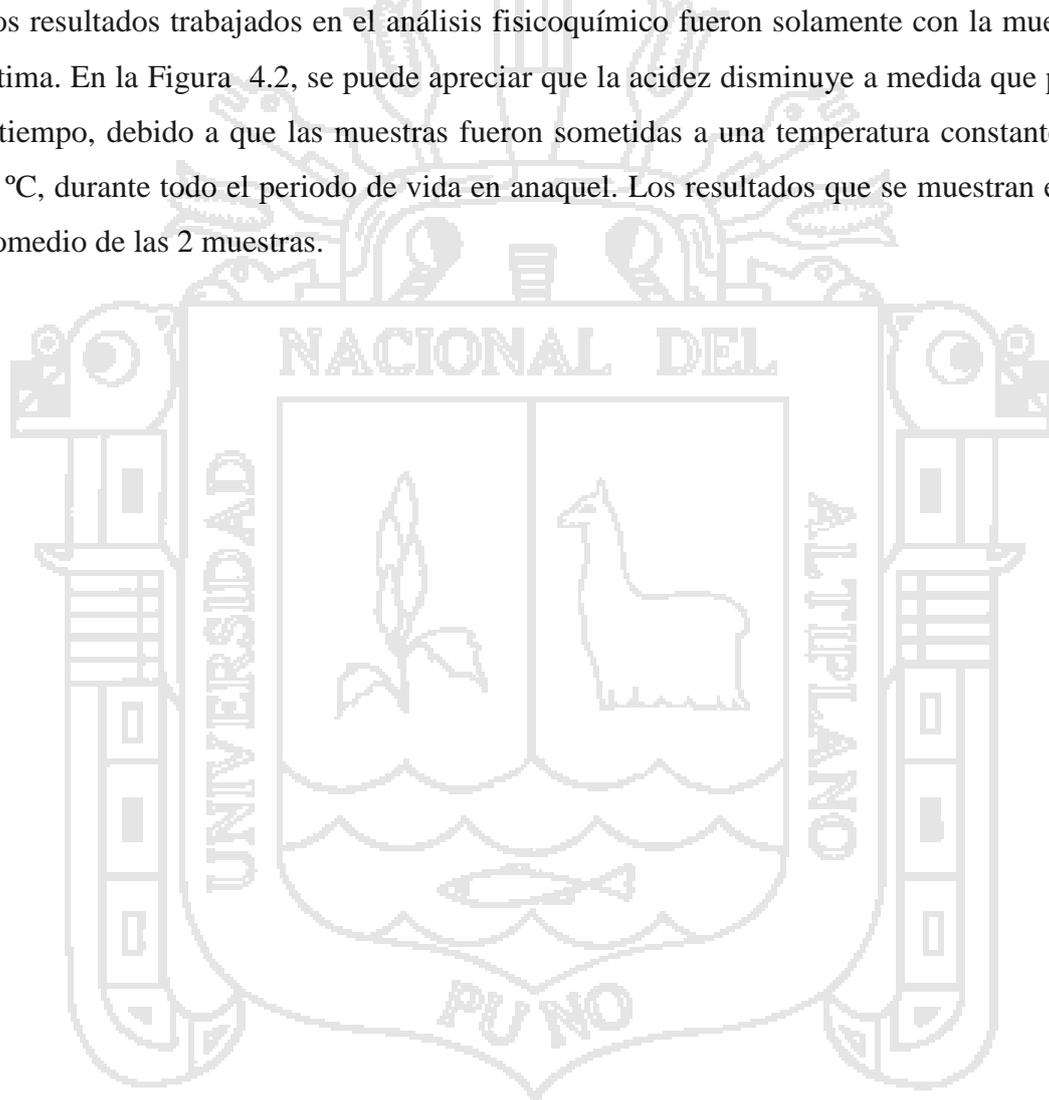
El sabor tiene buena aceptación a medida que pasa el tiempo (3, 6 y 12 días), esto debido a que hay un pardeamiento deseable, especialmente la pérdida de aminoácidos esenciales, como la lisina se produce cuando se aplica temperaturas elevadas de

pasteurización (85 °C) hay una reacción de Maillard mutagenico, la mutagenicidad de la lisina en L-Lisina o acido L-glutamico (Fennema, 2000), esto hace que el sabor tenga buena aceptación a medida que pasa el tiempo, debido a que el acido glutamico juega un papel muy importante en el cerebro.

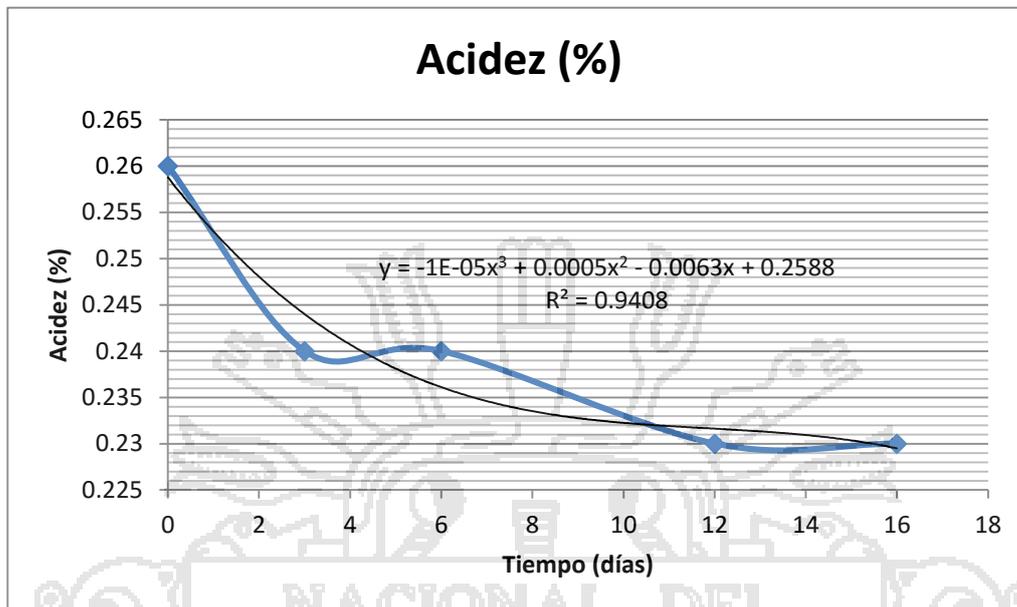
### 4.3 Vida útil del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua

#### 4.3.1 Determinación de acidez titulable y pH:

Los resultados trabajados en el análisis fisicoquímico fueron solamente con la muestra óptima. En la Figura 4.2, se puede apreciar que la acidez disminuye a medida que pasa el tiempo, debido a que las muestras fueron sometidas a una temperatura constante de 30 °C, durante todo el periodo de vida en anaquel. Los resultados que se muestran es el promedio de las 2 muestras.

