



**UNIVERSIDAD DE CHILE**  
**FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACEUTICAS**  
**DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE LOS ALIMENTOS Y TECNOLOGIA**  
**QUIMICA**  
**LABORATORIO DE PROCESOS DE ALIMENTOS**

Profesor patrocinante:

Eduardo Segundo Castro Montero

Ingeniero Civil Químico,

Magister en Ciencia de los Alimentos

Directores de memoria:

Eduardo Segundo Castro Montero

Ingeniero Civil Químico,

Magister en Ciencia de los Alimentos

Carlos Amador Castro Sandoval

Ingeniero Comercial,

Magíster en Administración de Empresas

**“DESARROLLO, OPTIMIZACION Y ESTUDIO DE FACTIBILIDAD**  
**TECNICO ECONOMICA DE PRODUCTOS A BASE DE QUINOA**  
**(*CHENOPODIUM QUINOA WILLD*)”**

MEMORIA PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO EN ALIMENTOS

**JOHANNA STEFANIE ALTIMIRA CRUZ**  
**LUIS ESTEBAN ARANGUIZ FARIAS**

**SANTIAGO, CHILE**  
**2006**



**A nuestras familias.**

## **AGRADECIMIENTOS**

- A nuestro profesor, Sr. Eduardo Castro por su ayuda, apoyo, comprensión, y sobre todo paciencia.
- A nuestro profesor, Sr. Carlos Castro por su ayuda en la elaboración del estudio de factibilidad de esta memoria.
- A Sra. Martita, Don Carlos, Don Manuel y Don Eduardo por su ayuda desinteresada e incondicional durante nuestros años en la Universidad.
- A nuestros amigos por su apoyo y comprensión.
- A Andrés Cortés por su ayuda y asesoría.

Johanna y Luis

- A mi papá y hermano que me han apoyado y aconsejado cada vez que los necesito.
- A mi tía Fernanda y mis primas por su ayuda incondicional y apoyo.
- A mi mamá y mis abuelas(os) que siempre han estado cerca, apoyándome y ayudándome a superar cada obstáculo y por darme las oportunidades que he tenido en mi vida.
- A Luis por ser mi gran apoyo y compañero perfecto, y por hacer mi vida más feliz.
- A todas las personas que me han acompañado en este etapa de mi vida.

Johanna

- A mi mamá por que sin su sacrificio nada de lo que soy existiría. Su fuerza mantuvo y mantendrá siempre a nuestra familia unida.
- A Johanna Altimira por que sin ella nada de esto seria realidad, gracias por darme las fuerzas y el apoyo necesarios para ser quien soy ahora.
- A mi hermano por estar siempre para mí, ayudarme y acompañarme en cada una de mis decisiones.
- A mis amigos de toda la vida, gracias por soportarme y acompañarme siempre.

Luis

## INDICE GENERAL

<b>AGRADECIMIENTOS</b>	III
<b>INDICE GENERAL</b>	IV
<b>INDICE DE TABLAS</b>	VIII
<b>INDICE DE FIGURAS</b>	XI
<b>INDICE DE ANEXOS</b>	XIV
<b>RESUMEN</b>	XVI
<b>SUMMARY</b>	XVII
<b>1. INTRODUCCIÓN</b>	1
1.1 Antecedentes generales	1
1.2 Características de la quínoa	2
<b>2. OBJETIVOS</b>	2
2.1 Objetivo general	2
2.2 Objetivos específicos	3
<b>3. MATERIALES Y METODOS</b>	3
3.1 Materiales	3
3.1.1 Materia prima	3
3.1.2 Reactivos químicos	3
3.1.3 Insumos y utensilios	4
3.1.4 Equipos	4
3.2 Métodos	5
3.2.1 Elaboración de la harina de quínoa	5
3.2.1.1 Lavado de quínoa	5
3.2.1.2 Secado de la quínoa	5
3.2.1.3 Molienda de quínoa	5
3.2.2 Determinación de la granulometría de la harina de quínoa	5
3.2.3 Determinación del contenido de humedad de la harina de quínoa	5
3.2.4 Diseño experimental	6
3.2.5 Evaluación sensorial	6

3.2.5.1	Porcentaje de incidencia de las distintas características de la barra de quínoa sobre la calidad total	6
3.2.5.2	Porcentaje de incidencia de las distintas características de las hojuelas de quínoa sobre la calidad total	6
3.2.6	Optimización por superficie de respuesta	7
3.2.7	Análisis realizados al producto terminado	7
3.2.7.1	Análisis proximal	7
3.2.7.1.1	Determinación de la cantidad de proteínas	7
3.2.7.1.2	Determinación de la cantidad de grasas	7
3.2.7.1.3	Determinación de la cantidad de cenizas	7
3.2.7.1.4	Determinación de la cantidad de hidratos de carbono	7
3.2.7.2	Análisis reológicos	8
3.2.7.3	Determinación de la actividad de agua	8
3.2.7.4	Determinación de la vida útil	8
3.2.7.4.1	Test de aceptabilidad para evaluación de vida útil	8
<b>4.</b>	<b>RESULTADOS</b>	<b>9</b>
4.1	Proceso productivo	9
4.1.1	Características de la materia prima	9
4.1.2	Elaboración de barra de cereal en base a quinua	10
4.1.2.1	Determinaciones previas	10
4.1.2.2	Variables del diseño experimental	11
4.1.2.3	Evaluación sensorial	12
4.1.2.3.1	Análisis estadístico de los resultados obtenidos en la evaluación	12
4.1.2.4	Producto optimizado	15
4.1.2.5	Análisis al producto optimizado	19
4.1.2.5.1	Análisis proximal	19
4.1.2.5.2	Actividad de agua	19
4.1.2.5.3	Análisis reológicos	20

4.1.2.5.4	<u>Vida útil</u>	23
4.1.3	<u>Elaboración de hojuelas de cereal en base a quinua</u>	25
4.1.3.1	<u>Determinaciones previas</u>	25
4.1.3.2	<u>Variables del diseño experimental</u>	26
4.1.3.3	<u>Evaluación sensorial</u>	27
4.1.3.3.1	<u>Análisis estadístico de los resultados obtenidos en la evaluación</u>	27
4.1.3.4	<u>Producto optimizado</u>	29
4.1.3.5	<u>Análisis al producto optimizado</u>	32
4.1.3.5.1	<u>Análisis proximal</u>	32
4.1.3.5.2	<u>Actividad de agua</u>	33
4.1.3.5.3	<u>Análisis reológicos</u>	33
4.1.3.5.4	<u>Vida útil</u>	37
4.2	<u>Estudio de mercado</u>	39
4.2.1	<u>Análisis de la demanda actual y futura</u>	39
4.2.1.1	<u>Principales consumidores</u>	40
4.2.1.2	<u>Proyección de la demanda</u>	40
4.2.2	<u>Análisis de la oferta actual y estimación futura</u>	41
4.2.2.1	<u>Principales productores y exportadores</u>	42
4.2.2.2	<u>Proyección de la oferta</u>	43
4.2.3	<u>Situación nacional del sector de los cereales para el desayuno</u>	44
4.2.3.1	<u>Evolución de la producción</u>	44
4.2.3.2	<u>Comportamiento de los precios</u>	44
4.2.3.3	<u>Disponibilidad de materia prima</u>	45
4.2.4	<u>Resultados del estudio de mercado</u>	45
4.2.4.1	<u>Capacidad del proyecto</u>	45
4.2.4.2	<u>Precios de comercialización</u>	46
4.2.4.3	<u>Ubicación del proyecto</u>	46
4.2.4.4	<u>Abastecimiento de materias primas</u>	46

4.3	<u>Estudio económico – financiero</u>	47
4.3.1	<u>Inversiones</u>	47
4.3.2	<u>Costos del proyecto</u>	48
4.3.2.1	<u>Costos variables</u>	48
4.3.2.2	<u>Costos fijos</u>	48
4.3.3	<u>Ingresos del proyecto</u>	48
4.3.4	<u>Egresos</u>	49
4.3.5	<u>Flujo neto de operación</u>	49
4.3.6	<u>Evaluación económica</u>	50
4.3.6.1	<u>Valor actual neto (VAN)</u>	50
4.3.6.2	<u>Período de recuperación de la inversión (PRI)</u>	50
4.3.6.3	<u>Tasa interna de retorno (TIR)</u>	50
4.3.7	<u>Análisis de sensibilización</u>	50
4.3.7.1	<u>Sensibilización del precio de venta</u>	51
4.3.7.2	<u>Sensibilización del volumen de venta</u>	51
4.3.7.2.1	<u>Sensibilización del precio de la materia prima</u>	52
<b>5.</b>	<b><u>CONCLUSIONES</u></b>	<b>53</b>
<b>6.</b>	<b><u>BIBLIOGRAFIA</u></b>	<b>55</b>

## INDICE DE TABLAS

<b>TABLA N°1</b>	<u>Porcentaje de incidencia para barra de cereal</u>	06
<b>TABLA N°2</b>	<u>Porcentaje de incidencia para hojuelas de cereal</u>	07
<b>TABLA N°3</b>	<u>Escala utilizada para la evaluación de la aceptabilidad</u>	09
<b>TABLA N°4</b>	Composición química de la quínoa <u>(por 100 g de muestra)</u>	09
<b>TABLA N°5</b>	Formulación de la granola de quínoa <u>(por 100 g de harina de quínoa)</u>	11
<b>TABLA N°6</b>	Formulación de la barra de quínoa <u>(por 100 g de producto final)</u>	11
<b>TABLA N°7</b>	Matriz de combinaciones para la optimización <u>de las barras de quínoa</u>	12
<b>TABLA N°8</b>	Contraste múltiple de rangos para las diferentes <u>muestras de barra a base de quínoa</u>	14
<b>TABLA N°9</b>	Matriz con los resultados finales obtenidos en el presente análisis. Se presentan los valores promedios y su desviación estándar	15
<b>TABLA N°10</b>	Información nutricional para la barra de <u>quínoa optimizada</u>	19
<b>TABLA N°11</b>	Resultados de la regresión lineal de los valores <u>generados en el anexo N°10</u>	24
<b>TABLA N°12</b>	Formulación de la hojuela de quínoa. Base a <u>100 g de harina de quínoa</u>	26
<b>TABLA N°13</b>	Matriz de combinaciones para la optimización <u>de las hojuelas de cereal a base de quínoa</u>	27
<b>TABLA N°14</b>	Contraste múltiple de rangos para las diferentes <u>muestras de hojuela a base de quínoa</u>	29

<b>TABLA N°15</b>	Matriz con los resultados finales obtenidos en el presente estudio. Se presentan los valores promediados y sus desviaciones estándar	29
<b>TABLA N°16</b>	Información nutricional para hojuelas de quínoa	33
<b>TABLA N°17</b>	Resultados de la regresión lineal de los valores generados en el anexo N°16	38
<b>TABLA N°18</b>	Valor actual neto estimado para el período	50
<b>TABLA N°19</b>	Indicadores económicos para sensibilidad del precio de venta	51
<b>TABLA N°20</b>	Indicadores económicos para sensibilidad del volumen de venta	51
<b>TABLA N°21</b>	Indicadores económicos para sensibilidad del precio de materia prima	52

### TABLAS EN ANEXO

<b>TABLA A5.1</b>	Análisis de varianza para la calidad total	66
<b>TABLA A5.2</b>	Coefficiente de regresión para calidad total	66
<b>TABLA A8.1</b>	Información nutricional productos comerciales	75
<b>TABLA A9.1</b>	Análisis reológico de cizalla	76
<b>TABLA A9.2</b>	Análisis reológico de flexión	77
<b>TABLA A10.1</b>	Valores promedios obtenidos de análisis sensorial	78
<b>TABLA A10.2</b>	Valores para el estudio de la vida útil	78
<b>TABLA A10.3</b>	Valores para el estudio de vida útil. Determinación de la ecuación de Arrhenius	79
<b>TABLA A12.1</b>	Análisis de varianza para la calidad total	81
<b>TABLA A12.2</b>	Coefficiente de regresión para calidad total. Optimización de hojuelas de quínoa	81
<b>TABLA A15.1</b>	Análisis reológico de cizalla	84
<b>TABLA A15.2</b>	Análisis reológico de celda de Kramer	85

<b>TABLA A16.1</b>	<u>Valores promedios obtenidos del análisis sensorial</u>	86
<b>TABLA A16.2</b>	<u>Valores para el estudio de vida útil</u>	86
<b>TABLA A16.3</b>	Valores para el estudio de vida útil.	
	<u>Determinación de la ecuación de Arrhenius</u>	87

## INDICE DE FIGURAS

<b>FIGURA 1</b>	<u>Planta de quínoa</u>	1
<b>FIGURA 2</b>	<u>Medias e intervalos al 95% según Tukey HSD para jueces</u>	13
<b>FIGURA 3</b>	<u>Medias e intervalos al 95% según Tukey HSD para muestras</u>	14
<b>FIGURA 4</b>	<u>Gráfico de Pareto para los distintos factores en análisis para barra de quínoa</u>	16
<b>FIGURA 5</b>	<u>Superficie de respuesta estimada para el experimento para barras de quínoa</u>	17
<b>FIGURA 6</b>	<u>Diagrama de bloques del proceso de elaboración de barras de quínoa</u>	18
<b>FIGURA 7</b>	<u>Evolución de la fuerza elástica máxima de barra de quínoa</u>	20
<b>FIGURA 8</b>	<u>Evolución de la deformación elástica máxima para la prueba de cizalla de barras de quínoa</u>	21
<b>FIGURA 9</b>	<u>Evolución de la fuerza elástica máxima de barra de quínoa</u>	22
<b>FIGURA 10</b>	<u>Evolución de la deformación elástica máxima para la prueba de flexión de barras de quínoa</u>	22
<b>FIGURA 11</b>	<u>Valorización promedio para aceptabilidad en el tiempo</u>	23
<b>FIGURA 12</b>	<u>Medias e intervalos al 95% según Tukey HSD para jueces</u>	28
<b>FIGURA 13</b>	<u>Medias e intervalos al 95% según Tukey HSD para muestras</u>	28
<b>FIGURA 14</b>	<u>Gráfico de Pareto para los distintos factores en análisis para hojuelas de quínoa</u>	30

<b>FIGURA 15</b>	Superficie de respuesta estimada para el estudio de hojuelas de quínoa	31
<b>FIGURA 16</b>	Diagrama de bloques del proceso de elaboración de hojuelas de quínoa	32
<b>FIGURA 17</b>	Evolución de la fuerza elástica máxima en el tiempo	34
<b>FIGURA 18</b>	Evolución de la deformación elástica máxima en el tiempo	34
<b>FIGURA 19</b>	Evolución en el tiempo de la fuerza elástica máxima	35
<b>FIGURA 20</b>	Evolución en el tiempo de la deformación elástica máxima	36
<b>FIGURA 21</b>	Valorización promedio para aceptabilidad en el tiempo	37
<b>FIGURA 22</b>	Porcentaje de hogares de la población que compran cereales (año 1999 vs año 2003). Fuente LatinPanel, Revista Industria de Alimentos 2004	39

### FIGURAS EN ANEXOS

<b>FIGURA A1.1</b>	Lavado de quínoa para eliminar la saponina presente en el grano	60
<b>FIGURA A1.2</b>	Lavado de quínoa para eliminar la saponina presente en el grano	60
<b>FIGURA A1.3</b>	Lavado de quínoa para eliminar la saponina presente en el grano	60
<b>FIGURA A1.4</b>	Distribución de granos de quínoa para su posterior secado en estufa	60
<b>FIGURA A2.1</b>	Disposición de la quínoa en el molino de martillo – cuchillo para la molienda del grano	61

<b>FIGURA A2.2</b>	Disposición de la quínoa en el molino de <u>martillo – cuchillo para la molienda del grano</u>	61
<b>FIGURA A2.3</b>	<u>Segunda molienda de la harina de quínoa</u>	61
<b>FIGURA A2.4</b>	<u>Harina de quínoa y grano de quínoa original</u>	61
<b>FIGURA A6.1</b>	<u>Ingredientes para elaborar granola de quínoa</u>	67
<b>FIGURA A6.2</b>	Adición de huevo a los ingredientes secos <u>para elaborar granola</u>	67
<b>FIGURA A6.3</b>	<u>Mezcla de ingredientes</u>	67
<b>FIGURA A6.4</b>	<u>Granola</u>	67
<b>FIGURA A6.5</b>	<u>Adición de solución aglomerante</u>	67
<b>FIGURA A6.6</b>	<u>Barras de quínoa previo secado en estufa</u>	67
<b>FIGURA A13.1</b>	<u>Ingredientes para elaborar hojuelas de quínoa</u>	82
<b>FIGURA A13.2</b>	<u>Masa de hojuela de quínoa</u>	82
<b>FIGURA A13.3</b>	<u>Masa de quínoa en máquina de pastas</u>	82
<b>FIGURA A13.4</b>	<u>Formación manual de hojuelas</u>	82
<b>FIGURA A13.5</b>	<u>Hojuelas previo horneado</u>	82
<b>FIGURA A13.6</b>	<u>Hojuelas de quínoa listas para servir</u>	82

## INDICE DE ANEXOS

<b>ANEXO N°1</b>	Imágenes del proceso de lavado de quínoa para l a elaboración de harina	60
<b>ANEXO N°2</b>	Imágenes del proceso de molienda de los granos de quínoa para la elaboración de harina de quínoa	61
<b>ANEXO N°3</b>	Estimación del tamaño de partícula	62
<b>ANEXO N°4</b>	Escala de Karlsruhe para barras de cereales a base de quínoa	65
<b>ANEXO N°5</b>	Tablas generadas a partir del análisis estadístico de optimización por superficie de respuesta obtenido a través del software Statgraphics Plus 5.1	66
<b>ANEXO N°6</b>	Imágenes del procedimiento de elaboración de barra de quínoa	67
<b>ANEXO N°7</b>	Obtención de los nutrientes tanto para barras como de hojuelas a base de quínoa	68
<b>ANEXO N°8</b>	Tabla comparativa de la energía aportada por distintas barras de cereales existentes en el mercado actual	75
<b>ANEXO N°9</b>	Estudio reológico de barra de cereal a base de quínoa	76
<b>ANEXO N°10</b>	Estudio de vida útil de barra de cereal a base de quínoa	78
<b>ANEXO N°11</b>	Escala de Karlsruhe para hojuelas de cereal en base a quínoa	80
<b>ANEXO N°12</b>	Tablas generadas a partir del análisis estadístico de optimización por superficie de respuesta obtenido a través del software Statgraphics Plus 5.1	81
<b>ANEXO N°13</b>	Imágenes del procedimiento de elaboración de hojuelas de quínoa	82

<b>ANEXO N°14</b>	Comparación entre las propiedades nutricionales de las hojuelas de quínoa con otros productos de similares características	83
<b>ANEXO N°15</b>	Estudio reológico de hojuela de cereal a base de quínoa	84
<b>ANEXO N°16</b>	Estudio de vida útil de hojuela de cereal a base de quínoa	86
<b>ANEXO N°17</b>	Detalle inversión del proyecto	88
<b>ANEXO N°18</b>	Cotización equipos del proveedor Bühler	90
<b>ANEXO N°19</b>	Detalle de capital de trabajo	92
<b>ANEXO N°20</b>	Detalle de depreciación de equipos y obras civiles	93
<b>ANEXO N°21</b>	Detalle de costos totales del proyecto	94
<b>ANEXO N°22</b>	Ficha técnica de canela molida del proveedor GutLand S.A.	95
<b>ANEXO N°23</b>	Ficha técnica de azúcar líquida del proveedor IANSA	96
<b>ANEXO N°24</b>	Detalle de ingresos del proyecto	97
<b>ANEXO N°25</b>	Detalle de egresos del proyecto	98
<b>ANEXO N°26</b>	Flujo neto de operación	99

## RESUMEN

El presente trabajo hace referencia al desarrollo de hojuelas y barras de cereal a base de quínoa, a los cuales se realizó un proceso de optimización por superficie de respuesta a través de una evaluación sensorial basado en la escala de valorización de Karlsruhe. Es a partir de esta evaluación y con ayuda del software Statgraphics Plus 5.1 que se formularon dos óptimos para los productos. En el caso de la barra de cereal las variables independientes era el tiempo de horneado de la granola (componente principal de la barra) y el porcentaje de miel (constituyente de la solución aglomerante) obteniéndose luego del estudio, que con 40 minutos de horneado y con un 40% de miel la barra presentaba el valor óptimo de calidad total. En el caso de la hojuela las variables independientes eran la lecitina (%) y la temperatura de horneado (°C), obteniéndose como resultado una hojuela con 5% de lecitina y una temperatura de horneado de 120°C por 30 min. A ambos productos se realizaron estudios de nutrientes, reológicos y de vida útil, donde destacan la calidad proteica de los productos finales, la pérdida de dureza generalizada en el tiempo y una vida útil para ambos productos de 56 días.

Para la hojuela de cereal además se realizó un estudio de factibilidad técnico-económico, pretendiéndose abarcar el 5% del mercado nacional con 610 ton anuales. La elaboración del estudio financiero reveló la factibilidad del proyecto con un VAN de MM\$81,1 (TD 15%), un TIR de 17,5% y un PRI de 3,1 años. El estudio de sensibilización posterior dejó ver una alta dependencia del proyecto a un aumento de costo de materia prima, disminución del volumen de venta y del precio de venta a variaciones iguales o superiores al 10%.

## **SUMMARY**

### **“DEVELOPMENT, OPTIMIZATION AND TECHNICAL – ECONOMIC FEASIBILITY STUDY OF PRODUCTS BASED IN QUINOA (*CHENOPODIUM QUINOA WILLD*)”**

The present work makes a reference to the development of cereal flakes and bars based in quinoa in which an optimization process by response surface through a sensorial evaluation based on the valuation scale of Karlsruhe was carried out. Based on this evaluation and through the aid of software Statgraphics Plus 5.1 two optimal products were formulated. In the case of the cereal bar the independent variables were the granola baking time (main component of the bar) and the honey percentage (a part of the binder solution) concluding after the study, that with 40 minutes of baking time and a 40% of honey, the bar got the optimal value of total quality. In the case of cereal flakes, the independent variables were the lecithine (%) and the baking temperature (°C), as result, a flake was obtained with a 5% of lecithine and a baking temperature of 120°C for 30 minutes. Both products were examined in order to study their nutrients, reologics properties and shelf life, where it is emphasize the protein quality of end items, the loss of hardness through the time and a shelf life for both products of 56 days.

In addition for cereal flakes a technical – economic feasibility study was made, trying to include 5% of the national market with 610 ton annual. The elaboration of the financial study revealed the feasibility of the project with a NPV of MM\$81,1 (RD 15%), a IRR of 17,5% and a PRI of 3,1 years. The latest sensibilization study let see a high dependency of the project to an increase of the raw material cost, a diminution of the sale volume and the sale price to variations equal or superior to 10%.

## 1. INTRODUCCION

### 1.1 Antecedentes generales

La quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd) es un pseudocereal que fue usado como un alimento básico por los antiguos pueblos de Sudamérica (Wahli, 1990). Es un cultivo de los países andinos de Latinoamérica y pertenece a la familia de las quenopodiáceas. Es ampliamente cultivado en las planicies saladas del Sur de Bolivia y el Norte de Chile (Somers, 1982).

Se le ha denominado como pseudo-cereal e incluso pseudo-oleaginosa debido a su balance excepcional entre grasas y proteínas (Tagle y Planella, 2002).

Las variedades de la quínoa chilena presentan escasa información sobre las características y potencialidades del grano. Estas variedades poseen una gran diversidad de genotipos, sin embargo, se estima que se ha producido una desaparición importante de genotipos durante los últimos 50 años. Descriptores de interés para la caracterización de las variedades son el color de la panoja y del grano, días de siembra y cosecha, tamaño del grano, densidad de la panoja, valor nutritivo y aptitud de usos (Sepúlveda y col., 2004).

La siembra de la quinua en la VI región se realiza entre la última quincena de septiembre y la primera de octubre y la cosecha desde fines de febrero hasta fines de marzo. Dependiendo de la precocidad varietal y fecha de siembra, debe cosecharse cuando el grano esté duro y la planta marchita (Sepúlveda y col., 2004). Se observa una imagen de la planta en la figura 1.



Figura 1: Planta de quínoa

## **1.2 Características de la quínoa**

Desde el exterior al interior comprende: el pericarpio que está unido a la semilla y se caracteriza por presentar alvéolos y por encontrarse adherida a él la saponina y el epispermo que es una membrana delgada que cubre el embrión. Éste está compuesto de cotiledones y radícula, y a su vez envuelve a manera de anillo al perisperma (Tagle y Planella, 2002).

