

**Evaluación físico – química de Maqui**  
**(Proyecto FONDEF DOOI-1041)**

**ANEXO**



**Laboratorio de Extractos**

Diciembre de 2004

**Responsable:** Pía Delpiano B.; Loreto Carvajal N.  
**Supervisión:** Nicolás Troncoso M.  
**Unidad:** Laboratorio de Extractos Naturales, Area de Agroindustria – Fundación Chile  
**Fecha Informe:** 20 de Enero de 2005

---

## INDICE

<b>I.- Introducción.....</b>	<b>3</b>
<b>1. Muestras: .....</b>	<b>3</b>
<b>2. Metodologías empleadas: .....</b>	<b>4</b>
<b>II.- Caracterización física de frutos maqui .....</b>	<b>6</b>
<b>1. Tamaño promedio de los frutos:.....</b>	<b>6</b>
<b>2. Cantidad de semillas por fruto: .....</b>	<b>6</b>
<b>3. Anotaciones de comparación física: .....</b>	<b>6</b>
<b>III.- Evaluación proceso de pulpado de maqui para industrialización.....</b>	<b>7</b>
<b>1. Fruto fresco.....</b>	<b>7</b>
<b>2. Fruto seco.....</b>	<b>8</b>
<b>3. Resumen Ensayos de pulpado de fruto de maqui. ....</b>	<b>9</b>
<b>IV.- Caracterización química de antocianos en maqui.....</b>	<b>10</b>
<b>1. Polifenoles totales .....</b>	<b>10</b>
<b>2. Contenido de antocianos.....</b>	<b>10</b>
<b>3. Antioxidantes fenólicos (Fenoles por Folin-Ciocalteu).....</b>	<b>10</b>
<b>4. Resultado de los análisis químicos:.....</b>	<b>10</b>

## I.- Introducción

Mediante una serie de determinaciones tanto físicas como químicas, se busca determinar, o al menos presentar ciertos elementos que permitan diferenciar u orientar una selección de ecotipos o sectores de recolección de maqui, teniendo en cuenta aquellos aspectos que puedan ser provechosos para una industrialización o mejor aprovechamiento de este recurso.

Desde el punto de vista del análisis FÍSICO, las determinaciones se limitaron a una caracterización del tamaño promedio de los frutos, cantidad promedio de semillas y cometarios comparativo.

Debido a que las muestras eran congeladas, y al parecer en condiciones no equivalentes, se vieron limitados aquellos análisis relacionados con determinación de sólidos solubles, densidad aparente del producto fresco y curvas de secado. Lo anterior queda reflejado en que en 3 de las cuatro muestras congeladas, se encontraron hojuelas o cascarillas de hielo, que son un significativo elemento de error en determinaciones como las indicadas anteriormente.

En cuanto a la caracterización química de los productos, se enfocó este estudio en afinar una metodología estándar para medir familias de compuestos fenólicos, que corresponderían a aquellos grupos de compuestos que se pueden aprovechar desde diversos puntos de vista industriales: fuente de colorantes naturales, capacidad o poder antioxidante, potencial comparativo o de reivindicaciones a la salud en base a productos con compuestos similares, como jugos tintos, vino, entre otros. Esta caracterización fenólica se separó en tres tópicos:

- Contenido total de polifenoles
- Polifenoles antioxidantes por el método de Folin-Ciocalteu
- Antocianinas totales, o determinación de taninos
- Perfil cromatográfico de los polifenoles presentes.

### 1. Muestras:

Se contó con un total de 6 muestras distintas, cuatro de ellas se recibieron congeladas y dos ya deshidratadas. En cada caso, se mantuvo la nomenclatura utilizada originalmente.

