

UNIVERSIDAD DE CHILE

FACULTAD DE CIENCIAS QUIMICAS Y FARMACEUTICAS



**“EXTRACCIÓN DE ACEITE DE SEMILLA DE MAQUI
(*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) POR PENSADO EN FRIO,
CARACTERIZACION QUÍMICA DEL ACEITE Y MEJORAMIENTO
DEL PROCESO MEDIANTE TRATAMIENTO ENZIMATICO DE LA
SEMILLA PREVIO AL PENSADO”**

Tesis para optar al grado de Magíster en Ciencia de los Alimentos

POR

CAROLINA CLAVIJO RODRIGUEZ

Director de Tesis: Prof. Lilia Masson S.

Co-Director de Tesis: Prof. Nalda Romero P.

**SANTIAGO- CHILE
2004**

RESUMEN

La extracción de grasas y aceites constituye un tema de interés para investigadores y empresarios del área de alimentos que tratan de implementar o de mejorar los sistemas para su obtención, que cumplan principalmente con los siguientes objetivos: a) mantener los compuestos originales de la fuente de materia grasa sin degradarlos ni alterarlos, b) lograr un rendimiento lo más cercano posible al contenido graso original de la materia prima y, c) que sea un proceso limpio, que no contamine el medio ambiente, ni deje residuos en el aceite. Los métodos utilizados en la actualidad no permiten el cumplimiento total de estos objetivos, porque si bien es cierto en la extracción con solvente o por presión en caliente, se obtienen buenos rendimientos, su eficiencia se ve limitada, en el primer caso, por el elevado costo de los solventes y la emisión de residuos químicos al ambiente y en el segundo, por la pérdida y alteración de muchos componentes importantes y por la formación de otros compuestos indeseables.

Desde esta óptica, la extracción por prensado en frío constituye una buena alternativa para obtener un aceite natural sin involucrar productos químicos dentro del proceso, sin embargo, el bajo rendimiento es uno de los puntos cuestionables de esta técnica, aunque últimamente se han postulado alternativas como la degradación de la pared por medio de enzimas, que permiten mejorar la eficiencia del proceso.

En la presente investigación, se evaluó la influencia del tamaño de la semilla, la humedad y la presión aplicada sobre el rendimiento del prensado en frío y se determinaron los valores en los cuales estas variables ofrecen las mejores condiciones para la obtención de aceite de semilla de maqui (*Aristotelia*

chilensis (Mol.) Stuntz) y se encontró que el efecto más importante sobre el rendimiento lo ejerció el tamaño de partícula.

El estudio se complementó con la composición química del aceite de maqui obtenido en el proceso de extracción por prensado en frío optimizado, se analizó: porcentaje de ácidos grasos libres e índice de peróxido como indicadores de calidad, materia insaponificable, composición de ácidos grasos y de triglicéridos, y contenido de tocoferoles, esteroides y pigmentos carotenoides como parámetros de identidad. En su composición química se destacó el contenido de alfa tocoferol (vitamina E) y gama tocoferol; la relación entre ácidos grasos monoinsaturados y ácidos grasos poliinsaturados cercana a 1:1. No se encontraron cantidades significativas de pigmentos carotenoides.

Por último, se analizó el efecto de un pretratamiento enzimático de la semilla sobre el rendimiento del proceso de extracción por prensado en frío optimizado. Se evaluó la acción enzimática bajo diversas condiciones de concentración de enzima, pH, temperatura y tiempo de reacción, siguiendo un diseño experimental fraccionado centrado en la cara. Se optimizaron estas variables por la metodología de superficie de respuesta. El tratamiento enzimático de la semilla antes del prensado con enzimas de actividad pectolítica y celulítica permitió la liberación del aceite incrementando el rendimiento del proceso por prensado en frío en aproximadamente un 4%.

ABSTRACT

Fat and oil extraction is always interesting for researchers and managers belonging to food industry, who are involved in innovation or improving the common procedures used in their extraction.

The challengers are: a) to maintain the original components present in the source of fat and oil without degradation and alteration, b) to get the best yield as close as possible to the fat content of the raw material and c) to use a clean process, without contamination of environmental, and avoiding residues in the fat extracted.

The methods used actually, do not permit a full agreement with these objectives, considering that the extraction procedure using an organic solvent and by pressure in the presence of heat, although they present a good yield, their efficiency is limited by the high cost of the solvents in the first case, and in the second, by the alteration and loss of important components and formation of undesirable products.

From this point of view, the cold press extraction process, represents a good alternative for obtaining a natural oil, without using any chemicals during the processing, but a low yield is the critical point in this procedure, although in the last years, the use of enzymes for cell wall degradation has been assayed, improving the efficiency of the process.