Las proteínas, nutrientes, minerales y reservas grasas se encuentran preferentemente en el endospermo y en el embrión. En las células del perisperma se localizan el almidón y las reservas de carbohidratos. El almidón es el mayor constituyente con aprox. 51 - 60% de peso de la semilla. En cuanto a su composición se observa que un 3% corresponde a cáscara y un 25% germen. Este contiene a su vez 48,5% de proteínas y 28% de grasa, por tanto, su valor nutritivo está relacionado a la elevada proporción de nitrógeno en el grano que puede llegar a almacenar entre un 70 y 80% en algunas variedades blancas. Su contenido de calcio es 8 a 10 veces superior al del trigo y maíz, los supera también en hierro y es equivalente en fósforo (Tagle y Panella, 2002).

La semilla de quínoa contiene varias sustancias antinutritivas como saponinas, ácido fítico, inhibidores de tripsina y taninos (González y col., 1989). Las saponinas le confieren un sabor amargo y disminuyen la digestibilidad por esto se deben eliminar antes de la utilización del grano (Martínez, 1989).

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo general**

Desarrollar y optimizar la elaboración de una barra y hojuelas de cereal a base de la semilla de quínoa (*Chenopodium Quinoa Willd.*), así como también realizar un estudio de factibilidad técnico – económica de una planta elaboradora de hojuelas de quínoa.

## 2.2 Objetivos específicos

- Elaborar, en base a una metodología de prueba y error, una barra y hojuelas a base de quínoa.
- Optimizar tanto la barra como las hojuelas en base a un diseño experimental a partir de evaluaciones sensoriales de los productos.
- Realizar sobre las muestras optimas pruebas reológicas, proximales y de vida útil.
- Elaborar un estudio económico financiero sobre la posibilidad de implementar la fabricación de hojuelas de cereal a base de quínoa.

## 3. MATERIALES Y METODOS

### 3.1 Materiales

#### 3.1.1 Materia prima

Para realizar las experiencias se utilizó quínoa (*Chenopodium quinoa* Willd) pulida y sin pulir. La quínoa sin pulir proviene de la zona de La Palmilla, Región VI, Chile. La quínoa pulida corresponde a una cosecha del año 2003, pelada el año 2006, proveniente de la zona de San Javi, ecotipo San Javi en Región VI, Chile.

#### 3.1.2 Reactivos químicos

Acido clorhídrico	HCl	Merck	Alemania
Acido sulfúrico	H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Merck	Alemania
Alcohol etílico	C <sub>2</sub> H <sub>6</sub> O	Merck	Alemania
Hidróxido de sodio	NaOH	W&Z	
Indicador fenoltaleína	C <sub>20</sub> H <sub>14</sub> O <sub>4</sub>	Merck	Alemania
Indicador rojo de metilo	C <sub>15</sub> H <sub>15</sub> N <sub>3</sub> O <sub>2</sub>	Merck	Alemania
Sulfato de cobre	CuSO <sub>4</sub>	Merck	Alemania
Sulfato de potasio	K <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Purom	

### 3.1.3 Insumos y utensilios

Agua destilada	Espátulas	Papel kraft	Recipientes plásticos
Bandejas de acero (44 cm x 24 cm)	Guantes	Papel filtro Whatman N°1	Probetas
Buretas	Matraces Erlenmeyer	Parafilm	Toalla de papel
Cápsulas metálicas	Mechero	Pinzas	Trípode
Cinta adhesiva	Mortero	Pipetas aforadas	Tubos digestión Büchi
Desecador	Papel aluminio	Plumones permanentes	Vasos precipitado

### 3.1.4 Equipos

Amasadora Hobart	Modelo A-200	Chile
Balanza analítica AE ADAM	Modelo AFA-120LC	USA
Balanza granataria Precisa	Modelo 1620 D	Suiza
Balanza granataria AND	Modelo EK-120	USA
Baño termostático Heidolph	Modelo WB 2000	
Batería de tamices		USA
Dapmat 3.0 Data Analysis Software	Versión 3.0	Inglaterra
Digestor Büchi 426	Type B-426RC	Suiza
Estufa Heraus	Modelo KB 600	Alemania
Estufa Heraus	Modelo UT 6200	Alemania
Estufa Heraus	Modelo TU 60/60	Alemania
Lloyd Instruments Limited	Modelo LR 5K	Inglaterra
Máquina de pasta de acero cromado	Attimo	Italia
Molino de martillo-cuchillo Retsch	Modelo SR-2	Alemania
Mufla Heraus	Modelo MR170	Alemania
Novasina Thermoconstanter		
Rotavapor Heidolph	Modelo VV2000	Alemania
Termómetro		
Unidad destiladora Büchi 323	Modelo B-323	Suiza
Vibrador Erweka – Apparatepau	Type VT Nr 3930	Alemania

## **3.2 Métodos**

### **3.2.1 Elaboración de la harina de quínoa**

#### **3.2.1.1 Lavado de quínoa**

Para el caso de la quínoa sin pulir se llevo a cabo en una máquina amasadora y por constantes lavados a mano, donde se restriegan los granos y se lavan con abundante agua, la operación se repite hasta que el agua salga sin espuma. Este proceso dura aproximadamente 4 horas.

Para el caso de la quínoa pulida sólo basta con restregar el grano en abundante agua, la operación se repite hasta que el agua salga sin espuma. Este proceso dura aproximadamente 30 minutos y se pueden encontrar imágenes de este proceso en el anexo N°1.

#### **3.2.1.2 Secado de la quínoa**

Los granos de quínoa lavados son secados en estufa por convección forzada a 50 °C hasta conseguir una humedad de 15%, esto basado en la metodología definida por Gajardo (2005).

#### **3.2.1.3 Molienda de quínoa**

Este proceso se llevó a cabo por una doble molienda en un molino de martillo – cuchillo Retsch, utilizando 2 tamices de diferente luz de malla con el fin de obtener la granulometría deseada, se pueden observar imágenes del proceso en el anexo N°2.

### **3.2.2 Determinación de la granulometría de la harina de quínoa**

Este procedimiento se detalla en el anexo N° 3 del presente estudio.

### **3.2.3 Determinación del contenido de humedad de la harina de quínoa**

El contenido de humedad de la harina de quínoa fue determinado por el método oficial AOAC (1984).

### 3.2.4 Diseño experimental

El diseño experimental a utilizar se realizó por la metodología de superficie de respuesta (MSR), basado en un diseño de optimización experimental  $3^2$  permitiendo obtener un modelo cuadrático. Los parámetros fueron seleccionados a partir de los resultados obtenidos en las determinaciones previas del presente proyecto.

### 3.2.5 Evaluación sensorial

Se utilizó un test de valorización basado en el esquema de Karlsruhe. Este tipo de test permite examinar minuciosamente cada parámetro de calidad en una escala de 9 puntos. Los parámetros que se evalúan son color, forma, olor, sabor y textura (Wittig, 2001). Este test se aplicó a 8 jueces.

#### 3.2.5.1 Porcentaje de incidencia de las distintas características de la barra de quínoa sobre la calidad total

En el caso de la presente investigación se definió que los porcentajes de incidencia serían los presentados en la tabla N°1, los que influyen directamente sobre la calidad total del producto. Esta tabla es en base a la experiencia desarrollada por Wittig (2003).

**Tabla N°1: Porcentaje de incidencia para barra de cereal (%).**

Color corteza	0,10
Forma	0,15
Olor	0,15
Sabor	0,30
Textura	0,30
<b>Calidad total</b>	<b>1,00</b>

### **3.2.5.2 Porcentaje de incidencia de las distintas características de las hojuelas de quínoa sobre la calidad total**

En el caso de la presente investigación se definió que los porcentajes de incidencia serían los presentados en la tabla N°2, los que influyen directamente sobre la calidad total del producto. Al igual que en el caso anterior se basó en la experiencia de Wittig (2003).

**Tabla N°2: Porcentaje de incidencia para hojuelas de cereal (%).**

Color corteza	0,15
Forma	0,10
Olor	0,15
Sabor	0,30
Textura	0,30
<b>Calidad total</b>	<b>1,00</b>

### **3.2.6 Optimización por superficie de respuesta**

Las superficies de respuesta fueron diseñadas con el propósito de hallar fácilmente las condiciones óptimas empleando un número pequeño de combinaciones de nivel o corridas experimentales (Reyes y cols., 2005). Los parámetros fueron seleccionados después de las determinaciones previas y son independientes para cada producto.

La matriz experimental fue analizada en el programa Statgraphics Plus 5.1.

### **3.2.7 Análisis realizados al producto terminado**

#### **3.2.7.1 Análisis proximal**

##### **3.2.7.1.1 Determinación de la cantidad de proteínas**

Se determinó por método oficial AOAC (1984).

##### **3.2.7.1.2 Determinación de la cantidad de grasas**

Se determinó por método oficial AOAC (1984).

##### **3.2.7.1.3 Determinación de la cantidad de cenizas**

Se determinó por método oficial AOAC (1984).

#### **3.2.7.1.4 Determinación de la cantidad de hidratos de carbono**

La cantidad de carbohidratos fue determinada por diferencia de peso con lo obtenido en cantidad de proteínas, grasa y cenizas.

#### **3.2.7.2 Análisis reológicos**

En el caso de la hojuela de cereales las pruebas a realizar fueron cizalla, que permite determinar la fuerza necesaria para cortar la muestra, y celda de Kramer, que permite simular las características de crocancia del producto como fue descrito por Chaunier y col. (2005).

En el caso de la barra de quínoa se optó por utilizar tanto el test de cizalla como el de flexión, el cual permite medir la fuerza necesaria para fraccionar dicho producto.

#### **3.2.7.3 Determinación de actividad de agua**

Se realizó usando el equipo Novasina Thermoconstanter.

#### **3.2.7.4 Determinación de vida útil**

Se utilizó los fundamentos del procedimiento de Arrhenius los cuales interrelacionan la temperatura y la velocidad de las reacciones químicas con el deterioro del producto. Para ello antes se determina la cinética de deterioro (orden 0, 1 y 2) a partir de evaluaciones sensoriales de un grupo de jueces.

##### **3.2.7.4.1 Test de aceptabilidad para evaluación de vida útil**

Para determinar el orden de la cinética de deterioro de los productos desarrollados se utilizó una escala de evaluación de aceptabilidad. Esta escala fue confeccionada como se detalla en la tabla N°3.

**Tabla N°3. Escala utilizada para la evaluación de la aceptabilidad.**

<b>Valor escala</b>	<b>Valorización</b>
7	Excelente
6	Muy bueno
5	Bueno
4	Satisfactorio
3	Malo
2	Muy malo
1	Pésimo

## **4. RESULTADOS**

### **4.3 PROCESO PRODUCTIVO**

#### **4.3.1 Características de la materia prima**

La quínoa es un alimento de gran valor nutritivo. En la tabla N°4 se presenta su composición química en la que destaca su alto contenido en proteína de alto valor biológico (Véliz, 1999).

**Tabla N°4: Composición química de la quínoa (por 100 g de muestra).**

<b>Componente</b>	<b>Grano</b>
Calorías (cal)	354,00
Agua (%)	12,50
Proteínas (g)	10,60
Grasa (g)	4,60
Carbohidratos (g)	70,00
Fibra (g)	4,10
Ceniza (g)	2,40
Calcio (mg)	118,00
Fósforo (mg)	390,00
Hierro (mg)	4,20
Tiamina (mg)	0,35
Riboflavina (mg)	0,32
Niacina (mg)	1,43
Ac. Ascórbico (mg)	6,80

Fuente: Tesis Nora Veliz, 1999.

El grano de quínoa está constituido por cáscaras 3%, mientras el germen constituye el 25%; éste a su vez contiene 48,5% de proteína y 28% de grasa (Wahli, 1990).

En cuanto a las características de la harina generada para el presente proyecto se puede mencionar que es producto de una quínoa lavada previamente y a la cual se le ajustó la humedad a un promedio del 15%, con lo cual se asegura un proceso óptimo de molienda y conservación del producto posterior según lo determinado por Villarroel (2005) y Gajardo (2005).

La molienda de la quínoa se realizó en un molino de martillo – cuchillo y a través de dos tamices de molienda (uno más fino que otro) permitiendo obtener una harina de granulometría aproximada a 412 micrómetros ( $\mu\text{m}$ ). Esta granulometría bastante fina permitió la fácil incorporación de la quínoa con los otros ingredientes y de una mejora en apariencia, sabor y textura de los productos finales obtenidos en este proyecto.

#### **4.3.2 Elaboración de barra de cereal en base a quinua**

##### **4.1.2.1 Determinaciones previas**

En un comienzo la fórmula utilizaba quínoa cocida, pero debido a los problemas de dureza, forma y alta humedad debió quedar desechada, ya que en poco tiempo el producto se descomponía. Luego de esta experiencia se optó por cambiar la quínoa cocida por harina de este cereal, consiguiendo así una formulación mucho más estable. A partir de estas determinaciones se seleccionó la formulación base que se presenta en la tabla N°5 que representa la matriz de la barra que sería en este caso una granola de quínoa.

**Tabla N°5: Formulación granola de quínoa (por 100 g de harina de quínoa).**

<b>Ingredientes</b>	<b>Producto (g)</b>
Harina Quínoa	100
Azúcar flor	75,2
Huevo entero	16,7
Canela en polvo	0,2
Agua	13,4

Esta elección se realizó buscando como objetivo primordial: un excelente sabor, textura, bajo costo y facilidad de elaboración.

Una vez que esta granola estaba formada se agregaron las nueces y la solución aglomerante como se establece en la tabla N°6. Dicha solución aglomerante esta compuesta por una mezcla de sacarosa, agua y miel.

**Tabla N°6: Formulación barra de quínoa (por 100 g de producto final).**

<b>Ingredientes</b>	<b>Producto (g)</b>
Granola de Quínoa	60
Nueces	18
Solución aglomerante	22

Esta formulación se usó de base para elaborar la matriz del producto a desarrollar, introduciéndose modificaciones en su composición y en el proceso de elaboración.

#### **4.1.2.2 Variables del diseño experimental**

Las variables independientes fueron la solución de sacarosa (70°Brix) - miel que se mezclará en proporciones de **20% miel / 80% solución sacarosa**, **30% miel / 70% solución sacarosa** y **40% miel / 60% solución sacarosa** distinguiéndose siempre el porcentaje de miel como el factor determinante. En cuanto al tiempo de horneado de la granola éste varió entre los **40 y 60 minutos**. La variable dependiente corresponde a la **calidad total** (sensorial) obtenida a través del test de Karlsruhe.

Con esto se construyó la matriz de combinaciones sobre la cual se planteará el experimento de optimización tal como se puede observar en la tabla N°7.

El número de repeticiones del punto central (bloques A10, A11 y A12), persigue la validación de los datos y la conformación de los gráficos de manera segura.

**Tabla N°7: Matriz de combinaciones para la optimización de las barras de quínoa.**

<b>Bloque</b>	<b>Tiempo Horneado Granola (min)</b>	<b>Miel en Barra (%)</b>
A1	40	20
A2	50	20
A3	60	20
A4	40	30
A5	50	30
A6	60	30
A7	40	40
A8	50	40
A9	60	40
A10	50	30
A11	50	30
A12	50	30

### **4.1.2.3 Evaluación Sensorial**

#### **4.1.2.3.1 Análisis estadístico de los resultados obtenidos en la evaluación**

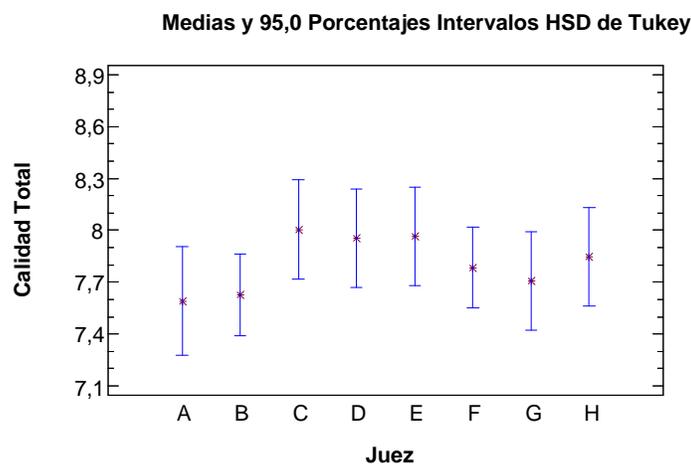
A partir de la evaluación sensorial desarrollada en el presente proyecto a un grupo entrenado de jueces, se pudo obtener una serie de datos o evaluaciones para cada atributo, generando una cantidad cuantiosa de respuestas, las que fueron estudiadas estadísticamente a través de un análisis de varianza (ANOVA), para comprobar que dichos datos estuvieran dentro del rango y no presentaran anomalías. La evaluación de los atributos se realizó sobre una tabla de valorización según las características descritas en el test de Karlsruhe, la cual se puede observar en el anexo N°4.

Para esto los resultados obtenidos en cada atributo fueron ingresados en una matriz de MS Excel, en la cual se obtuvo el valor de calidad total a partir de los parámetros de incidencia presentados en el punto 3.2.5.1.

Sobre esta matriz de datos obtenidos para las distintas combinaciones, bloques del A1 al A9 (observar tabla N°7), se realizó el análisis sobre la calidad total, parámetro de vital importancia por sobre los demás, en cuanto a su relación con los jueces y las muestras arrojando los siguientes resultados:

Se determinó en una primera parte la inexistencia de interacciones dobles entre los datos presentados. Al determinar los valores generados por el programa se puede evidenciar la existencia de diferencias significativas entre las muestras ( $p\text{-value} < 0,05$ ), pero en el caso de los jueces éstas no existen ( $p\text{-value} > 0,05$ ), esto se puede observar en las figuras 8 y 9.

A partir de estos resultados el análisis se llevo a cabo sobre los valores concebidos para las muestras, ya que la media de los jueces genera un grupo de respuestas que se encuentran en un rango de calidad total entre 7,1 a 8,3 aproximadamente, lo que demuestra que todas las muestras se encontraban dentro del rango de barras con características típicas.



**Figura 2: Medias e intervalos al 95 % según Tukey HSD para jueces.**

Medias y 95,0 Porcentajes Intervalos HSD de Tukey

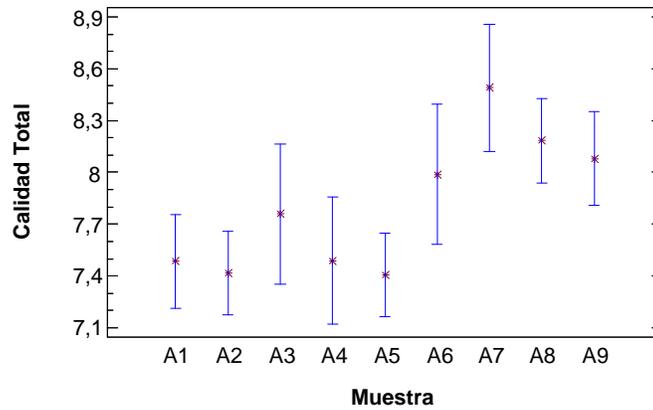


Figura 3: Medias e intervalos al 95 % según Tukey HSD para muestras.

Los valores generados por los jueces también delatan que el entrenamiento efectuado sobre ellos fue efectivo, ya que no se presentan diferencias significativas entre ellos y sus medias representan que sus respuestas tenían una tendencia a un valor promedio, no presentando diferencias significativas entre sus mismas respuestas.

En cuanto a las muestras se observa claramente en la figura 3 que existen diferencias significativas entre ellas. Esto se puede observar claramente en la tabla N°8, donde se aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras. Se identifican grupos homogéneos según la alineación del signo X en la columna.

Tabla N°8: Contraste múltiple de rangos para las diferentes muestras de barra de quínoa.

Método: 95,0 porcentaje HSD de Tukey				
Muestra	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
A5	14	7,40438	0,106999	X
A2	14	7,44867	0,106999	X
A1	11	7,47444	0,119765	X
A4	6	7,77921	0,162887	XX
A3	5	7,67871	0,179664	XXX
A6	5	7,83871	0,179664	XXX
A9	11	8,07989	0,119765	XX
A8	14	8,14296	0,106999	X
A7	6	8,31921	0,162887	X

Como se puede observar en la tabla N°8, algunos grupos generados a partir de la matriz tienen semejanzas entre ellos y otros se diferencian significativamente ( $p\text{-value} < 0,05$ ). A partir de esto se puede desglosar que en una primera instancia no existen diferencias significativas entre las muestras

A5, A2, A1, A4, A3 y A6, pero sí entre este grupo y las muestras A8 y A7. Un análisis más fino permitió determinar que entre las muestras existen relaciones que no merecen seguir explorándose, ya que la finalidad del análisis es determinar si existen tendencias (como las que se observaron) y si existen diferencias entre las distintas combinaciones generadas, ya que esto permitirá un verdadero proceso de optimización.

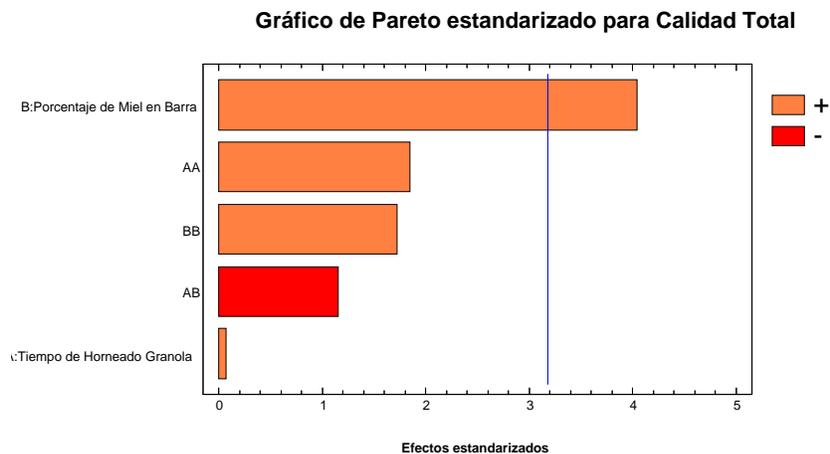
#### 4.1.2.4 Producto optimizado

Una vez que el análisis estadístico fue realizado, confirmando los valores generados por los jueces, la próxima etapa fue generar la matriz optimizada sobre la cual el software Statgraphics Plus 5.1 aplicó la formulación y obtuvo como resultado el óptimo para la combinatoria presentada. En el caso del presente análisis los datos entregados por los jueces se pueden resumir en la tabla N°9.

**Tabla N°9: Matriz con los resultados finales obtenidos en el presente análisis. Se presentan los valores promedios y su desviación estándar.**

Tiempo Horneado Granola (min)	Miel en Barra (%)	Color Superficie	Forma	Olor	Sabor	Textura	Calidad Total
40	20	7,2 ± 0,6	7,5 ± 0,7	7,7 ± 0,7	7,9 ± 0,7	7,0 ± 1,3	7,5 ± 0,7
50	20	7,5 ± 0,5	7,4 ± 0,8	7,6 ± 0,5	8,0 ± 0,6	6,9 ± 1,2	7,5 ± 0,5
60	20	7,5 ± 0,5	8,2 ± 0,9	7,3 ± 0,5	8,3 ± 0,5	7,0 ± 1,3	7,7 ± 0,5
40	30	7,7 ± 0,5	7,0 ± 0,8	8,1 ± 0,7	7,8 ± 1,2	8,0 ± 0,8	7,8 ± 0,6
50	30	8,0 ± 0,0	7,5 ± 0,7	8,0 ± 1,4	7,5 ± 0,7	6,5 ± 0,7	7,3 ± 0,3
60	30	7,9 ± 0,6	7,6 ± 0,7	7,7 ± 1,1	8,0 ± 0,8	7,8 ± 0,8	7,8 ± 0,7
40	40	8,0 ± 0,0	8,0 ± 0,6	7,9 ± 0,7	8,7 ± 0,8	8,4 ± 0,8	8,3 ± 0,4
50	40	8,2 ± 0,8	8,2 ± 0,4	8,2 ± 0,4	8,2 ± 0,8	8,0 ± 0,7	8,1 ± 0,5
60	40	8,2 ± 0,7	8,0 ± 0,6	8,0 ± 0,6	8,0 ± 0,9	8,2 ± 1,2	8,1 ± 1,2
50	30	8,0 ± 0,0	8,0 ± 0,0	7,5 ± 0,7	7,5 ± 0,7	7,0 ± 1,4	7,5 ± 0,5
50	30	7,0 ± 0,0	8,0 ± 0,0	8,0 ± 0,0	7,5 ± 0,7	6,5 ± 0,7	7,3 ± 0,4
50	30	7,5 ± 0,7	8,0 ± 0,0	7,5 ± 0,7	8,0 ± 0,0	7,5 ± 0,7	7,7 ± 0,2

El software Statgraphics Plus 5.1, permite la asociación de las variables (tiempo horneado de granola y porcentaje de miel) con los valores promedio generados en la evaluación para calidad total. Este software generó un análisis sobre los valores, desplegando una serie de resultados de los cuales los más importantes son que en una primera instancia el programa despliega un análisis de varianza a los resultados, permitiendo generar un diagrama de Pareto con dichos valores y de donde se rescata que el porcentaje de miel que compone la solución aglomerante tiene una significativa incidencia ( $p\text{-value} < 0,05$ ) sobre la calidad total del producto final y que en el caso del tiempo de horneado de la granola y las distintas combinaciones de interacción doble no se presenta dicha incidencia, pudiendo concluir que el tiempo de horneado no influía significativamente ( $p\text{-value} > 0,05$ ) sobre la calidad total del producto, facilitando la elección del óptimo. Lo antes expuesto se puede observar con claridad en la figura 4 y en el anexo N°5.



