



UNIVERSIDAD DE CHILE
FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACÉUTICAS
DEPTO. DE CIENCIA DE LOS ALIMENTOS Y TECNOLOGÍA QUÍMICA

PATROCINANTE

Sr. Eduardo Segundo Castro Montero

Ingeniero Civil Químico

Magister en Ciencia de los Alimentos

Departamento de Ciencia de los Alimentos y Tecnología Química.

DIRECTORES

Sr. Eduardo Castro Montero

Ingeniero Civil Químico

Magister en Ciencia de los Alimentos

Departamento de Ciencia de los Alimentos y

Tecnología Química.

Sra. Naida Romero Palacios

Químico Farmacéutico

Magister en Ciencias de la Nutrición

Departamento de Ciencia de los Alimentos y

Tecnología Química.

**DESARROLLO DE UNA BEBIDA EN BASE A LECHE DE
QUINOA (*Chenopodium quinoa* Willd.) Y CARACTERIZACIÓN
FISICOQUÍMICA Y SENSORIAL**

Memoria para optar al título de Ingeniera en Alimentos

CONSTANZA DEL PILAR BARAHONA SAN MARTIN

Santiago - Chile

Enero 2010

CIRCULACION RESTRINGIDA

INDICE

	Pág.
INDICE	ii
DEDICATORIA	iii
AGRADECIMIENTOS	iv
TABLA DE CONTENIDOS	v
INDICE DE TABLAS	ix
INDICE DE FIGURAS	xi
RESUMEN	xiii
SUMMARY	xiv

TABLA DE CONTENIDOS

	Pág.
CAPITULO I	
INTRODUCCION	1
1.1 Origen y descripción de la quínoa	1
1.1.1 Antecedentes generales	1
1.1.2 Descripción botánica	2
1.1.3 Clasificación taxonómica	2
1.1.4 Composición química y valor nutricional de la semilla de quínoa	3
1.2 Contenido de saponinas en la semilla de quínoa	5
1.3 Usos de la quínoa	6
CAPITULO II	
OBJETIVOS E HIPÓTESIS	7
2.1 Objetivo general	7
2.2 Objetivos específicos	7
2.3 Hipótesis de trabajo	7
CAPITULO III	
MATERIALES Y METODOS	8
3.1 Materiales	8
3.1.1 Materia prima	8
3.1.2 Ingredientes	8
3.1.3 Equipos	8
3.1.4 Insumos y utensilios generales de laboratorio	9
3.1.5 Reactivos químicos	10

3.2 Métodos	11
3.2.1 Elaboración leche de quínoa	11
3.2.1.1 Descripción del proceso de elaboración de leche de quínoa	12
3.2.2 Elaboración de la bebida	13
3.2.2.1 Descripción del proceso de elaboración de la bebida de quínoa	14
3.2.3 Desarrollo del diseño experimental, variables del proceso y optimización	15
3.2.3.1 Diseño experimental para la obtención de la formulación de la bebida	15
3.2.3.2 Optimización de las variables de proceso	16
3.2.4 Metodología diseño experimental	16
3.2.4.1 Análisis fisicoquímicos	16
3.2.4.1.1 Determinación de color	16
3.2.4.1.2 Determinación viscosidad	16
3.2.4.1.3 Determinación de sólidos solubles	17
3.2.4.2 Evaluación sensorial	17
3.2.4.2.1 Entrenamiento de los jueces para la evaluación sensorial	17
3.2.4.2.2 Test descriptivo	17
3.2.5 Caracterización nutricional, fisicoquímica y microbiológica del producto	18
3.2.5.1 Análisis proximal	18
3.2.5.1.1 Determinación de materia grasa	18
3.2.5.1.2 Determinación de cenizas totales	18
3.2.5.1.3 Determinación de proteínas	18
3.2.5.1.4 Determinación del contenido de carbohidratos totales	18
3.2.5.1.5 Determinación del contenido de humedad total	18
3.2.5.1.6 Determinación del contenido calórico	18
3.2.5.2 Análisis fisicoquímicos	19
3.2.5.2.1 Determinación pH	19
3.2.5.2.2 Determinación de fitoestrógenos	19
3.2.5.3 Análisis microbiológicos	19
3.2.6 Estudio de vida útil a temperatura de refrigeración 4-8°C	20

