



**UNIVERSIDAD DE CHILE**

**FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS**

**ESCUELA DE POSTGRADO**

**FORMULACIÓN DE PULPA CONCENTRADA DE  
BERRIES NATIVOS: MAQUI (*Aristotelia Chilensis*),  
MURTILLA (*Ugni Molinae Turcz*) Y FRUTILLA CHILENA  
(*Fragaria Chiloensis* L. Duch) COMO UN APORTE  
DE ANTIOXIDANTES, EN YOGURT.**

**TESIS PARA OPTAR AL TITULO DE INGENIERO AGRONOMO  
Y AL GRADO DE MAGISTER EN CIENCIAS AGROPECUARIAS  
MENCION PRODUCCION AGROINDUSTRIAL**

**PATRICIO ANDRES DUQUE CELIS**

**DIRECTOR DE TESIS**

ALVARO PEÑA NEIRA  
CARMEN SAENZ HERNANDEZ

**MIEMBROS DE LA COMISION**

PAZ ROBERT CANALES  
ITALO CHIFFELLE GOMEZ

**SANTIAGO - CHILE**

**2009**

## INDICE

<b>RESUMEN</b> .....	1
<b>ABSTRACT</b> .....	2
<b>INTRODUCCIÓN</b> .....	3
Maqui ( <i>Aristotelia chilensis</i> (Mol) Stuntz).....	4
Murtilla ( <i>Ugni molinae</i> Turcz).....	4
Frutilla chilena ( <i>Fragaria chiloensis</i> L. Duch).....	4
Antioxidantes.....	5
Yogurt.....	7
<b>HIPÓTESIS</b> .....	7
<b>OBJETIVOS</b> .....	7
<b>MATERIALES Y MÉTODOS</b> .....	8
Materiales.....	8
Lugar de trabajo.....	8
Materia Prima.....	8
Métodos.....	8
Primera etapa. Obtención de pulpa concentrada.....	8
Segunda etapa. Elaboración del producto (yogurt).....	9
Análisis realizados.....	11
Análisis químicos.....	11
Análisis físico.....	12
Análisis sensorial.....	12
Diseño experimental y análisis estadístico.....	13
<b>RESULTADOS Y DISCUSIÓN</b> .....	14
Frutilla chilena ( <i>Fragaria chiloensis</i> L. Duch).....	14
Análisis químico.....	14
Análisis físico.....	16
Análisis de los compuestos fenólicos.....	17
Fenoles totales.....	17
Antocianos totales.....	19
Taninos totales.....	20
Identificación de compuestos fenólicos de bajo peso molecular.....	20
Capacidad antioxidante.....	22
Evaluación sensorial de yogurt con pulpa concentrada de frutilla chilena.	
Calidad.....	24
Apariencia.....	27
Color.....	27
Textura.....	27
Astringencia.....	27
Sabor.....	28
Intensidad aromática.....	28
Dulzor.....	28

Acidez.....	28
Evaluación sensorial de yogurt con pulpa concentrada de frutilla chilena	
Aceptabilidad.....	29
Aceptabilidad panel entrenado.....	29
Aceptabilidad panel no entrenado.....	29
Aceptabilidad total.....	30
Murtilla ( <i>Ugni molinae</i> Turcz).....	33
Análisis químico.....	33
Análisis físico.....	35
Análisis de los compuestos fenólicos.....	36
Fenoles totales.....	36
Antocianos totales.....	37
Taninos totales.....	38
Identificaciones de los compuestos fenólicos.....	39
Capacidad antioxidante.....	41
Evaluación sensorial de yogurt con pulpa concentrada de murtilla.	
Calidad.....	43
Apariencia y Color.....	45
Textura.....	45
Astringencia.....	46
Sabor.....	46
Intensidad aromática.....	46
Dulzor.....	46
Acidez.....	47
Amargor.....	47
Evaluación sensorial de yogurt con pulpa concentrada de murtilla	
Aceptabilidad.....	47
Aceptabilidad panel entrenado.....	47
Aceptabilidad panel no entrenado.....	47
Aceptabilidad total.....	48
Maqui ( <i>Aristotelia chilensis</i> (Mol) Stuntz).....	51
Análisis químico.....	51
Análisis físico.....	53
Análisis de los compuestos fenólicos.....	53
Fenoles totales.....	53
Antocianos totales.....	54
Taninos totales.....	55
Identificación de los compuestos fenólicos.....	56
Identificación de los antocianos.....	58
Capacidad antioxidantes.....	60
Evaluación sensorial de yogurt con pulpa concentrada de maqui. Calidad..	62
Apariencia.....	65
Color.....	65
Textura.....	65
Astringencia.....	65