**Figura 4: Gráfico de Pareto para los distintos factores en análisis para barras de quínoa.**

Los valores mostrados en la tabla N°A8.1 del anexo N°5 presentan el estudio de varianza para la optimización.

Otro análisis que permite el programa, es la generación de una ecuación que define la calidad total para este tipo de productos a partir de los valores obtenidos experimentalmente. En el anexo N°5, se presentan los valores de las

constantes de la regresión generada por el programa computacional. La ecuación del modelo ajustado es:

$$\text{Calidad Total} = 12,21 - 0,19 \cdot (\text{THG}) - 0,03 \cdot (\text{PMB}) + 0,0022 \cdot (\text{THG})^2 - 0,0011 \cdot (\text{THG} \cdot \text{PMB}) + 0,0021 \cdot (\text{PMB})^2$$

Donde, THG = Tiempo horneado granola y PMB = Porcentaje miel en barra.

De todos los análisis anteriores el software generó un modelo optimizado a partir de una superficie de respuesta construida por los datos experimentales. Esta superficie de respuesta se puede observar en la figura 5.

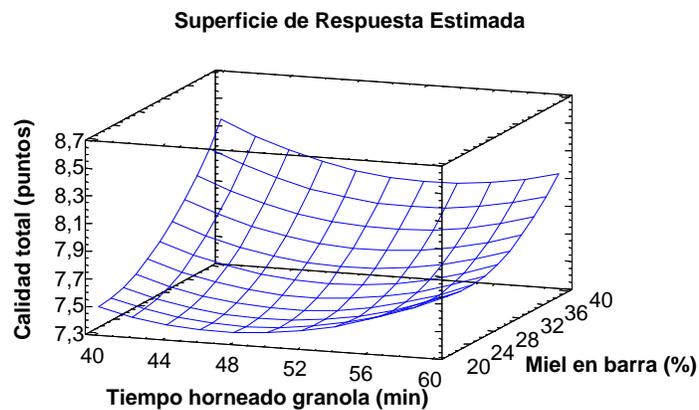


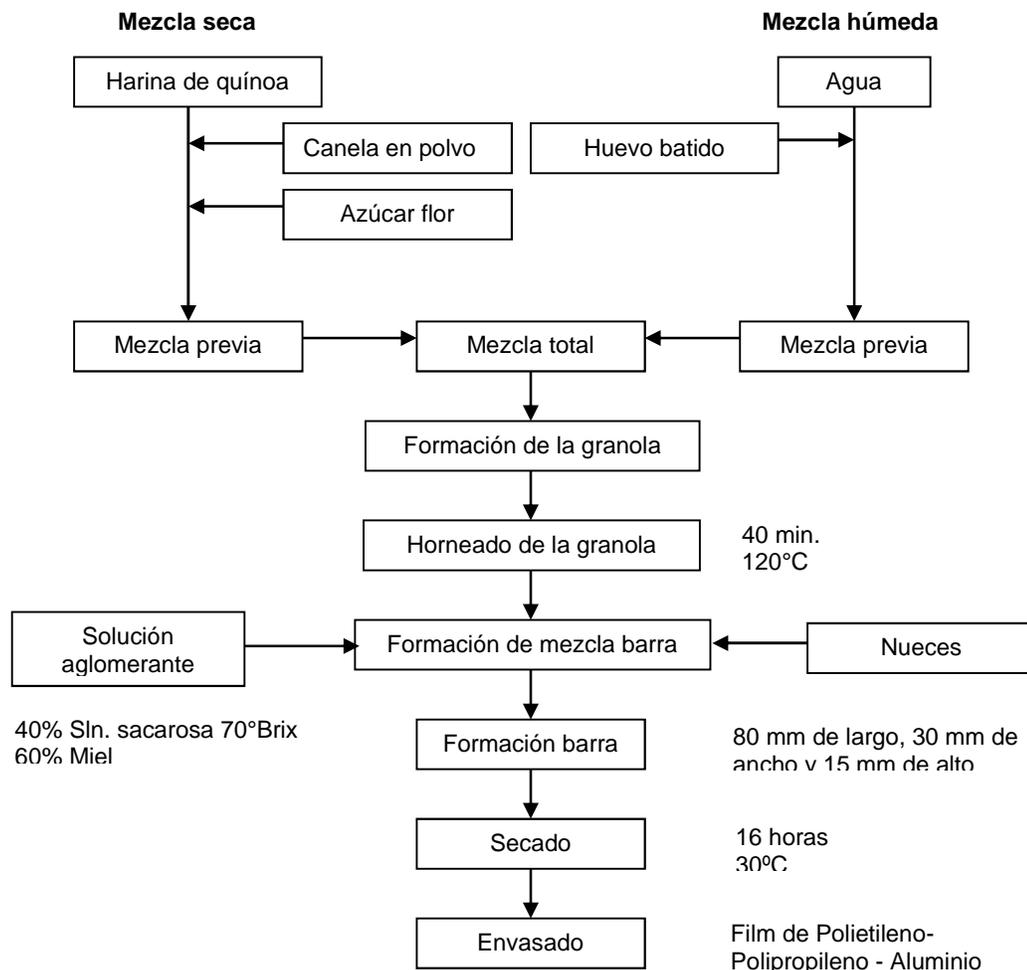
Figura 5: Superficie de respuesta estimada para el experimento para barras de quínoa.

El resultado de este análisis fue que la barra óptima es aquella compuesta por una granola horneada durante 40 minutos y con un porcentaje de miel que compone la solución aglomerante del 40%, con lo cual se aseguró una barra brillante y mucho más aromática que las otras generadas en la matriz experimental.

Otra característica observada al preparar la muestra optimizada para estudios posteriores es la facilidad para moldear la barra, lo que no se observó cuando se prepararon con soluciones aglomerantes de 30% o 20% de concentración de miel. En esta última, la dificultad para moldear las barras y su

baja maleabilidad después del proceso de secado, hacían suponer que no eran las indicadas, en cambio las barras generadas por la optimización, que coincidieron con una de las preparadas para la matriz, eran bastante resistentes al manejo. Cabe destacar que el proceso de secado se mantuvo constante siempre en 16 horas a 30°C en estufa con convección forzada, pudiendo ser aumentado a 24 horas, para así aumentar la resistencia mecánica de la barra, haciéndola más firme.

El procedimiento de elaboración estandarizado para la obtención de barras de quínoa de óptima calidad se encuentra descrito en el diagrama de bloques de la figura 6. En el anexo N°6 se pueden encontrar imágenes del proceso de elaboración de barras de quínoa.



**Figura 6: Diagrama de bloques del proceso de elaboración de barras de quínoa.**

#### 4.1.2.5 Análisis al producto optimizado

##### 4.1.2.5.1 Análisis proximal

Los análisis a la barra son; cenizas, proteínas y materia grasa. Los carbohidratos fueron obtenidos por diferencia con los otros tres nutrientes. Los cálculos generados para la obtención de los valores para proteínas, grasa, cenizas, humedad y carbohidratos se pueden observar en el anexo N°7. Los resultados obtenidos a partir de dichos análisis se presentan en la tabla N°10, la cual sigue el formato estándar de información nutricional de un alimento.

Tabla N°10: Información nutricional para la barra de quínoa optimizada.

INFORMACION NUTRICIONAL		
Porción 20 g (una barra)		
Porción por envase: 1		
	100 g	Porción
<b>Energía (Kcal)</b>	428,72	85,7
<b>Proteínas (g)</b>	5,77	1,2
<b>Grasas totales (g)</b>	10,00	2,0
<b>Carbohidratos totales (g)</b>	78,91	15,8
<b>Sodio (mg)</b>	0,0	0,0

Dichos resultados fueron comparados con barras de cereal que se comercializan en el mercado (ver anexo N°8), donde el promedio de energía entregada por porción era de 77,5 Kcal, valor menor a la energía aportada por la barra de quínoa, aún cuando estas tenían un contenido de grasa superior a la obtenida en el presente análisis (2,4 g) y una cantidad de proteínas igual (1,2 g). Cabe destacar que los carbohidratos fueron obtenidos por diferencia, pudiendo haber dentro de ellos una fracción no despreciable de fibra que no debería ser considerada en el cálculo de la energía del alimento.

##### 4.1.2.5.2 Actividad de agua

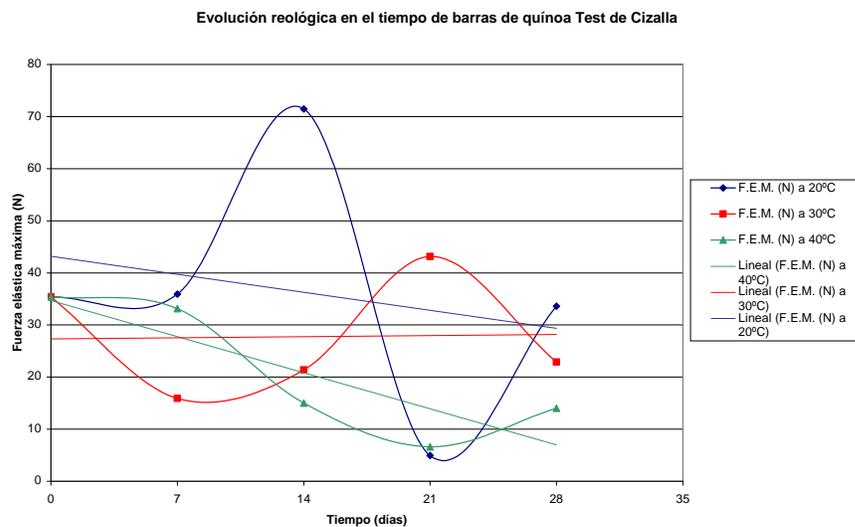
La actividad de agua se determinó según se describió en el punto 3.2.10.3 (Determinación de la actividad de agua) obteniéndose un valor igual a **0,411** a 25°C. Este valor permite asegurar la inocuidad del alimento ya que al ser tan

baja la  $A_w$ , el número de microorganismos que pueden proliferar en tal medio es bastante reducido, aún cuando pueden existir microorganismos en estado latente por alguna contaminación durante el proceso de elaboración. Es por ello que deben extremarse siempre las medidas de buenas prácticas de manufactura para disminuir al máximo cualquier tipo de riesgo.

#### 4.1.2.5.3 Análisis reológicos

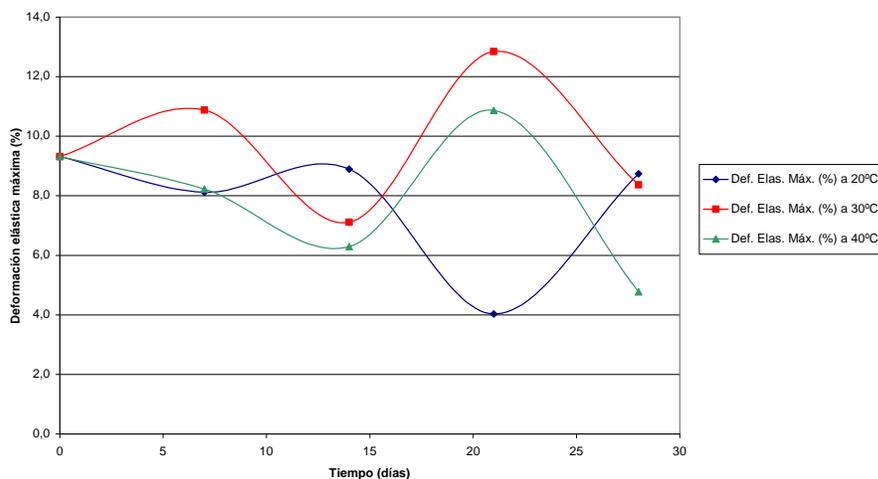
El presente estudio fue generado en paralelo al estudio de vida útil con el fin de ver como era afectada la barra en el transcurso de los días, realizando pruebas a distintas temperaturas para acelerar procesos de deterioro sobre la misma. Cabe destacar que los parámetros medidos en dicho estudio fueron la fuerza elástica máxima (N) y la deformación de la fuerza elástica (%) que representaban los valores de la parte más lineal del análisis, que coincide con el pico de la primera curva generada por el programa.

En el caso de la prueba de cizalla, que representa la fuerza generada por los incisivos, los resultados se pueden observar en las figuras 7 y 8. Las tablas con los valores obtenidos de los análisis y con los cuales se confeccionaron las figuras se encuentran en el anexo N°9.



**Figura 7: Evolución de la fuerza elástica máxima de barras de quínoa.**

Evolución reológica en el tiempo de barras de quínoa Test de cizalla

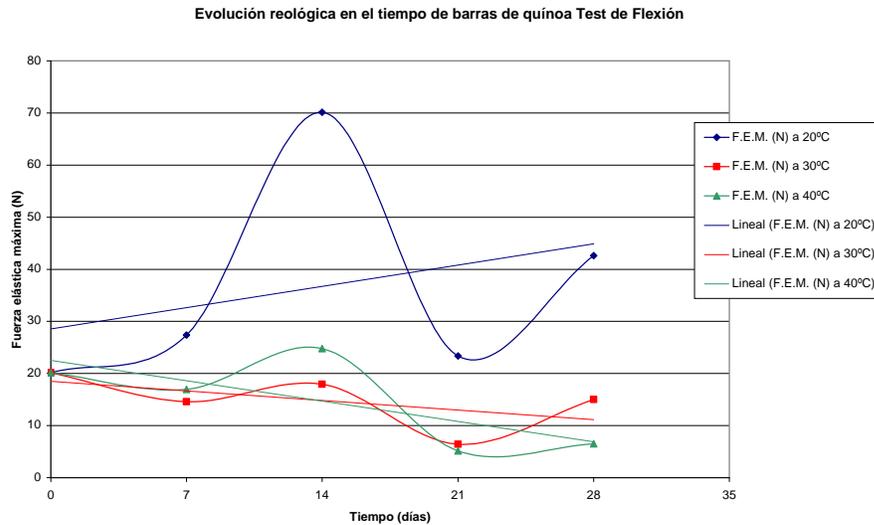


**Figura 8: Evolución de la deformación elástica máxima para la prueba de cizalla de barras de quínoa.**

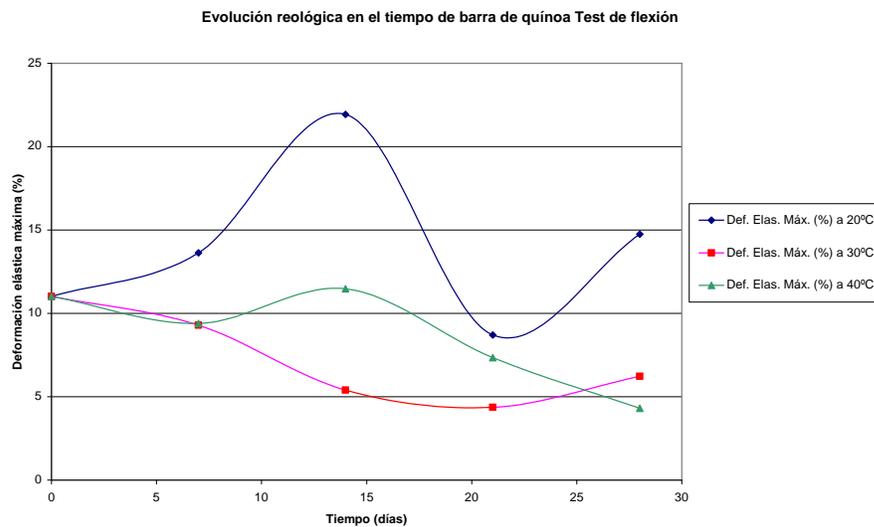
Como se puede observar los resultados en el tiempo tanto para tiempos de conservación de 20°C, 30°C y 40°C los valores obtenidos para fuerza elástica máxima (N) son bastante dispares presentando de igual forma una tendencia a disminuir, acentuada para la temperatura de 40°C, denotando una cierta pérdida de dureza en el tiempo, la cual probablemente fue provocada por una pérdida de cohesividad de la solución aglomerante debido a una cristalización de la miel presente en dicha solución lo que es descrito por Cantillo y cols. (1994). Esta cristalización provocó la disminución del área de contacto entre las partículas y aumento la fragilidad, generando como consecuencia una menor fuerza de cohesividad al momento de generar la fuerza de cizalla sobre el alimento.

En cuanto a la deformación de la fuerza elástica, ésta presenta variaciones similares a las generadas por la fuerza elástica máxima estimándose que los efectos son los mismos descritos anteriormente.

En el caso de la prueba de flexión los resultados pueden observarse en las figuras 9 y 10, de igual forma los valores con los cuales fueron confeccionados los gráficos se pueden observar en el anexo N°9.



**Figura 9: Evolución de la fuerza elástica máxima de barras de quinoa.**



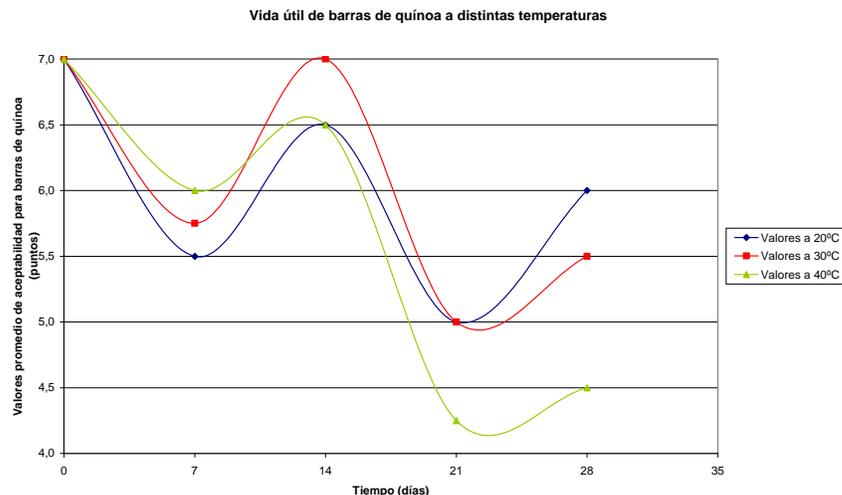
**Figura 10: Evolución de la deformación elástica máxima para la prueba de flexión de barras de quinoa.**

Como se puede observar claramente en las figuras anteriores, sólo en el caso de la barra a 20°C tiende a aumentar la fuerza de cohesión y por tanto su resistencia a la flexión. Entre tanto las otras temperaturas de conservación muestran una clara tendencia a la baja, es decir, una pérdida en el tiempo de la fuerza de la barra a resistir una fuerza externa. Esto puede explicarse a la ya mencionada pérdida de cohesividad de la solución aglomerante en el tiempo

debido a que la concentración de sacarosa es mayor a la de la miel, la cual aun cuando presenta condiciones de un polímero vítreo, tiende a cristalizar. La temperatura de transición vítrea para la miel es de  $-43^{\circ}\text{C}$  (Recondo, 2006). También al observar que el porcentaje de deformación de la fuerza elástica máxima tiende a seguir la tendencia de los valores de fuerza elástica máxima, lo que no se observó en el caso de la prueba de cizalla.

#### 4.1.2.5.4 Vida útil

En cuanto al estudio de vida útil generado a la barra de cereal, éste fue desarrollado sobre una prueba de aceptabilidad como se describe en el punto 3.2.7.4.1. Estos valores promediados fueron utilizados para determinar la cinética del deterioro de la barra de quínoa como un modelo de orden cero, uno o dos. En la figura 11 se puede apreciar la valorización promedio para la aceptación del producto en el tiempo. El estudio realizado corresponde a un total de 28 días, en los cuales las muestras fueron almacenadas a 3 diferentes temperaturas con el fin de generar un deterioro acelerado de la muestra. Como se puede observar en la figura 11 todas las muestras estudiadas tienen un patrón de comportamiento bastante similar, donde el valor más alto en el tiempo se genera a los 14 días, presentando un alza sobre la tendencia. La tabla de valores promedio que da forma a la figura 11 se puede encontrar en el anexo N°10.



**Figura 11: Valorización promedio para aceptabilidad en el tiempo.**

A partir de estos valores es que se confeccionan las tablas con los valores para cada temperatura como se puede observar en el anexo N°10, con ellas se construyen las curvas sobre las cuales se realizará una regresión lineal. El valor de  $R^2$  más alto en la mayoría de los ensayos definirá el orden de la reacción cinética. Los resultados se muestran en la tabla N° 11.

**Tabla N° 11. Resultados de la regresión lineal de los valores generados en el anexo N°10.**

Temperatura de conservación (°C)	Modelo	Intercepto	Pendiente	$R^2$
20	Orden 0	6,50	-0,036	0,25
	Orden 1	1,86	-0,006	0,23
	Orden 2	0,15	0,001	0,21
30	Orden 0	6,80	-0,054	0,43
	Orden 1	1,92	-0,009	0,43
	Orden 2	0,15	0,002	0,43
40	Orden 0	7,00	-0,096	0,77
	Orden 1	1,96	-0,018	0,75
	Orden 2	0,14	0,003	0,74

De esta manera analizando los resultados, solo el estudio a 40°C representa de mejor forma el comportamiento de la barra en el tiempo. Por lo tanto, el modelo cinético que define el deterioro del producto será:

$$[A] = [A]_0 - kt \quad (1)$$

Con el modelo cinético se procede a la determinación de la ecuación de arrhenius. Para ello se construye un gráfico  $\ln(k)$  vs  $1/T(K^{-1})$ . Los datos con los cuales se construyó dicho gráfico y el gráfico en si se encuentran en el anexo N°10.

De esta manera la ecuación de Arrhenius queda definida como:

$$\ln(k) = -4544,2 \cdot 1/T(K^{-1}) + 12,142 \quad (2)$$

$$R^2 = 0,98$$

Donde,

$$m = E_a/R = -4544,2$$

$$R = 1,9872 \text{ cal/mol}\cdot\text{K}$$

Para determinar la estabilidad del producto a 25°C (temperatura promedio para su conservación en anaqueles) lo primero que debe hacerse es obtener la constante cinética a esta temperatura utilizando la ecuación (2), obteniendo como resultado que  $k$  es igual a 0,0447. Con este valor que reemplaza el valor  $k$  en la ecuación (1), se despeja la variable tiempo considerando  $[A]_0$  igual a 7 (excelente) y  $[A]$  igual 4,5 (valor promedio bueno y satisfactorio). Con esto se obtiene un tiempo igual a 56 días, es decir, la barra tiene una duración definida de casi dos meses por lo que en la rotulación se deberá prevenir considerando solo 45 días para su consumo.

La inestabilidad de la barra en el tiempo es debido a la presencia en el grano de quínoa de una gran proporción (superior al 80%) de ácidos grasos poliinsaturados que tiene una directa relación con el desarrollo de rancidez oxidativa (Castro, 2005). La presencia de este tipo de materia grasa facilita la aparición de productos secundarios que afectan la evaluación sensorial realizada. En el mercado la mayoría de los productos comercializados son a base de harinas cuya proporción de materia grasa no es tan alta (trigo) trayendo como consecuencia una estabilidad mayor en el tiempo. Se sugiere que en el futuro la prueba de vida útil se realice midiendo parámetros químicos como el índice de peróxidos del producto para establecer de manera más exacta los parámetros de durabilidad del alimento.

### **4.3.3 Elaboración de Hojuelas de cereal en base a quinua**

#### **4.1.3.1 Determinaciones previas**

En un comienzo la fórmula utilizaba harina de quínoa de mayor granulometría, pero debido a los problemas de cohesión de la masa, lo que impedía la formación de hojas delgadas, la idea fue desechada. En cambio se prefirió utilizar una harina más fina (412  $\mu\text{m}$ ), con la cual la cohesión de la masa permitiera la formación de hojas más delgadas para su posterior porcionamiento.

Además, en un comienzo solo se agregaba a la masa agua, harina y azúcar lo que con el tiempo derivó a una combinación de agua, harina, huevo, canela y azúcar, consiguiendo así una formulación mucho más estable y de mejor sabor. A partir de estas determinaciones se seleccionó la formulación base que se presenta en la tabla N°12, de acuerdo a las siguientes características: excelente sabor, color, textura crocante, bajo costo y facilidad de elaboración. Esta formulación se usó de base para elaborar la matriz del producto a desarrollar, introduciéndose modificaciones en su composición y en el proceso de elaboración.