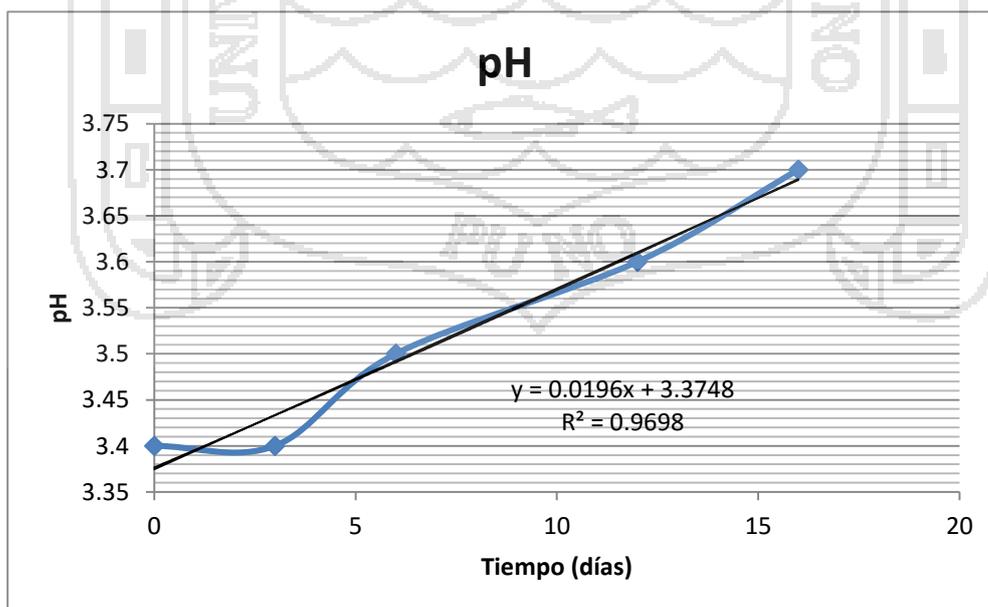


**Figura 4.2: Variación del porcentaje de acidez titulable en el tiempo del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua**



En la Figura 4.3, se observa la variación del pH, durante las pruebas aceleradas de vida en anaquel, sometidas a una temperatura constante de 30 °C, durante 16 días.

**Figura 4.3: Variación del pH del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua en el tiempo.**



Los valores bajos de pH pueden ayudar en la conservación de los alimentos de dos maneras: directamente, inhibiendo el crecimiento microbiano, e indirectamente, a base de disminuir la resistencia al calor de los microorganismos, en los alimentos que vayan a ser tratados térmicamente. (ICMSF, 1980)

El pH es importante en la conservación de alimentos ya que de acuerdo al pH se reproducen los diferentes tipos de bacterias. En un producto con pH mayor que 4.3 se pueden reproducir microorganismos patógenos, inferior a 4.3 se reproducen los mohos y levaduras, (Picota, 2009). Como se puede apreciar en el Grafico 4.3 no pasa de pH 4.3, entonces no hay presencia de microorganismos patógenos. Como la muestra optima fue sometida a un temperatura constante de 30 °C que es el doble de la temperatura promedio en la región de puno (15 °C), La vida en anaquel de determinó por el índice de pH; mediante una regresión lineal Figura 1, mediante esta regresión se determinó el valor de  $b$  que representa a la  $k$  (experimental), que son las constantes de velocidad de reacción a temperatura constantes 30 °C y mediante la ecuación de Arrhenius (Ecuación 2.8) se procedió a calcular las  $k$  (teóricas) y también se calculo la energía de activación y  $Q_{10}$  y posteriormente se calcula la vida útil mediante la Ecuación 2.13 que da como resultado una vida útil de 30 días

#### **4.3.2 Análisis microbiológico:**

De acuerdo a los resultados obtenidos la bebida se encuentra dentro del rango permisible, en tal sentido es considerado apto para consumo humano. Según la norma técnica sanitaria (NTS N° 071) “criterios microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad de los alimentos y bebidas de consumo humano”

Las muestras fueron evaluadas, después de haberse sometido a una condición acelerada de vida en anaquel (temperatura de 30 °C), durante 16 días. (Ver Anexo 02)

## CONCLUSIONES

- La vida útil del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd), es de 30 días a temperatura ambiente (15°C Aprox.) de la región de Puno.
- El volumen mínimo de sedimentación fue 1.14ml/3 horas el cual se logro con un tiempo de 15 minutos a una temperatura de pasteurización a 82°C en néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua.
- En los diferentes niveles de proteína aislada de quinua añadido al néctar de naranja fue el mas adecuado al 1.0% con el que se estabilizó el producto.
- El producto presento con atributos de mayor relevancia en función al tiempo en olor y sabor como excelente, que difiere en color según pruebas comparativas de Friedman.
- El pH 3.4 y el análisis microbiológico determinaron la vida útil del producto a una temperatura ambiente de 15°C aproximado, dando una vida útil de 30 días.

## RECOMENDACIONES

- Realizar estudios en otros rangos de pH superiores a 4.00 para obtener una mayor estabilidad
- Efectuar estudios a niveles superiores del 1% de proteína aislada de quinua
- Realizar estudios en la obtención de proteína aislada de quinua con otros parámetros de pH, dentro de su punto isoeléctrico 3.5 a 5.0 para que el aislado tenga mayor solubilidad y absorción en medio ácidos.
- Hacer estudios de investigación consistentes a mezclas; proteína aislada de quinua y estabilizantes comerciales, para obtener una mayor estabilidad durante su vida útil del producto.
- Siempre trabajar con envases de vidrio para evitar la deformación del envase (PET) al enfriar, debido que este producto es envasado a altas temperaturas (80 °C).

**REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS**

- Abugoch, J; Lilian, E. 2006. Relación Estructura – Funcionalidad de Glutelinas y Aislados Proteicos de Amaranto (*Amaranthus hypochondriacus*). Tesis doctoral, Buenos Aires, Argentina. Universidad Nacional de La Plata, Facultad de Ciencias Exactas.
- AOAC, (Association of Official Analytical Chemists). 1995. Inc. Official Methods of Analysis, ed. 16; Editorial Williams, S.; Arlington, VA.
- Apaza, MV; Delgado MP. 2005. “Manejo y Mejoramiento de Quinua Orgánica”, Instituto Nacional de Investigación y Extensión Agraria – Puno, Ed. I. Pag. 8-150.
- Avilan, L; Rengifo, C. 1988. Los Cítricos, Editorial América CA. I Edición
- Bolmstedt, U. 2000. Viscosity & Rheology Theoretical and practical considerations in liquid food processing. New Food. 3(2): 15 – 21.
- CODEX Alimentarius 2005. Norma general del CODEX para zumos (jugos) y Néctares de frutas. (en línea). Consultado 21 marzo 2010. Disponible en [http://www.codexalimentarius.net/standart\\_List.asp](http://www.codexalimentarius.net/standart_List.asp)
- Coronado, M; Hilario, R; 2001. Elaboración de néctar En: Procesamiento de alimentos para pequeñas y microempresas agroindustriales / Unión Europea, CIED, EDAC, EPCO. Lima, Perú.
- Costell, E. 1997. Reología de derivados de frutas en “Fundamentos de reología. Los materiales Viscoelásticos. Parte I” Eds. M. Dolz y L. Durán. Pp. 1- 20.
- Curare. Péptidos de Girasol: Antecedente a los Hidrolizados Proteicos. (en línea). Consultado 24 Oct. 2009. Disponible en [http://www.curare.com/Proteina %20Vegetal.htm](http://www.curare.com/Proteina%20Vegetal.htm).
- Cheftel, J; Cud, J; Lorient, D. 1989. Proteínas Alimentarias. Editorial Acribia. España.
- Chen, C. 1993. Physical and Rheological Properties of Fruits Juices; “Fruit Juice Processing Technology” Eds. S. Nagy, C.S. Chen y P.E. Shaw. Agscience INC. Auburndale. FLA. EUA.

- FAO (Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación, IT). 1970. "Contenido en Aminoácidos de los Alimentos y Datos Biológicos sobre las Proteínas". Roma, Italia. 1970. Colección Alimentación y Nutrición.
- Fennema, O. 2000. Química de los alimentos. 2 ed. Editorial Acribia S.A. España.
- Fernandez, J. 1995. Manual para productores de Naranja y Mandarina de la Región del Río Uruguay.
- Geraldina, M. 2007. Manual Técnico De Procesamiento De Frutas Bajo Reglamentos Y Estándares Internacionales De Calidad Enfocado a Congelados; Deshidratados y Jugos con destino al mercado de Estados Unidos, Primera Edición Santa Tecla, El Salvador, C.A. págs. 10-11.
- Giese, J. 1994. Proteins as ingredients: types, functions, applications. Food technology.
- Gonzales, M; Lopez, E. 2007. Tradicional Nutriente Andino. Revista Visión Chamánica. Edición N° 500, Bogotá- Colombia.
- Granito, M; Guerra, M; Torres, A; Guinand, J. 2004. Efecto del Procesamiento sobre las Propiedades Funcionales de *Vigna Sinensis*. (En línea). Consultado 20 oct. 2006. Disponible en [http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0378-18442004000900009&lng=es&nrm=iso](http://www.scielo.org.ve/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0378-18442004000900009&lng=es&nrm=iso)
- Guerrero, D. 1989. Obtención de un aislado proteico a partir de germen de quinua (*chenopodium quinoa* Willd) Desgrasado. Tesis UNA-LM.
- Gutierrez, SK. 2007 "Demanda Producción Nacional de la Quinua", Universidad Nacional San Martín de Porras, Tesis. Lima – Perú.
- Ibarz, A; Pagán, J; García, S. 2006. Aspectos reológicos de zumos y purés de frutas. Alimentaria: revista de tecnología e higiene de los alimentos. 370Pags.
- ICMSF, 1980 Ecología microbiana de los alimentos , Vol I, Ed. Acribia.
- Jordan, BM. 1999. "Constituyentes Aromáticos del Zumo de Naranja, Efecto de Procesado Industrial". Tesis de Doctorado en Ciencias Químicas. Murcia. España.
- Kafarov, V. 1976. Cybernetic Methods in Chemistry & Chemical Engineering, Ed. MIR, Moscú.

- Kinsella, JE. 1976. Functional properties of protein in foods: A Survey. In Critical Rev. Food Sci. Nut.
- Lawson, J. 1992. Estrategias Experimentales para el Mejoramiento de la Calidad en la Industria, Editorial Iberoamérica.
- Lazo, AJ. 2002. "La Enseñanza Universitaria". Editorial San Marcos. Perú
- Madrid, A; Cenzano, I; Vicente, J. 1994. "Nuevo Manual de Industrias Alimentarias Editorial Mundi prensa Libros, S.A. Madrid.
- MINAG (Ministerio de Agricultura PE). 1998. Oficina de Información Agraria.
- Montgomery, DC. 2006. Métodos de superficie de respuesta y otros enfoques para la optimización de procesos En: Diseño y análisis de experimentos. 2 ed. En español. Limusa. Mexico. Pp 427 – 500.
- Moreyra J. Carlos M. 2010. Responsable de AgroData - CEPES [www.cepes.org.pe](http://www.cepes.org.pe)
- Núñez, C. 1998. Deshidratación y Determinación de vida en anaquel de productos agrícolas. Puno.
- Núñez, C; Chumbira, YM. 1991. Determinación de la vida en anaquel de productos alimenticios procesados mediante pruebas acelerada. Fundamento teóricos de la vida en anaquel (SHELF-LIFE) de productos alimenticios. Universidad de Lima.
- Primo, E. 1979. Química Agrícola III Alimentos. España. Editorial Alambra S.A.
- Ramírez, J. 2006. Fundamentos de reología de Alimentos, JSR e-books Cali, Colombia
- Rao, M. 1986. Rheological Properties of Fluid Foods: "Engineering Properties of Foods". Eds M. A. Rao y S. S. H. Rizvi. pp. 1 – 47. Marcel Dekker, Inc. Nueva York.
- Roudot, A. 2004. Reología y análisis de la textura de los alimentos. Trad. AI. Suberviola. Editorial ACRIBIA, S.A. España.
- Silva, J. A. 2006 Obtención, caracterización y relación estructura – funcionalidad de un aislado proteico de quinua (*chenopodium quinua* Willd) organica proveniente de la VI region Chile. Tesis Universidad de Chile.

STATGRAPHICS USER MANUAL, Statistical Graphics Corporation 5.0, 2002.