Sabor.....	66
Intensidad aromática.....	66
Dulzor.....	66
Acidez.....	67
Amargor.....	67
Evaluación sensorial de yogurt con pulpa concentrada de maqui.	
Aceptabilidad.....	67
Aceptabilidad panel entrenado.....	67
Aceptabilidad panel no entrenado.....	68
Aceptabilidad total.....	69
<b>CONCLUSIÓN.....</b>	<b>71</b>
<b>BIBLIOGRAFÍA.....</b>	<b>72</b>
<b>APÉNDICE Y ANEXOS.....</b>	<b>78</b>

## INDICE DE CUADROS

Cuadro 1. Sólidos solubles, pH y acidez en frutilla chilena, pulpa concentrada y yogurt con los distintos niveles de inclusión.....	14
Cuadro 2. Lípido en base fresca en pulpa de frutilla chilena concentrada y yogurt con los distintos niveles de inclusión.....	15
Cuadro 3. Azúcares totales y reductores en pulpa de frutilla chilena concentrada y yogurt con los distintos niveles de inclusión.....	15
Cuadro 4. Fibra dietaria insoluble, solubles y total en base fresca en pulpa de frutilla chilena concentrada y yogurt con los distintos niveles de inclusión.....	16
Cuadro 5. Color en pulpa de frutilla chilena concentrada y yogurt con los distintos niveles de inclusión .....	17
Cuadro 6. Fenoles totales en pulpa de frutilla chilena concentrada y yogurt con los distintos niveles de inclusión .....	17
Cuadro 7. Antocianos totales en pulpa de frutilla chilena concentrada y yogurt con los distintos niveles de inclusión.....	19
Cuadro 8. Taninos totales en fruta de frutilla chilena, pulpa concentrada y yogurt con los distintos niveles de inclusión .....	20
Cuadro 9. Identificación de fenoles de bajo peso molecular en la de frutilla chilena, PC y en yogurt con los distintos niveles de inclusión .....	20
Cuadro 10. Capacidad antioxidante para el fruto de frutilla chilena, pulpa concentrada....	23
Cuadro 11. Porcentaje de rechazo, indiferencia y aceptación del yogurt elaborado con pulpa concentrada.....	30
Cuadro 12. Sólidos solubles, pH y acidez en murtila, pulpa concentrada y yogurt con los distintos niveles de inclusión .....	33
Cuadro 13. Azúcares totales y reductores en murtila, pulpa concentrada y yogurt con los distintos niveles de inclusión .....	34
Cuadro 14. Fibra dietaria insoluble, soluble y total en base fresca de murtila, pulpa concentrada y yogurt con los distintos niveles de inclusión .....	34
Cuadro 15. Contenido de lípido de murtila, pulpa concentrada y yogurt con los distintos niveles de inclusión .....	35
Cuadro 16. Color de pulpa concentrada y yogurt con los distintos niveles de inclusión .....	36
Cuadro 17. Fenoles totales en murtila, pulpa concentrada y yogurt con los distintos niveles de inclusión .....	36
Cuadro 18. Antocianos totales en murtila, pulpa concentrada y yogurt con los distintos niveles de inclusión .....	38
Cuadro 19. Taninos totales en murtila, pulpa concentrada y yogurt con los distintos niveles de inclusión .....	39
Cuadro 20. Identificación de compuestos fenólicos de bajo peso molecular en murtila, pulpa concentrada y yogurt con los distintos niveles de inclusión.....	41
Cuadro 21. Capacidad antioxidante para la murtila, pulpa concentrada y yogurt con los distintos niveles de inclusión .....	41
Cuadro 22. Porcentaje de rechazo, indiferencia y aceptación en yogurt elaborado con PC.	48

Cuadro 23. Sólidos solubles, pH y acidez en maqui, PC y yogurt con los distintos niveles de inclusión .....	51
Cuadro 24. Azúcares totales y reductores en maqui, PC y yogurt con los distintos niveles de inclusión .....	52
Cuadro 25. Lípido en maqui, pulpa concentrada de maqui y yogurt con los distintos niveles de inclusión.....	52
Cuadro 26. Color en pulpa concentrada de maqui y yogurt con los distintos niveles de inclusión.....	53
Cuadro 27. Fenoles totales en maqui, PC de maqui y yogurt con los distintos niveles de inclusión .....	54
Cuadro 28. Antocianos totales en maqui, PC y yogurt con los distintos niveles de inclusión.....	55
Cuadro 29. Taninos totales en maqui, PC de maqui y yogurt con los distintos niveles de inclusión.....	56
Cuadro 30. Identificación de los compuestos fenólicos de bajo peso molecular en maqui, PC de maqui y yogurt en las distintas inclusiones.....	58
Cuadro 31. Identificación de los antocianos del maqui, PC y yogurt con las distintas inclusiones.....	59
Cuadro 32. Capacidad antioxidante para maqui, pulpa concentrada de maqui.....	60
Cuadro 33. Porcentaje de rechazo, indiferencia y aceptación del yogurt de maqui con PC.	68