**Tabla N°12: Formulación de la hojuela de quínoa. Base a 100 gramos de harina de quínoa.**

<b>Ingredientes</b>	<b>Producto (g)</b>
Harina Quínoa	100,00
Azúcar flor	75,15
Canela	0,20
Agua	13,35
Huevo	16,65

#### **4.1.3.2 Variables del diseño experimental**

Las variables independientes fueron la **concentración de lecitina de soya (entre 0 y 1,6%)**, la cual se utiliza en la fortificación de alimentos, ya que ésta provee de colina, vitamina que estimula la disminución del colesterol LDL entre otros beneficios (The Solae company, 2006) y la **temperatura de horneado (entre 100 y 120°C)**. La variable dependiente corresponde a la calidad total sensorial obtenida a través del test de Karlsruhe.

Con los valores independientes establecidos, se puede conformar una matriz de combinaciones, sobre la cual se realizará el análisis de optimización. Esta matriz se puede observar en la tabla N°13. El número de repeticiones del punto central (bloques H10, H11 y H12), persigue la validación de los datos y la conformación de los gráficos de manera segura.

**Tabla N°13: Matriz de combinaciones para la optimización de las hojuelas de quínoa.**

<b>Bloque</b>	<b>Contenido Lecitina (%)</b>	<b>Temperatura de Horneado Hojuelas (°C)</b>
H1	0	100
H2	0,8	100
H3	1,6	100
H4	0	110
H5	0,8	110
H6	1,6	110
H7	0	120
H8	0,8	120
H9	1,6	120
H10	0,8	110
H11	0,8	110
H12	0,8	110

### **4.1.3.3 Evaluación Sensorial**

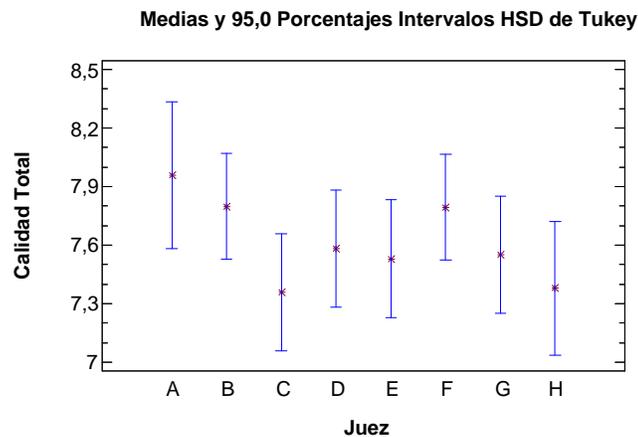
#### **4.1.3.3.1 Análisis estadístico de los resultados obtenidos en la evaluación**

Este análisis permitió la comprobación de los datos generados en el estudio, basados en la evaluación de atributos según las características descritas en el test de Karlsruhe, la cual se puede observar en el anexo N°11.

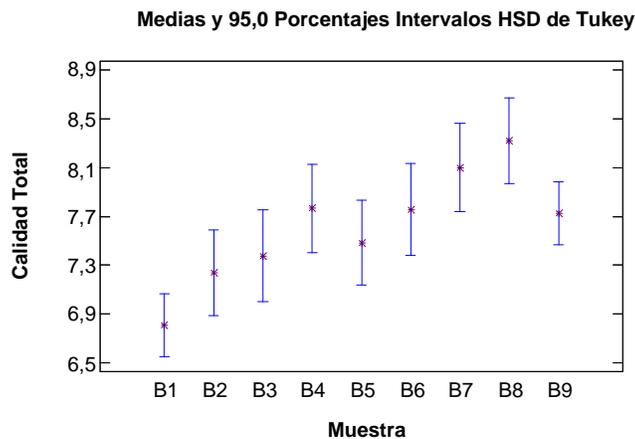
De igual manera que el análisis llevado a cabo para las barras a base de quínoa, los datos fueron ingresados en una hoja de cálculo de MS Excel, para la obtención del valor de calidad total a partir de los parámetros de incidencia de los atributos de la hojuela, presentados en el punto 3.2.5.2.

Sobre estos resultados obtenidos es que se dirige el análisis a los valores entre los bloques H1 al H9 (observar la tabla N°13) para la calidad total, ya que ésta representa el conjunto de todos los atributos (en sus respectivas importancias), en relación a los jueces y a las muestras.

Se determina en una primera instancia que para el juego de datos no existen interacciones dobles. Las figuras 12 y 13 permiten visualizar que para los jueces, al igual que en análisis de las barras, no existen diferencias significativas ( $p\text{-value} > a 0,05$ ) pero que en el caso de las muestras existe una clara diferenciación ( $p\text{-value} < a 0,05$ ) entre ellas.



**Figura 12: Medias e intervalos al 95% según Tukey HSD para jueces.**



**Figura 13: Medias e intervalos al 95% según Tukey HSD para muestras.**

Sobre la base de los resultados obtenidos, se puede dirigir el análisis sobre las muestras, ya que en el caso de los datos para los jueces, la media se encuentra dentro de los valores 7,1 a 8,3 aproximadamente. Estos valores sumados a que no existen diferencias significativas entre ellos, permiten determinar que, al igual que en el caso de las barras, los jueces se encontraban debidamente entrenados.

En cuanto a las muestras se observa claramente en la figura 13 que existen diferencias significativas entre las muestras. Esto se puede observar claramente en la tabla N°14 donde se aplica un procedimiento de comparación múltiple para determinar las medias que son significativamente diferentes unas de otras. Se identifican grupos homogéneos según la alineación del signo X.

**Tabla N°14: Contraste múltiple de rangos para las diferentes muestras de hojuela a base de quínoa.**

Muestra	Recuento	Media LS	Sigma LS	Grupos Homogéneos
B1	25	6,80824	0,116509	X
B2	14	7,23799	0,15679	XX
B3	12	7,37525	0,168457	XXX
B5	14	7,48442	0,15679	XX
B9	25	7,72424	0,116509	XXX
B6	12	7,75442	0,168457	XXX
B4	13	7,76561	0,162714	XXX
B7	13	8,10023	0,162714	XX
B8	14	8,32013	0,15679	X

#### 4.1.3.4 Producto optimizado

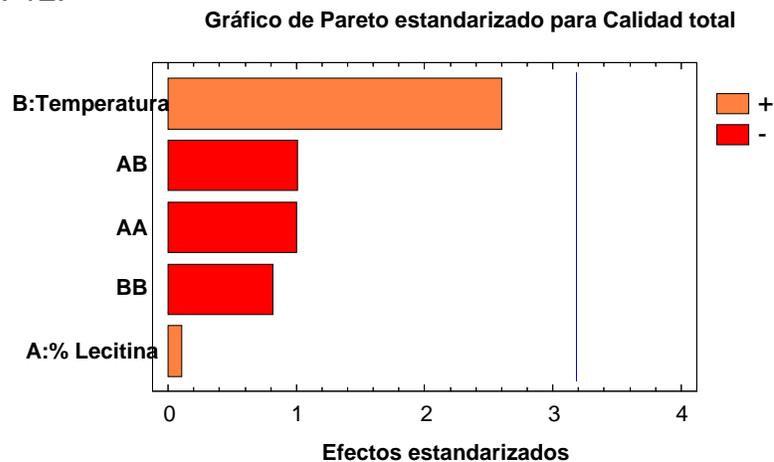
Una vez que el análisis estadístico ha confirmado la efectividad del estudio, los datos generados son promediados y son dispuestos en orden en una matriz final que permitirá su análisis a través del software Statgraphics Plus 5.1. La tabla N°15, presenta los valores obtenidos y sus desviaciones estándar.

**Tabla N°15: Matriz con los resultados finales obtenidos en el presente estudio.**

Bloque	Contenido Lecitina (%)	Temperatura Horneado Hojuelas (°C)	Color Superficie	Forma	Olor	Sabor	Textura	Calidad Total
H1	0	100	6,7 ± 0,9	7,6 ± 1,0	6,7 ± 0,9	6,8 ± 1,2	6,7 ± 1,0	6,8 ± 0,8
H2	0,8	100	6,5 ± 0,8	7,9 ± 0,5	7,6 ± 0,5	7,3 ± 0,9	7,0 ± 1,2	7,2 ± 0,7
H3	1,6	100	6,8 ± 0,8	7,9 ± 0,3	6,9 ± 0,5	7,6 ± 0,9	7,5 ± 1,0	7,4 ± 0,5
H4	0	110	7,8 ± 0,7	7,2 ± 1,1	7,2 ± 0,6	7,7 ± 0,8	8,4 ± 0,5	7,8 ± 0,4
H5	0,8	110	6,6 ± 0,7	7,5 ± 0,6	7,1 ± 0,5	7,7 ± 1,0	7,7 ± 0,9	7,4 ± 0,5
H6	1,6	110	7,3 ± 0,9	7,8 ± 0,7	7,3 ± 1,1	7,7 ± 0,9	8,2 ± 0,9	7,6 ± 0,7
H7	0	120	7,8 ± 1,0	7,7 ± 1,2	7,85 ± 0,8	8,1 ± 0,7	8,6 ± 0,5	8,1 ± 0,5
H8	0,8	120	8,2 ± 0,5	8,0 ± 0,0	8,0 ± 0,0	8,7 ± 0,5	8,7 ± 0,5	8,5 ± 0,3
H9	1,6	120	7,4 ± 0,8	7,5 ± 1,0	7,4 ± 0,7	8,0 ± 0,8	7,9 ± 0,9	7,7 ± 0,5
H10	0,8	110	7,7 ± 0,5	7,7 ± 0,5	7,0 ± 0,8	8,0 ± 0,8	8,5 ± 0,6	7,9 ± 0,4
H11	0,8	110	7,7 ± 0,5	8,0 ± 0,0	8,0 ± 0,8	8,2 ± 0,5	8,7 ± 0,5	8,3 ± 0,3
H12	0,8	110	8,0 ± 0,0	8,0 ± 0,0	7,5 ± 0,7	9,0 ± 0,0	9,0 ± 0,0	8,5 ± 0,1

A partir de esta matriz conformada se procede a la optimización de la hojuela de cereales ingresando dichos valores al programa Statgraphics Plus 5.1 el cual permitirá la asociación de las variables independientes (temperatura de horneado y porcentaje de lecitina) con los valores promedio para calidad total generados en el estudio.

En una primera parte el programa entrega un gráfico de Pareto donde se representa la importancia de cada uno de las variables independientes y de sus interacciones dobles. Este gráfico, que se puede observar en la figura 14, permite dar cuenta de que ninguna de las variables aplicadas es significativamente mas importante que las otras ( $p\text{-value} > 0,05$ ), siendo la suma de ellas la que generará un producto optimizado. La figura 14 se sustenta en el análisis de varianza realizado por el software, el cual puede observarse en el anexo N°12.



**Figura 14: Gráfico de Pareto para los distintos factores para hojuelas de quínoa.**

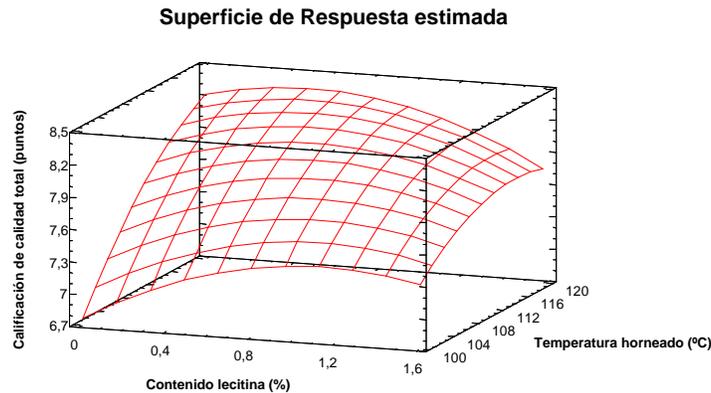
Así también el software permite la opción de generar una ecuación del modelo ajustado la cual es:

$$\text{Calidad total} = -25,27 + 4,01 \cdot (\text{PL}) + 0,53 \cdot (\text{TH}) - 0,48 \cdot (\text{PL})^2 - 0,03 \cdot (\text{PL} \cdot \text{TH}) - 0,0021 \cdot (\text{TH})^2$$

Donde, PL = Porcentaje de lecitina y TH = Temperatura de horneado de la hojuela.

La figura 15 presenta la hojuela óptima, la que contiene un 0,5% de lecitina de soja y es horneada a 120°C por un tiempo constante de 30 minutos.

Esto permite establecer que aún cuando el análisis de varianza, al 95% de confianza, de las variables no arrojo diferencias significativas ( $p\text{-value} < 0,05$ ) de igual forma la lecitina de soja tiene relevancia sobre la formulación, ya que sus propiedades emulsificantes permiten una mayor homogenización de los componentes de la masa, facilitando la dispersión del huevo dentro de la mezcla. De igual manera la temperatura de horneado no presenta una gran significancia, siendo la temperatura de 120°C, la ideal para lograr productos de color dorado, textura crujiente y sabor y olor característicos.



**Figura 15: Superficie de respuesta estimada para hojuelas de quínoa.**

La formulación concebida permite generar un producto de calidad óptima, dentro de parámetros que la escala de Karlsruhe establece como características típicas en un grado entre excelente y muy bueno.

En el caso de las hojuelas la elaboración es más simple que el de las barras aún cuando contiene esencialmente los mismos ingredientes.

El orden de preparación estandarizado para la obtención de hojuelas de óptima calidad puede apreciarse de igual manera en el diagrama de bloques que se expone a continuación (figura 16) y en imágenes en el anexo N°13.

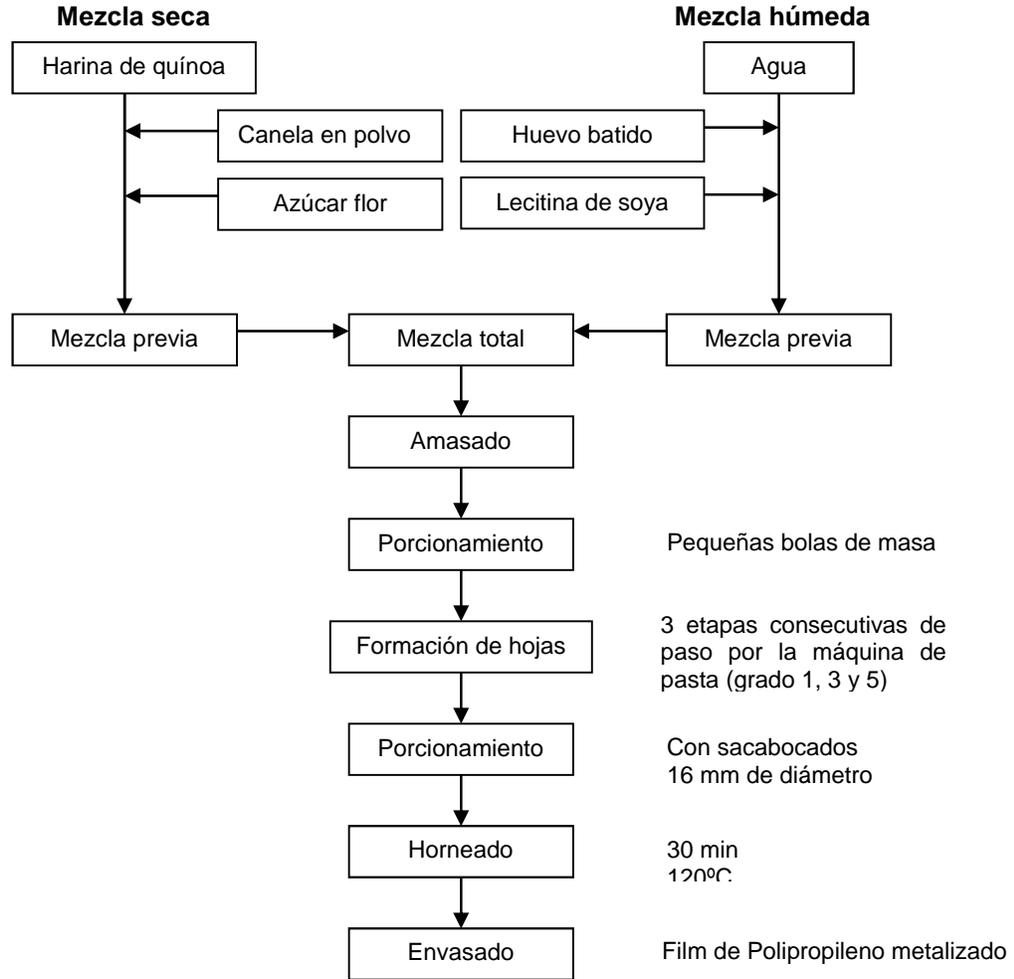


Figura 16: Diagrama de bloques del proceso de elaboración de hojuelas de quínoa.

#### 4.1.3.5 Análisis a producto optimizado

##### 4.1.3.5.1 Análisis proximal

En el caso de las hojuelas desarrolladas en el presente estudio, las muestras presentaron composiciones típicas de cereales para el desayuno. Los cálculos generados se encuentran en el anexo N°7, donde se desprende la tabla N°16 son la composición nutricional de las hojuelas. La porción definida en una taza (28 g) fue obtenida de otras tablas nutricionales de productos para el desayuno que ya se encuentran en el mercado.

**Tabla N°16: Información nutricional para hojuelas de quínoa.**

<b>INFORMACION NUTRICIONAL</b>		
Porción 28 g		
Porción por envase: 18 aprox.		
	<b>100 g</b>	<b>Porción</b>
<b>Energía (Kcal)</b>	421,00	117,9
<b>Proteínas (g)</b>	8,05	1,6
<b>Grasas totales (g)</b>	6,67	1,3
<b>Carbohidratos totales (g)</b>	82,19	16,4
<b>Sodio (mg)</b>	0,00	0,00

La porción generada aporta una cantidad de energía (Kcal) igual a la de cereales para el desayuno normales, como también cantidades similares de proteínas y materia grasa, esto se puede observar claramente en el anexo N°14. En el caso de los carbohidratos es importante recalcar que solo una parte de esto corresponde a la cantidad de azúcar (sacarosa) adicionada y otra parte corresponde al almidón y fibra propia de la quínoa. Cabe recordar que solo un 36,6% de la mezcla total base de la hojuela corresponde al azúcar adicionada, cantidad menor a la de otros cereales que se comercializan en el mercado actualmente, según ODECU (2005), los cuales alcanzan en promedio un 46% de sacarosa adicionada.

#### **4.1.3.5.2 Actividad de agua**

La actividad de agua fue determinada según fue descrita en el punto 3.2.10.3 (Determinación de la actividad de agua) obteniéndose un valor igual a **0,307** a 25°C. Este valor permite asegurar que en el producto desarrollado no existiera la proliferación de microorganismos tanto patógenos como alteradores. Aún así deben extremarse siempre las medidas de higiene y buenas prácticas de manufactura para disminuir al máximo cualquier tipo de contaminación que arriesgue la salud del consumidor final.

#### 4.1.3.5.3 Análisis reológicos

El análisis estudió la evolución en el tiempo (28 días en total) según los métodos especificados en el punto 3.2.7.2 de la presente memoria.

Para el caso de la prueba de cizalla, las tablas obtenidas de promediar los ensayos realizados, con los cuales se construyeron los gráficos, se encuentran en el anexo N°15. La figuras 17 y 18 muestran los gráficos generados para el estudio de la evolución de la fuerza elástica máxima en el tiempo.

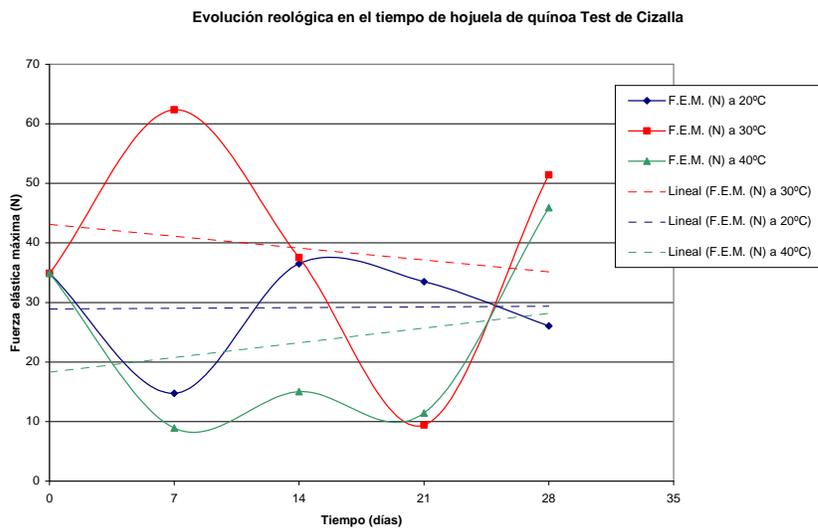


Figura 17: Evolución de la fuerza elástica máxima en el tiempo.

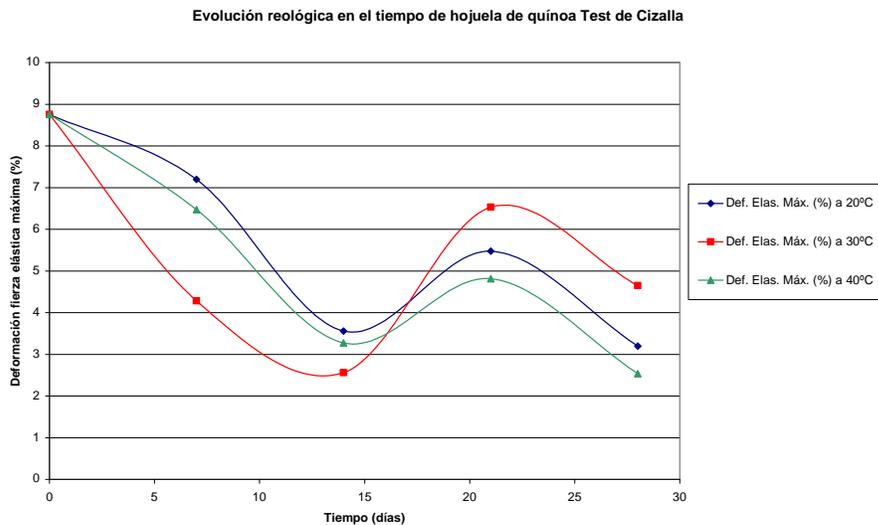
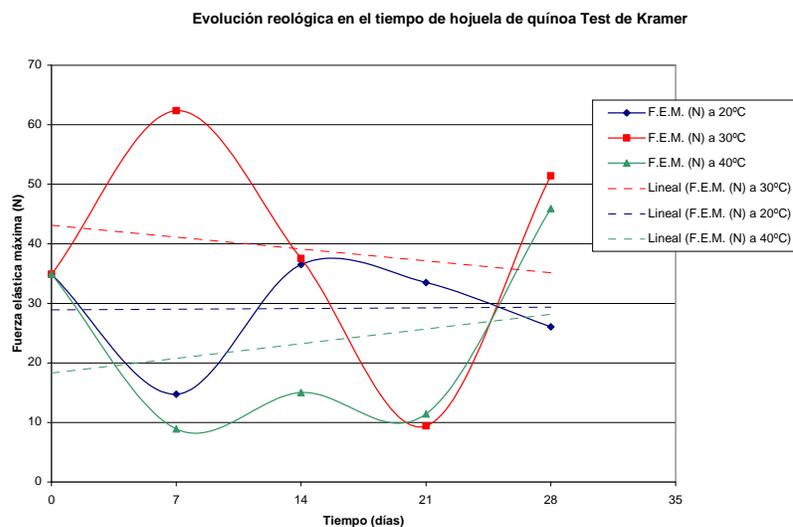


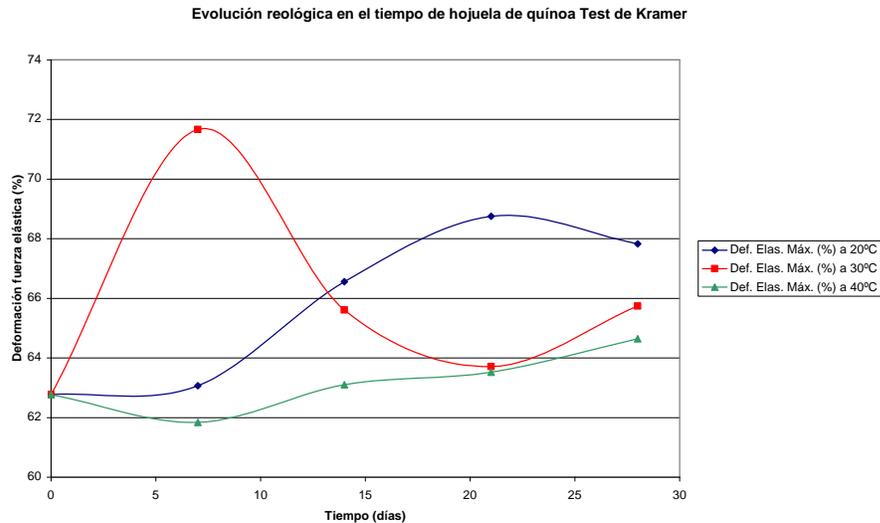
Figura 18: Evolución de la deformación de la fuerza elástica en el tiempo.

