



www.inta.cl
DAGILLA 136 - 11
SANTIAGO - CHILE
FAX: 052 221 4000
TELEFONOS: 678 1500 / 678 1515
678 1448 / 678 1519
678 1501 / 678 1502

UNIVERSIDAD DE CHILE
INSTITUTO DE NUTRICION
Y TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS



UNIVERSIDAD DE LAS NACIONES
UNIDAS
UNIDAD DE INVESTIGACION
Y DOCENCIA

Santiago, Enero 17, 2006.

Sr. Mauricio Cañoles
Fundación para la Innovación Agraria
Presente

Estimado Sr. Cañoles:

Adjunto a la presente un original y dos copias del Informe Final Técnico y de Difusión, correspondiente al proyecto "Antioxidantes en Berries Chilenos: Su investigación como una estrategia dirigida a ampliar su exportación" (FIA-PI-C-2003-1-A-060). Lo anterior se acompaña de un disco compacto en el cual se presenta una versión electrónica del material impreso.

Quedando a vuestra disposición, le agradece y saluda muy atentamente,


Prof. Hernán Speisky, PhD.
Director proyecto

TEL: 978 1448 / 978 1519
EMAIL: hspeisky@inta.cl

Este proyecto fue impulsado y financiado parcialmente por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), del Ministerio de Agricultura, y desarrollado por el ejecutor que aparece identificado en el documento. En consecuencia, la información y las apreciaciones contenidas en este informe son de responsabilidad de dicho ejecutor y no representan necesariamente el punto de vista de FIA.

INFORME FINAL TÉCNICO Y DE DIFUSIÓN

NOMBRE DEL PROYECTO: "ANTIOXIDANTES EN BERRIES CHILENOS: SU INVESTIGACIÓN COMO UNA ESTRATEGIA DIRIGIDA A AMPLIAR SU EXPORTACIÓN".

CODIGO: FIA-PI-C-2003-1-A-060

FECHA DE APROBACIÓN O ADJUDICACIÓN DEL PROYECTO:
23 de diciembre de 2003

AGENTE EJECUTOR: Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile

AGENTES ASOCIADOS: Facultad de Ciencias Agronómicas,
Universidad de Chile
Asociación de Empresas de Alimentos de Chile (Chile-Alimentos)
Asociación de Exportadores de Chile A.G (ASOEX)

COORDINADOR PROYECTO: Hernán Speisky Cosoy

COSTO TOTAL DEL PROYECTO: \$175.937.043

APORTE DEL FIA: \$100.407.443

PERÍODO DE EJECUCIÓN: 15 de diciembre de 2003 al
14 de diciembre de 2005

NOMBRE Y FIRMA 
TEL: 978 1448 / 978 1519
EMAIL: hspeisky@inta.cl

OFICINA DE PARTES - FIA	
RECEPCIONADO	
Fecha	19 ENE. 2006
Hora	9:05
N° Ingreso	429

USO INTERNO FIA	
FECHA RECEPCIÓN	

RESUMEN EJECUTIVO

El proyecto "Antioxidantes en berries chilenos: Su investigación como una estrategia dirigida a ampliar su exportación" fue ejecutado entre diciembre de 2003 y diciembre del presente año. Este tuvo como objetivo principal establecer una base de información en torno al contenido y actividad antioxidante de berries cultivados en Chile (arándanos, frambuesas, frutillas y moras), y sus resultados intentaron servir como plataforma para promover su consumo, respaldar su exportación competitiva y desarrollar productos de valor agregado.

Mediante la recolección de 309 muestras obtenidas de Vitalberry S.A., SRI, COMFRUT y Nevada Export representadas por ASOEX y Chile Alimentos se analizaron 5 variedades de arándanos (O'Neal, Duke, Bluecrop, Brigitta y Elliott), 2 variedades y estados de frambuesas (Heritage fresca y congelada y Meeker congelada), 3 variedades de mora (Cherokee, Navaho y Loch Ness) y una de frutilla (Camarosa). El criterio de selección y muestreo respondió a la participación de dichas variedades en el volumen total exportado. El origen geográfico de los berries estudiados fue comprendido desde la V a la X regiones.

Durante la primera etapa del proyecto correspondiente al Informe de Avance N° 1 se analizaron física y químicamente las muestras de fruta, en la Facultad de Ciencias Agronómicas (FAGRO) de la Universidad de Chile. De manera paralela, en el Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA) de la Universidad de Chile se comenzó con la implementación y determinación de los parámetros antioxidantes (Polifenoles totales, Antocianos totales, ácido ascórbico, ORAC y FRAP).

Durante la segunda etapa (Informe N° 2) del proyecto, la Facultad de Ciencias Agronómicas analizó las concentraciones de taninos totales y ácido elálgico de las muestras y se realizaron pruebas preliminares para la formulación de barras gelificadas en base a fruta congelada. En el INTA, se continuó determinando los parámetros antioxidantes ya mencionados en conjunto con el análisis estadístico de los resultados.

Durante la última etapa (Informe N° 3) del proyecto, FAGRO realizó el análisis pormenorizado de compuestos fenólicos para el total de las muestras (objetivo que no estaba contemplado en la propuesta inicial) y el INTA realizó la caracterización de las materias primas a utilizar para la preparación del extracto seco mediante spray drying y llevó a cabo estudios conducentes a la obtención de tales extractos.

Los análisis de los parámetros físicos y químicos y de contenidos y capacidad antioxidantes, se realizaron bajo las metodologías propuestas inicialmente con algunas modificaciones que se detallan en el texto principal.

De manera conjunta se realizó una recopilación de información científica relacionada con el contenido y la capacidad antioxidante de los berries estudiados en diversas bases de datos y se procedió realizar los análisis estadísticos de los datos y discusión de los resultados finales.