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1. Diagrama del proceso de obtención de la pulpa concentrada y de los yogurt....	10
Figura 2. Cromatografía por HPLC-DAD a 280nm para muestra de frutilla chilena, pulpa concentrada y yogurt con PC al 20%.....	22
Figura 3. Yogurt elaborado con pulpa de frutilla chilena. Comportamiento de la capacidad antioxidante, de acuerdo a las inclusiones y tiempo de almacenamiento.....	23
Figura 4. Yogurt de frutilla chilena.....	24
Figura 5. Yogurt batido.....	25
Figura 6. Presentación a evaluadores.....	25
Figura 7. Comportamiento del yogurt de frutilla chilena elaborado con 5% de inclusión de PC durante el período de vida útil del yogurt.....	25
Figura 8. Comportamiento del yogurt de frutilla chilena elaborada con 12% de inclusión de PC durante el período de vida útil del yogurt.....	26
Figura 9. Comportamiento del yogurt de frutilla chilena elaborado con 20% de inclusión de PC durante el período de vida útil del yogurt.....	26
Figura 10. Yogurt elaborado con frutilla chilena y el comportamiento de la aceptabilidad total, de acuerdo al nivel de inclusión y período de almacenamiento del yogurt.....	30
Figura 11. Calidad sensorial descriptiva y aceptabilidad en yogurt de frutilla chilena, con la utilización de la pulpa concentrada.....	32
Figura 12. Cromatografía por HPLC-DAD a 280nm para muestras de murtillo, pulpa concentrada y yogurt con PC al 20% .....	40
Figura 13. Yogurt elaborado con murtillo. Comportamiento de la capacidad antioxidante, de acuerdo a las inclusiones y período de almacenamiento del yogurt.....	42
Figura 14. Yogurt de murtillo.....	43
Figura 15. Presentación a evaluadores.....	43
Figura 16. Comportamiento del yogurt de murtillo elaborado con 5% de inclusión de pulpa concentrada de acuerdo a la vida útil del yogurt.....	44
Figura 17. Comportamiento del yogurt de murtillo elaborado con 12% de inclusión de pulpa concentrada de acuerdo a la vida útil del yogurt .....	44
Figura 18. Comportamiento del yogurt de murtillo elaborado con 20% de inclusión de pulpa concentrada de acuerdo a la vida útil del yogurt .....	45
Figura 19. Yogurt elaborado con murtillo. Comportamiento de la aceptabilidad total según el nivel de inclusión, el tiempo de almacenamiento del yogurt y la utilización de pulpa concentrada en la elaboración del producto final.....	48
Figura 20. Calidad sensorial descriptiva y aceptabilidad en yogurt elaborado con murtillo según el nivel de inclusión, el tiempo de almacenamiento del yogurt y la utilización de pulpa concentrada.....	50
Figura 21. Cromatografía por HPLC-DAD a 280nm para muestras de maqui, pulpa concentrada y yogurt con PC al 20% .....	57
Figura 22. Cromatografía por HPLC-DAD a 520nm para muestras de pulpa concentrada de maqui .....	59

Figura 23. Cromatografía por HPLC-DAD a 520nm para muestras de pulpa de yogurt con pulpa concentrada (PC) de maqui al 5%, yogurt con PC al 12% y yogurt con PC al 20%.....	60
Figura 24. Yogurt elaborado con maqui. Comportamiento de la capacidad antioxidante según el nivel de inclusión de la pulpa concentrada en yogurt, vida útil de producto.....	61
Figura 25. Yogurt de maqui.....	62
Figura 26. Presentación a evaluadores.....	62
Figura 27. Comportamiento del yogurt elaborado con maqui, 5% de inclusión de pulpa concentrada de acuerdo a la vida útil del yogurt.....	63
Figura 28. Comportamiento del yogurt elaborado con maqui, 12% de inclusión de pulpa concentrada de acuerdo a la vida útil del yogurt .....	64
Figura 29. Comportamiento del yogurt elaborado con maqui, 20% de inclusión de pulpa concentrada de acuerdo a la vida útil del yogurt .....	64
Figura 30. Yogurt elaborado con maqui. Comportamiento de aceptabilidad total, de acuerdo al período de almacenamiento del yogurt y la influencia aportada por la inclusión de la pulpa concentrada.....	69
Figura 31. Calidad sensorial descriptiva y aceptabilidad en yogurt elaborado con maqui, con la utilización de PC, según el nivel de inclusión y el periodo de almacenamiento del yogurt.....	70

## RESUMEN

Dado el creciente interés de los consumidores por mejorar su calidad de vida, junto con buscar la forma más rápida y sencilla de incorporar compuestos beneficiosos para la salud en su dieta, la industria de alimentos se encuentra en una búsqueda constante de nuevos productos que proporcionen estas características. La mayoría de los alimentos funcionales (saludables) desarrollados en la actualidad se encuentran entre los derivados lácteos. El objetivo de este estudio fue formular una pulpa concentrada de berries nativos, frutilla chilena (*Fragaria chiloensis* L. Duch), murtila (*Ugni molinae* Turcz) y maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol) Stuntz), e incorporarla en yogurt adicionándose así compuestos fenólicos capaces de ejercer una acción antioxidante.