Como se observa en la figura 17, la hojuela conservada a 20°C tiende a aumentar su resistencia a la fuerza mecánica ejercida, volviéndose con el tiempo algo más dura. En cambio las muestras conservadas a 30°C y 40°C tienden a disminuir, siendo más pronunciada a los 40°C. Esto permite establecer que aún cuando en una primera instancia la muestra tiende a endurecerse, definitivamente, ésta se hace un poco más blanda en comparación a la muestra recién horneada. En cuanto al porcentaje de deformación, en los tres casos sigue una predisposición a disminuir que se ve afectada en la tercera semana, punto que coincide un repunte de los valores de fuerza elástica máxima.

En cuanto a la prueba de la celda de Kramer la idea es generar valores comparativos para poder asociar la fuerza elástica máxima con la crocancia del producto. Dichos valores promediados se encuentran en el anexo N°15. Es a partir de ellos que se construyen los gráficos de las figuras 19 y 20.



**Figura 19: Evolución en el tiempo de la fuerza elástica máxima.**



**Figura 20: Evolución en el tiempo de la deformación de la fuerza elástica.**

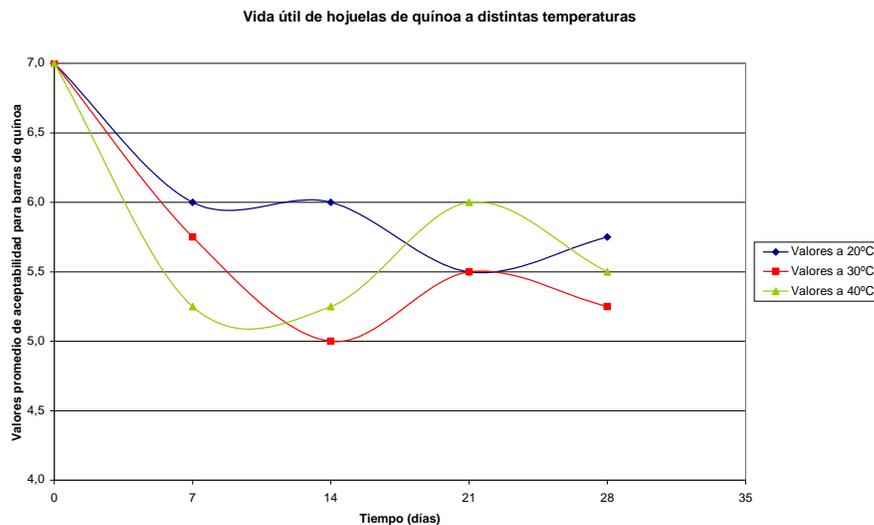
Al observar las figuras anteriores (19 y 20) se puede visualizar una tendencia a mantener los valores de fuerza elástica máxima en el tiempo durante el estudio. Para la deformación porcentual se observa que con el tiempo ésta cambia, aumentando su valor considerablemente al finalizar el estudio. En comparación a datos obtenidos por Chaunier y cols. (2005) los valores presentados para la hojuela de quínoa son bastante menores a la de hojuelas de maíz comercializados, ya que estos últimos presentaban valores entre 80 N hasta 150 N. Sin embargo, un estudio generado por Hardacre y cols. (2006) para distintos tipos de cereales generó valores de deformación de fuerza elástica máxima iguales a un promedio de 90%. Este último valor es bastante similar a los generados por la hojuela de quínoa que presenta valores entre 60 a 70%.

A partir de esto se puede determinar que aún cuando la metodología generada para elaborar la hojuela de quínoa se aleja del proceso industrial su estructura, aún cuando no presenta la misma dureza, se comportará de forma similar a una hojuela típica a base de maíz.

#### 4.1.3.5.4 Vida útil

En cuanto al estudio de vida útil generado a la hojuela de cereal, éste fue desarrollado según lo dispuesto en el punto 3.2.7.4 del presente proyecto.

Como se puede observar en la figura 21 las muestras estudiadas no tienen un patrón de comportamiento similar, sólo es parecido en el caso del estudio a 30°C y 40°C. Estos últimos son bastante más irregulares que el estudio generado a 20°C donde se presenta una clara tendencia a la disminución de la aceptabilidad en el tiempo. Esta tendencia de la aceptabilidad no se presenta en los otros dos casos, donde existe en una primera parte una tendencia a la baja que después en la tercera semana vuelve a aumentar para luego volver a disminuir. La tabla de valores promedio que da forma a la figura 21 se puede encontrar en el anexo N°16.



**Figura 21: Valorización promedio para aceptabilidad en el tiempo.**

A partir de estos datos es que se confeccionan las tablas con los valores para cada temperatura como se puede observar en el anexo N°16, con ellas se construyen las curvas sobre las cuales se realizará una regresión lineal. El valor de  $R^2$  más alto en la mayoría de los ensayos definirá el orden de la reacción cinética. Estos resultados se pueden observar en la tabla N°17.

Tabla N°17: Resultados de la regresión lineal de los valores generados en el anexo N°16.

Temperatura de conservación (°C)	Modelo	Intercepto	Pendiente	R <sup>2</sup>
20	Orden 0	6,65	-0,043	0,69
	Orden 1	1,89	-0,007	0,70
	Orden 2	0,15	0,001	0,70
30	Orden 0	6,45	-0,054	0,58
	Orden 1	1,86	-0,009	0,57
	Orden 2	0,16	0,002	0,56
40	Orden 0	6,25	-0,032	0,23
	Orden 1	1,82	-0,005	0,21
	Orden 2	0,16	0,001	0,18

De esta manera el modelo cinético que mejor representa el deterioro del producto será el de orden 0 (ecuación 1). Con el modelo cinético definido se procede a la determinación de la ecuación de Arrhenius. Para ello se construye un gráfico  $\ln(k)$  vs  $1/T(K^{-1})$ . Los datos con los cuales se construyó dicho gráfico se encuentran en el anexo N°19. De esta manera la ecuación de Arrhenius queda definida como:

$$\ln(k) = 1292,3 \cdot 1/T(K^{-1}) - 7,4394 \quad (3)$$

$$R^2 = 0,30$$

Donde,

$$m = E_a/R = 1292,3$$

$$R = 1,9872 \text{ cal/mol}\cdot\text{K}$$

Siguiendo en el mismo método para determinar la estabilidad del producto a 25°C que el de la barra de quínoa, el resultado que se obtiene es un tiempo igual a 56 días, que al igual que la barra, en la rotulación deberá prevenir considerando sólo 45 días para su consumo.

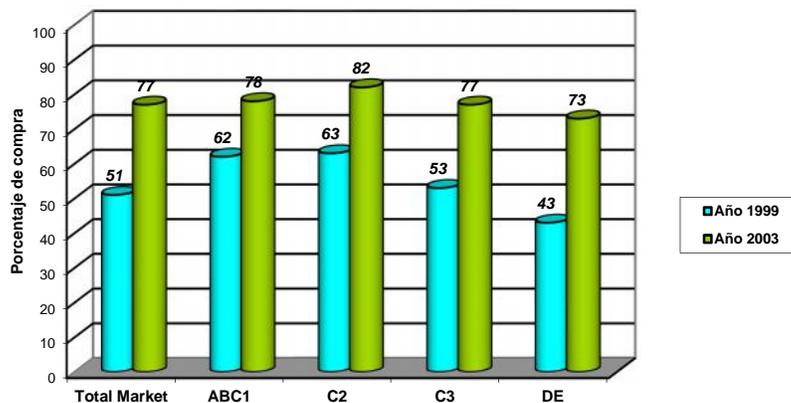
Se puede observar que las fluctuaciones son generadas a partir de sabores amargos detectados por los jueces que a la siguiente semana no detectaban, atribuyéndose esto último a inexperiencia de los jueces frente a un producto nuevo.

## 4.2 ESTUDIO DE MERCADO

### 4.2.1 Análisis de la demanda actual y futura

El mercado chileno de cereales para el desayuno está creciendo fuertemente, llegando incluso a duplicarse en los últimos cinco años (figura 22). La penetración de los cereales alcanzada en el último tiempo es bastante alta y alcanza el 80% en el contexto latinoamericano. El consumo per cápita de los chilenos es de 700 g al año y se considera bajo, al tomar en cuenta que en los países desarrollados llega a los 6 kg per cápita al año (Revista Individualismos, 2005).

Porcentaje de hogares que compran cereales (año 1999 vs año 2003)



**Figura 22: Porcentaje de hogares de la población que compran cereales (año 1999 vs año 2003). Fuente LatinPanel, Revista Industria de Alimentos 2004.**

En la figura 22 se puede observar claramente la tendencia de un aumento en la penetración del mercado de los cereales para el desayuno en Chile, así como también la cantidad de hogares que en un lapso de 4 años han aumentado entre un 10 a un 15% el consumo de este tipo de productos en los distintos grupos socioeconómicos, esto debido a la creciente necesidad de consumir productos más saludables y de prevenir problemas nutricionales como la obesidad.

#### **4.2.1.1 Principales consumidores**

Tanto niños como adultos son grandes consumidores de cereales, ya que la decisión de tener un desayuno balanceado pasa por los padres (Revista Indualimentos, 2005).

LatinPanel Chile analizó el comportamiento y los hábitos de compra de 1.800 hogares en la categoría cereales, durante el último año móvil (mayo 2004 – abril 2005). Esta determinó que un 79% de ellos ha consumido alguna variedad de cereales durante el período. Sin embargo, en provincias la penetración es mayor que la Región Metropolitana, sobre todo en la zona del Bío – Bío (86,2%) y el Norte (85,9%) (LatinPanel, 2005).

En cuanto al perfil de los consumidores, los segmentos más altos (ABC1 – C2) son los más importantes para la categoría si se compara con el total de la población. Estos mismos gastan sobre los \$1.600 durante un año, con una frecuencia de compra de 10 veces. En cambio el grupo socioeconómico DE hace lo mismo por sólo \$1.100 con sólo 6 actos de compra (LatinPanel, 2005).

Es importante señalar que los hogares con hijos de hasta 19 años presentan un 89% de participación en la facturación de cereales, siendo el grupo de los 9 a 19 años los mayores aportadores de ésta, con un 38,7% (LatinPanel, 2005).

#### **4.2.1.2 Proyección de la demanda**

Este negocio que se inició en Chile hace poco más de una década aumenta año a año su tamaño, a un ritmo de dos dígitos, perfilándose como un rubro emergente que todavía tiene un potencial de desarrollo interesante, tanto a niveles de fabricantes como de clientes (Diario Estrategia, 2003).

Quienes estudian la industria aseguran que seguirá creciendo, donde se ven grandes posibilidades de desarrollar los canales tradicionales de ventas, como almacenes y ferias, que aún no representan grandes volúmenes de ventas para los cereales. A su vez, el ingreso de marcas masivas a producido

que el consumo de cereales aumente en los niveles socioeconómicos de menores ingresos (Diario Estrategia, 2003).

A su vez, se espera que Chile continúe a la cabeza del consumo de cereales en Sudamérica. De hecho, el país ya está exportando estos productos a otros países de la región, como por ejemplo, Nestlé, que produce cereales para el mercado local pero también desde Chile envía a toda Latinoamérica y Australia (Diario Estrategia, 2003).

En el ámbito de la alimentación institucional en Chile, éste está a cargo de JUNAEB (Junta Nacional de Apoyo Escolar y Becas). La alimentación institucional es un mercado bastante interesante por la necesidad del Estado de Chile en otorgar una mejor alimentación a la población nacional, debido a las estadísticas sobre el aumento de personas con sobrepeso y al retardo de crecimiento que se ha visto en los últimos años. Por lo que un producto bajo en grasas y alto en proteínas y carbohidratos, como lo son las hojuelas de quínoa, ayudarían de sobremanera a mejorar la alimentación nacional.

Actualmente Nestlé tiene una campaña “Aporta a un Desayuno Inteligente para un niño de Junaeb”, que cuenta con 67 colegios de la Región Metropolitana. Nestlé en el año 2005 entregó 25.000 porciones de cereales para el desayuno de niños atendidos por Junaeb. Desayuno Inteligente está dirigida a madres y padre de niños en edad escolar con el propósito de aumentar el porcentaje de escolares que empiezan cada día tomando un desayuno balanceado compuesto por leche, cereales y frutas (Webmin, 2005).

#### **4.2.2 Análisis de la oferta actual y estimación futura**

Los principales cereales para el desayuno se producen a partir de harinas de trigo, maíz, avena o arroz. Hoy en día la industria ofrece una gran variedad de estos: sencillos, azucarados, con miel, caramelo, chocolate o acompañando postres lácteos (Revista Indualimentos, 2005).

La industria, en su búsqueda por satisfacer las nuevas necesidades de los consumidores, ha derivado en productos coextruidos (rellenos), en base a

avena, y mezclas de cereales con bajo contenido calórico, bajos en sodio y azúcares simples (Revista Indualimentos, 2005).

Básicamente, existen cuatro categorías dentro de los cereales para el desayuno y son: ready to eat, constituida por hojuelas ; hot cereales, compuesta por avena; granolas y mueslis; y barras de cereales (Revista Indualimentos, 2005).

Actualmente el consumo per cápita de cereales se concentra principalmente en el desayuno, las colaciones y a media tarde. Por eso la industria ha desarrollado diversos empaques que se orientan a las distintas ocasiones de consumo y a las distintas etapas de maduración de la categoría en el consumidor (Revista Indualimentos, 2005).

Un 72% de los hogares compra cereales en bolsa o cajas. Mientras que los sachets son adquiridos por un 42%, lo que demuestra que las colaciones diarias para los niños siguen tomando relevancia (LatinPanel, 2005).

#### **4.2.2.1 Principales productores y exportadores**

Ya en los años 70 la industria de los cereales era bastante grande, siendo Kellogg's, General Mills, Post y Quaker las compañías más importantes de este rubro. Los cereales de desayuno han sufrido una serie de modificaciones en el tiempo, relacionadas con su forma, su sabor, el grano de cereal utilizado, el nivel de azúcar, grasa y su color, todas características que han permitido un importante crecimiento de estos productos en el mercado (Czollak y Comandary, 2005).

El crecimiento mundial en lanzamiento de productos entre 2004 y 2005 fue de 19%, liderado por países como Estados Unidos, Canadá, Alemania, Australia y México. Latinoamérica como región aporta un 12,2% del crecimiento mundial, en países como México, Guatemala, Brasil, Argentina y Chile (Czollak y Comandary, 2005).

En Chile el principal actor es la compañía internacional Nestlé, que posee 58,6% del mercado interno, siendo top de ventas en todos los niveles

socioeconómicos, seguida por la norteamericana Kellogg's, con un 21,4% de participación, e Ipal con 9,1%. Por su parte, las marcas propias de supermercados representan sólo 1,5%, mientras que una decena de pequeñas marcas, entre ellas algunas chilenas, posee 3,4% de la categoría (Diario Estrategia, 2003).

Cabe señalar que hoy en la industria existe una veintena de marcas de cereales, que ofrecen variedades de productos de distintos formatos y orientados a distintos públicos (Diario Estrategia, 2003).

#### **4.2.2.2 Proyección de la oferta**

Actualmente el mercado está demandando productos más saludables, con bajo contenido de sodio, azúcar y grasas y es en ese sentido en el que la industria busca avanzar para satisfacer esta creciente necesidad. Los cambios se deberán implementar en la medida que el mercado madure y la industria internalice estos nuevos cambios (Revista Indualimentos, 2005).

El volumen anual de la categoría de los cereales para el desayuno es de aproximadamente 12 mil toneladas y representa ventas por \$35.000 millones anuales. Su principal canal de comercialización es el supermercado, que concentra el 98% de las transacciones. Otros canales son el institucional y el de exportaciones, el que cada vez cobra mayor importancia debido a los tratados de libre comercio celebrados por Chile (Revista Indualimentos, 2005).

Una de las características del mercado de los cereales es que Chile cada año suma más consumidores y se encuentra en una etapa primaria de comoditización, consecuencia de esto es que los volúmenes de comercialización año a año se hayan incrementado en dos dígitos. La tendencia indica un predominio del consumo de envases de mayor contenido y con mayor incidencia de los formatos chocolatados por sobre las hojuelas (Revista Indualimentos, 2005).

El crecimiento de nuevos productos en la categoría cereales de desayuno se concentra en productos orientados a los niños, con sabores frutales,

formatos y colores entretenidos, alimentos funcionales y fortificados, destacando la importancia en aquellos bajos en azúcares y grasas (Czollak y Comandary, 2005).

#### **4.2.3 Situación nacional del sector de los cereales para el desayuno**

En el estudio que LatinPanel realizó sobre el consumo de cereales determinó que el gasto promedio en esta categoría es de \$11.340 al mes, siendo de igual forma las regiones del Norte y Bío – Bío las que mayor gasto presentan durante el período (\$14 mil y \$13 mil, respectivamente) (LatinPanel, 2005).

##### **4.2.3.1 Evolución de la producción**

Específicamente, las novedades en cuanto a sabor y dulzor han sido las principales herramientas que se han utilizado para manejar las ventas de los cereales de desayuno. Mejores envases y films han ayudado a que el alimento mantenga una mejor crocancia y fresca en el tiempo (Czollak y Comandary, 2005).

La tendencia de hoy es a incorporar elementos como frutas, semillas y frutos secos que nos proporcionan mayores beneficios nutricionales (Czollak y Comandary, 2005).

En términos de sabores, los principales son chocolate, miel, frutales, (como frutilla, manzana), sin dejar de lado el clásico sabor de la vainilla, que se utiliza como base de saborización de muchos cereales (Czollak y Comandary, 2005).

##### **4.2.3.2 Comportamiento de los precios**

El incremento de volumen que ha experimentado el mercado y su posicionamiento en los diferentes segmentos de la sociedad, se deben principalmente a la incursión de las empresas en los formatos de menor tamaño, que dado sus bajos precios, son más accesibles para las personas de

menores ingresos, sectores donde la marca de mayor presencia es Kellogg's, seguida de Ipal (Diario Estrategia, 2003).

Hoy el consumo de cereales por nivel socioeconómico es prácticamente parejo, llegando a un total de 1.173 g por persona a nivel nacional, con un gasto por hogar de \$3.764 promedio por persona al mes (Diario Estrategia, 2003).

Desde la incursión en Chile de los cereales para el desayuno sus precios no han tenido una variación sustancial en el mercado, esto debido principalmente a la aparición de las marcas propias.

#### **4.2.3.3 Disponibilidad de materia prima**

Este proyecto pretende entrar al mercado con un producto a base de una materia prima muy poco explotada y conocida en Chile e internacionalmente, como lo es la quínoa.

La demanda por quínoa a nivel nacional es muy baja, lo cual da una ventaja sustancial en cuanto a la disponibilidad de materia prima, ya que existen regiones en Chile (por ejemplo en la I y VI Región) que la cosechan y están en busca de mercados donde comercializarla y darle un valor agregado a su materia prima. Aún en cuanto hubiera un auge en el consumo en los años venideros, es posible aumentar su siembra a nivel nacional, ya que se puede plantar, en Chile, desde la I a la X Región (Tagle y Planella, 2002).

En la actualidad en la VI Región se está construyendo una planta procesadora de quínoa, principalmente para elaborar harina de quínoa, que debiera estar operando el año 2007.

#### **4.2.4 Resultados del estudio de mercado**

##### **4.2.4.1 Capacidad del proyecto**

En un mercado nacional que vende cerca de 12 mil toneladas y unos 47 millones cada año (Revista Indualimentos, 2005) se pretende abarcar el 5,1% de él, con una venta de 610 toneladas de hojuelas de quínoa al año. Esto debido al posible agotamiento de la materia prima, si se llegara a producir un

aumento en su demanda por parte de otras empresas. Además, que una incursión en el 5% del mercado actual es adecuado para un producto totalmente nuevo y que debe ingresar en un mercado dominado por productos a base de harina de trigo, maíz, avena o arroz, y donde la quínoa es casi totalmente desconocida.

Dado que la capacidad mínima de los equipos que se verán en el estudio económico-financiero, son superiores a la producción que se desea tener (610 toneladas/año de producto terminado), se maquilará para otras empresas de marcas propias durante 4 horas diarias.

#### **4.2.4.2 Precios de comercialización**

Se pretende comercializar, en un comienzo, en sachet de 1 kg a un precio similar al del mercado de productos nacionales, con un precio comparativo a un producto marca propia, de \$900 + IVA el sachet de 1 kg.

#### **4.2.4.3 Ubicación del proyecto**

La planta elaboradora de hojuelas de quínoa se ubicará en la Región Metropolitana, específicamente en un parque industrial en San Bernardo.

Se escogió esta zona debido a su cercanía con los abastecimientos de materia prima, y con los medios de transporte para comercializarla en las diferentes regiones del país.

#### **4.2.4.4 Abastecimiento de materias prima**

La materia prima principal, quínoa, será adquirida de la planta elaboradora de harina de quínoa ubicada en la VI Región. El resto de los ingredientes utilizados en la formulación se comprarán a empresas proveedoras ubicadas en Santiago.

### **4.3 Estudio económico – financiero**

A fin de determinar en forma preliminar la conveniencia o no de llevar a cabo el proyecto y verificar con relativa exactitud el monto de la inversión requerida se consideraron supuestos sobre el precio, volumen de venta y tasa de crecimiento tanto en la demanda como en la oferta, estos basados en el estudio de mercado anteriormente analizado, con los cuales el producto ingresará en el mercado. Se utilizaron los precios vigentes del año 2006.

#### **4.3.1 Inversiones**

El total en inversiones requeridas para este proyecto es de **\$1.286.792.874**. El desglose de la inversión se puede encontrar en el anexo N°17.

Los activos nominales, correspondientes a inversión en gastos preoperativos fueron evaluados considerándolos como el 5% de los activos fijos, que corresponden a la suma del total del ítem equipos, obras civiles e infraestructura, servicios de agua potable y electricidad, terreno, equipos auxiliares y materiales de operación y promoción y publicidad, según lo estimado por Collao (2003).

En el anexo N°18 se puede obtener el detalle de la cotización de los equipos principales de marca Bühler y su costo individual.

Los imprevistos fueron calculados considerando el 5% de la suma de la inversión en activos más la inversión en capital de trabajo, según lo indicado por Collao (2003).

El capital de trabajo fue determinado mediante el déficit acumulado máximo. El detalle de esta inversión se observa en el anexo N°19.

El cálculo de la depreciación de los equipos y obras civiles se observa en el anexo N°20.

## **4.3.2 Costos del proyecto**

### **4.3.2.1 Costos variables**

Los costos variables del proyecto de elaboración de hojuelas de cereal en base a quínoa corresponden a **\$678 /kg de producto terminado**.

El detalle del cálculo de los costos variables se encuentra en el anexo N°21.

En los anexos N°22 y N°23 se encuentran las fichas técnicas de las materias primas canela molida del proveedor GutLand S.A. y del azúcar líquida IANSAGRO S.A., respectivamente.

### **4.3.2.2 Costos fijos**

Los costos fijos del proyecto de elaboración de hojuelas de cereal en base a quínoa corresponden a **\$64 /kg de producto terminado**. El detalle de costos fijos se encuentra en el anexo N°21.

Considerando los costos variables y fijos del proyecto se obtiene el costo del producto en **\$742** para ser comercializado a supermercados y negocios del rubro de los alimentos en **\$900 + IVA el kg de producto terminado**.

El detalle del cálculo del precio costo del producto se observa en el anexo N°21.

### **4.3.3 Ingresos del proyecto**

Los ingresos del proyecto se producirán por la venta de las 2000 toneladas diarias de producto terminado en **\$900 + IVA** (durante 4 horas de producción de hojuelas de quínoa) y por maquilar productos a otras empresas con un costo de **\$816 /kg producto terminado**, durante 4 horas diarias.

El ingreso total mensual es de **\$75.508.366**, considerando 22 días promedios trabajados. El total de ingresos anuales es de **\$906.100.397**, considerando 305 días de trabajo promedio anual. El detalle de los ingresos se observa en el anexo N°24.

#### 4.3.4 Egresos

Los egresos calculados en este proyecto tienen un valor total de **\$39.617.509 mensuales** y de **\$475.410.108 anuales**.

Esto considerando un total de **\$31.637.046 mensuales** y **\$379.644.552 anuales** en elaboración de hojuelas de quínoa. Además presentando egresos de **\$7.980.463 mensuales** y **\$95.765.556 anuales** por maquilar productos a otras empresas. El detalle de los egresos calculados se encuentra en el anexo N°25.