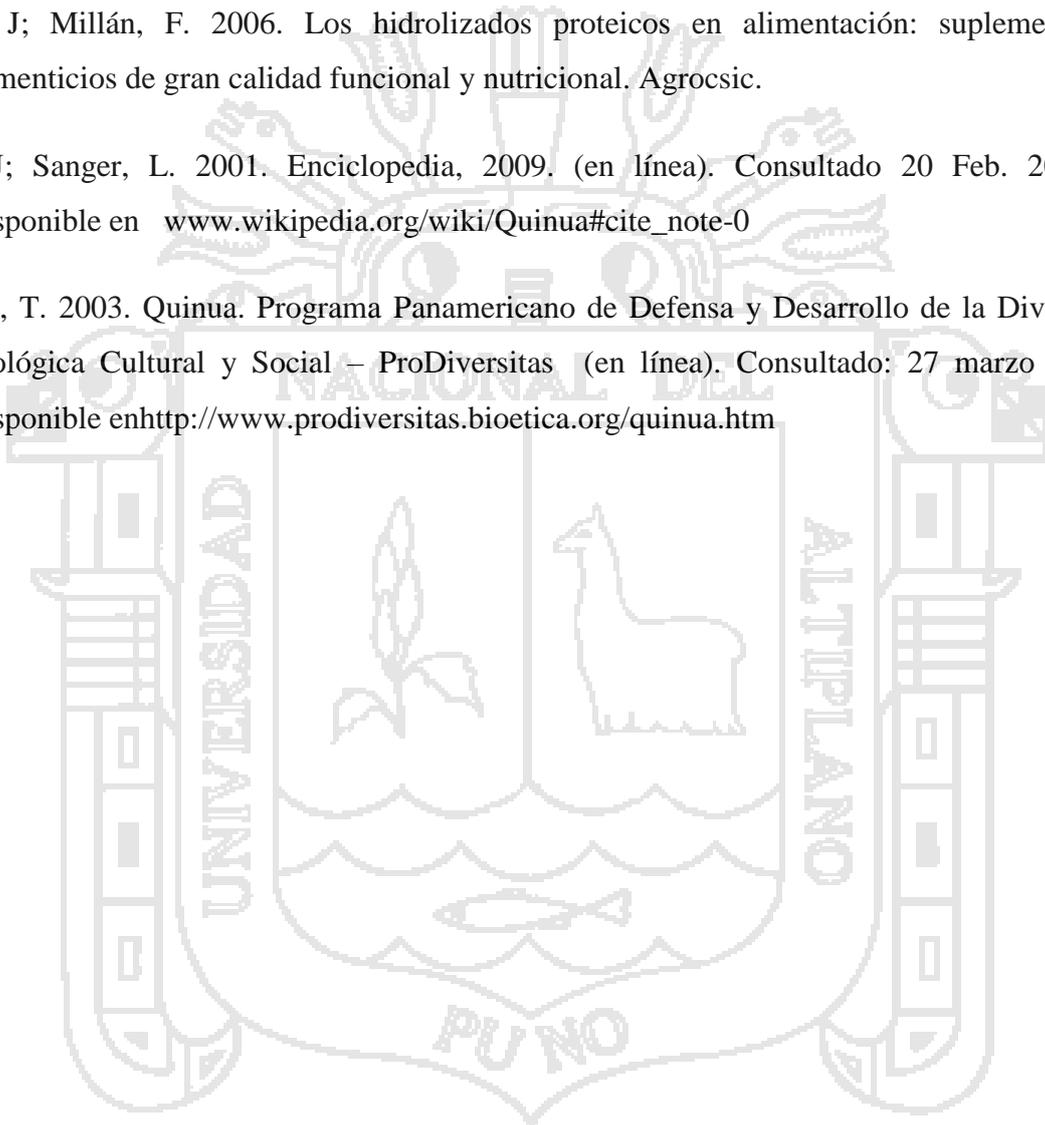
Steffe, J. 1996. Rheological methods in food process engineering. 2 ed. Freeman Press.  
EE.UU.

Toboada, M. 1990. Evaluación de las propiedades funcionales de un aislado proteico de Germen  
de Quinoa (*chenopodium quinoa* Willd)

Vioque, J; Millán, F. 2006. Los hidrolizados proteicos en alimentación: suplementos  
alimenticios de gran calidad funcional y nutricional. Agrosic.

Wales, J; Sanger, L. 2001. Enciclopedia, 2009. (en línea). Consultado 20 Feb. 2010.  
Disponible en [www.wikipedia.org/wiki/Quinoa#cite\\_note-0](http://www.wikipedia.org/wiki/Quinoa#cite_note-0)

Zamudio, T. 2003. Quinoa. Programa Panamericano de Defensa y Desarrollo de la Diversidad  
Biológica Cultural y Social – ProDiversitas (en línea). Consultado: 27 marzo 2009.  
Disponible en <http://www.prodiversitas.bioetica.org/quinoa.htm>





## ANEXO N° 01: USO DE MATERIALES Y EQUIPOS

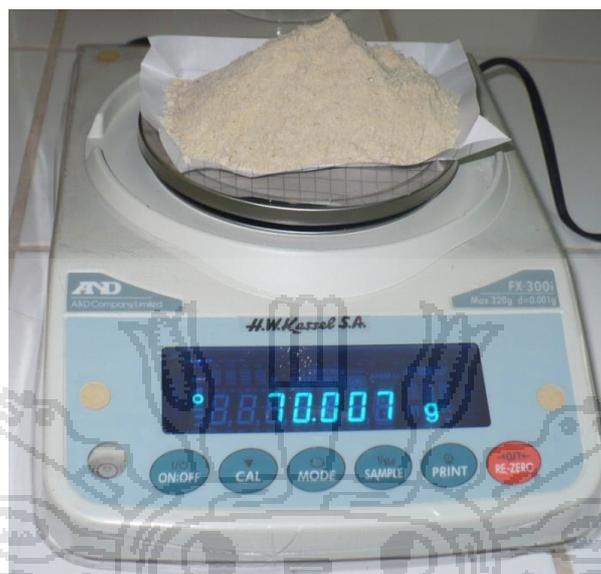


Foto N° 01: Pesado de la muestra (harina de quinua)