Los resultados obtenidos en el presente proyecto permitieron establecer diferencias entre especies, variedades y zonas de procedencia para berries cultivados en Chile de acuerdo a los parámetros determinados, generando

información relevante para el sector exportador en relación a sus propiedades antioxidantes.

TEXTO PRINCIPAL

1. Cumplimiento de los objetivos del proyecto.

Objetivos específicos del proyecto			
Objetivo N°	Descripción	Programado	REAL
1	Caracterizar física y químicamente los frutos de arándanos, frambuesas en estado fresco	Dic 03 – Mar 04	✓
2	Caracterizar el contenido antioxidante de arándanos, frambuesas y moras en fresco; frutillas y frambuesas congeladas	En 04 – May 05	✓
3	Caracterizar la actividad antioxidante de arándanos, frambuesas y moras en fresco; frutillas y frambuesas congeladas	Abr 04 – Jun 05	✓
4	Desarrollar y caracterizar una barra gelificada a partir de berries para su eventual consumo como snack	Mar 05 – Nov 05	*
5	Desarrollar un liofilizado de berries concentrado en antioxidantes para su eventual uso como nutracéutico	May 05 – Oct 05	✓

✓ Se cumplió con el objetivo programado. * Se cumplió parcialmente con el objetivo programado

El objetivo 4 se cumplió parcialmente, debido a que las pruebas preliminares en la caracterización antioxidante de la barra gelificada presentaron una inestabilidad en los resultados obtenidos, que impidió seguir con el objetivo programado.

2. Aspectos metodológicos del proyecto.

2.1. Descripción de la metodología utilizada.

Las muestras fueron recolectadas entre los meses de diciembre de 2003 y marzo de 2004 mediante la obtención directa desde los centros de acopio y la recepción de muestras en el INTA, lugar en el que fueron rotuladas, clasificadas y almacenadas a -20 °C. Parte de las muestras fueron almacenadas bajo las mismas condiciones en FAGRO. Para el análisis de las muestras se siguió el diagrama de flujo detallado en la Figura 1.

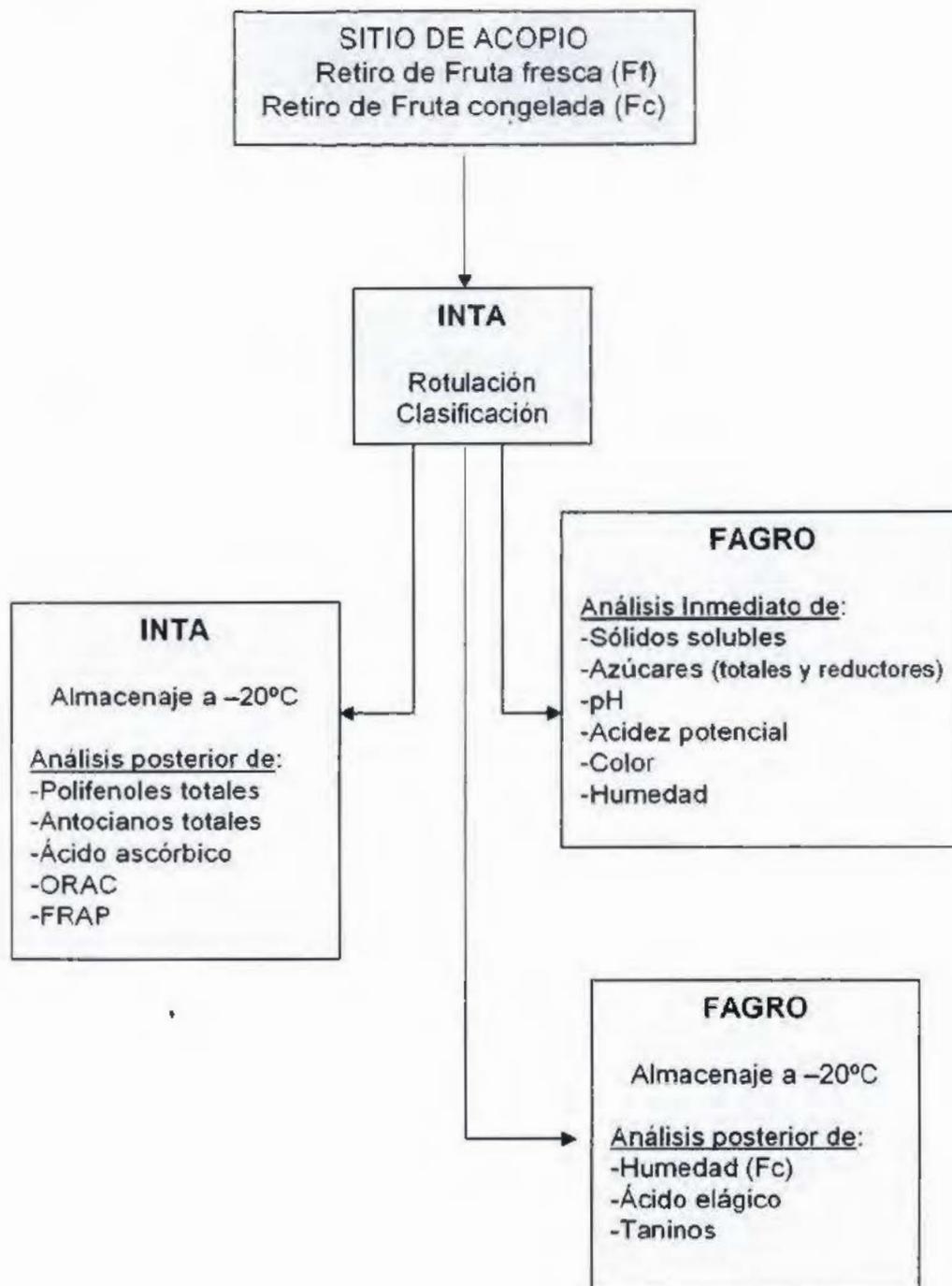


Figura 1. Diagrama de Flujo de recepción, clasificación y análisis de las muestras.