#### 4.3.5 Flujo neto de operación

El flujo neto de operaciones se calculó de la siguiente forma:

- Inversión inicial: se determinó mediante la suma de los activos fijos, nominales, inversión en capital de trabajo e imprevistos.
- Ingresos: de acuerdo a los volúmenes y precios de venta y sus respectivas proyecciones.
- Egresos: se determinaron mediante el cálculo del costo del año 1, y se realizó una proyección.
- Depreciación: ésta es producto del desgaste u obsolescencia de los activos fijos, calculada de acuerdo con los períodos de vida útil.
- Amortización: ésta fue calculada de forma similar que la depreciación, pero es aplicada a los activos nominales.
- Utilidad bruta: es la utilidad percibida sin el descuento de impuesto y corresponde a la diferencia entre los ingresos y los egresos menos la depreciación y la amortización.
- Impuestos: es el monto en dinero que se cancela al estado por las utilidades percibidas por la empresa, la cual corresponde al 17% de la utilidad bruta.
- Valor residual: corresponde al valor monetario de los activos fijos que han sido sometidos a depreciación.
- Flujo neto de caja: es el monto que determinó si el proyecto es rentable o no.

Al ser un proyecto de alto riesgo el flujo de caja se realizó a 5 años plazo, dentro de los cuales el flujo de ingresos no presenta crecimiento.

En el anexo N°26 se encuentra la tabla con el flujo neto de operación obtenido para este proyecto.

#### **4.3.6 Evaluación económica**

##### **4.3.6.1 Valor actual neto (VAN)**

Los valores actuales netos calculados para las distintas tasas de corte muestran valores positivos para las tasas de corte 10% y 15%, sólo para la tasa de corte de 20% muestra un valor negativo, como se puede apreciar en la tabla N°18.

**Tabla N°18: Valor actual neto estimado para el período.**

<b>Indicador</b>	<b>Valor (\$)</b>
<b>VAN (10%)</b>	<b>\$ 274.445.652</b>
<b>VAN (15%)</b>	<b>\$ 81.134.550</b>
<b>VAN (20%)</b>	<b>-\$ 76.568.637</b>

##### **4.3.6.2 Período de recuperación de la inversión (PRI)**

De acuerdo con los flujos netos de operación que se encuentran en el anexo N°26, la inversión es recuperada en un plazo de 38 meses (3,1 años).

##### **4.3.6.3 Tasa interna de retorno (TIR)**

La TIR presentó un valor de 17,4%. Aunque la TIR es más usada en casos de comparar inversiones, se puede analizar el valor obtenido comparándolos con las tasas de intereses de los bancos.

#### **4.3.7 Análisis de sensibilización**

Al analizar las sensibilidades en los porcentajes  $\pm$  10% y 20% se obtuvieron los siguientes resultados:

#### 4.3.7.1 Sensibilización del precio de venta

Los resultados de sensibilización para el precio de venta se presentan en la tabla N°19.

**Tabla N°19: Indicadores económicos para sensibilidad del precio de venta.**

Variación (%)	VAN (10%)	VAN (15%)	VAN (20%)	TIR (%)	PRI (años)
20	\$ 573.475.043	\$ 345.563.271	\$ 159.340.419	25,19	2,6
10	\$ 423.960.347	\$ 213.348.911	\$ 41.385.891	21,36	2,8
0	\$ 274.445.652	\$ 81.134.550	-\$ 76.568.637	17,45	3,1
-10	\$ 124.930.956	-\$ 51.079.810	-\$ 194.523.164	13,44	3,4
-20	-\$ 24.583.739	-\$ 183.294.171	-\$ 312.477.692	9,31	3,8

El proyecto deja de ser rentable en la mitad de los casos presentados en a tabla N°19, esto indica que este proyecto de elaboración de hojuelas de quínoa es muy sensible a los cambios en el precio de venta del producto. Con una disminución del 10% del precio de venta sólo a una tasa de corte de 10% es positiva, en los otros casos (tasas de corte de 15% y 20%) son siempre negativas.

Con respecto al TIR, este va disminuyendo proporcionalmente se presente un cambio en el precio de venta, llegando a un valor mínimo de 9,31% con una disminución del 20% del precio de venta como era de esperar. El período de recuperación de la inversión se ve afectado por la variación del precio de venta, pero en ningún caso esta es crítica, superando los años de evaluación del proyecto.

#### 4.3.7.2 Sensibilización del volumen de venta

Los resultados de sensibilización del volumen de venta se presentan en la tabla N°20.

**Tabla N°20: Indicadores económicos para sensibilidad del volumen de venta.**

Variación (%)	VAN (10%)	VAN (15%)	VAN (20%)	TIR (%)	PRI (años)
20	\$ 538.858.400	\$ 312.030.429	\$ 126.817.651	24,08	2,6
10	\$ 406.652.026	\$ 196.582.490	\$ 25.124.507	20,82	2,8
0	\$ 274.445.652	\$ 81.134.550	-\$ 76.568.637	17,45	3,1
-10	\$ 142.239.278	-\$ 34.313.389	-\$ 178.261.780	13,94	3,3
-20	\$ 10.032.904	-\$ 149.761.328	-\$ 279.954.924	10,28	3,7

En el único caso donde no afecta el volumen de venta, siendo mayor o menor en 10% o 20%, es cuando se tiene una tasa de corte de 10%, en los otros casos si se produce un cambio, siendo perjudicial una disminución del volumen de venta con una tasa de corte de 15% o 20%. La variación de TIR y del PRI es similar a la presentada cuando se varía el precio de venta, no son críticas en ningún caso.

#### 4.3.7.3 Sensibilización del precio de la materia prima

Los resultados de sensibilización para el precio de venta se presenta e la tabla N°21.

**Tabla N°21: Indicadores económicos para sensibilidad del precio de materia prima.**

Variación (%)	VAN (10%)	VAN (15%)	VAN (20%)	TIR (%)	PRI (años)
20	\$ 31.829.970	-\$ 135.726.329	-\$ 272.108.436	10,87	3,6
10	\$ 153.137.811	-\$ 27.295.889	-\$ 174.338.536	14,17	3,3
0	\$ 274.445.652	\$ 81.134.550	-\$ 76.568.637	17,45	3,1
-10	\$ 395.753.493	\$ 189.564.990	\$ 21.201.263	20,70	2,8
-20	\$ 517.061.334	\$ 297.995.430	\$ 118.971.163	23,94	2,6

Un aumento en el precio de la materia prima no presenta problemas cuando la tasa de corte es de 10%, pero sí lo presenta a 15% y 20%, representando una disminución considerable de los VAN.

Obviamente una disminución del precio de materia prima no perjudica en nada la evaluación del proyecto, al contrario lo favorece.

Los valores de TIR y PRI tienen una variación similar a los dos casos de sensibilización observados anteriormente, no siendo tan críticos. El PRI nunca supera los años en que se evalúa el proyecto (5 años).

## 5. CONCLUSIONES

- Se puede establecer que la barra de quínoa obtenida es de fácil elaboración y escalable a nivel industrial. En cuanto a la hojuela de quínoa es un producto de características similares a las comercializadas actualmente y cuya elaboración piloto difiere de la industrial debido a que para las pruebas de laboratorio no se contaban con los equipos adecuados.
- Ambos productos otorgaban un aporte energético (1 barra = 85,7 Kcal y 28 g hojuelas = 117,9 Kcal) mayor al de sus pares comerciales, aún cuando la cantidad de proteínas era levemente superior. Cabe destacar que los carbohidratos fueron obtenidos por diferencia con los otros constituyentes, por lo que se asume que una proporción de ellos era fibra.
- En el caso de la barra de quínoa los análisis reológicos demostraron que con el tiempo la fuerza de oposición tanto a la cizalla como a la flexión fue disminuyendo. Esto se atribuyó a la cristalización de la fracción de miel en la solución aglomerante, lo que repercutió en la pérdida de cohesividad del alimento. En el caso de las hojuelas la prueba de cizalla permitió demostrar que en el tiempo la fuerza de oposición iba disminuyendo levemente. En cuanto a la prueba de la celda de Kramer, el estudio permitió establecer que la crocancia, valor asociado a la fuerza ejercida por la celda, era menor (34,8 N) que la de hojuelas de maíz (150 N) pero que su elasticidad era similar (65%).
- Tanto para barra como para hojuela la vida útil es de 56 días, valor inferior al compararlo con productos comerciales.
- En ambas formulaciones no se utilizaron aditivos químicos, con el fin de elaborar un producto natural, cuya preservación estuviera relacionada con una baja actividad de agua.
- En ninguna de las formulaciones desarrolladas se adicionó sodio como acentuante del sabor, por considerarlo perjudicial para la salud. Esto debido

a que ambos productos estaban destinados a un mercado institucional, preferentemente infantil y adolescente.

- El proyecto de elaboración de hojuelas de quínoa pretende abarcar un 5% del mercado actual nacional (610 ton anuales).
- La comercialización de los cereales para el desayuno (hojuelas de quínoa) se enfoca principalmente en la alimentación institucional, es por esto que se comercializará en envases (sachet) de 1 kg.
- La demanda de cereales para el desayuno ha ido en notable aumento en los últimos 10 años lo cual representa una oportunidad para este nuevo producto.
- Al igual que la demanda, la oferta ha aumentado debido principalmente a la aparición de productos de marca propia, lo cual ha provocado que los precios no experimenten grandes variaciones los últimos años.
- La inversión del proyecto es de \$1.286.792.874. El precio costo para un kilo de hojuelas es de \$742 y se pretende vender a \$900+IVA. Los ingresos estimados totales (producción de hojuela de quínoa y maquilación) ascienden a \$906.100.397 anuales.
- El flujo de caja construido se basó en un período de evaluación de 5 años por ser un proyecto de alto riesgo. Así mismo no existió crecimiento en este periodo. El VAN fue evaluado a tres distintas tasas de descuento obteniendo como resultados; MM\$274,4 (10%), MM\$81,1 (15%) y -MM\$76,5 (20%). El TIR para el proyecto fue de 17,4% y el PRI fue de 3,1 años, haciendo del proyecto factible.
- En cuanto a la sensibilización del proyecto el aumento de costo de materia prima, la disminución del valor de venta y la disminución del precio de venta en una tasa de corte de 15% y 20% es siempre negativo a variaciones iguales o superiores al 10%.
- Dado el grado de riesgo del proyecto se debe evaluar la posibilidad de maquilar el producto, ya que la carga financiera es alta debido al costo de las inversiones.

## 6. BIBLIOGRAFIA

- AOAC (1984) "Association of Official Analytical Chemist Inc. Official Methods of Analysis", ed. 14; Ed. Washington, USA. 1141 p.
- CANTILLO, J., FERNÁNDEZ, C. y NUÑEZ, M. (1994) "Durabilidad de los alimentos: métodos de estimación". Instituto de Investigaciones para la industria alimentaria, Centro de información y documentación científico técnica IIIA – MINAL, primera edición, Ciudad de La Habana, Cuba. 128 – 129.
- CASTRO, E. (2005) "Informe final proyecto: Desarrollo de harina de quínoa orgánica de alta calidad como alternativa de consumo y de producción sustentable". Fundación Innovación Agraria (FIA), SUB – ES – C – 2004 – 1 – A – 15. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile.
- CHAUNIER, L., COURCOUX, P., ET AL. (2005) "Physical and sensory evaluation of cornflakes crispness" Unité de Recherche sur les Polysaccharides leurs Organizations et Interactions (URPOI), Journal of Textural Studies. Francia, vol. 36: 93 – 118.
- COLLAO, A. (2003) "Factibilidad técnico-económica de una planta elaboradora de galletas". Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile. 38-66.
- CZOLLAK, W. y COMANDARY, P. (2005) "Saborización de Cereales para el desayuno". Revista Indualimentos, Santiago, Chile. Vol. 7 (38): 39 -41.
- DIARIO ESTRATEGIA (2003) "Chile lidera consumo de cereales para el desayuno en Sudamérica". Santiago, Chile.  
URL: <http://www.estrategia.cl/histo/200308/04/ambito/lesa.htm>
- EL MERCURIO (2006) "Grupos socioeconómicos: Dime qué tienes y te diré qué eres". Cuerpo B Enfoques, segmento tendencias. Santiago, Chile. pág. 10.

- GAJARDO, P. (2005) “Caracterización y determinación de la estabilidad durante el almacenamiento de las proteínas de harina de quinua orgánica sin pulir y pulida proveniente de la VI región de Chile”. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile. pág. 15 – 16.
- GONZALEZ, J.A., A. ROLDAN, M. GALLARDO, T. ESCUDERO, y F.E. PRADO. (1989). Quantitative determinations of chemical compounds with nutritional value from Inca crops: *Chenopodium quinoa*. Plant Foods for Human Nutrition. 39 (4):331-337.
- HARDACRE, A., CLARK, S., RIVIERE, S., MONRO, J., HAWKINS A. (2006) “Some textural, sensory and nutritional properties of expanded snack food wafers made from corn, gentian and other ingredients” Crop and food research limited, Journal of texture studies, Volumen 37: 94 – 111.
- INSTITUTO NACIONAL DE ESTADISTICA (2005) “Indice de precios al consumidor; serie de precios anual año 2005”. Departamento Estadísticas de Precios, Subdirección técnica. Santiago, Chile. URL: [www.ine.cl](http://www.ine.cl)
- LATINPANEL (2004) “Cereales; ¿Un bien suntuario o diariamente necesario?”. Revista Industria de Alimentos, Santiago, Chile. Vol. 7 (30): 14-16.
- LATINPANEL (2005) “Cereales; Lo nutritivo comienza cada día”. Revista Industrial Vol. 8 N°36. Santiago, Chile. pág. 68 - 70.
- MARTINEZ, O. 1989. Notas acerca de la Quínoa y el Amaranto. Cultivos Indígenas en Expansión UBA. Top. 0633.19 pág. 25.
- MINISTERIO DE SALUD (2005) “Selección de Alimentos, Uso del etiquetado Nutricional para una Alimentación Saludable”. Universidad de Chile. Santiago, Chile. pág.
- ODECU (2005) “Cereales para el desayuno: ¿Productos saludables o golosinas en base a cereales?”  
URL: [http://www.odecu.cl/prensa\\_detalle2.php?&cod=2369](http://www.odecu.cl/prensa_detalle2.php?&cod=2369)

- OGUNGBENLE, H. “Nutritional evaluation and functional properties of quinoa (*Chenopodium quinoa*) flour” *Internacional Journal of Food Sciencies and Nutrition* 54: 153 – 158, 2003.
- PREGO, I., MALDONADO, S. Y OTEGUI, M. “Seed Structure and Localization of Reserves in *Chenopodium quinoa*” *Annals of Botany* 82(bo980704): 481 – 488, June 1998
- RECONDO, M., ELIZALDE, B., BUERA, M. (2006) “Modeling temperature dependence of honey viscosity and of related supersaturated model carbohydrate systems”. *Journal of Food Engineering* 77, 126 – 134
- REVISTA CONSUMER (2004) “Análisis comparativo de cereales para el desayuno: Saludables y bien elaborados”- España. pág. 27.
- REVISTA INDUALIMENTOS (2005) “El Nutritivo y Creciente Mercado de los Cereales”. Santiago, Chile. Vol. 7 (38): 36 – 38.
- REYES, G., CORZO, O. y BRACHO, N. (2005) “Optimización de la deshidratación osmótica de sardina mediante la metodología de superficies de respuesta”. Departamento de Tecnología de Alimentos. Núcleo de Nueva Esparta, Universidad de Oriente, Venezuela. Vol. XV, Nº 4, 377 – 384.
- SCHMIDT – HEBBEL, H., PENNACCHIOTTI, I., MASSON, L. Y MELLA, M. (1992) “Tabla de composición química de los alimentos chilenos”. Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile. Santiago, Chile.
- SEPULVEDA, J., THOMET, M., PALAZUELOS, P., MUJICA, M. (2004) “la Kinwa Mapuche. Recuperación de un cultivo para la alimentación” Temuco, Chile.
- SERNAC (2004) “Rotulación de cereales en barra, comercializados en supermercados de la ciudad de Santiago. Análisis comparativo 2003 – 2004” Departamento de estudios, Servicio Nacional del Consumidor. Santiago, Chile.

- SOLAE COMPANY, T. (2006) “Beneficios de la lecitina de soya”  
URL: <http://www.solae.com/company/sp/benefitsofsoy/soylecithin.html>
- SOMERS, FG (1982) “Seed bearing halophytes as food plants”. Proceedings of a conference. College of Marine Studies, University of Delaware, Lewes, DE, USA, 22-25.
- TAGLE, M. y PLANELLA, T. (2002) “La Quínoa en la zona central de Chile; Supervivencia de una tradición prehispana”. Editorial Iku, Santiago, Chile.
- VELIZ, N. (1999) “Desarrollo de un producto horneado a base de quínoa para el adulto mayor de Chile”. Escuela de Postgrado, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile, Santiago, Chile. Pag. 9-10.
- VILLARROEL, A. (2005) “Obtención de harina de quínoa proveniente de dos ecotipos de semillas, caracterización bioquímica y funcional y determinación de la estabilidad de las proteínas durante el almacenamiento a temperaturas disímiles” Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile, Santiago, Chile. pág. 12.
- WAHLI, C. 1990. “La Quínoa: hacia su cultivo comercial”. Latinreco S.A. Quito, Ecuador.
- WEBMIN (2005) “Desayuno Inteligente entrega 25.000 porciones de cereales para el desayuno de los niños de JUNAEB”.  
URL: <http://webmin.temuco.cl/noticias/Junio/N2005060311203128068.html>
- WITTIG, E. (2001) “Evaluación sensorial: Una metodología actual para tecnología de alimentos”. Biblioteca digital Universidad de Chile. Edición digital. Santiago, Chile.
- WITTIG, E., AVENDAÑO, P., SOTO, D. y BUNGER, A. (2003) “Caracterización química y sensorial de biscochuelos enriquecidos con fibra dietética y micronutrientes para el anciano”. Facultad de Cs. Químicas y Farmacéuticas, Universidad de Chile. Revista ALAN, Vol. 53 (1): 20 – 36.

# **ANEXOS**

## ANEXO N°1

Imágenes del proceso de lavado de quínoa para la elaboración de harina.



**Figura A1.1, A1.2 y A1.3: Lavado de quínoa para eliminar la saponina presente en el grano.**



**Figura A1.4: Distribución de granos de quínoa para su posterior secado en estufa**

## ANEXO N°2

Imágenes del proceso de molienda de los granos de quínoa para la elaboración de harina de quínoa.



**Figura A2.1 y A2.2: Disposición de la quínoa en el molino de martillo – cuchillo para la molienda del grano.**



**Figura A2.3: Segunda molienda de la harina de quínoa.**



**Figura A2.4: Harina de quínoa y grano de quínoa original**

## **ANEXO N°3**

### Estimación del tamaño de partícula

#### **Objetivos**

Los objetivos de esta experiencia fueron:

- Reducción del tamaño de partícula de materias primas para su incorporación como ingredientes en formulaciones industriales.
- Estudio de la clasificación del tamaño de partícula por tamizado

#### **Procedimiento Experimental**

##### **Equipo**

El equipo consta de un molino de martillo/cuchillo de laboratorio **Retsch SR – 2**, el cual consta de un canastillo para la recepción del material ya molido. Una vez utilizado el molino se procede a sustraer el material sólido pulverizado llevándose a una batería de tamices **ASTM E11–61** donde se seleccionará a través de un proceso mecánico el tamaño representativo de la molienda, para ésto se traslada una cantidad medida de material sólido (100 g) al primer tamiz de la batería, se tapa y se monta en un agitador (Erweka) por un tiempo definido, para luego tarar cada tamiz con muestra y poder determinar así la velocidad óptima de molienda.

##### **Materiales e instrumentos**

- Equipo molino Retsch SR – 2 (Martillo/cuchillo), Alemania.
- Batería de tamices Arthur H. Thomas Company, Philadelphia, USA.
- Vibrador Erweka

Especificaciones:

ERWEKA – APPARATEPAU

G.M.B. Hoffenbadr/Main

Type VT Nr 3930

Hecho en Alemania del Oeste

## Desarrollo

En la tamización se utilizó una batería de tamices ASTM E11 - 61. Se agita en un vibrador automático por 10 min a una velocidad determinada y se pesa cada tamiz (previamente tarados) con la cantidad de harina retenida.

Cálculo experimental del tamaño promedio de las partículas.

Valores obtenidos en la experiencia

Utilizando la ecuación,

$$\text{Diámetro de partícula} = \frac{(\text{luz de malla anterior} + \text{luz de malla actual})}{2}$$

Se obtiene,

<b>Nº de malla</b>	<b>Luz de Malla (mm)</b>	<b>Diámetro partícula (mm)</b> Mayores a	<b>Masa retenida</b> <b>(en gramos)</b>
16	1190	1190	4,3
30	590	890	5,3
50	297	443,5	62,6
60	250	273,5	15,9
80	177	213,5	15,6
100	149	163	2,5
140	105	127	0,9
fondo	0	Menores de 127	3,9

Total de masa retenida

Se calcula a distintas velocidades en donde se considera:

$$m \text{ retenida} = \sum \text{masas} - (\text{masa tamiz menor} + \text{masa tamiz mayor})$$

$$m \text{ retenida} = 99,8 \text{ g}$$

## Diámetro peso promedio

Diámetro Partícula (mm)	Masa retenida (g)	D partícula * m retenida
890	5,3	4717
443,5	62,6	27763,1
273,5	15,9	4348,65
213,5	15,6	3330,6
163	2,5	407,5
127	3,9	495,3
	Sumatoria	41062,2

A partir de los valores obtenidos se genera la siguiente tabla,

	Valores
D partícula * m retenida	41062,2
S m retenida	99,8
<b>D peso promedio</b>	<b>411,4</b>

Donde la simple división del producto del diámetro de partículas por la masa retenida por el total de la masa retenida por el tamiz, genera el diámetro peso promedio el cual se ajusta a los 412  $\mu\text{m}$ .

#### **ANEXO N°4**

Escala de Karlsruhe para barras de cereal a base de quínoa.

## ANEXO N°5

Tablas generadas a partir del análisis estadístico de optimización por superficie de respuesta obtenido a través del software Statgraphics Plus 5.1.

**Tabla A5.1:** Análisis de varianza para la calidad total.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado medio	F-Ratio	P-Valor
A:Temperatura de Horneado	0,00015	1	0,00015	0,00	0,9542
B:Porcentaje de Miel	0,627267	1	0,627267	16,25	0,0274
AA	0,130537	1	0,130537	3,38	0,1632
AB	0,050625	1	0,050625	1,31	0,3352
BB	0,113437	1	0,113437	2,94	0,1850
Falta de ajuste	0,0474875	3	0,0158292	0,41	0,7583
Error Puro	0,1158	3	0,0386		
Total (corr.)	1,20707	11			

R-cuadrado = 86,4724 por ciento  
R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 75,1993 por ciento  
Error Estándar de Est. = 0,196469  
Error absoluto de la media = 0,0950694  
Estadístico Durbin-Watson = 2,81546 (P=0,0247)  
Autocorrelación residual Lag 1 = -0,566806

Este análisis divide la variabilidad de la calidad total en distintos segmentos separados para cada uno de los efectos. Después prueba la significación estadística de cada efecto comparando la media al cuadrado contra una estimación del error experimental.

El test de falta de ajuste está diseñado para determinar si el modelo seleccionado es adecuado para describir los datos observados, o si se debe usar un modelo más complicado. La prueba se ha realizado comparando la variabilidad de los modelos de residuos actuales con la variabilidad entre las observaciones en la situación replicada de los factores. Puesto que el p-value para la falta de ajuste en la tabla N°A8.1 del anexo es mayor que 0,05, el modelo parece ser adecuado para los datos observados al 95,0% de nivel de confianza.

El estadístico R-cuadrado indica que el modelo así ajustado explica el 86,5% de la variabilidad en calidad total. El estadístico R-cuadrado ajustado, el cual es más adecuado para la comparación de números diferentes de variables independientes, es 75,2%.

**Tabla A5.2:** Coeficiente de regresión para calidad total.

Constante	= 12,2079
A:Temperatura de Horneado Granola	= -0,187
B:Porcentaje de Miel en Barra	= -0,0351667
AA	= 0,0022125
AB	= -0,001125
BB	= 0,0020625

## ANEXO N°6

Imágenes del procedimiento de elaboración de barra de quínoa.



**Figura A6.1: Ingredientes para elaborar granola de quínoa.**



**Figura A6.2: Adición de huevo a los ingredientes secos para elaborar granola.**



**Figura A6.3: Mezcla de ingredientes.**



**Figura A6.4: Granola.**



**Figura A6.5: Adición de solución aglomerante.**



**Figura A6.6: Barras de quínoa previo secado en estufa.**

## ANEXO N°7

Obtención de los nutrientes tanto para barras como de hojuelas a base de quínoa.