3.2.6.1 Test de Valoración de Calidad por tabla Karlsruhe	20
3.2.6.2 Análisis fisicoquímicos	20
3.2.6.3 Análisis microbiológicos	20
CAPITULO IV	
RESULTADOS Y DISCUSIONES	21
4.1 Caracterización materia prima: semilla de quínoa (<i>Chenopodium quínoa</i> W.)	21
4.1.1 Resultado análisis proximal	21
4.1.2 Resultados análisis fitoestrógenos	22
4.2 Caracterización fisicoquímica muestra patrón: bebida de soya (Ades)	23
4.3 Resultados diseño experimental factorial 2^2 + dos puntos centrales	23
4.3.1 Influencia de la concentración de goma xantán (%) y concentración de la leche de quínoa (%) en las variables respuesta fisicoquímicas.	24
4.3.1.1 Efectos de las variables independientes sobre las variables respuesta fisicoquímicas.	25
4.3.1.2 Modelos de correlación de las variables respuesta fisicoquímicas con las variables independientes de proceso para bebida en base a leche de quínoa	27
4.3.2 Influencia de la concentración de goma xantán (%) y concentración de la leche de quínoa (%) en las variables respuesta sensoriales.	28
4.3.2.1 Análisis Anova multifactorial de dos vías de las variables sensoriales.	28
4.3.2.2 Análisis de varianza de la influencia de las variables independientes sobre las variables respuesta sensoriales del diseño experimental 2^2 + dos puntos centrales.	29
4.3.2.3 Efectos de las variables independientes de proceso sobre las variables respuesta sensoriales	30
4.3.2.4 Modelo de correlación de las variables respuesta sensoriales con las variables independientes de proceso para la bebida en base a leche de quínoa.	34
4.3.3 Optimización conjunta de las variables del proceso.	35

4.3.3.1 Valores óptimos en la superficie de respuesta de contorno de la conveniencia	36
4.4 Caracterización de la bebida en base a leche de quínoa sabor durazno.	37
4.4.1 Caracterización nutricional	37
4.4.2 Caracterización fisicoquímica	39
4.4.2.1 Contenido de fitoestrógenos en la bebida de leche de quínoa	40
4.4.3 Análisis microbiológicos del producto terminado	41
4.5 Estudio de Vida útil a temperatura de refrigeración 4-8°C.	42
4.5.1 Análisis fisicoquímicos	42
4.5.1.1 Evolución de la viscosidad (cP) de la bebida de leche de quínoa en el tiempo.	42
4.5.1.2 Evolución del pH de de la bebida de leche de quínoa en el periodo de estudio de vida útil.	44
4.5.2 Análisis microbiológicos de la bebida de leche de quínoa en el periodo de estudio de vida útil	44
4.5.3 Análisis sensorial de la bebida de leche de quínoa en el periodo de estudio de vida útil.	45
CAPITULO V	
CONCLUSIONES	48
CAPITULO VI	
BIBLIOGRAFIA	49
ANEXOS	51
Anexo 1. Ficha evaluación bebidas en base a leche de quínoa	51
Anexo 2. Título V. De los criterios microbiológicos. Artículo 173	52
Anexo 3. Tabla de Karlsruhe para bebida de quínoa	53
Anexo 4. Análisis anova multifactorial de las variables respuestas sensoriales del diseño experimental	54
Anexo 5. Análisis anova multifactorial de los atributos sensoriales que determinarán la vida útil del producto.	58

INDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 1.1	Clasificación taxonómica de la semilla de quínoa	2
Tabla 1.2	Composición química de la quínoa y comparación con algunos cereales (g/100g de parte comestible).	4
Tabla 1.3	Contenido de aminoácidos en el grano de quínoa, trigo y leche (% de aminoácidos/100 g de proteínas).	4
Tabla 3.1	Diseño experimental modelo factorial 2 ² + dos puntos centrales	15
Tabla 4.1	Análisis proximal semilla de quínoa (g/100g).	21
Tabla 4.2	Resultados análisis fisicoquímicos a muestra patrón	23
Tabla 4.3	Resultados obtenidos para las variables fisicoquímicas de las formulaciones de bebidas en base a leche de quínoa.	24
Tabla 4.4	Resultados análisis varianza de las variables independientes sobre las variables respuesta fisicoquímicas.	24
Tabla 4.5	Modelos de correlación entre las variable respuesta y las variables independientes	27
Tabla 4.6	Respuestas sensoriales de las formulaciones de bebidas en base a leche de quínoa.	28
Tabla 4.7	Resumen resultados análisis Anova multifactorial de dos vías (jueces y muestras) de las variables respuestas sensoriales.	29
Tabla 4.8	Análisis de varianza multifactorial de las respuestas sensoriales con respecto a la goma xantán (%) y concentración leche de quínoa (%).	30
Tabla 4.9	Modelos de correlación entre las variables respuestas y las variables independientes	34
Tabla 4.10	Respuesta múltiple optimizada para bebida en base a leche de quínoa.	37