Muestras de berries. Las muestras de arándanos, frambuesas, frutillas y moras fueron obtenidas de producciones de berries ubicadas entre la V y X Región de Chile. Las variedades, el estado y origen de las 309 muestras analizadas se indican en los Cuadros 1, 2, 3 y 4.

Cuadro 1. Número de muestra, productor, variedad, estado y origen de 112 muestras de arándanos analizadas.

Nº muestra	Productor	Variedad	Estado	Origen
1 - 3	1019	O'Neal	Fresco	Lampa
4 - 5	2040	Duke	Fresco	Chimbarongo
6 - 11	3028	Duke	Fresco	Retiro
12 - 14	3035	Duke	Fresco	Cauquenes
62 - 69	2016	Bluecrop	Fresco	Temuco
88 - 95	4003	Brigitta	Fresco	Temuco
96 - 109	4015	Bluecrop	Fresco	Los Ángeles
110 - 120	2016	Brigitta	Fresco	Temuco
121- 130	88	Elliott	Fresco	Valdivia
284 - 309	3210	Elliott	Fresco	Valdivia
310 - 312	2065	Duke	Fresco	Chimbarongo
* 313 - 315	3034	Duke	Fresco	Talca
* 316 - 322	sin identificar	Elliott	Fresco	Nuble
* 323 - 330	sin identificar	Elliott	Fresco	Valdivia

* Del total de 112 muestras analizadas. 21 muestras de arándanos (310-330) fueron recolectadas en el periodo Enero-Marzo de 2005 con el fin de complementar mediciones realizadas en el curso del proyecto (ver 2.3). "Sin identificar" corresponde a muestras obtenidas sin nombre o código de productor.

Cuadro 2. Número de muestra, productor, variedad, estado y origen de 145 muestras de frambuesas analizadas.

Nº muestra	Productor	Variedad	Estado	Origen
15	3138	Heritage	Fresco	Curicó
16	3521	Heritage	Fresco	Curicó
17	3167	Heritage	Fresco	Curicó
18	4287	Heritage	Fresco	Parral
19	4513	Heritage	Fresco	Parral
20	4287	Heritage	Fresco	Parral
21	5127	Heritage	Fresco	Cauquenes
22, 61	5047	Heritage	Fresco	Cauquenes
23	Carmen Shadf	Heritage	Congelada	Curicó
24	Raúl Jarpa	Heritage	Congelada	Curicó
25	Angel Cubillos	Heritage	Congelada	Curicó
26	Alfonso Herrera	Heritage	Congelada	Curicó
27	Flavio Retamal	Heritage	Congelada	Curicó
28	R. Maureira	Heritage	Congelada	Linares
29	J. Vallejo	Heritage	Congelada	Linares
30	D. Vásquez	Heritage	Congelada	Linares
31	M. Ibañez	Heritage	Congelada	Linares
32	J. Ponce	Heritage	Congelada	Linares
33	M. Acuña	Heritage	Congelada	Cauquenes
34	A. Contreras	Heritage	Congelada	Cauquenes
35	Piztacho	Heritage	Congelada	Cauquenes
36	M. Luman	Heritage	Congelada	Cauquenes
37	L. Galaz	Heritage	Congelada	Cauquenes
131 – 132	2055	Heritage	Fresco	Curicó
133	2003	Heritage	Fresco	Curicó
134	2021	Heritage	Fresco	Curicó
135	2079	Heritage	Fresco	Curicó
136	2083	Heritage	Fresco	Curicó
137	2073	Heritage	Fresco	Curicó
138	2003	Heritage	Fresco	Curicó
139	3026	Heritage	Fresco	Linares
140	3011	Heritage	Fresco	Linares
141	3014	Heritage	Fresco	Linares
142	3001	Heritage	Fresco	Linares
143	3003	Heritage	Fresco	Linares
144	3094	Heritage	Fresco	Linares
145	3021	Heritage	Fresco	Linares
146	3027	Heritage	Fresco	Linares
147 – 162	5044	Heritage	Fresco	Parral
163 – 164, 168, 170, 171	5009	Heritage	Fresco	Cauquenes
165 – 167, 169	5018	Heritage	Fresco	Cauquenes
172 – 185	sin identificar	Heritage	Congelada	Curicó
186 – 199	sin identificar	Heritage	Congelada	Linares
200 – 224	sin identificar	Heritage	Congelada	Parral
225 – 238	sin identificar	Heritage	Congelada	Cauquenes
239 – 251	sin identificar	Meeker	Congelada	Mafil

Cuadro 3. Número de muestra, productor, variedad, estado y origen de 55 muestras de frutillas analizadas.

Nº muestra	Productor	Variedad	Estado	Origen
38 - 48	Sta Emilia	Camarosa	Congelada	Santiago
49 - 53	Pinochet	Camarosa	Congelada	Curicó
54 - 58	M. Ibañez	Camarosa	Congelada	Parral
59 - 60	J. P. Acuña	Camarosa	Congelada	Chillán
252 - 261	Sta. Macarena	Camarosa	Congelada	San Pedro
262 - 267	Sta. Emilia	Camarosa	Congelada	Melipilla
268 - 274	sin identificar	Camarosa	Congelada	Linares
275 - 281	sin identificar	Camarosa	Congelada	Chanco
282 - 283	sin identificar	Camarosa	Congelada	Cauquenes

Cuadro 4. Número de muestra, productor, variedad, estado y origen de 18 muestras de moras analizadas.