### 1) Determinación de proteínas

A partir de lo descrito en la sección de métodos los valores obtenidos para proteínas son los siguientes:

a) Barras de quínoa

Normalidad del H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (N1): 0,1199 N

Normalidad del NaOH (N2): 0,1176 N

V1: Volumen de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> utilizado

V2: Volumen de NaOH utilizado

$$\text{Mg N} = (V1 \cdot N1 - V2 \cdot N2) \cdot 14$$

Muestra	Tamaño muestra	Normalidad H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Volumen H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (ml)	Normalidad NaOH	Volumen NaOH (ml)	mg de Nitrógeno
Barra	2,5	0,1199	50	0,1176	39,3	19,226
Barra	2,5	0,1199	50	0,1176	31,9	31,410

Proteínas (mg) = mg N \* F

F = factor promedio de nitrógeno (N) en proteínas según el tipo de alimento, para cereales 5,7

mg de Nitrógeno	Factor de conversión	mg de Proteína
19,226	5,7	109,6
31,410	5,7	179,0

<b>Promedio:</b>	<b>144,3</b>
------------------	--------------

Se promediaron ambas muestras ya que al contener una cantidad variable de nueces, la barra varia en su cantidad de proteínas dependiendo de la porción que se tome como muestra.

g de proteína	g de muestra	g de proteínas por 100 gramos de muestra
0,1443	2,5	5,77

b) Hojuelas de quínoa

Normalidad del H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> (N1): 0,1199 N

Normalidad del NaOH (N2): 0,1176 N

V1: Volumen de H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> utilizado

V2: Volumen de NaOH utilizado

$$\text{Mg N} = (V1 \cdot N1 - V2 \cdot N2) \cdot 14$$

Muestra	Tamaño muestra	Normalidad H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub>	Volumen H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> (ml)	Normalidad NaOH	Volumen NaOH (ml)	mg de Nitrógeno
Hojuelas	2,3	0,1199	50	0,1176	31,5	32,068
Hojuelas	2,3	0,1199	50	0,1176	31	32,892

Proteínas (mg) = mg N \* F

F = factor promedio de nitrógeno (N) en proteínas según el tipo de alimento, para cereales 5,7

mg de Nitrógeno	Factor de conversión	mg de Proteína
32,068	5,7	182,8
32,892	5,7	187,5

<b>Promedio:</b>	<b>185,1</b>
------------------	--------------

Se promediaron ambas muestras ya que al ser similares, el valor final es más representativo.

g de proteína	g de muestra	g de proteínas por 100 gramos de muestra
0,1851	2,3	8,05

## 2) Humedad

El cálculo del porcentaje de humedad de los alimentos se determina en base a una diferencia de masas, al exponer una cantidad conocida de muestra en una estufa a 105°C por un tiempo determinado. Se utiliza la siguiente fórmula:

$$\% \text{ Humedad} = \frac{(M2 - (M3 - M1)) \times 100}{M2}$$

### a) Barra de quínoa

Muestra	g capsula (M1)	g muestra inicial (M2)	g Finales (capsula + muestra) (M3)	Humedad (%)
Barra	27,7169	5,0358	32,5473	4,08
Barra	25,3799	4,9996	30,1707	4,18

<b>Promedio:</b>	<b>4,13</b>
------------------	-------------

### b) Hojuela de quínoa

Muestra	g capsula (M1)	g muestra inicial (M2)	g Finales (capsula + muestra) (M3)	Humedad (%)
Hojuela	23,7517	5,0052	28,6669	1,80
Hojuela	23,5721	5,0342	28,5165	1,78

<b>Promedio:</b>	<b>1,79</b>
------------------	-------------

### 3) Cenizas

El cálculo para la obtención de cenizas se basa en la incineración de una cantidad conocida de muestra hasta la obtención de cenizas blancas, se determina esto último por diferencias de masa según la ecuación siguiente:

$$\text{g Cenizas} = A3 - A1$$

A1 = peso capsula sola

A3 = peso final capsula mas muestra incinerada

#### a) Barras de quínoa

Muestra	g capsula (A1)	g muestra inicial	g Finales (capsula + muestra) (A3)	g Cenizas	g Cenizas/100 g Producto
Barra	22,0303	5,0481	22,0912	0,06	1,21
Barra	17,2788	5,0406	17,3380	0,06	1,17

<b>Promedio:</b>	1,19
------------------	------

#### b) Hojuelas de quínoa

Muestra	g capsula (A1)	g muestra inicial	g Finales (capsula + muestra) (A3)	g Cenizas	g Cenizas/100 g Producto
Hojuela	24,7715	5,0165	24,8377	0,07	1,32
Hojuela	23,5893	5,0122	23,6539	0,06	1,29

<b>Promedio:</b>	1,30
------------------	------

#### 4) Grasas

La metodología utilizada para la extracción de materia grasa tanto para hojuelas como para barras a base de quínoa, se basó en la hidrólisis ácida y extracción por solventes en embudo de decantación. Con esto se asegura la obtención de toda materia grasa presente en el alimento, pues la hidrólisis ácida facilita la ruptura de formaciones micelares.

$$\text{g grasa} = A3 - A1$$

A1 = peso matraz solo

A3 = peso final matraz mas muestra separada de solventes.

##### a) Barra de quínoa

Muestra	g matraz (A1)	g muestra inicial	g Finales (matraz + muestra) (A3)	g grasa	g Grasa/100 g Producto
Barra	176,5	3,0000	176,8	0,30	10,00

##### b) Hojuela de quínoa

Muestra	g matraz (A1)	g muestra inicial	g Finales (matraz + muestra) (A3)	g grasa	g Grasa/100 g Producto
Hojuela	273,2	3,0000	273,4	0,20	6,67

#### 5) Carbohidratos

Los carbohidratos se obtuvieron a base de la diferencia con los otros nutrientes obtenidos con el análisis.

##### a) Barra de quínoa

Muestra	Grasa/100g	Cenizas/100g	Proteínas/100g	Agua/100g	Total Carbohidratos/100g
Barra	10,00	1,19	5,77	4,13	78,91

##### b) Hojuelas de quínoa

Muestra	Grasa/100g	Cenizas/100g	Proteínas/100g	Agua/100g	Total Carbohidratos/100g
Hojuela	6,67	1,30	8,05	1,79	82,19

### Tabla de Información Nutricional

Se elaboró la tabla de información nutricional para ambos alimentos en base a las sugerencias entregadas en la Selección de Alimentos, Uso del etiquetado Nutricional para una Alimentación Saludable (2005), elaborado por la Universidad de Chile para el Ministerio de Salud. En ésta publicación se especifica que para alimentos sólidos con menos de 3 g de grasa por porción la tabla recomendada será:

INFORMACION NUTRICIONAL		
Porción: ..... unidades (...g)		
Porciones por envase:.....		
	100 g	1 porción
Energía (kcal)	.....	.....
Proteínas (g)	.....	.....
Grasa total (g)	.....	.....
Hidratos de carbono disponibles (g)	.....	.....
Sodio (mg)	.....	.....

Utilizando la siguiente conversión:

g de grasa x 9 Kcal = Energía total aportada por gramo de grasa

g de proteína x 4 Kcal = Energía total aportada por gramo de proteína

g de Carbohidratos x 4 Kcal = Energía total aportada por gramo de CH.

a) Barra de quínoa

INFORMACION NUTRICIONAL		
Porción 20 g		
Porción por envase: 1		
	100 g	Porción
<b>Energía (Kcal)</b>	428,72	85,7
<b>Proteínas (g)</b>	5,77	1,2
<b>Grasas totales (g)</b>	10,00	2,0
<b>Carbohidratos totales (g)</b>	78,91	15,8
<b>Sodio (mg)</b>	0,0	0,0

b) Hojuela de quínoa

<b>INFORMACION NUTRICIONAL</b>		
Porción 28 g		
Porción por envase: 18 aprox.		
	<b>100 g</b>	<b>Porción</b>
<b>Energía (Kcal)</b>	420,99	117,9
<b>Proteínas (g)</b>	8,05	1,6
<b>Grasas totales (g)</b>	6,67	1,3
<b>Carbohidratos totales (g)</b>	82,19	16,4
<b>Sodio (mg)</b>	0,0	0,0

## ANEXO N°8

Tabla comparativa de la energía aportada por distintas barras de cereales existentes en el mercado actual.

**Tabla A8.1** Información nutricional productos comerciales.

Marca – Producto	Porción (g)	Energía (Kcal)	Proteínas (g)	Grasa (g)
Flow Tradicional	21,00	79,21	0,97	2,25
Costa, Chococereal	20,00	82,00	1,00	3,00
Costa, Golden cereal	18,00	73,00	1,00	3,00
Calaf, Granola energy	18,00	61,00	1,20	1,20
Arcor, cerealmix tradicional	23,00	93,20	1,60	2,30

Energía (Kcal) en porción de 20 g	Proteínas (g) en porción de 20 g	Grasa (g) en porción de 20 g
75,44	0,92	2,14
82,00	1,00	3,00
81,11	1,11	3,33
67,78	1,33	1,33
81,04	1,39	2,00

<b>Promedio:</b>	<b>77,5</b>	<b>1,2</b>	<b>2,4</b>
------------------	-------------	------------	------------

Fuente: Sernac, 2004.

## ANEXO N°9

### Estudio reológico de barra de cereal a base de quínoa.

Tablas generadas a partir del análisis reológico a la barra optimizada en el tiempo y a diferentes temperaturas de conservación. Los datos fueron obtenidos promediando dos ensayos de similares características sobre una misma muestra, con el fin de generar una respuesta lo mas representativa posible.

**Tabla A9.1:** Análisis reológico de cizalla.

A 20°C		
Tiempo (Días)	F.E.M. (N)	Def. Elás. Máx. (%)
0	35,400	9,318
7	35,926	8,118
14	71,458	8,900
21	4,968	4,032
28	33,627	8,739

A 30°C		
Tiempo (Días)	F.E.M. (N)	Def. Elás. Máx. (%)
0	35,400	9,318
7	15,928	10,877
14	21,360	7,111
21	43,132	12,844
28	22,891	8,366

A 40°C		
Tiempo (Días)	F.E.M. (N)	Def. Elás. Máx. (%)
0	35,400	9,318
7	33,124	8,228
14	15,012	6,295
21	6,614	10,867
28	14,040	4,776

Nota: F.E.M. Fuerza elástica máxima (N) y Def. Elás. Máx. Deformación fuerza elástica máxima (%)

**Tabla A9.2:** Análisis reológico de flexión.

<b>A 20°C</b>		
<b>Tiempo (Días)</b>	<b>F.E.M. (N)</b>	<b>Def. Elas. Máx. (%)</b>
0	20,142	11,021
7	27,379	13,628
14	70,142	21,928
21	23,344	8,700
28	42,601	14,751

<b>A 30°C</b>		
<b>Tiempo (Días)</b>	<b>F.E.M. (N)</b>	<b>Def. Elas. Máx. (%)</b>
0	20,142	11,021
7	14,572	9,285
14	17,918	5,402
21	6,422	4,360
28	15,022	6,225

<b>A 40°C</b>		
<b>Tiempo (Días)</b>	<b>F.E.M. (N)</b>	<b>Def. Elas. Máx. (%)</b>
0	20,142	11,021
7	16,928	9,392
14	24,770	11,479
21	5,132	7,340
28	6,515	4,307

Nota: F.E.M. Fuerza elástica máxima (N) y Def. Elas. Máx. Deformación fuerza elástica máxima (%)

## ANEXO N°10

Estudio de vida útil de barra de cereal a base de quínoa.

Tablas generadas a partir del análisis de la vida útil a la barra optimizada en el tiempo y a diferentes temperaturas de conservación. Los datos fueron obtenidos promediando ensayos de similares características sobre una misma muestra, con el fin de generar una respuesta lo mas representativa posible.

**Tabla A10.1:** Valores promedio obtenidos del análisis sensorial.

Tiempo (días)	Valores a 20°C	Valores a 30°C	Valores a 40°C
0	7,0	7,0	7,0
7	5,5	5,8	6,0
14	6,5	7,0	6,5
21	5,0	5,0	4,3
28	6,0	5,5	4,5

**Tabla A10.2:** Valores para el estudio de vida útil.

**A 20°C**

Tiempo (días)	Valores a 20°C	Ln valores 20°C	1/Valores 20°C
0	7,00	1,95	0,14
7	5,50	1,70	0,18
14	6,50	1,87	0,15
21	5,00	1,61	0,20
28	6,00	1,79	0,17

**A 30°C**

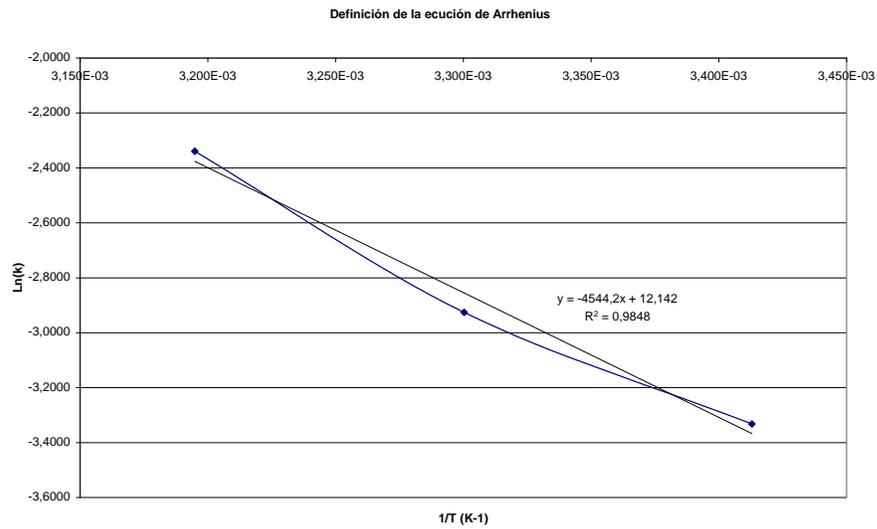
Tiempo (días)	Valores a 30°C	Ln valores 30°C	1/Valores 30°C
0	7,00	1,95	0,14
7	5,75	1,75	0,17
14	7,00	1,95	0,14
21	5,00	1,61	0,20
28	5,50	1,70	0,18

**A 40°C**

Tiempo (días)	Valores a 40°C	Ln valores 40°C	1/Valores 40°C
0	7,00	1,95	0,14
7	6,00	1,79	0,17
14	6,50	1,87	0,15
21	4,25	1,45	0,24
28	4,50	1,50	0,22

**Tabla A10.3:** Valores para el estudio de vida útil. Determinación de la ecuación de Arrhenius.

Temperatura(°C)	Temperatura (K)	1/T(K <sup>-1</sup> )	Constante (k)	Ln(k)
20	293	3,413E-03	-0,0357	-3,3326
30	303	3,300E-03	-0,0536	-2,9262
40	313	3,195E-03	-0,0964	-2,3392



## **ANEXO N°11**

Escala de Karlsruhe para hojuelas de cereal en base a quínoa.

## ANEXO N°12

Tablas generadas a partir del análisis estadístico de optimización por superficie de respuesta obtenido a través del software Statgraphics Plus 5.1.

**Tabla A12.1:** Análisis de varianza para la calidad total.

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado medio	F-Ratio	P-Valor
A:Porcentaje de Leci	0,0000166667	1	0,0000166667	0,00	0,9936
B:Temperatura	1,48007	1	1,48007	6,74	0,0806
AA	0,258338	1	0,258338	1,18	0,3574
AB	0,2209	1	0,2209	1,01	0,3897
BB	0,113437	1	0,113437	0,52	0,5241
Falta de ajuste	0,0882042	3	0,0294014	0,13	0,9336
Error Puro	0,658475	3	0,219492		
Total (corr.)	2,9943	11			

R-cuadrado = 75,0633 por ciento  
R-cuadrado (ajustado para g.l.) = 54,2827 por ciento  
Error Estándar de Est. = 0,468499  
Error absoluto de la media = 0,181389  
Estadístico Durbin-Watson = 1,5358 (P=0,0941)  
Autocorrelación residual Lag 1 = 0,0728506

**Tabla A12.2:** Coeficiente de regresión para calidad total. Optimización de hojuelas de quínoa.

Constante	= -25,2737
A:Porcentaje de Lecitina	= 4,01146
B:Temperatura	= 0,526917
AA	= -0,486328
AB	= -0,029375
BB	= -0,0020625

## ANEXO Nº13

Imágenes del procedimiento de elaboración de hojuelas de quínoa.



**Figura A13.1: Ingredientes para elaborar hojuelas de quínoa.**



**Figura A13.2: Masa de hojuela de quínoa.**



**Figura A13.3: Masa de quínoa en máquina de pastas.**



**Figura A13.4: Formación manual de hojuelas.**



**Figura A13.5: Hojuelas previa horneado.**



**Figura A13.6: Hojuelas de quínoa listas para servir.**

## ANEXO N°14

Comparación entre las propiedades nutricionales de las hojuelas de quínoa con otros productos de similares características.

CEREALES DE DESAYUNO							
MARCA DENOMINACIÓN	NESTLÉ "Fitness"	PASCUAL "Muesli Extra"	NESTLÉ "Fibra 1"	KELLOGG'S "Special K"	KELLOGG'S "Muslix Country Store"	KELLOGG'S "All-Bran Plus"	WEETABIX "Barritas de cereales"
Precio (euros/kilo)	4,11	3,96	4,65	5,64	5,21	5,32	5,65
Etiquetado	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto
Componentes							
Cereales (%)	100	81	100	100	86,2	100	100
Frutos secos (%)	No contiene	4,6	No contiene	No contiene	2	No contiene	No contiene
Trozos fruta (%)	No contiene	14,4	No contiene	No contiene	11,8	No contiene	No contiene
Humedad (%)	2,9	9,1	2,8	2,8	7,2	3,2	6
Proteína (%)	8,1	10,3	12,7	14,7	9,5	10,8	11,2
Hidratos de carbono totales (%)	79,9	65,8	46,6	75	69,2	49	68
Azúcares sencillos (%)	17,4	26,9	13,8	15,3	22,1	16,9	3,1
Grasa total (%)	1,3	6,9	3,3	2	5,2	3,9	2,3
Valor calórico (Kcal/100g)	364	367	267	377	362	274	338
Fibra total (%)	4,4	6,1	30,4	2,6	6,6	28,2	10,6
Vitaminas							
Vitamina B3 (mg/100g)	27,5	17,3	16,2	24,4	14,5	16,2	16,4
Vitamina B1 (mg/100g)	2,9	2,6	1,8	3,4	0,9	0,9	2
Vitamina B12 (µg/100g)	2,2	1,4	1,1	1,56	0,65	0,9	0,5
Vitamina B2 (mg/100mg)	1,3	1,4	2,6	2,9	1,2	2,5	1,3
Vitamina B5 (mg/100g)	15	5,6	4,8	5,4	5,7	5,5	5,8
Vitamina B6 (mg/100g)	3,4	2,7	1,5	4,1	1	1,2	0,5
Vitamina B9 (µg/100g)	308	268	137	303	113	219	155
Vitamina C (mg/100g)	84,3	84,3	37,1	87,9	24,7	62,1	73
Minerales							
Calcio (mg/100g)	666,3	37,4	446,7	71,5	57,9	63,2	32,1
Fósforo (mg/100g)	209,4	288,7	539,9	236,3	321,8	583,7	262,6
Magnesio (mg/100g)	44	77,7	171,3	45,1	82,9	189,4	72,9
Hierro (mg/100g)	19	8,4	6,2	21	8,4	9,6	10,5
Metales pesados <sup>1</sup>							
Cadmio (mg/kg)	0,059	Ausencia	0,063	Ausencia	Ausencia	0,048	Ausencia
Plomo (mg/kg)	0,058	0,072	0,029	0,049	0,048	0,033	0,038
Ocratoxina <sup>2</sup>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Aflatoxinas <sup>3</sup>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Plaguicidas <sup>4</sup>	Ausencia	Ausencia	Presencia	Ausencia	Presencia	Presencia	Presencia
OGM <sup>5</sup>	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia	Ausencia
Estado microbiológico	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto	Correcto
<b>Cata (1 a 9)</b>	<b>7,0</b>	<b>7,3</b>	<b>5,7</b>	<b>6,4</b>	<b>5,9</b>	<b>5,4</b>	<b>4,0</b>

(1) Metales pesados: sustancias contaminantes para el cuerpo humano. La cantidad máxima de plomo permitida en los cereales es de 0,2 mg/kg y la de cadmio de 0,1 mg/kg y 0,2 mg grano de trigo y arroz. (2) Ocratoxina: toxina producida por determinadas especies de los mohos *Aspergillus* y *Penicillium*. (3) Aflatoxinas: toxinas producidas por determinadas especies de *Aspergillus*. Son sustancias carcinógenas genotóxicas. (4) Plaguicidas: compuesto químico utilizado por el hombre para combatir las plagas. Las cantidades detectadas son inferiores al máximo establecido. (5) OGM: organismos modificados genéticamente.

Fuente: Revista Consumer, 2004.

## ANEXO N°15

### Estudio reológico de hojuela de cereal a base de quínoa.

Tablas generadas a partir del análisis reológico a la hojuela optimizada en el tiempo y a diferentes temperaturas de conservación. Los datos fueron obtenidos promediando dos ensayos de similares características sobre una misma muestra, con el fin de generar una respuesta lo mas representativa posible.

**Tabla A15.1:** Análisis reológico de cizalla.

A 20°C		
Tiempo (Días)	F.E.M. (N)	Def. Elas. Máx. (%)
0	7,669	8,7575
7	8,247	7,199
14	7,9635	3,5565
21	7,7675	5,4725
28	8,19165	3,19785

A 30°C		
Tiempo (Días)	F.E.M. (N)	Def. Elas. Máx. (%)
0	7,669	8,7575
7	6,908	4,283
14	5,8875	2,56
21	6,7375	6,5315
28	7,23745	4,6501

A 40°C		
Tiempo (Días)	F.E.M. (N)	Def. Elas. Máx. (%)
0	7,669	8,7575
7	6,8805	6,4695
14	5,0245	3,2725
21	5,7465	4,816
28	7,0839	2,5374

Nota: F.E.M. Fuerza elástica máxima (N) y Def. Elas. Máx. Deformación fuerza elástica máxima (%)

**Tabla A15.2.,** Análisis reológico de celda de Kramer.

<b>A 20°C</b>		
<b>Tiempo (Días)</b>	<b>F.E.M. (N)</b>	<b>Def. Elas. Máx. (%)</b>
0	34,877	62,774
7	14,739	63,066
14	36,523	66,561
21	33,506	68,756
28	26,076	67,825

<b>A 30°C</b>		
<b>Tiempo (Días)</b>	<b>F.E.M. (N)</b>	<b>Def. Elas. Máx. (%)</b>
0	34,877	62,774
7	62,353	71,666
14	37,553	65,611
21	9,403	63,709
28	51,396	65,738

<b>A 40°C</b>		
<b>Tiempo (Días)</b>	<b>F.E.M. (N)</b>	<b>Def. Elas. Máx. (%)</b>
0	34,877	62,774
7	8,921	61,842
14	15,014	63,101
21	11,426	63,520
28	45,933	64,642

Nota: F.E.M. Fuerza elástica máxima (N) y Def. Elas. Máx. Deformación fuerza elástica máxima (%)

## ANEXO N°16

Estudio de vida útil de hojuela de cereal a base de quínoa.

Tablas generadas a partir del análisis de la vida útil a la hojuela optimizada en el tiempo y a diferentes temperaturas de conservación. Los datos fueron obtenidos promediando ensayos de similares características sobre una misma muestra, con el fin de generar una respuesta lo mas representativa posible.

