



UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS QUÍMICAS Y FARMACÉUTICAS

DEPARTAMENTO DE CIENCIA DE LOS ALIMENTOS Y TECNOLOGÍA QUÍMICA

LABORATORIO DE PROCESOS DE ALIMENTOS

ROCOFRUT S.A.

EDUARDO CASTRO MONTERO

Patrocinante

Ingeniero Civil Industrial Mención Química

Magíster en Ciencias de los Alimentos

LUIS PUENTE DIAZ

Director de memoria

Ingeniero en Alimentos

Doctor en Tecnología de Alimentos

MARCELA LARENAS RAMIREZ

Director de memoria

Subgerente de Aseguramiento de Calidad
Rocofrut S.A.

**“DETERMINACIÓN DE VIDA ÚTIL DE PULPA DE FRUTILLA,
MEDIANTE PRUEBAS ACELERADAS, ELABORADA POR
AGROINDUSTRIA ROCOFRUT S.A.”**

MARÍA JOSÉ GÓMEZ RUZ

MEMORIA PARA OPTAR AL TÍTULO DE INGENIERA EN ALIMENTOS

Santiago - Chile

2014

TABLA DE CONTENIDO

ÍNDICE DE FIGURAS.....	x
ÍNDICE DE TABLAS.....	vi
INTRODUCCIÓN.....	1
1 MARCO TEORICO.....	2
1.1 LOS ALIMENTOS Y SU VIDA UTIL.....	2
1.1.1 Calidad y vida útil de los alimentos.....	2
1.1.2 Factores que influyen en la vida útil de un alimento.....	2
1.1.3 Principales causas de la alteración de los alimentos.....	3
1.2 CINETICA DE DETERIORO Y VIDA ÚTIL.....	6
1.2.1 Condiciones de las pruebas de vida útil.....	6
1.2.2 Modelación del deterioro y predicción de vida útil.....	7
1.2.3 Cinética de deterioro.....	8
1.3 ESTUDIO ACELERADO DE VIDA ÚTIL.....	10
1.3.1 Estudios acelerados.....	10
1.3.2 Efecto de la temperatura en la vida útil.....	10
1.4 PULPA DE FRUTA Y MERCADO DE VINOS ESPUMOSOS.....	11
1.4.1 El mercado mundial de fruta industrializada.....	11
1.4.2 Mercado Vinos Espumosos.....	12
1.5 CARACTERÍSTICAS PULPA DE FRUTILLA.....	12
1.5.1 Descripción del proceso de la pulpa.....	12
1.5.2 Descripción del producto.....	16
1.5.2.1 Parámetros de Calidad.....	16
1.5.2.2 Parámetros Físicoquímicos.....	17
1.5.2.3 Parámetros Microbiológicos.....	17

1.6 REOLOGÍA EN ALIMENTOS	18
2 OBJETIVOS	19
2.1 JUSTIFICACIÓN DEL ESTUDIO	19
2.2 OBJETIVOS GENERALES.....	19
2.3 OBJETIVOS ESPECÍFICOS.....	19
3 METODOLOGÍA.....	20
3.1 PRUEBAS PRELIMINARES.....	20
3.2 MATERIALES.....	21
3.3 EQUIPOS.....	21
3.4 ANÁLISIS.....	21
3.4.1 Análisis Físicoquímicos.....	23
3.4.1.1 Determinación de pH.....	23
3.4.1.2 Determinación de sólidos solubles.....	23
3.4.1.3 Determinación de color.....	23
3.4.2 Análisis reológicos.....	25
3.4.2.1 Determinación fuerza de gel.....	25
3.4.2.2 Determinación de la consistencia	25
3.4.3 Análisis microbiológicos.....	25
3.4.3.1 Recuento de mohos y levaduras	26
3.4.4 Análisis sensorial.....	26
3.4.5 Análisis estadístico.....	27
3.4.6 Cinética de deterioro de parámetros físicoquímicos.....	27
4 RESULTADOS Y DISCUSIÓN	28
4.1 ANÁLISIS FÍSICOQUÍMICOS Y REOLÓGICOS.....	28
4.1.1 Determinación de pH.....	28
4.1.2 Determinación de sólidos solubles.....	29

4.1.3	Determinación de color (L^* , a^* , b^*).....	31
4.1.3.1	Luminosidad, L^*	31
4.1.3.2	Cromo a^*	32
4.1.3.3	Cromo b^*	33
4.1.4	Determinación de la consistencia.....	36
4.1.5	Determinación de fuerza de gel.....	37
4.2	ANÁLISIS MICROBIOLÓGICOS.....	39
4.3	ANÁLISIS SENSORIAL.....	42
4.4	CINÉTICA DE DETERIORO PARÁMETROS FISICOQUÍMICOS.....	45
4.4.1	Determinación orden cinético de reacción y vida útil.....	45
	CONCLUSIONES	50
	BIBLIOGRAFÍA	53
	ANEXOS	56
	Anexo 1: Metodología análisis microbiológico.....	56
	Anexo 2: Ficha test de diferencia contra control.....	58
	Anexo 3: Resultados análisis fisicoquímicos a las distintas temperaturas de almacenamiento.....	59
	Anexo 4: Ficha técnica baldes de polipropileno de 1lt.....	61
	Anexo 5: Análisis estadístico de atributos sensoriales.....	62
	Anexo 6: Análisis estadístico (ANOVA y Tukey) a propiedades fisicoquímicas.....	65
	Anexo 7: Coeficientes de determinación R^2 de propiedades fisicoquímicas.....	71
	Anexo 8: Constantes de velocidad de reacción experimentales (K) de propiedades fisicoquímicas.....	72
	Anexo 9: Parámetros cinéticos propiedades fisicoquímicas.....	72
	Anexo 10: Constantes de velocidad de reacción recalculados K.....	72
	Anexo 11: Vida útil experimental de propiedades fisicoquímicas.....	73
	Anexo 12: Ecuación vida útil en función de la temperatura de propiedades fisicoquímicas.....	73