- #1 Muestra congelada de maqui “MAQUI”
- #2 Muestra congelada de maqui “VILCHES”
- #3 Muestra congelada de maqui “VILLARRICA”
- #4 Muestra congelada de maqui “TEMUCO”
- #5 Muestra deshidratada de maqui “CAÑETE seco”
- #6 Muestra deshidratada de maqui “VILLARRICA seco”

## 2. Metodologías empleadas:

### - Análisis físicos:

i) **Tamaño promedio de los frutos:** mediante un muestreo estadísticamente válido de cuarteos, se tomó un universo de frutos a los cuales se les determinó individualmente medidas de dos diámetros ortogonales, siendo uno de los ejes el formado por la base del pedúnculo y la base del fruto. Para esto se utilizó un pie de metro con precisión de 0,1 mm.

ii) **Cantidad de semillas:** en forma manual, se procedió a romper y contar la cantidad de semillas presentes en cada uno de los frutos utilizados para las medidas del punto anterior.

iii) **Impresión comparativa:** al realizar los análisis anteriores, se compararon aspectos de apariencia general u otros que indicaran algún grado de diferenciación entre las distintas muestras.

### - Análisis químicos:

#### i) **Contenido total de polifenoles**

##### ii) **Polifenoles antioxidantes por el método de Folin Ciocalteu**

Los polifenoles han sido reportados en diversa literatura como beneficiosas para la salud). Se utilizó esta metodología, que es ampliamente utilizada para caracterizar el contenido de polifenoles en distintos sustratos vegetales, como frutas y jugos tintos como mora, sauco, uva concord, entre otras. Este análisis se utiliza como indicador de la capacidad antioxidante de la uva vinífera, el vino y los extractos nutracéuticos de pepa de uva. (sustancias reportadas en diversa literatura como beneficiosas para la salud).

##### iii) **Antocianinas totales, o determinación de taninos**

Los antocianos son una fracción del conjunto total de los polifenoles, relacionados directamente con el color de ciertos frutos, como el maqui en este caso. Está tipo de análisis se utiliza en forma complementaria a mediciones de fenoles por Folin-Ciocalteu, y especialmente al contar con determinaciones de los perfiles cromatográficos del producto estudiado. Esta falta de “exactitud” se debe en gran medida a que el tipo de reacciones químicas involucradas en esta determinación no son muy específicas dentro de la amplia gama de taninos existente en la naturaleza, donde si bien los antocianos que corresponden a taninos de bajo peso molecular, a pesar ser completamente diferentes a otros taninos condensados, como los presentes en la corteza de pino, dan resultados analíticos similares con este tipo de análisis.

#### iv) Perfil cromatográfico de los polifenoles presentes

Este tipo de análisis químico se ido haciendo cada vez más popular y aclaratorio al evaluar sustancias naturales para consumo humano. Es significativa la importancia que se le confiere comercialmente al “perfil cromatográfico de polifenoles”, como argumento de venta y especialmente como argumento diferenciador de precio entre productos elaborados a partir de materias primas similares, o a modo comparativo con productos aceptados por los mercados, en caso de corresponder a la creación de un producto nuevo.

En este caso, ha falta de referentes reportados en literatura para este fruto, se ha tomado como base la metodología utilizada para caracterizar extractos de pepa de uva, uva tinta para extractos y vinos tintos. Los criterios utilizados para el análisis de los cromatogramas se ha basado en los mismo utilizados comercialmente para los extractos de pepa de uva, que corresponde a una de las fuentes de polifenoles más importantes de industria a nivel mundial, y donde se ha establecido parámetros comparativos de *‘precio-calidad’*

## II.- Caracterización física de frutos maqui

### 1. Tamaño promedio de los frutos:

**Muestras caracterizadas:** Cuatro muestras congeladas.

	<b>#1 COIHAYQUE</b>	<b>#2 VILCHES</b>	<b>#3 VILLARRICA</b>	<b>#4 TEMUCO</b>
Eje principal	<i>7.07 mm</i>	<i>6.16 mm</i>	<i>6.64 mm</i>	<i>6.81 mm</i>
Eje ortogonal	6.65 mm	6.47 mm	6.90 mm	7.50 mm
<b>Promedio Fruto</b>	<b>6.9 mm</b>	<b>6.3 mm</b>	<b>6.8 mm</b>	<b>7.2 mm</b>