Nº muestra	Productor	Variedad	Estado	Origen
70 - 78	2000	Cherokee	Fresca	Talca
79 - 81	5044	Cherokee	Fresca	Cauquenes
82 - 84	2002	Navaho	Fresca	Curicó
85 - 87	4004	Loch Ness	Fresca	Angol

Para la caracterización física y química: se determinó el contenido de sólidos solubles por método A.O.A.C 22.024 (Boland, 1984), azúcares totales y reductores según Munson y Walker modificado por Sepúlveda (1998), pH, acidez titulable potenciométrica por método A.O.A.C 22.058 (Boland, 1984), color mediante colorímetro para obtener los parámetros L*, a* y b* y humedad por método A.O.A.C 22.013 (Boland, 1984).

Para la caracterización del contenido antioxidante: se determinó polifenoles totales mediante el método de Folin-Ciocalteu modificado por Singleton y Rossi (1965), antocianos totales usando el método de pH diferencial (Cheng y Breen, 1991) adaptado por Wang y Lin (2000), ácido ascórbico mediante método descrito por Zapata y Dufour (1992) y taninos totales según Bate-Smith (1981).

Para la determinación de flavonoles y ácidos fenólicos (ácido elágico): se utilizó metodología recopilada por Peña (1998).

La caracterización de la actividad antioxidante: se determinó mediante la técnica ORAC según Cao *et al.* (1993) y la técnica FRAP según Benzie y Strain (1999).

Análisis estadísticos. Los resultados fueron procesados mediante un análisis no paramétrico (Test de Kruskal-Wallis) y las diferencias significativas entre variedades mediante el Test de Tuckey. Diferencias de $p < 0,05$ fueron consideradas significativas. Para la comparación de los parámetros físicos y químicos determinados, se realizó una regresión lineal simple. Se estableció la pendiente y el intercepto de cada ecuación de regresión y se demostró estadísticamente si éstos eran equivalentes a uno y cero, respectivamente (hipótesis nula). Se utilizó un nivel de confianza del 95%. Se usó el software

Statística para Windows. Entre los parámetros antioxidantes se realizaron correlaciones, para las que se determinaron los coeficientes de correlación correspondientes. Los análisis fueron mediante intervalos de confianza del 95% ($\alpha = 0,05$), y para saber si los coeficientes de correlación eran estadísticamente significativos se determinó el valor de p , el que debía ser $<0,05$. Se usó el software GraphPad Prism 4.

Para reducir la dimensión de la matriz de datos obtenida se utilizó análisis estadístico de multivariantes tipo Análisis de Discriminantes (AD), el que permitió establecer: si existieron diferencias entre variedades y zonas de producción basados en los parámetros físicos y químicos evaluados (Cometto *et al.* 2003; Minar y Booyse, 2004; Pereira *et al.*, 2005; Nozal *et al.*, 2005; Natera *et al.*, 2003; González-Miret *et al.* 2005), y si existieron diferencias entre variedades basadas en los parámetros de contenidos y capacidades antioxidantes (Peña, 1998). Se usó el software Statística para Windows.

2.2. Principales problemas metodológicos enfrentados.

Durante la etapa de muestreo, sólo se enfrentó problemas menores que implicaron en forma excepcional modificaciones al origen geográfico de ciertas muestras recolectadas, respetándose la región de origen y en contados casos fue necesario modificar la zona geográfico-climática de procedencia de algunas frutas. En tales casos, la modificación ocurrió como resultado de que las muestras solicitadas no estaban disponibles por parte del proveedor. Sin embargo, las alternativas de procedencia fueron siempre definidas atendiendo al criterio del Consultor externo del proyecto Sr. Felipe Rosas.

En relación a la etapa de análisis se presentó una ligera demora en la recepción de algunos estándares y/o reactivos importados.

Las metodologías fueron en su mayoría implementadas acorde a lo requerido y en algunos casos se requirió un trabajo mayor al originalmente contemplado en el establecimiento de procedimientos extractivos, traducándose en un breve retraso del inicio de ciertas determinaciones analíticas (Polifenoles y FRAP).

Los resultados iniciales en la actividad antioxidante, medida como FRAP para el 100% de las muestras fueron realizadas en "extractos acuosos". Sin embargo, dado que una parte significativa de los valores FRAP informados para berries en la literatura implica la medición de dicho parámetro en "extractos acetónicos", nuestro equipo decidió complementar los resultados en "extractos acuosos" con la determinación en extractos en acetona al 70% (objetivo no contemplado en la propuesta original).

2.3. Adaptaciones introducidas a la metodología durante la ejecución del proyecto.

En la sección Anexos se incluye la Tabla 1 con el informe final de muestreo junto a las modificaciones antes mencionadas en el punto 2.2.

A principios del año 2004, se realizó un segundo muestreo en arándanos; específicamente en las variedades Duke y Elliott. Dicho muestreo respondió a que

los resultados en curso indicaron la existencia de diferencias importantes en el contenido y actividad antioxidante de ambas variedades.

Para complementar la determinación de ácido elágico con otros compuestos antioxidantes potencialmente de interés se identificaron y cuantificaron los compuestos flavonoles y ácidos fenólicos en todas las muestras analizadas utilizando la metodología recopilada por Peña (1998). Tal como se mencionara, este aspecto no estuvo contemplado como un objetivo en la propuesta original

2.4. Descripción de los protocolos y métodos utilizados.

Caracterización Física y Química.

pH. Se utilizó un potenciómetro análogo marca Fisher Accumet, modelo 210.