Foto N° 02: Reactivos para extracción de la proteína

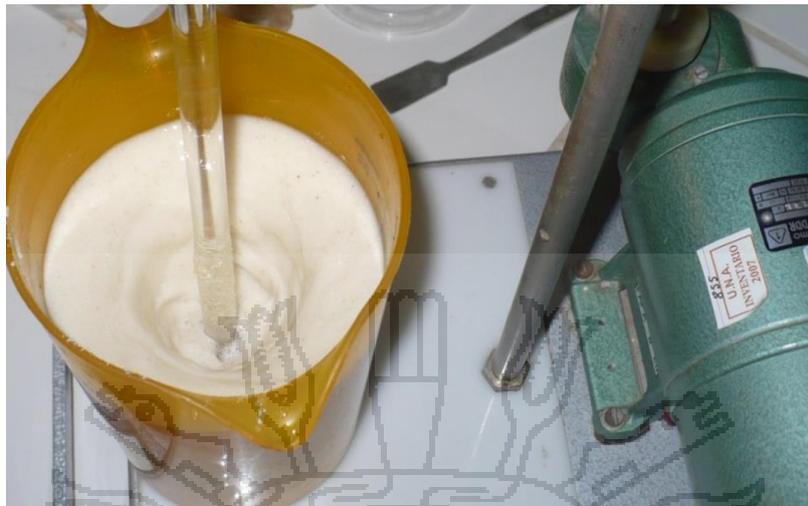


Foto N° 03: Agitación mecánica para el aislamiento de la proteína



Foto N° 04: Agitación magnética para el aislamiento de la proteína



Foto N° 05: Separación de fibra y almidón de quinua



Foto N° 06: Proteína aislada de la quinua



Foto N° 07: Secado de la proteína

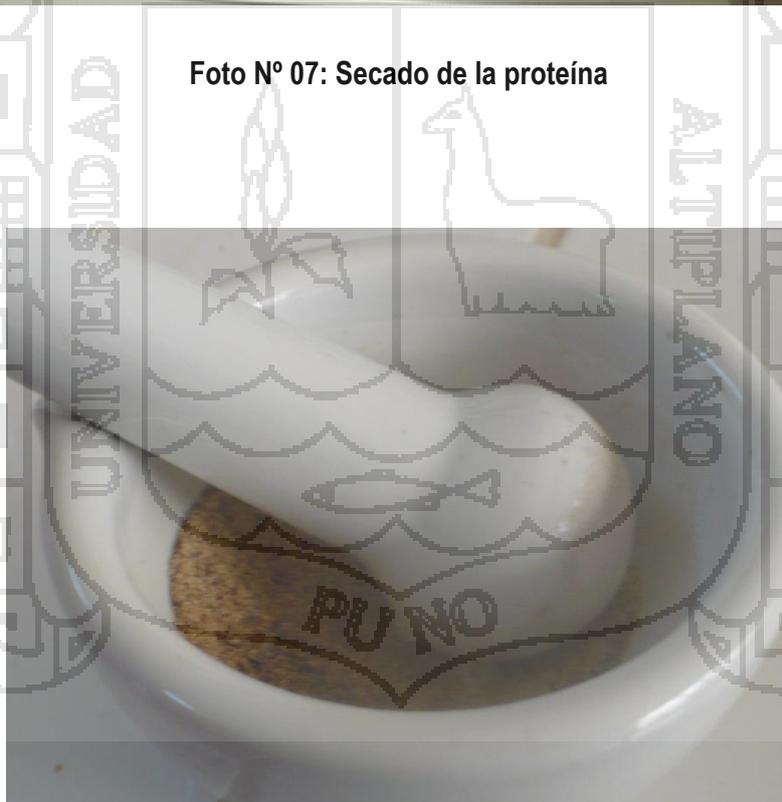


Foto N° 08: Moliendo de la proteína



Foto N° 09: Pesado de la proteína para determinar la humedad



Foto N° 10: Digestión de la proteína



Foto N° 11: Determinación del porcentaje de pureza de la proteína



Foto N° 12: Materia prima (Naranja proveniente del valle de San Juan)