### 2. Cantidad de semillas por fruto:

	<b>#1 COIHAYQUE</b>	<b>#2 VILCHES</b>	<b>#3 VILLARRICA</b>	<b>#4 TEMUCO</b>
<b>Número de semillas</b>	<b>3,7</b>	<b>3,1</b>	<b>3,3</b>	<b>4,2</b>
	<b>semillas por fruto</b>	<b>semillas por fruto</b>	<b>semillas por fruto</b>	<b>semillas por fruto</b>

### 3. Anotaciones de comparación física:

- Debido a que las muestras de frutos estaban congeladas, se ha perdido la geometría exacta del fruto fresco, por lo que se prefiere considerar el parámetro de PROMEDIO FRUTO, que corresponde al promedio aritmético los valores obtenidos al promediar cada par de medidas (eje principal – eje ortogonal) de los frutos caracterizados individualmente.
- A pesar de nos registrarse mayores diferencias en los tamaños promedio de los frutos, se identifica en origen VILCHES, que presenta el valor de este parámetro significativamente menor que en las otras muestras.
- La muestra #1 MAQUI fue la mostró la menor uniformidad en cuanto al tamaño y regularidad de forma de los frutos, E contraste, los frutos más homogéneos en cuanto a forma fueron los correspondientes a la muestra #2 VILCHES.

- La muestra #4 TEMUCO se diferencia de las otras por presentar el conjunto de frutos una condición de ser más “jugosos”, con la piel más blanda y aparentemente semillas más pequeñas. Por su parte, los frutos de maqui #3 VILLARRICA, son los más duros del conjunto, presentando pepas de mayos calibre y unidas con más firmeza que en los otros casos.
- Al parecer, existiría una relación entre los parámetros de tamaño y contenido de semillas, donde mientras mayor sea el tamaño promedio de los frutos, estos presentarían una mayor cantidad de semillas. Lo anterior puede revestir mayor importancia que la aparente puesto que en general, se tiende a preferir para procesos agroindustriales frutos de mayor calibre, lo cual para el caso de maqui, podría llegar a ser contraproducente, toda vez que la parte más valiosa del fruto sería su pulpa y os sus semillas.

### **III.- Evaluación proceso de pulpado de maqui para industrialización**

#### **1. Fruto fresco.**

- A partir de la muestra #1 MAQUI, se realizaron ensayos de pulpado de maqui, correspondientes a la simulación del proceso industrial de pulpado de la fruta para posteriores operaciones como extracción de jugos, producción de mermeladas, colorantes, u otras.

El procedimiento consistió en procesar el fruto ya descongelado utilizando un equipo pulpador de laboratorio. (fabricado originalmente para procesar tomates, pero que se uso con otras frutas es válidos y entrega bueno y entrega resultados escalable). El fruto se alimenta entero al equipo, donde se produce el pulpado con una malla de 1 mm, saliendo la pulpa o jugo por esta, dejando los restos de cáscara dura y pepas para ser descargadas por otra salida.

## **PULPADO MAQUI:**

### **Ensayo 1:**

2.000 g fruta descongelada → 560 g de pulpa o jugo + 1.431 g de orujo (pepas y cáscara)

**Pulpa:** 30 °Brix; rendimiento del 28% sobre el fruto entero.

**NOTA:** se determinó volver a realizar el ensayo, debido a la relativamente alta cantidad de pulpa que queda pegada a la malla y otras partes del equipo, impiden obtener un valor correcto de rendimiento de pulpa.

### **Ensayo 2:**

12, 29 Kg de fruta descongelada → 7, 06 Kg de pulpa + 4,87 Kg de orujo.

**Pulpa:** 28° Brix, rendimiento del 57% sobre el fruto entero.

**NOTA:** debido al volumen representativo de la muestra tomada, se puede estimar un rendimiento industrial de aproximadamente el 60 % de pulpa sobre el peso de los frutos entero.