Anexo 13: Exportación de pulpas en Chile	74
Anexo 14: Volumen de exportación de vinos espumosos en Chile.....	75
Anexo 16: Especificaciones técnicas del envase.....	76
Anexo 17: Etiquetado pulpa de frutilla 1 kg	77
Anexo 18: Ficha técnica pulpa de frutilla Rocofrut S.A.	78

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Disminución de un atributo de calidad durante el almacenamiento del alimento. Efecto del orden de reacción (Curia & cols., 2005)	7
Figura 2. Gráfico modelo Arrhenius.....	11
Figura 3. Diagrama de proceso. Elaboración pulpa de frutilla.	15
Figura 4. Balde de propileno, 1 kg.....	22
Figura 5. Imagen de fondo de microondas (izq.) y la información de la paleta en photoshop (derecha)	24
Figura 6. Windows Histograma en Photoshop.....	24
Figura 7. Variación de pH en el tiempo a distintas temperatura de almacenamiento.....	28
Figura 8. Variación de sólidos solubles en el tiempo a distintas temperatura de almacenamiento.	30
Figura 9. Variación de L ^a en el tiempo según la temperatura de almacenamiento.	31
Figura 10. Variación del cromo a ^a en el tiempo según temperatura de almacenamiento...	32
Figura 11. Variación del cromo b ^a en el tiempo según temperatura de almacenamiento...	33
Figura 12. Variación de la consistencia en el tiempo a distintas temperatura de almacenamiento, en un tiempo de 15 segundos.....	36
Figura 13. Variación de la consistencia en el tiempo a distintas temperatura de almacenamiento	37
Figura 14. Variación de la firmeza de la pulpa en el tiempo según temperatura de almacenamiento	37
Figura 15. Perfil sensorial de la pulpa de frutilla almacenada a 12°C analizados por medio de intervalos de confianza del 95%.....	42
Figura 16. Perfil sensorial de la pulpa de frutilla almacenada a 25°C analizados por medio de intervalos de confianza del 95%.....	43
Figura 17. Perfil sensorial de la pulpa de frutilla almacenada a 37°C analizados por medio de intervalos de confianza del 95%.....	44
Figura 18. Curva de velocidad orden de reacción cero para el parámetro del color, cromo a ^a a 37°C	46

Figura 19. Variación de la constante de velocidad de reacción K en función al inverso de la temperatura de almacenamiento del color (cromo a ⁺) de la pulpa	46
Figura 20. Gráfico vida útil en función de la temperatura	49
Figura 21. Gráfica de volumen (miles de litros) de exportación de vino espumoso (ODEPA, 2013)	75
Figura 22. Etiquetado pulpa de frutilla, 1 kg	77

Tabla 15. Resumen del análisis sensorial de las pulpas de frutilla almacenada a distintas temperaturas	44
Tabla 16. Coeficientes de determinación de la propiedad fisicoquímica limitante, Color (a^*) de la pulpa de frutilla.....	45
Tabla 17. Constante de velocidad de reacción de la propiedad fisicoquímica Color (cromo a^*) a cada temperatura de almacenamiento.....	46
Tabla 18. Vida útil experimental del cromo a^* , parámetro del Color de la pulpa de frutilla a cada temperatura de almacenamiento.....	48
Tabla 19. Vida útil para 18°C.....	50
Tabla 20. Resultados análisis fisicoquímicos en el tiempo a 12°C.....	50
Tabla 21. Resultados análisis fisicoquímicos a 25°C.....	50
Tabla 22. Resultados análisis fisicoquímicos a 37°C.....	60
Tabla 23. Coeficientes de determinación y orden de reacción de propiedades fisicoquímicas a cada temperatura.....	71
Tabla 24. Constantes de velocidad de reacción experimentales (K) de propiedades fisicoquímicas a cada temperatura.....	72
Tabla 25. Energía de activación (E_a) y factores pre-exponenciales (k_0).....	72
Tabla 26. Constantes de velocidad de reacción recalculados (K) de propiedades fisicoquímicas.....	72
Tabla 27. Vida útil experimental propiedades fisicoquímicas según valor límite del parámetro a^* del color.....	73
Tabla 28. Ecuación vida útil en función de la temperatura de propiedades fisicoquímicas.....	73
Tabla 29. Exportaciones chilenas de fruta industrializada y su participación en las exportaciones mundiales de esos productos 2001-2008 (millones de US\$).....	74
Tabla 30. Información nutricional de la pulpa de frutilla por porción y por cada 100gr.....	75
Tabla 31. Especificaciones técnicas del envase de la pulpa de frutilla.....	76