Las variables analizadas correspondieron a fenoles totales, antocianos totales y taninos totales determinándolas mediante espectrofotometría. La capacidad antioxidante se determinó empleando el método de DPPH expresando en TEAC. Determinando además las características químicas de pH, acidez total, sólidos solubles, azúcares totales y reductores, lípidos, fibra dietaria de las pulpas concentradas, los que también se replicaron para las distintas inclusiones de las pulpas en el yogurt formulados. Además se realizó la identificación de los fenoles de bajo peso molecular mediante HPLC-DAD.

Las pulpas concentradas presentaron valores de actividad antioxidante para frutilla chilena en promedio de  $135,88 \pm 11,6 \mu\text{mol TEAC}^* \text{ g}^{-1}$  de muestra (pf) en murtila en promedio de  $144,0 \pm 10 \mu\text{mol TEAC}^* \text{ g}^{-1}$  de muestra (pf) en maqui en promedio de  $12.073,8 \pm 2.742,8 \mu\text{mol TEAC}^* \text{ g}^{-1}$  de muestra (pf). Al incorporar las pulpas al yogurt, éstas otorgaron una buena capacidad antioxidante al producto final, logrando el mayor aporte con el 20% de inclusión. En el caso de las inclusiones en yogurt se encontró valores en frutilla chilena hasta de  $16,6 \pm 0,07 \mu\text{mol TEAC}^* \text{ g}^{-1}$  de muestra (pf), en murtila  $21,27 \pm 0,12 \mu\text{mol TEAC}^* \text{ g}^{-1}$  de muestra (pf) y en maqui  $126,97 \pm 1,35 \mu\text{mol TEAC}^* \text{ g}^{-1}$  de muestra (pf).

Por los resultados observados en este trabajo es posible señalar que las pulpas concentradas de berries nativos chilenos son una alternativa posible a utilizar en la formulación de yogurts con propiedades funcionales.

Palabras claves:

Alimento Funcional  
Compuestos bioactivos  
Compuestos fenólicos  
DPPH  
HPLC-DAD.

## ABSTRACT

Given the consumers' growing interest to improve their life quality and to look for the fastest and simplest way to incorporate beneficial compounds for health in their diet, food industry is in a constant search for new products showing these characteristics. Most of the health foods currently found are milk-derived. This study presents an industrial innovation in the form of a concentrate pulp from native berries, Chilean strawberry (*Fragaria chilensis* L. Duch), murtila (*Ugni molinae*) and maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol. Stuntz), incorporated into yogurt.

The concentrate pulp allows the addition of phenolic compounds as well as the antioxidant capacity in the final product. Quantification of total phenols, anthocyanins and tannins was carried out by spectrophotometry, while antioxidant capacity was determined by using the DPPH method and expressed in TEAC. These parameters were also determined in the fresh fruit and in the yogurt with the different inclusions of native berries. The physical, chemical and sensory characteristics of the formulated yogurts were determined as well. Besides, phenols of low molecular weight were identified by HPLC-DAD.

Results showed that the antioxidant activity values of concentrated pulp were on the average  $135.88 \pm 11.6 \mu\text{mol TEAC}^* \text{g}^{-1}$  (fw) for Chilean strawberries,  $1440 \pm 10 \mu\text{mol TEAC}^* \text{g}^{-1}$  (fw) for murtila, and  $12073.8 \pm 2742.8 \mu\text{mol TEAC}^* \text{g}^{-1}$  (fw) for maqui. When adding the pulps to the yogurt, these provided a good antioxidant capacity to the final product. The yogurt with 20% of pulps showed the highest antioxidant values for all the native berries studied. With respect to the formulations with the different berries, those prepared with Chilean strawberry showed values of  $16.6 \pm 0.07 \mu\text{mol TEAC}^* \text{g}^{-1}$  (fw), those with murtila had  $21.27 \pm 0.12 \mu\text{mol TEAC}^* \text{g}^{-1}$  (fw) and yogurt with maqui had  $126.97 \pm 1.35 \mu\text{mol TEAC}^* \text{g}^{-1}$  (fw).

This study showed that concentrate pulps from Chilean native berries are an alternative ingredient in the formulation of yogurts with functional properties.

Key words:

Functional foods  
Bioactive compounds  
Phenolic compounds  
DPPH  
HPLC-DAD