Color. Se determinaron los parámetros L^* , a^* , b^* con un colorímetro Minolta CR-300, con iluminante 65 y un ángulo de observador de 0° , utilizando el sistema CIELAB. El eje L^* (claridad) va desde 100 (blanco) hasta 0 (negro); el eje a^* va desde $-a$ (verde) hasta $+a$ (rojo); el eje b^* va desde $-b$ (azul) hasta $+b$ (amarillo).

Sólidos solubles. Se determinaron tomando una muestra de la fruta previamente molida y filtrada con algodón, analizándola en un refractómetro de Abbe marca Zeiss Opton, modelo N° 128221.

Humedad. El contenido de humedad se determinó considerando la pérdida de peso de una muestra de frutos trozados, puestos en estufa por 16 h a 60°C . La estufa utilizada corresponde a la marca MEMMERT, Beschickung-Loading, modelo 100-800. El peso inicial y final de la muestra fueron medidos con una balanza de precisión (digital), marca BOECO, cuya capacidad es de 120 g, con una precisión de 0,1 mg.

Azúcares totales y reductores. Se determinaron por medio del método de Munson y Walker adaptado por Sepúlveda (1998). Este método consiste en la capacidad que tiene el reactivo de Fehling (Sulfato de cobre, Tartrato de sodio y potasio e hidróxido de sodio) en producir un precipitado de óxido cuproso con los azúcares reductores que contiene la muestra; este precipitado es proporcional con la cantidad de azúcar presente. Para la determinación de los azúcares totales, es necesario producir una hidrólisis ácida de los azúcares no reductores.

Acidez. La concentración de ácidos en la fruta se estimó mediante titulación de una muestra del alimento con hidróxido de sodio (titrisol); el punto final de la titulación se determinó potenciométricamente mediante un potenciómetro hasta un punto final de pH de 8,1 – 8,2. El resultado se expresó en % de ácido cítrico.

Caracterización del Contenido Antioxidante.

Polifenoles totales. Para la determinación de contenido polifenólico de las muestras, se empleó el método de Folin-Ciocalteu. En breve, a fracciones de muestras extraídas mediante acetona al 70% (cuya eficiencia extractiva fue previamente establecida por nosotros en su aplicación a las muestras de berries a estudiar), se les adicionó el reactivo Folin-Ciocalteu en presencia de carbonato de sodio, se incubó a 37 °C durante 30 min, y las DO a 765 nm fueron registradas contra los distintos blancos. Se empleó Ac. Gálico como estándar para su estimación y futura expresión de los datos como mg EAG (equiv. Ac. Gálico) / g fruta.

Antocianos Totales. Preparación de extractos acetónicos para la determinación del contenido de Antocianos totales: se pesó una cantidad de muestra en relación a un volumen de acetona 70% V/V de 1:3, luego se homogenizó en hielo durante 10 segundos 5 veces. Posteriormente la mezcla se maceró a temperatura ambiente durante 1 hora, con agitación de 40 U/min en un baño termostático (marca Selecta). Seguido a lo anterior, se tomó 1.5 (mL) de mezcla y se centrifugó a 2500 g durante 15 minutos a 4°C. Posterior a la centrifugación se obtuvo el sobrenadante. Se determinaron las densidades ópticas (DO) de sobrenadantes de jugos diluidos a 2 pH diferentes, basándose en el método de Cheng & Breen (J. Am. Soc. Hortic. Sci. 116: 865-869; 1991), según lo descrito por Wang & Lin (J. Agric. Food Chem. 48:140-146; 2000). Las mediciones se hicieron en soluciones de cloruro de potasio 0.2 M, pH 1.0, y en acetato de sodio 0.3M, pH 4.5. La DO de soluciones ácidas que contienen muestras de berries a ambos pH, fueron leídas a las longitudes de onda 700 nm y 510 nm. Se estimó la diferencia de DO según la siguiente fórmula: $\Delta DO = [(DO_{510} - DO_{700})_{pH_{1.0}} - (DO_{510} - DO_{700})_{pH_{4.5}}]$. El contenido de antocianos totales se obtuvo basándose en el coeficiente de extinción molar $\epsilon = 26900$ del estándar cianidina 3-glucósido para las especies, arándano, frambuesa y mora. En la especie frutilla se utilizó el coeficiente de extinción molar $\epsilon = 22400$ del estándar pelargonidina 3-glucósido. Los resultados han sido expresados como mg de cianidina o pelargonidina/g fruta.

Taninos Totales y Ac. Elágico. Preparación de las muestras para ambos tipos de análisis: las muestras de fruta congelada fueron homogenizadas con una Mini Pimer en una solución metanol/agua (80/20) en relación 1:2,5; los homogenizados fueron puestos en agitación por 30 minutos y centrifugados a 5000 rpm por 10 minutos (Marca Araeus Lavofuge 200); este procedimiento se repitió con el pellet obtenido luego del centrifugado. Finalmente, las muestras fueron filtradas al vacío.

Taninos totales. Se tomó 1mL del macerado de la fruta y se diluyó en 50mL de agua destilada. Se sacaron 4mL de muestra, los que se pusieron en dos tubos; luego a cada tubo se agregaron 2mL de agua destilada y 6mL de ácido clorhídrico concentrado. Uno de los tubos se puso en baño María a 100°C por 30 minutos y luego se enfrió en oscuridad; mientras el otro tubo se mantuvo en oscuridad. Luego se agregó 1mL de etanol. Finalmente, ambos tubos se leyeron en cubeta

de cuarzo a 550nm, y las diferencias de las dos lecturas se multiplicaron por el factor 19,33 (que considera la dilución) para la obtención de la concentración en g L⁻¹ de procianidina.