Tabla 4.11	Análisis proximal bebida de leche de quínoa sabor durazno.	37
Tabla 4.12	Información nutricional de bebidas de soya del mercado por 100 ml de producto.	38
Tabla 4.13	Resultados análisis fisicoquímicos del producto obtenido	40
Tabla 4.14	Resultados análisis microbiológicos bebida en base a leche de quínoa.	41
Tabla 4.15	Resultados análisis microbiológicos en el período de estudio de vida útil en condiciones de refrigeración (4-6°C).	44
Tabla 4.16	Resultados de los atributos para bebida de leche de quinoa sabor durazno	45

INDICE DE FIGURAS

		Pág.
Figura 3.1	.Diagrama de bloques para la obtención de leche de quínoa.	11
Figura 3.2	Diagrama de bloques de elaboración de bebida en base a leche de quínoa sabor durazno.	13
Figura 3.3	Bebida en base a leche de quínoa	14
Figura 4.1	Cromatograma Estándar fitoestrógenos (Daidzeína - Genisteína) vs Semilla de quínoa.	22
Figura 4.2	Cromatograma fitoestrógenos muestras Poroto de soya vs Semilla de quínoa.	23
Figura 4.3	Efecto de las variables independientes sobre el color (L*) de la bebida en base a leche de quínoa. A: Gráfico de Pareto. B: Superficie de respuesta.	25
Figura 4.4	Efecto de las variables independientes sobre la viscosidad (cP) de la bebida en base a leche de quínoa. A: Gráfico de Pareto. B: Superficie de respuesta.	26
Figura 4.5	Efecto de las variables independientes sobre los sólidos solubles de la bebida en base a leche de quínoa. A: Gráfico de Pareto. B: Superficie de respuesta	26
Figura 4.6	Efecto de las variables del proceso sobre la respuesta sensorial color beige de la bebida en base a leche de quínoa. A: Gráfico de Pareto. B: Superficie de respuesta.	31
Figura 4.7	Efecto de las variables independientes de proceso sobre la variable respuesta sensorial separación de fases de la bebida en base a leche de quínoa. A: Gráfico de Pareto. B: Superficie de respuesta	31

Figura 4.8	Efecto de las variables del proceso sobre la respuesta sensorial viscosidad visual de la bebida en base a leche de quínoa. A: Gráfico de Pareto. B: Superficie de respuesta	32
Figura 4.9	Efecto de las variables del proceso sobre la respuesta sensorial aroma durazno de la bebida en base a leche de quínoa. A: Gráfico de Pareto. B: Superficie de respuesta	32
Figura 4.10	Efecto de las variables independientes del proceso sobre la respuesta sensorial sabor de la bebida en base a leche de quínoa. A: Gráfico de Pareto.	33
Figura 4.11	Efecto de las variables del proceso sobre la respuesta sensorial consistencia de la bebida en base a leche de quínoa. A: Gráfico de Pareto. B: Superficie de respuesta.	33
Figura 4.12	Superficie de respuesta de optimización múltiple.	36
Figura 4.13	Superficie de respuesta de contorno de optimización múltiple	36
Figura 4.14	Cromatograma fitoestrógenos bebida en base a leche de quínoa.	41
Figura 4.15	Evolución de la viscosidad de la bebida en base a leche de quínoa en el tiempo en condiciones de refrigeración (4-6°C).	42
Figura 4.16	Evolución del pH de la bebida en base a leche de quínoa en el tiempo en condiciones de refrigeración (4-6°C).	44
Figura 4.17	Comportamiento de los atributos de calidad en el tiempo a temperatura de refrigeración (4-6°C).	46
Figura 4.18	Evolución de la Calidad Total promedio en el tiempo.	47