## **2. Fruto seco.**

- En el caso de las muestras de fruto deshidratado #5 CAÑETE seco y #6 VILLARRICA seco, se procedió a simular la operación de pulpado en condiciones que permitan estimar el potencial uso de fruta deshidratada naturalmente para posteriores procesos agroindustriales. En este caso, debido al volumen restringido de muestra, se realizaron ensayos de carácter prospectivo solamente, utilizando un procesador de alimentos de cocina.

Para el pulpado del fruto en seco, se somete el producto a una rehidratación durante tres horas, dejando el producto seco en inmersión con agua, para lo cual se utilizó una proporción de 1: 2, es decir, un Kg de fruta seca por cada dos litros de agua fresca.

### **Ensayo 1: Maqui CAÑETE seco**

100g de maqui seco + 200 ml de agua

**Pulpa:** 133,7 g de pulpa con un 13, 3% de sólidos.

**Rendimiento:** 8,9% sobre el peso seco original.

**NOTA:** esta muestra presenta un mejor comportamiento durante la etapa de hidratación.

### **Ensayo 2: Maqui VILLARRICA seco**

100 g de maqui seco + 200 ml de agua

**Pulpa:** 117,3 g de pulpa con un 11,79% de sólidos.

**Rendimiento:** 6,9% sobre el peso seco original.



### **3. Resumen Ensayos de pulpado de fruto de maqui.**

- ✓ **El pulpado en fresco del fruto, reportaría un rendimiento de alrededor del 60% del peso del fruto fresco como pulpa o jugo crudo de maqui.**
- ✓ **La operación de pulpado se puede realizar en forma satisfactoria con equipos estándar disponible para otras frutas.**
- ✓ **El proceso de hidratación del producto fresco con agua fresca a temperatura ambiente es satisfactorio.**
- ✓ **Los rendimientos al realizar el pulpado a partir de fruto seco serían algo menores que lo logrado con fruta fresca. Sin embargo, se estima que esta puede ser una alternativa viable puesto que los costos de almacenamiento de fruta fresca son considerablemente menores que en el caso de estar congeladas.**

## IV.- Caracterización química de antocianos en maqui

Los distintos análisis de antocianos y fenoles fueron realizados sobre la fracción útil del producto, es decir sobre la pulpa o jugo según cada caso. Se entregan en primer término los resultados obtenidos a partir de la muestras de maqui deshidratado.

### 1. Polifenoles totales

Se obtienen el valor total de concentración de fenoles presentes en el jugo o pulpa, donde mediante metodología espectrofotométrica se expresa el resultado como Contenido equivalente de ácido gálico presente (EAG), expresado en base seca.

### 2. Contenido de antocianos

En este caso, se utiliza la reacción química de determinación de taninos, donde en este caso, la fracción de taninos del fruto correspondería principalmente a los componentes colorantes o antocianos soluble. En este caso, el resultado se entrega como porcentaje de procianidina presente en la muestra, tomando como base el peso seco de esta.

### 3. Antioxidantes fenólicos (Fenoles por Folin-Ciocalteu)

Corresponde a la valoración del contenido de antioxidantes fenólicos, que corresponderían en esta caso, a monómero deducido gálico, quercetina, rutina y la fracción de menor peso molecular de los antocianos presente. De igual manera que en el caso de fenoles totales, el resultado se entrega como contenido equivalente de ácido gálico (EAG) en base a la muestra seca.

### 4. Resultado de los análisis químicos

	#5 CAÑETE seco	#6 VILLARRICA seco
<b>Fenoles totales</b>	<b>3,81% EAG</b>	<b>4,13% EAG</b>
<b>Antocianos</b>	<b>3,55% procianidina</b>	<b>5,72% procianidina</b>
<b>Antioxidantes fenólicos</b>	<b>2,85% EAG</b>	<b>2,9 % EAG</b>