Ácido Elágico, otros ácidos fenólicos y flavonoles. Para esta determinación fue necesario concentrar la muestra al 50%, eliminando así parte del metanol contenido en ella. Posteriormente se realizó una extracción "líquido-líquido", que consistió en extraer la muestra 3 veces con éter etílico y luego 3 veces con acetato de etilo. Fue necesario eliminar el agua que quedó en la muestra, para lo cual se le agregó sulfato de sodio anhidro, dejándola reposar por 30 minutos. Luego, se concentró al vacío, se filtró con membrana y se inyectó al HPLC-DAD.

Ac. Ascórbico. El contenido de ácido ascórbico (AA) se determinó (Zapata & Dufour, 1992) mediante HPLC después de derivatización con el fluoróforo 3-(1,2-dihydroxyethyl) furo [3,4-b]quinoxaline-1-one (DFQ), con 1,2-phenyl-enediamina x 2HCl (OPDA). Los contenidos en DFQ y AA de las muestras se determinaron usando una columna Kromasil 100 C-18 y metanol-agua (5:95, v/v) con cetrimida y buffer fosfato pH 4.5 como fase móvil. Previo a la inyección en HPLC y detección espectrofluorométrica, las muestras fueron pasadas por mini-columnas Sep-Pack.

Caracterización de la Actividad Antioxidante.

FRAP y ORAC. Preparación de Extractos acetónicos o acuosos para ambos tipos de análisis: se pesó una cantidad de muestra en relación a un volumen de acetona 70% V/V de 1:3, luego se homogenizó en hielo durante 10 segundos 5 veces. Posteriormente la mezcla se maceró a temperatura ambiente durante 1 hora, con agitación de 40 U/min en un baño termostático (marca Selecta). Seguido a lo anterior, se tomó 1.5 (mL) de mezcla y se centrifugó a 2500 g durante 15 minutos a 4°C. Posterior a la centrifugación se obtuvo el sobrenadante.

Ensayo FRAP. Los extractos acetónicos fueron evaluados en cuanto a su capacidad para inducir la reducción del complejo Fe (III)-Triazina a pH 3,6, según lo descrito por Benzie & Strain (Methods in Enzymology 299:15-27; 1999). Tras una incubación de las muestras (60 min, 37°C), se determinó la DO a 593 nm. Se empleó una solución de Fe²⁺ en la preparación de las curvas de calibración. Los datos fueron estimados mediante interpolación en la curva estándar referida y han sido expresados como $\mu\text{mol de Fe}^{2+}$ /g fruta.

Ensayo ORAC. La metodología empleada (Cao *et al.* Free Rad. Biol. Med. 14:303-311; 1993) se basó en la determinación del área bajo la curva (ABC; 0-120 min) definida por la fluorescencia de R-Phycoerythrine, bajo condiciones de exposición al generador de radicales libres peroxilo [2,2-azobis (2-methylpropionamidine); AAPH]. En placas de 96 pocillos, se agregó a cada pocillo 180 μL de una mezcla de buffer fosfato de sodio 120 mM pH 7.0 y R-Phycoerythrine 96 nM; a lo anterior, se adicionó 45 μL de muestra de

sobrenadante de berries o concentraciones crecientes de Trolox (para la curva estándar). Se pre-incubó durante 10 minutos a 37°C. Posteriormente se agregó 45 µL de AAPH (0,6 M). Finalmente, se procedió a leer en forma continua en un espectrofluorímetro a una longitud de onda de excitación de 540 nm y de emisión de 570 nm.

Desarrollo Extracto seco por "spray drying".

Respecto a la caracterización antioxidante de las materias primas a emplear en la preparación del extracto se procedió a realizar las mediciones de contenido antioxidante mediante el ensayo de polifenoles totales, y de la actividad antioxidante mediante ORAC, empleando las metodologías arriba descritas. Con respecto a la preparación de un Extracto líquido hidroalcohólico, a continuación se describe lo realizado.

Preparación extracto líquido (hidroalcohólico) experimental. A una cantidad de fruta congelada se agregan etanol 50% V/V en una relación de 1:3. Se homogenizó en una juguera durante 2 min a máxima velocidad. La mezcla se tamizó y se obtuvo el extracto uno (E1). El resto de la muestra retenida en el tamiz se mezcló con 75 mL de etanol 50% V/V. Se agitó durante 5 min a velocidad constante. Posteriormente la mezcla se volvió a tamizar, obteniéndose así el extracto dos (E2). Para una tercera extracción al resto de muestra retenida en el tamiz se le agregó 75 mL de etanol 50%, agitando por 5 min. La mezcla fue tamizada y se obtuvo la tercera extracción (E3). Luego se reunieron las tres extracciones (E1+E2+E3). De esta manera se obtuvo el extracto hidroalcohólico experimental para su posterior secado por spray drying.

Preparación extracto seco "spray drying" semi-industrial. Una cantidad de fruta congelada se cortó en un cutter, a una temperatura entre 0 y 4°C y se obtuvo un porcentaje de pulpa del 96%.

En el laboratorio de secado, la extracción se realizó con etanol 50% V/V en un recipiente "pulmón" con agitación a temperatura ambiente. Para evitar la caramelización del azúcar contenido en la fruta y su adherencia a las paredes del equipo "spray-drying" por efectos de la acidez, se estimó un porcentaje de maltodextrina entre 60% y 70%. Las mezclas se tamizaron, en dos tamices de diferentes porosidades para lograr la total eliminación de las semillas. Las soluciones tamizadas se secaron durante 30 min, bajo una potencia máxima de la bomba de entrada, a temperaturas entre 225 y 240 °C y temperaturas de salida entre 116 y 130°C. Obteniéndose de la válvula de salida los extractos secos en polvo.

Desarrollo de Barras gelificadas.