Foto N° 13: Control de pH en diferentes etapas del proceso

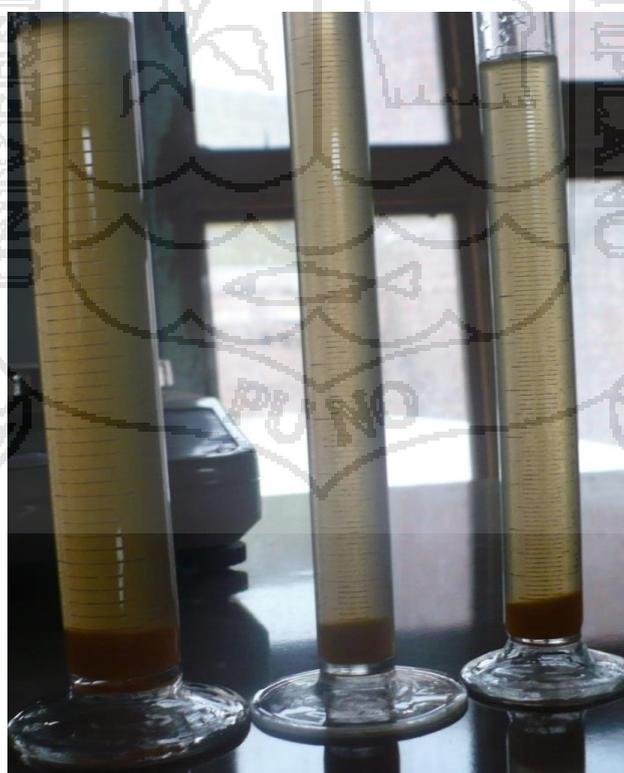


Foto N° 14: Prueba del volumen de sedimentación



Foto N° 15: Producto final



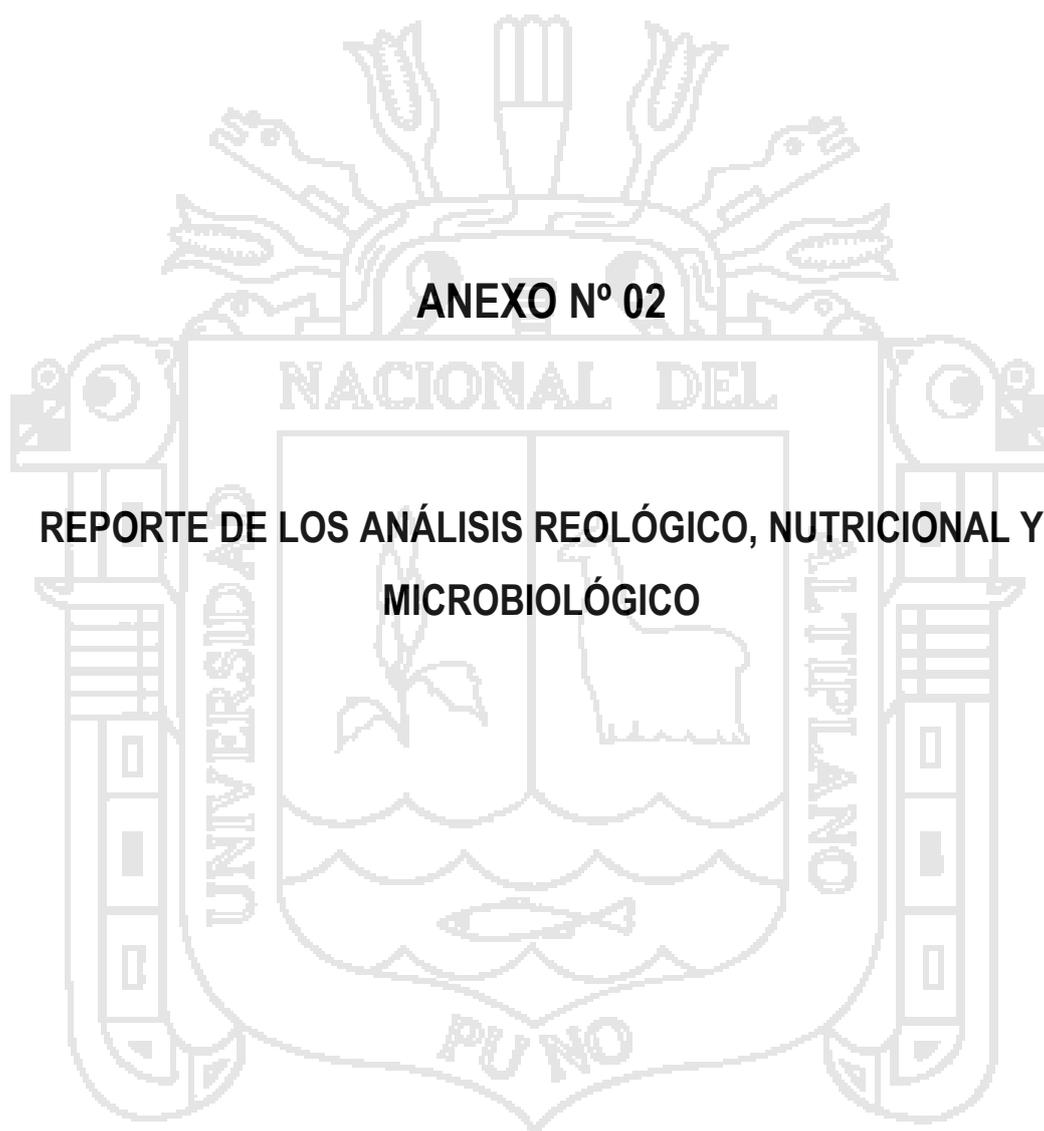
Foto N° 16: Análisis reológico



Foto N° 17: Análisis reológico

**ANEXO N° 02**

**REPORTE DE LOS ANÁLISIS REOLÓGICO, NUTRICIONAL Y  
MICROBIOLÓGICO**





Universidad Nacional del Altiplano - Puno

FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS

Ciudad Universitaria s/n - Telefax (051) 366080 - Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



Laboratorio de Evaluación Nutricional de Alimentos

ANALISIS FISICO QUIMICO DE ALIMENTOS

LENA - N° 021-2010

SOLICITANTE : José Gabriel LEON HANCCO  
 TESIS : E. P. INGENIERIA AGROINDUSTRIAL  
 PRODUCTOS : Proteína Aislada de Quinua (Variedad Pasancalla)  
 TEMA : Determinacion de Vida Útil de Nectar de Naranja Estabilizado con Proteína Aislada de Quinua Proteína Aislada de Quinua.  
 TIPO DE ANÁLISIS : HUMEDAD Y PROTEINA  
 FECHA DE RECEPCION : 01 de Marzo del 2010  
 FECHA DE ENSAYO : 01 de Marzo del 2010  
 FECHA DE EMISION : 03 de Marzo del 2010

RESULTADOS:

De acuerdo al Informe de los Análisis de Laboratorio que obra en los archivos los resultados son:

DETERMINACION DE HUMEDAD Y PROTEINA:

ENSAYOS	RESULTADOS	
	M1	M2
HUMEDAD %	8,10	8,10
PROTEINA %	86,93	85,95

CONCLUSION De acuerdo con los resultados obtenidos y contrastados con los verificados tomados como referencia, se concluye para la muestra analizada.

- Los resultados den HUMEDAD Y PROTEINA están conformes.

Puno, C.U. 03 de Marzo del 2010



Ing° OSWALDO KENSI ALCA  
 Control de Calidad de Alimentos  
 ANALISIS - LABORATORIO



Ing° M.Sc. F. Victor Choquehuanca Cáceres  
 DIRECTOR  
 E.P. INGENIERIA AGROINDUSTRIAL



Universidad Nacional del Altiplano - Puno

**FACULTAD DE INGENIERIA QUIMICA**

Ciudad Universitaria - Apartado 291 - Telefax: (051) 366190 - Fax (051) 366190



## CERTIFICADO DE ANÁLISIS

ASUNTO: Análisis reológico de NECTAR DE NARANJA estabilizado con proteína aislada de quinua.

PROCEDENCIA : Interesado  
INTERESADO : José Gabriel León Hancoo  
MUESTREO : Por el interesado  
ANALISIS : 14 - 04 - 10

Los resultados del análisis reológico del NECTAR DE NARANJA estabilizado con proteína aislada de quinua, realizado con el Viscosímetro Brookfield DV-III ULTRA, han dado los siguientes valores de parámetros de: Índice de consistencia, índice de flujo y límite de fluencia; según se detalla a continuación:

### 1. RESULTADOS:

PARÁMETRO	CODIGO DE MUESTRA	
	M1	M2
Índice de consistencia (cP)	0,04	0,17
Índice de Flujo	1,75	1,50
Límite de Fluencia (D/cm <sup>2</sup> )	0,62	0,65

Los resultados tienen 99% de aproximación según el modelo de HERSHEL BULKLEY,  $\tau = \tau' + kD^n$ , en todos los casos.