In the present research work, the influence of the seed particle size, moisture content and pressure applied were evaluated in the cold press processing, in relationship with the yield. The values in which those variables offer the best yield were determined for obtaining maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol). Stuntz)

seed oil. It was found that the more important effect on the yield, it was seed particle size.

This study was complemented with the maqui seed oil chemical composition obtained by the optimised cold press extraction process. Quality parameters as free fatty acids and peroxide value were determined. As identity data, unsaponifiable matter, fatty acids and triacylglycerol composition, tocopherol, phytosterol and carotenoid pigments content were determined.

Maqui seed oil is a good source of monounsaturated and polyunsaturated fatty acid, with a proportion close 1:1, alpha and gamma tocopherol were present. It is not a good source of carotenoid pigments.

Finally, the effect of an enzymatic pre-treatment on the maqui seed was assayed to determine its effect in the yield of the optimised cold press extraction processing. The effect of the enzyme was evaluated under different conditions of enzyme concentration, pH, temperature and time of reaction, according to a face centered fractionated experimental design. The variables were optimized according to the response surface methodology. The seed enzymatic treatment before the cold press procedure with pectolytic and cellulytic activity, permitted to liberate the oil, increasing the yield by cold pressing process in about 4%.

TABLA DE CONTENIDO

	Pag
1. INTRODUCCION	1
1.1. OBJETIVOS	
1.1.1. Objetivo general	3
1.1.2. Objetivos específicos	3
1.2. HIPÓTESIS	4
2. ANTECEDENTES BIBLIOGRÁFICOS	
2.1. ANTECEDENTES ETNOBOTÁNICOS DEL MAQUI	
2.1.1. Información botánica	5
2.1.2. Características físicas	6
2.1.3. Localización, habitat y suelo	7
2.1.4. Características químicas	8
2.1.5. Propiedades y usos	8
2.2. GRASAS Y ACEITES	
2.2.1. Definición	9
2.2.2. Composición de grasas y aceites	9
2.2.3. Importancia de las grasas y aceites	16
2.2.4. Aceites especiales	18
2.2.5. Extracción de grasas y aceites	19
2.2.5.1. Extracción de aceites vegetales por prensado	20
2.2.5.2. Situación actual de los aceites obtenidos por prensado en frío	25
2.2.6. Efecto del pretratamiento enzimático de las semillas oleaginosas en la extracción de aceites	26

3. MATERIALES Y MÉTODOS	
3.1. MATERIALES	
3.1.1. Materia prima	30
3.1.2. Equipos	30
3.1.3. Reactivos	31
3.1.4. Estándares	31
3.1.5. Enzimas	32
3.2. MÉTODOS	
3.2.1. Composición proximal de la semilla de maqui	32
3.2.2. Caracterización química del aceite de semilla de maqui obtenido por prensado en frío	33
3.2.3. Extracción de aceite de semilla de maqui por prensado en frío	38
3.2.3.1. Niveles de las variables independientes	38
3.2.3.2. Desarrollo experimental y análisis estadístico	41
3.2.4. Extracción de aceite de semilla de maqui con tratamiento enzimático previo al prensado	43
3.2.4.1. Desarrollo experimental	44
4. RESULTADOS Y DISCUSIÓN	
4.1. COMPOSICION PROXIMAL DE LA SEMILLA DE MAQUI	48
4.2. CARACTERIZACIÓN QUIMICA DEL ACEITE SEMILLA DE MAQUI OBTENIDO POR PRENSADO EN FRIO	
4.2.1. Parámetros de calidad del aceite de semilla de maqui crudo	50
4.2.2. Parámetros de identidad del aceite de semilla de maqui crudo	53
4.2.2.1. Composición porcentual de ácidos grasos	53
4.2.2.2. Composición de triglicéridos	56

4.2.2.3. Contenido de tocoles	57
4.2.2.4. Contenido de esteroides	60
4.2.2.5. Contenido de pigmentos carotenoides	63
4.2.3. Estabilidad del aceite de semilla de maqui	64
4.3. EXTRACCIÓN DE ACEITE DE SEMILLA DE MAQUI POR PRENSADO EN FRÍO	65
4.3.1. Modelo matemático predictivo	66
4.4. EFECTO DEL PRETRATAMIENTO ENZIMÁTICO EN EL RENDIMIENTO DE LA EXTRACCIÓN DE ACEITE DE SEMILLA MAQUI POR PRENSADO EN FRÍO	69
4.4.1. Modelo matemático predictivo	70
5. CONCLUSIONES	76
6. BIBLIOGRAFÍA	78
7. ANEXOS	89