Respecto a la metodología de preparación de pulpas de berries congelados para incorporación en alimentos funcionales: se utilizó arándano, frambuesa y frutilla, provenientes de fruta congelada a -20°C. La fruta congelada fue sometida a un proceso de molienda (cutter) y posterior tamizado en una despulpadora con tamiz de 2 mm. Finalmente, el producto obtenido fue sometido a una refinación en una

despulpadora-refinadora con un tamiz de 0,5 mm. Paralelamente, con el objetivo de maximizar los rendimientos de las materias primas, debido a que las pérdidas de semillas y cáscaras con el despulpado fueron altas, se evaluaron formulaciones usando el fruto completo y molido sin despulpar.

Dentro de las formulaciones preliminares de las barras gelificadas, la elección de pectina como producto gelificante se basó en la búsqueda de nuevas alternativas en reemplazo del uso de gelatina, cuestionada por su origen animal y su posible asociación con ciertas enfermedades.

Para lograr una gelificación adecuada, se realizaron tratamientos de incorporación de pectina en diferentes concentraciones, de pulpa de plátano y de citrato de sodio con el objetivo de aumentar el pH a 4,5 durante la primera fase de la formulación.

Otro factor considerado para lograr una gelificación adecuada, fue la concentración de sólidos solubles final en el producto para lo que se evaluaron distintos tiempos de concentración.

Para evitar la cristalización de azúcar de las formulaciones y reducir la pegajosidad de las barras se utilizó jarabe de glucosa y maltodextrina.

3. Descripción de las actividades y tareas ejecutadas para la consecución de los objetivos.

ACTIVIDADES PROGRAMADAS 2003.

ACTIVIDADES				
Objetivo especific. N°	Actividad N°	Descripción	Programada	Real
1	1	Toma de muestras de arándanos y frambuesas frescos, frutillas y frambuesas congeladas	Dic	Dic
1	2	Caracterización físico-química arándanos y frambuesas frescos	Dic	Dic

Respecto a las actividades programadas durante el año 2003, 1.1 y 1.2 correspondientes labores de muestreos, éstas se cumplieron en las fechas programadas.

ACTIVIDADES PROGRAMADAS 2004.

ACTIVIDADES				
Objetivo especific. N°	Actividad N°	Descripción	Programada	Real
1	1	Recolección de arándanos, frambuesas y moras frescas; frambuesa y frutillas congeladas	Ene-Mar	Ene-Mar
1	2	Caracterización físico-química de estos berries.	Ene-Mar	Ene-Jun
2	1	Determinación de polifenoles totales de berries	Ene-Dic	Ene-Jun
2	2	Determinación de antocianos totales de berries	Ene-Dic	May-Dic
2	3	Determinación de taninos totales de berries	Ene-Dic	May-Nov
2	4	Determinación de ácido elágico de berries	Ene-Nov	May-Nov
2	5	Determinación de ácido ascórbico de berries	Oct-Dic	Oct-Dic
2	6	Procesamiento de datos y análisis estadística contenido AOX	Mar-Dic	Mar-Dic
3	1	Determinación actividad AOX por ORAC de los berries	Abr-Dic	May-Dic
3	2	Determinación actividad AOX por FRAP de los berries	Abr-Dic	Abr-Dic
3	3	Procesamiento de datos y análisis estadístico de actividad antioxidante	Jun-Dic	(vide infra)

Respecto a las actividades programadas para el año 2004, en general se cumplieron los plazos establecidos en la propuesta. Para las actividades 2.2, 2.3 y 2.4 se presentó un atraso en sus inicios dada la demora en la importación de los estándares para su determinación.

La actividad 3.3 no se realizó durante el período programado, ya que no se contaba con un número de datos suficientes para realizar esta actividad.

ACTIVIDADES PROGRAMADAS 2005.

ACTIVIDADES				
Objetivo Especif. N°	Actividad N°	Descripción	Programada	Real
2	2	Determinación de antocianos totales de berries	Ene	Ene
2	5	Determinación de ácido ascórbico de berries	Ene-May	Ene-May
2	6	Procesamiento de datos y análisis estadístico del contenido AOX	Ene-May	Ene-May
3	1	Determinación actividad AOX por ORAC de los berries	Ene-May	Ene-May
3	2	Determinación actividad AOX por FRAP de los berries	Ene-May	Ene-Abr
3	3	Procesamiento de datos y análisis estadístico actividad AOX	Ene-Jun	Abr-Jun
4	1	Caracterización Materias primas congeladas para obtención de Extracto	Mar-Abr	Mar-Abr
4	2	Preparación de pulpas de berries congelados para incorporación a Alimento funcional	Abr-May	Abr-May
4	3	Desarrollo de barras gelificadas	May-Ago	May-Ago
4	4	Caracterización de las barras gelificadas de berries	Sep-Nov	Sep-Nov
5	1	Preparación de extractos de berries	May-Jun	May-Jul
5	2	Spray drying en preparación extracto de berries	Jun-Jul	Jun-Oct
5	3	Caracterización contenido-actividad de Aox de extractos de berries	Ago-Oct	Jun-Oct
*	*	Determinación de flavonoles, flavanoles y ácidos fenólicos en berries	Jul-Oct	Jul-Oct
**	**	Procesamiento global datos contenido/actividad Aox v/s múltiples variables	Jul-Nov	Jul-Nov

Respecto a las actividades programadas para el año 2005, la actividad 3.3 se inició tras la espera de la obtención de los datos correspondientes al análisis total de las muestras.

Para la actividad 4.3 y 4.4 se realizaron pruebas preliminares con el objetivo de obtener un producto en base a pectina sin aditivos, pero no se continuaron de manera formal, ya que en las determinaciones preliminares de la caracterización antioxidante (polifenoles totales y ORAC) se obtuvieron resultados que indicaron que no obstante lo realizado, las barras obtenidas mostraron (aún a 4° C) una pérdida rápida de su contenido de antioxidantes (de 100 a 40%).