Puno, C.U. 14 de Abril del 2010

V°B°

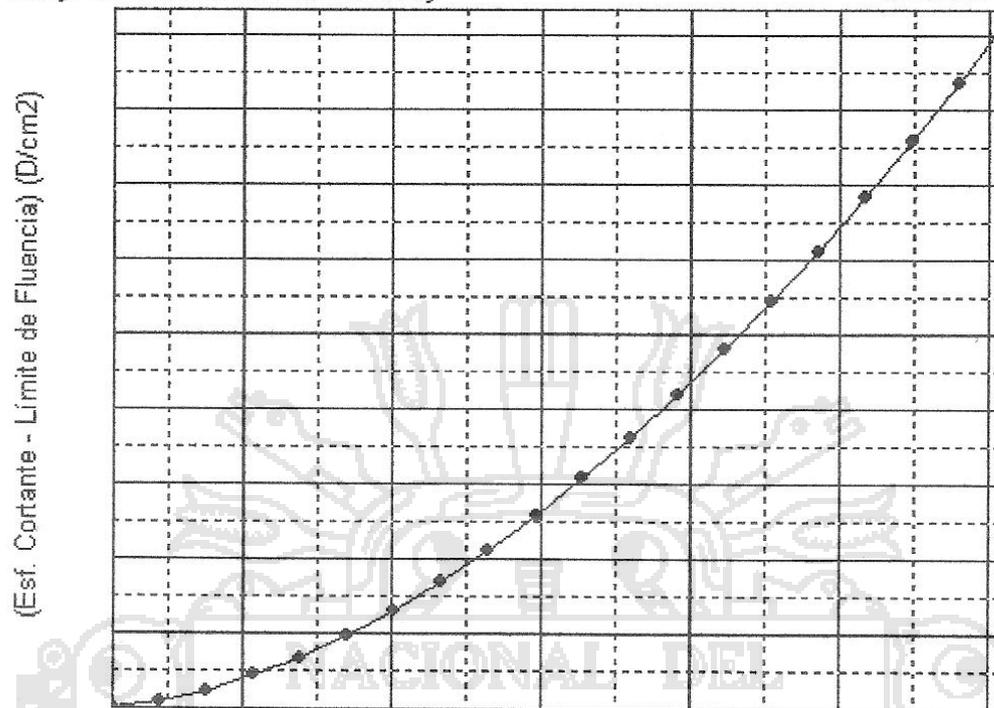


*[Firma]*  
Ing. Mg. Higinio Alberto Zuñiga Sánchez  
DECANO  
Facultad de Ingeniería Química  
UNA - PUNO

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS - FIO - UNA

Dibujo de análisis:Herschel-Bulkley

Muestra: M1



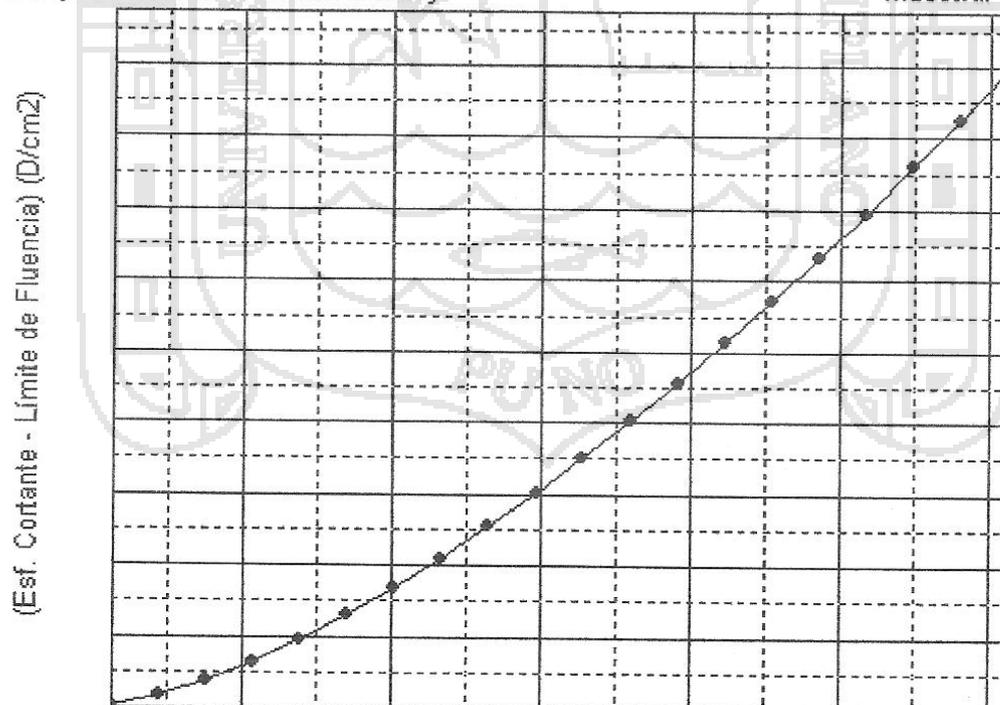
G. Velocidad (1/seg)

Ind. consistencia = 0.04 Índice de flujo = 1.75 Límite de Fluencia = 0.62 PdA99.

LABORATORIO DE TECNOLOGIA DE ALIMENTOS - FIO - UNA

Dibujo de análisis:Herschel-Bulkley

Muestra: M2



G. Velocidad (1/seg)

Ind. consistencia = 0.17 Índice de flujo = 1.50 Límite de Fluencia = 0.65 PdA98.



*Universidad Nacional del Altiplano - Puno*

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS**

Ciudad Universitaria s/n - Telefax (051) 366080 - Casilla 291 e-mail: fca-una@eudoramail.com



**INFORME DE ENSAYO MICROBIOLÓGICO N° 011-2010-LMA-FCA**

**1. INFORMACIÓN GENERAL:**

SOLICITANTE : Jose Gabriel Leon Hancco  
 DIRECCIÓN : Puno  
 MUESTRA - PRODUCTO : Néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua (Tesis)  
 MUESTREO : Por el interesado  
 PRESENTACION : muestra frasco PET 300 ml.  
 ANALISIS SOLICITADO : Análisis Microbiológico  
 FECHA:  
 - Recepción de la muestra : 30/03/2010  
 - Análisis : 30/03/2010 al 06/04/2010

**2. RESULTADOS DEL ANALISIS MICROBIOLÓGICO:**

Microorganismo	Cantidad	Norma sanitaria
Aerobios mesófilos	10 <sup>2</sup> ufc/ml	10 <sup>2</sup> ufc/ml
Mohos	10 ufc/ml	10 ufc/ml
Coliformes	Ausente	Ausente
Levaduras	10 ufc/ml	10 ufc/ml

**DICTAMEN**

Los resultados obtenidos son conformes con la norma de la referencia.

**Referencia:**

R.M. N° 591-2008-SA, del 27/08/08 se aprobó la NTS N° 071 "Criterios Microbiológicos de calidad sanitaria e inocuidad de los alimentos y bebidas de consumo humano".

Es cuanto se informa para los fines correspondientes.

Puno, 06 de abril de 2010.

c.c.  
Arch. 2010

Victor E. Choquehuanca Cáceres  
 DOCENTE ASOCIADO



## TARJETA DE ANALISIS SENSORIAL

NOMBRE: \_\_\_\_\_

EDAD: \_\_\_\_\_ FECHA: \_\_\_\_\_

### INTRUCCIONES:

1.-Por favor antes de probar las muestras siga la secuencia de cada atributo a calificar en el orden establecido. Los atributos serán calificados de acuerdo a su apreciación basando en la siguiente escala de calificación:

EXCELENTE (5 Ptos.) MUY BUENO (4 Ptos.) BUENO (3 Ptos.) REGULAR (2 Ptos) MALO (1 Pto.)