INDICE DE FIGURAS

	Pag.
Figura 1. Árbol de maqui	6
Figura 2. Semilla del fruto de maqui	7
Figura 3. Estructura de un triglicérido	10
Figura 4. Estructura química básica de los esteroides	11
Figura 5. Estructura de tocoferoles y tocotrienoles	13
Figura 6. Estructuras de carotenoides	15
Figura 7. Diagrama de bloques para la extracción de aceite por prensado	22
Figura 8. Molino de rodillos	23
Figura 9. Prensa de tornillo	24
Figura 10. Diagrama de bloques para la obtención de aceite crudo de semilla de maqui por prensado en frío	42
Figura 11. Sistema montado para mantener constante la temperatura, el pH y la agitación durante el pretratamiento enzimático de la semilla de maqui	45
Figura 12. Diagrama de bloques del proceso de obtención de aceite crudo de semilla de maqui con tratamiento enzimático	47
Figura 13. Composición proximal de la semilla de maqui	48
Figura 14. Aceite crudo de semilla de maqui	50
Figura 15. Perfil porcentual de ácidos grasos del aceite crudo de semilla de maqui	53
Figura 16. Composición porcentual de ácidos grasos del aceite de semilla de maqui	54
Figura 17. Comparación de la composición porcentual de ácidos grasos de algunos aceites vegetales con aceite de semilla de maqui	55

Figura 18.	Distribución porcentual de especies de triglicéridos en aceite de semilla de maqui	56
Figura 19.	Especies de triglicéridos comunes entre el aceite de maqui y el aceite de soja	57
Figura 20.	Tocoles presentes en el aceite crudo de semilla de maqui	58
Figura 21.	Tocoles presentes en algunas semillas de origen chileno	59
Figura 22.	Esteroles del aceite crudo de semilla de maqui	60
Figura 23.	Contenido de esteroles de algunos aceites vegetales	61
Figura 24.	Comparación del contenido de beta sitosterol de algunos aceites vegetales	62
Figura 25.	Pigmentos carotenoides presentes en el aceite de semilla de maqui	63
Figura 26.	Rendimientos del aceite de semilla de maqui obtenido por prensado en frío	65
Figura 27.	Rendimiento observado versus rendimiento teórico	68
Figura 28.	Rendimiento de la extracción de aceite de semilla de maqui sometida a pretratamiento enzimático.	69
Figura 28.	Gráfico de contorno de la superficie de respuesta estimada	72

ÍNDICE DE CUADROS

	Pag.
Cuadro 1. Variables del proceso de extracción de aceite de semilla de maqui por prensado en frío	41
Cuadro 2. Variables del tratamiento enzimático de la semilla de maqui previo al prensado	44
Cuadro 3. Parámetros de calidad del aceite de semilla de maqui crudo	51
Cuadro 4. Condiciones óptimas para la extracción de aceite de semilla de maqui por prensado en frío	69
Cuadro 5. Valores óptimos de las variables del pretratamiento enzimático	71
Cuadro 6. Comparación de los rendimientos obtenidos bajo las mismas condiciones sin y con pretratamiento enzimático	73

LISTA DE ANEXOS

- Anexo 1.** Determinación de los tamaños de partícula para la obtención de aceite de maqui por prensado en frío
- Anexo 2.** Ensayos experimentales para la obtención de aceite crudo de semilla de maqui por prensado en frío
- Anexo 3.** Ensayos experimentales del tratamiento enzimático de la semilla de maqui previo al prensado.
- Anexo 4.** Tabla de la composición proximal de la semilla de maqui
- Anexo 5.** Parámetros de calidad, identidad y estabilidad del aceite crudo de semilla de maqui
- Anexo 6.** Cromatograma del perfil de ácidos grasos del aceite crudo de semilla de maqui.
- Anexo 7.** Cromatograma de las especies de triglicéridos del aceite crudo de semilla de maqui
- Anexo 8.** Cromatograma de tocoles determinados en el aceite crudo de semilla de maqui
- Anexo 9.** Tiempo de inducción del aceite crudo de semilla de maqui
- Anexo 10.** Tabla de resultados del rendimiento del aceite de semilla de maqui obtenido por prensado en frío
- Anexo 11.** Análisis de regresión múltiple de la extracción por prensado en frío
- Anexo 12.** Análisis de varianza del modelo matemático predictivo del rendimiento
- Anexo 13.** Tabla de resultados del rendimiento de la extracción de aceite de semilla de maqui con pretratamiento enzimático
- Anexo 14.** Análisis de varianza del rendimiento obtenido en la extracción de aceite de semilla de maqui con pretratamiento enzimático
- Anexo 15.** Gráfico de Pareto. Variables significativas en el pretratamiento enzimático de la semilla de maqui.