**Tabla A16.1:** Valores promedio obtenidos del análisis sensorial.

Tiempo (días)	Valores a 20°C	Valores a 30°C	Valores a 40°C
0	7,0	7,0	7,0
7	5,5	5,8	6,0
14	6,5	7,0	6,5
21	5,0	5,0	4,3
28	6,0	5,5	4,5

**Tabla A16.2.,** Valores para el estudio de vida útil.

**A 20°C**

Tiempo (días)	Valores a 20°C	Ln valores 20°C	1/Valores 20°C
0	7,00	1,95	0,14
7	6,00	1,79	0,17
14	6,00	1,79	0,17
21	5,50	1,70	0,18
28	5,75	1,75	0,17

**A 30°C**

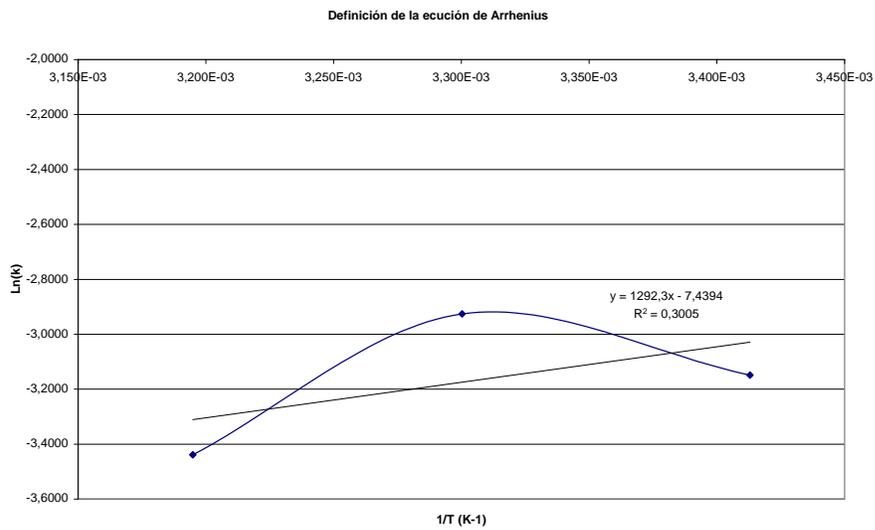
Tiempo (días)	Valores a 30°C	Ln valores 30°C	1/Valores 30°C
0	7,00	1,95	0,14
7	5,75	1,75	0,17
14	5,00	1,61	0,20
21	5,50	1,70	0,18
28	5,25	1,66	0,19

**A 40°C**

Tiempo (días)	Valores a 40°C	Ln valores 40°C	1/Valores 40°C
0	7,00	1,95	0,14
7	5,25	1,66	0,19
14	5,25	1,66	0,19
21	6,00	1,79	0,17
28	5,50	1,70	0,18

**Tabla A16.3.**, Valores para el estudio de vida útil. Determinación de la ecuación de Arrhenius.

Temperatura(°C)	Temperatura (K)	1/T(K <sup>-1</sup> )	Constante (k)	Ln(k)
20	293	3,413E-03	-0,0429	-3,1489
30	303	3,300E-03	-0,0536	-2,9262
40	313	3,195E-03	-0,0321	-3,4389



**ANEXO N°17**  
Detalle inversión proyecto.

Valorización de la Inversión	Proveedor	Precio unitario (\$)	Cantidad	Total (\$)
<b>Equipos</b>				
Recepción / Mezclado	Bühler	\$ 36.179.239	1	\$ 36.179.239
Extrusión	Bühler	\$ 282.355.707	1	\$ 282.355.707
Rociado de azúcar y secado final	Bühler	\$ 389.746.128	1	\$ 389.746.128
Mando de la línea	Bühler	\$ 38.835.160	1	\$ 38.835.160
Transportador de capacho abierto	Bühler	\$ 16.903.223	2	\$ 33.806.447
Envasadora italiana full automático	Bühler	\$ 84.516.128	1	\$ 84.516.128
Silo de almacenamiento harina de quínoa	TPI	\$ 6.999.959	1	\$ 6.999.959
Silo de almacenamiento azúcar líquida	TPI	\$ 4.500.002	1	\$ 4.500.002
Caldera	Hurst	\$ 41.920.000	1	\$ 41.920.000
<b>Sub total</b>				<b>\$ 918.858.769</b>
<b>Obras civiles e infraestructura</b>				
Galpón 1 y radier	Galpones Aragon	\$ 23.998.000	1	\$ 23.998.000
Galpón 2 y radier	Galpones Aragon	\$ 5.998.000	1	\$ 5.998.000
Container oficina	Containerland	\$ 1.500.212	2	\$ 3.000.424
Conatiner casino	Containerland	\$ 1.572.000	1	\$ 1.572.000
Container baños	Containerland	\$ 1.500.212	2	\$ 3.000.424
Jardines	Por contrato	\$ 471.600	1	\$ 471.600
Calles (tránsito por la planta)	Por contrato	\$ 628.800	1	\$ 628.800
Iluminación	Por contrato	\$ 590.024	1	\$ 590.024
<b>Sub total</b>				<b>\$ 39.259.272</b>
<b>Servicios de agua potable y electricidad</b>				
Pozo profundo (con instalación)	Por contrato	\$ 3.000.000	1	\$ 3.000.000
Unión a red pública (con instalación)	Por contrato	\$ 2.000.000	1	\$ 2.000.000
<b>Sub total</b>				<b>\$ 5.000.000</b>
<b>Terreno</b>				
Terreno (m <sup>2</sup> )	Salas Propiedades	\$ 18.417	4000 m <sup>2</sup>	\$ 73.668.000
<b>Sub total</b>				<b>\$ 73.668.000</b>

<b>Equipos auxiliares y materiales de operación</b>				
Equipos de aseo	Bañados y CIA S.A.	\$ 500.000	1	\$ 500.000
Transpaleta CT25L	Bassler	\$ 122.500	2	\$ 245.000
Implementos de aseo	Bañados y CIA S.A.	\$ 200.000	1	\$ 200.000
<b>Sub total</b>				<b>\$ 945.000</b>
<b>Inversión en gastos preoperativos (activos nominales)</b>	Se consideran como el 5% de los activos fijos (equipos, obras civiles, servicios de agua potable y electricidad, terreno y equipos auxiliares)			\$ 51.936.552
Puesta en marcha				
Capacitación				
Patentes				
Permisos municipales				
<b>Sub total</b>				<b>\$ 51.936.552</b>
<b>Inversión en capital de trabajo</b>				
				\$ 79.235.019
<b>Sub total</b>				<b>\$ 79.235.019</b>
<b>Imprevistos</b>	Se considera como el 10% de la suma de la inversión en activos más la inversión en capital de trabajo			\$ 116.890.261
<b>Sub total</b>				<b>\$ 116.890.261</b>
<b>Promoción y publicidad</b>				
Diseño	Agencia Cortés	\$ 500.000	1	\$ 500.000
Publicidad del producto	Agencia Cortés	\$ 500.000	1	\$ 500.000
<b>Sub total</b>				<b>\$ 1.000.000</b>

<b>TOTAL DEL PROYECTO</b>	<b>\$ 1.286.792.874</b>
---------------------------	-------------------------

## ANEXO N°18

Cotización de equipos del proveedor Bühler.

Konkret-Offerte ES-03-066195-01 Auftr. Nr.

### INSTALACION DE EXTRUSION PARA CEREALES EXPANDIDOS DIRECTAMENTE Y COPOS DE QUINOA

Druck vom : 03. Januar 2013 11:45  
Download vom : 29. Oktober 2013 11:55

Sachbearbeiter : Roelli, Bruno / ES82 (3641)  
Area Manager : Marque, Juan Carlos / ES (2600)

## RESUMEN DE LOS PRECIOS

B

OFERTA N°	ES-03-066195-01	Hoja	9
Posición	Can.	Suministro de :	Buhler

<b>100</b>		<b>RECEPCIÓN / MEZCLADO</b>	<b>CHF</b>	<b>85.615,-</b>
101	1	CERNEDOR DE REPASO MKSA		
102	1	ROSCA DE ALIMENTACION MWSB		
103	1	IMAN DE CAJON MMUJ		
104	1	TUBERIA DE NEUMATICO A SUCCIÓN		
104.1	1	FILTRO PEQUENO MVRN-6/8		
104.2	1	ESCLUSA DE EXTRACCION MPSJ-22/22		
104.3	1	COMPRESOR LATERAL		
105	1	MEZCLADORA DE CARGAS DFMF-2		
105.2	1	LOW LEVEL INDICATOR		
106	1	ROSCA DE ALIMENTACION MWSB		
<b>200</b>		<b>EXTRUSION</b>	<b>CHF</b>	<b>668.170,-</b>
201	1	APARATO DOSIFICADOR VOLUMETRICO		
202	1	MEZCLADORA RAPIDA D 150		
203	1	EXTRUSIONADORA DE DOS EJES TIPO BCTG-62/16D		

203.1	5	MATRIZES		
204	1	SISTEMA DE ADICION DE COLORANTE		
205	1	SISTEMA DE ADICION DE LIQUIDOS		
<b>300</b>		<b>EQUIPOS PARA FABRICAR PRODUCTOS CO-EXTRUDADO</b>	<b>CHF</b>	<b>161.330,-</b>
301	1	MATRICE PARA BOLSILLAS CON RELLENO		
302	1	CORTADOR DE BOLSITAS TNKA 150/190		
303	1	SISTEMA DE ADICIÓN DE MASA DE RELLENO		
<b>600</b>		<b>ROCIADO DE AZUCAR Y SECADO FINAL</b>	<b>CHF</b>	<b>922.300,-</b>
601	1	TUBERIA DE NEUMATICO A SUCCIÓN		
601.1	1	CICLON SEPARADOR		
601.2	1	ESCLUSA DE EXTRACCION MPSJ		
601.3	1	VENTILADOR DE ALTA PRESION		
601.4	1	VALVULA DE MARIPOSA AUTOMATICA MAUB		
602	1	DEDECTOR PARA EL FLUJO DE GRANEL		
603	1	TAMBOR ROCIADOR TNBB-800/2000		
604	1	COCINA DE AZÚCAR 300 LITROS		
606	1	SISTEMA DE ADICION DE VITAMINAS		
608	1	SECADOR/ENFRIADOR		
609	1	TUBERIA		
<b>700</b>		<b>MANDO DE LA LINEA</b>	<b>CHF</b>	<b>91.900,-</b>
701	1	MANDO ELECTRICO		
<b>800</b>		<b>SERVICIOS</b>	<b>CHF</b>	<b>63.790,-</b>
802	1	PUESTA EN MARCHA Y TRAINING		

**PRECIO TOTAL**

**Para el suministro de las pos. 101 hasta 801  
sin opciones  
libre a bordo puerto europeo,  
según Incoterms 2000  
Francos suizos**

**1.993.105,-**

---

Nota: CHF = Francos Suizos, valor dividido por 1,24 = dólares americanos, al día 25.10.06

## ANEXO N°19

### Detalle de capital de trabajo.

Meses	1	2	3	4
Ingresos			\$ 75.508.366	\$ 75.508.366
Egresos	\$ 39.617.509	\$ 39.617.509	\$ 39.617.509	\$ 39.617.509
Diferencia	-\$ 39.617.509	-\$ 39.617.509	\$ 35.890.857	\$ 35.890.857
Diferencia acumulada	-\$ 39.617.509	<b>-\$ 79.235.019</b>	-\$ 43.344.162	-\$ 7.453.305

5	6	7	8
\$ 75.508.366	\$ 75.508.366	\$ 75.508.366	\$ 75.508.366
\$ 39.617.509	\$ 39.617.509	\$ 39.617.509	\$ 39.617.509
\$ 35.890.857	\$ 35.890.857	\$ 35.890.857	\$ 35.890.857
\$ 28.437.552	\$ 64.328.409	\$ 100.219.266	\$ 136.110.123

9	10	11	12
\$ 75.508.366	\$ 75.508.366	\$ 75.508.366	\$ 75.508.366
\$ 39.617.509	\$ 39.617.509	\$ 39.617.509	\$ 39.617.509
\$ 35.890.857	\$ 35.890.857	\$ 35.890.857	\$ 35.890.857
\$ 172.000.980	\$ 207.891.837	\$ 243.782.694	\$ 279.673.551

**Capital de trabajo \$ 79.235.019**

## ANEXO N°20

Detalle de depreciación de equipos y obras civiles.

Depreciación	Precio	Cantidad	Costo total	Vida útil (años)	Depreciación lineal	Valor residual
<b>Equipos</b>						
Recepción / Mezclado	\$ 36.179.239	1	\$ 36.179.239	10	\$ 3.437.028	\$ 1.808.962
Extrusión	\$ 282.355.707	1	\$ 282.355.707	15	\$ 17.882.528	\$ 14.117.785
Rociado de azúcar y secado final	\$ 389.746.128	1	\$ 389.746.128	10	\$ 37.025.882	\$ 19.487.306
Mando de la línea	\$ 38.835.160	1	\$ 38.835.160	10	\$ 3.689.340	\$ 1.941.758
Transportador de capacho abierto	\$ 16.903.223	2	\$ 33.806.447	10	\$ 1.521.290	\$ 1.690.322
Envasadora italiana full automático	\$ 84.516.128	1	\$ 84.516.128	15	\$ 5.352.688	\$ 4.225.806
Silo de almacenamiento harina de quinoa	\$ 6.999.959	1	\$ 6.999.959	15	\$ 443.331	\$ 349.998
Silo de almacenamiento azúcar líquida	\$ 4.500.002	1	\$ 4.500.002	15	\$ 285.000	\$ 225.000
Caldera	\$ 41.920.000	1	\$ 41.920.000	15	\$ 2.654.933	\$ 2.096.000
<b>Sub total</b>			<b>\$ 918.858.769</b>		<b>\$ 72.292.021</b>	<b>\$ 45.942.938</b>
<b>Obras civiles</b>						
Galpón 1 y radier	\$ 23.998.000	1	\$ 23.998.000	20	\$ 1.139.905	\$ 1.199.900
Galpón 2 y radier	\$ 5.998.000	1	\$ 5.998.000	20	\$ 284.905	\$ 299.900
Container oficina	\$ 1.500.212	2	\$ 3.000.424	10	\$ 285.040	\$ 150.021
Container casino	\$ 1.572.000	1	\$ 1.572.000	10	\$ 149.340	\$ 78.600
Container baños	\$ 1.500.212	2	\$ 3.000.424	10	\$ 285.040	\$ 150.021
<b>Sub total</b>			<b>\$ 37.568.848</b>		<b>\$ 2.144.231</b>	<b>\$ 1.878.442</b>
<b>Total</b>			<b>\$ 956.427.617</b>		<b>\$ 74.436.251</b>	<b>\$ 47.821.381</b>

## ANEXO N°21

Detalles de los costos totales del proyecto.

Ingredientes	Kilos ingrediente/ton producto final	Costo (\$)
Harina de quínoa	781,0	\$ 453.761,0
Azúcar líquida	300,0	\$ 58.950,0
Canela	1,0	\$ 4.525,0
Agua	44,3	\$ 10,8

<b>Costo total fórmula (ton producto)</b>	<b>\$ 517.246,8</b>
<b>Costo fórmula (\$/kg)</b>	<b>\$ 517,2</b>

		Costo (\$/kg)
<b>Costo variables (\$/kg)</b>	Costo fórmula	\$ 517,2
	Energía	\$ 11,4
	Mantenición	\$ 3,0
	Depreciación de equipos y maquinaria	\$ 122,0
	Mano de obra	\$ 13,6
	Costo de envases, embalajes	\$ 9,6
	Costo tratamiento (RIL y RIS)	\$ 1,0
<b>Total</b>		<b>\$ 677,9</b>

		Costo mensual (\$)	Costo (\$/kg)
<b>Costos fijos</b>	Mano de obra indirecta	\$ 2.700.000	\$ 61
	Gastos generales	\$ 116.600	\$ 3
	<b>Total</b>		<b>\$ 2.816.600</b>

<b>Precio costo del producto (kg)</b>	<b>\$ 742</b>
<b>Precio venta del producto (kg)</b>	<b>\$ 900</b>

## ANEXO N°22

Ficha técnica de canela molida del proveedor GutLand S.A.



### CANELA EN POLVO

Procedencia: Gewürzwerk Hermann Laue & Co. (Hela), Ahrensburg, Alemania.  
Distribuido por Gutland S.A.

<b>Código</b>	: 3100052
<b>Origen</b>	: Indonesia, Vietnam
<b>Ingredientes</b>	: Canela molida
<b>Dosis</b>	: A gusto
<b>Características Organolépticas</b>	Apariencia : Polvo color café : Aroma : Característico Sabor : Característico
<b>Características Físico-Químicas</b>	Humedad : 15% máximo Grasa : 1 - 2% Cenizas : 3,5 - 5% : Proteína : 4 - 6% Fibra dietaria : 15 - 19% Carbohidratos : 57 - 63% Aceite volátil : 1 - 2,5%
<b>Características Microbiológicas</b>	Recuento A. Mesófilos : 10 <sup>6</sup> ufc/g máximo : Hongos : 10 <sup>4</sup> ufc/g máximo : Cl. perfringens : 10 <sup>3</sup> ufc/g máximo Salmonella : Ausencia
<b>Envase</b>	: Dosificado en bolsa laminada sellada herméticamente, en cantidades especificadas por el cliente, y saco coextruido externo.
<b>Almacenamiento</b>	: En lugar fresco y seco. No exponer directamente a luz solar.
<b>Durabilidad mínima</b>	: Doce (12) meses en envase original cerrado y en las condiciones de almacenamiento indicadas

*Lo que sugerimos se basa en lo mejor de nuestros conocimientos y experiencia. Haga Ud. sus propias pruebas. Garantizamos la calidad de nuestros productos, sin embargo, no respondemos por los resultados que con ellos se obtengan en la elaboración de sus productos. Estos normalmente dependen de una serie de factores, ajenos a los ingredientes y aditivos, y están fuera de nuestro manejo y alcance*

Elaborado por:  
Paulina Astroza Eulufi  
Agosto 2002

Modificado y Revisado por:  
Sofía Vivar Corvalán  
Paulina Astroza Eulufi  
Agosto 2005

Revisión:  
3

Revisado y aprobado por:  
Jorge Guzmán Vásquez

UNA EMPRESA DEL GRUPO



## ANEXO N°23

Ficha técnica de azúcar líquida del proveedor IANSA.

	PROGRAMA DE ASEGURAMIENTO DE CALIDAD	HACCP
	ESPECIFICACIONES TECNICAS PARA PRODUCTOS TERMINADOS	31-05-06

### ESPECIFICACIÓN DE PRODUCTOS TERMINADOS IANSAGRO S.A.

PRODUCTO	AZÚCAR LÍQUIDO		
CÓDIGO HACCP	PT I_08		
CARACTERÍSTICA	Solución densa de sacarosa, bacteriológicamente controlada, de tono amarillo pálido y transparente.		
MATERIA SECA	67,0	°Bx	+/- 0.5
COLOR	45,0	U.I.	Máx.
CENIZAS	0,050	%	Máx.
SACAROSA	99,5	%	Min.
SULFITO	10,0	mg/kg	Máx.
AZUCARES REDUCTORES	0,1	%	Máx.
DENSIDAD	1,33	Kg/l	
pH		6.5 - 7.0	
TURBIDEZ		ninguna	
SABOR	Libre de sabores extraños		
OLOR	Ausencia de olores extraños		
Mesófilos	Reglamento Sanitario de los Alimentos, Art. 173 N° 6		
ENVASE	PRESENTACIÓN	CONDICION DE ALMACENAMIENTO	DURACION
CAMION GRANEL	28.000 Kg	Tanque Inox. Calidad Alimento, aislado, aire filtrado + UV a 22°C - 30 °C	Máximo 3 semanas
LIQUITOTE PLASTICO	1.200 Kg	Temp 22°C - 30°C	Utilizar antes de 7 dias
BIDONES PLASTICOS	20 Kg	Temp 22°C - 30°C	Utilizar antes de 7 dias

CONTROL DE PRODUCCIÓN	GERENCIA PLANTA	GERENCIA TÉCNICA
JUAN CARLOS QUITRAL M.	RENE FERREIRO R.	MANUEL ALBORNOZ R.

Fecha : 08/05/2006

Versión 5

## ANEXO N°24

Detalle de ingresos del proyecto.

<b>Maquilar producto otras empresas (\$/kg)</b>		<b>\$ 816</b>
<b>Ingresos</b>	<b>Mensual</b>	<b>Anual</b>
Ventas de producto terminado	\$ 39.600.000	\$ 475.200.000
Ventas por maquilación de producto	\$ 35.908.366	\$ 430.900.397
<b>Ingreso total</b>	<b>\$ 75.508.366</b>	<b>\$ 906.100.397</b>

## ANEXO N°25

Detalle de egresos del proyecto.

Egresos	Valor (\$)	Cantidad	Total mensual
<b>Mano de obra directa</b>			
Asistente control de calidad	\$ 120.000	1	\$ 120.000
Producción	\$ 120.000	4	\$ 480.000
<b>Sub total</b>			<b>\$ 600.000</b>
<b>Mano de obra indirecta</b>			
	\$		
Gerente general	1.000.000	1	\$ 1.000.000
Jefe de producción	\$ 750.000	1	\$ 750.000
Jefe control de calidad	\$ 500.000	1	\$ 500.000
Secretaria	\$ 150.000	1	\$ 150.000
Vendedor	\$ 300.000	1	\$ 300.000
<b>Sub total</b>			<b>\$ 2.700.000</b>
<b>Suministros</b>			
Agua (\$243/m <sup>3</sup> )	\$ 243	218,24 m <sup>3</sup> /mes	\$ 53.032
Energía eléctrica (\$84,8 /kWh)	\$ 85	5940 kW/mes	\$ 503.712
Vapor (\$20 /kg)	\$ 20	29920 kg/mes	\$ 598.400
Gas (\$560,9 /m <sup>3</sup> )	\$ 561	792 m <sup>3</sup> /mes	\$ 444.233
<b>Sub total</b>			<b>\$ 1.599.377</b>
<b>Fórmula</b>			
Harina de quínoa (kg)	\$ 781	29964 kg	\$ 23.401.884
Azúcar líquida (kg)	\$ 197	13200 kg	\$ 2.593.800
Canela (kg)	\$ 4.525	44 kg	\$ 199.100
Agua (\$243/m <sup>3</sup> )	\$ 243	3,89 m <sup>3</sup>	\$ 945
<b>Sub total</b>			<b>\$ 26.195.729</b>
<b>Materias primas</b>			
Envases Flow Pack (\$4 /envase)	\$ 4	88000 envase/mes	\$ 352.000
Cajas de cartón (\$10 /envase)	\$ 10	7334	\$ 73.340
<b>Sub total</b>			<b>\$ 425.340</b>
<b>Gastos generales</b>			
Mascarilla (100 unidades)	\$ 5.000	2	\$ 10.000
Cofias (100 unidades)	\$ 3.800	2	\$ 7.600
Uniforme	\$ 7.000	7	\$ 49.000
Teléfono	\$ 50.000	1	\$ 50.000
<b>Sub total</b>			<b>\$ 116.600</b>
<b>Total Egresos hojuelas de quínoa</b>			<b>\$ 31.637.046</b>
<b>Egresos por maquilar producto otras empresas</b>			<b>\$ 7.980.463</b>
<b>Total Egresos</b>			<b>\$ 39.617.509</b>

## ANEXO N°26

### Flujo neto de operación.

Flujos de caja del proyecto						
	Período					
	0	1	2	3	4	5
<b>Inversión activos fijos</b>	\$ 1.038.731.041					
<b>Inversión activos nominales</b>	\$ 51.936.552					
<b>Inversión en capital de trabajo</b>	\$ 79.235.019					
<b>Imprevistos</b>	\$ 116.890.261					
<b>Ingresos</b>		\$ 906.100.397	\$ 906.100.397	\$ 906.100.397	\$ 906.100.397	\$ 906.100.397
<b>Egresos</b>		\$ 475.410.112	\$ 475.410.112	\$ 475.410.112	\$ 475.410.112	\$ 475.410.112
<b>Depreciación activos fijos</b>		\$ 74.436.251	\$ 74.436.251	\$ 74.436.251	\$ 74.436.251	\$ 74.436.251
<b>Amortizaciones</b>		\$ 10.387.310	\$ 10.387.310	\$ 10.387.310	\$ 10.387.310	\$ 10.387.310
<b>Utilidad bruta</b>		\$ 345.866.723	\$ 345.866.723	\$ 345.866.723	\$ 345.866.723	\$ 345.866.723
<b>Impuestos (17%)</b>		\$ 58.797.343	\$ 58.797.343	\$ 58.797.343	\$ 58.797.343	\$ 58.797.343
<b>Utilidad neta</b>		\$ 287.069.380	\$ 287.069.380	\$ 287.069.380	\$ 287.069.380	\$ 287.069.380
<b>Amortizaciones</b>		\$ 10.387.310	\$ 10.387.310	\$ 10.387.310	\$ 10.387.310	\$ 10.387.310
<b>Depreciación activos fijos</b>		\$ 74.436.251	\$ 74.436.251	\$ 74.436.251	\$ 74.436.251	\$ 74.436.251
<b>Valor Residual activos fijos</b>						\$ 47.821.381
<b>Capital de trabajo</b>						\$ 79.235.019
<b>Imprevistos</b>						\$ 116.890.261

<b>Flujo neto de caja</b>	<b>-\$ 1.286.792.874</b>	<b>\$ 371.892.941</b>	<b>\$ 371.892.941</b>	<b>\$ 371.892.941</b>	<b>\$ 371.892.941</b>	<b>\$ 615.839.602</b>
---------------------------	--------------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------	-----------------------

Indicador	Valor (\$)
<b>VAN (10%)</b>	<b>\$ 274.445.652</b>
<b>VAN (15%)</b>	<b>\$ 81.134.550</b>
<b>VAN (20%)</b>	<b>-\$ 76.568.637</b>

<b>TIR</b>	<b>17,45%</b>
------------	---------------

<b>PRI (años)</b>	<b>3,1</b>
-------------------	------------