	CLAVE	M1	M2	M3
<b>ATRIBUTO</b>				
OLOR				
COLOR				
SABOR				

COMENTARIOS: \_\_\_\_\_

\_\_\_\_\_

**GRACIAS**

Tabla 3.2: Matriz de nivel de proteína, temperatura y tiempo de pasteurización

Nº Exp.	Proteína (%) A	Temperatura (°C) B	Tiempo (min) C	Vol. De Sed. (ml)			
				R1	R2	X	
1	0.10	75	15	2.0	2.0	2.00	
2			20	2.0	2.0	2.00	
3			25	2.0	2.0	2.00	
4		80	80	15	1.2	1.2	1.20
5				20	1.2	1.2	1.20
6				25	1.1	1.2	1.15
7		85	85	15	1.5	1.5	1.50
8				20	1.1	1.2	1.15
9				25	1.2	1.3	1.25
10	0.50	75	15	2.0	2.0	2.00	
11			20	2.0	2.0	2.00	
12			25	1.8	1.7	1.75	
13		80	80	15	1.6	1.7	1.65
14				20	1.7	1.8	1.75
15				25	1.5	1.6	1.55
16		85	85	15	1.5	1.6	1.55
17				20	1.6	1.7	1.65
18				25	1.6	1.6	1.60
19	1.00	75	15	2.1	2.1	2.10	
20			20	2.1	2.0	2.05	
21			25	2.0	2.0	2.00	
22		80	80	15	1.4	1.3	1.35
23				20	1.2	1.2	1.20
24				25	1.2	1.2	1.20
25		85	85	15	1.6	1.6	1.60
26				20	1.5	1.5	1.50
27				25	1.3	1.2	1.25

Fuente: Elaboración propia

Tabla 4.1.1: Minimizar el volumen de sedimentación

```

Optimize Response
-----
Goal: minimize Vol_Sedimentacion

Optimum value = 1,14081

Factor          Low          High          Optimum
-----
Nivel_Proteina  0,1          1,0          1,00
Temp_pasteurizacion 75,0        85,0        82,1684
Tiempo_Pasteurizac 15,0        25,0        25,0
    
```

Tabla 4.1.2: Regresión de coeficientes para el volumen de sedimentación

Regression coeffs. for Vol\_Sed

```

constant      = 111.431
A:Nivel_Prot  = -0.146776
B:Temp_Past   = -2.67296
C:tiemp_Past  = -0.0938889
AA            = -0.932785
AB            = 0.0185185
AC            = -0.0111111
BB            = 0.0161111
BC            = 0.00166667
CC            = -0.000888889
    
```

The StatAdvisor

This pane displays the regression equation which has been fitted to the data. The equation of the fitted model is

$$\begin{aligned}
 \text{Vol\_Sed} = & 111.431 - 0.146776 * \text{Nivel\_Prot} - 2.67296 * \text{Temp\_Past} - \\
 & 0.0938889 * \text{tiemp\_Past} - 0.932785 * \text{Nivel\_Prot}^2 + \\
 & 0.0185185 * \text{Nivel\_Prot} * \text{Temp\_Past} - 0.0111111 * \text{Nivel\_Prot} * \text{tiemp\_Past} + \\
 & 0.0161111 * \text{Temp\_Past}^2 + 0.00166667 * \text{Temp\_Past} * \text{tiemp\_Past} - \\
 & 0.000888889 * \text{tiemp\_Past}^2
 \end{aligned}$$

Tabla 4.6: Olor del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua

Muestra Optima	Temperatura (°C)	Jueces	Días		
			3	6	12
Néctar	30	1	2	2	4
		2	3	3	5
		3	3	4	4
		4	2	2	5
		5	3	3	3
		6	2	4	3
		7	2	3	5
		8	2	4	3
		9	3	4	4
		10	3	4	3
<b>Promedio</b>			<b>3.5</b>	<b>3.3</b>	<b>3.7</b>

Tabla 4.7: Color del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua

Muestra Optima	Temperatura (°C)	Jueces	Días		
			3	6	12
Néctar	30	1	3	2	1
		2	4	4	3
		3	4	3	3
		4	4	2	2
		5	3	4	3
		6	4	3	2
		7	4	4	3
		8	3	4	2
		9	4	3	2
		10	3	4	4
<b>Promedio</b>			<b>3.6</b>	<b>3.3</b>	<b>2.5</b>

Tabla 4.8: Sabor del néctar de naranja estabilizado con proteína aislada de quinua

Muestra Optima	Temperatura (°C)	Jueces	Días		
			3	6	12
Néctar	30	1	3	4	4
		2	2	4	4
		3	3	3	3
		4	2	2	5
		5	2	4	3
		6	3	4	4
		7	2	3	5
		8	3	4	4
		9	3	4	5
		10	3	4	5
<b>Promedio</b>			<b>2.6</b>	<b>3.6</b>	<b>4.2</b>

Tabla 4.9: Resumen de Prueba de Friedman comparativo en días y sus multiples comparaciones

Atributos	Hp:	T <sub>2</sub>	A <sub>2</sub>	B <sub>2</sub>	R <sub>1</sub>	R <sub>2</sub>	R <sub>3</sub>
Olor	2.37	118.16	339	323.5	Significativo	Significativo	Significativo
Color	2.37	162.6	316	301.0	Significativo	Significativo	Significativo
Sabor	2.37	249.2	386	373.6	Significativo	Significativo	Significativo

DONDE:

R<sub>1</sub> : 3 días

R<sub>2</sub> : 6 días

R<sub>3</sub> : 12 días

$$T_2 = \frac{n-1 \left[ B_2 - \left( \frac{bk(k+1)^2}{4} \right) \right]}{A_2 - B_2} \tag{4.1}$$

$$B_2 = \frac{1}{b} \sum_{i=1}^k Ri^2 \tag{4.2}$$

$$A_2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^b Rij \tag{4.3}$$

**DONDE:**

$k$  = número de tratamientos

$b$  = número de bloques (R1,R2,R3)

$R_i$  = suma de rangos en la condición (tratamientos)

$$\theta_s = \frac{A_e - A_o}{K} \quad (4.4)$$

**DONDE:**

$\theta_s$  = vida en anaquel en días

$A_e$  = Valor de A al final de la vida en anaquel

$A_o$  = Valor de la calidad

$K$  = Constante que depende de la temperatura y la  $a_w$  de agua