Para la actividad 5.2 se extendió el período de término, debido a la demora en estandarizar las metodologías para el proceso spray drying.

La determinación de flavonoles, flavanoles y ácidos fenólicos en berries (*), dada su importancia como compuestos benéficos para la salud humana, se incorporó como un nuevo objetivo que no estaba programado en la propuesta inicial de manera de complementar el análisis de contenidos y capacidad antioxidante.

El procesamiento global de datos de los contenidos y actividad antioxidante y análisis de multivariantes (**) fue otro objetivo que no estaba contemplado en la propuesta original, pero que permitió una mejor discusión de la información recabada en el transcurso de este estudio.

4. Resultados.

Caracterización física y química de berries cultivados en Chile

En Chile existe una gran variedad de ecosistemas en donde se cultivan berries y estos ambientes difieren de aquellos en donde se ha generado la mayoría de la información científica y tecnológica relacionada con la adaptación y comportamiento de estos frutales (Vega, 2002). Frente a esto, a nivel nacional se hace necesario validar tanto las tecnologías de cultivo como el comportamiento de las diferentes especies y variedades a las condiciones locales en donde se producen.

La producción de berries en el país se orienta al mercado fresco y a la agroindustria; siendo los principales destinos agroindustriales, la elaboración de congelados, jugos, pulpas, deshidratados y conservas.

La caracterización física y química de las materias primas tiene especial relevancia a nivel agroindustrial, ya que parámetros como el contenido de sólidos solubles, acidez y color permiten predecir la calidad del producto formulado. Por otro lado, esta caracterización permite obtener información relevante para adaptar las condiciones de proceso con el fin de ajustar las propiedades del producto final; permitiendo, además, una preparación apropiada de la materia prima de tal forma que se logren propiedades finales específicas de los productos deseados que habrán sido diseñados (Shun, 2002).

La caracterización de la fruta desde el punto de vista físico y químico es necesaria dada las variaciones que se presentan por ecotipos, zonas geográficas y temporadas de producción y que es evidente para otras especies como la uva vinífera (Cortés, 2000; Novoa, 2001; Errázuriz, 2003; Salgado, 2003).

Dado que la composición física y química de los frutos se ve afectada por aspectos varietales y de procedencia de los mismos, se esperaría que existiesen diferencias en las distintas especies de berries cultivadas en Chile.

A continuación se informan los resultados de los parámetros físicos y químicos determinados.

Resultados analíticos. Los resultados promedios de cada parámetro físico y químico determinado en las diferentes variedades y especies estudiadas se indican en los Cuadros 1, 2 y 3.

Cuadro 1. Características físicas y químicas de diferentes variedades de arándanos cultivadas en Chile.

Característica	Variedades de arándanos				
	O'Neal n = 3	Duke n = 11	Bluecrop n = 22	Brigitta n = 19	Elliott n = 36
Sólidos solubles	16,2 ± 0,3a	13,8 ± 0,3b	12,1 ± 0,1c	13,0 ± 0,2d	12,9 ± 0,1d
Azúcares totales	2,8 ± 0,1a	3,8 ± 0,4b	2,1 ± 0,1cd	2,2 ± 0,1c	1,8 ± 0,1d
Azúcares reductores	2,6 ± 0,1a	2,1 ± 0,1b	2,0 ± 0,1c	2,1 ± 0,1b	1,7 ± 0,1d
pH	4,2 ± 0,1a	3,3 ± 0,1b	3,8 ± 0,1c	3,7 ± 0,1d	3,2 ± 0,1e
Acidez	0,2 ± 0,1a	0,5 ± 0,1b	0,5 ± 0,1b	0,6 ± 0,1c	1,1 ± 0,1d
L*	32,0 ± 0,7a	33,1 ± 0,6b	29,4 ± 0,3c	28,6 ± 0,2d	32,8 ± 0,3ab
a*	1,1 ± 0,3a	1,6 ± 0,3b	1,4 ± 0,1b	1,0 ± 0,1a	0,5 ± 0,1c
b*	-2,8 ± 0,5a	-3,8 ± 0,2b	-1,0 ± 0,2c	-1,4 ± 0,2c	-3,6 ± 0,1b
Contenido de humedad	79,9 ± 0,5a	82,7 ± 0,4b	84,0 ± 0,2c	84,8 ± 0,2d	83,0 ± 0,3b

Sólidos solubles expresados en ° Brix a 20 °C, acidez en g de ácido cítrico en 100 g de peso fresco (pf) y el contenido de humedad en g en 100 g pf. Los valores corresponden al promedio de la variedad ± SEM (error estándar de la media). Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (p<0,05).

Como se observa en el Cuadro 1, la variedad O'Neal presentó las mayores concentraciones de sólidos solubles en comparación con las otras variedades analizadas, coincidiendo con las mayores concentraciones de azúcares reductores. La variedad O'Neal también presentó el mayor pH, lo que indicaría que no obstante dicha variedad presenta la mayor concentración de azúcares, su concentración en ácidos orgánicos sería la más baja. Esta menor concentración de ácidos orgánicos se explicaría por su utilización en la síntesis de azúcares (gluconeogénesis) o bien por procesos de respiración celular para la formación de energía en las células del fruto.

Los arándanos de la variedad Duke presentaron las mayores concentraciones de azúcares totales, doblando las concentraciones de la variedad Elliott. Para este parámetro se observaron diferencias significativas entre las variedades O'Neal, Duke y Brigitta. El hecho de que no exista una relación directa entre las mayores concentraciones de azúcares totales, acidez total y los sólidos solubles, dejaría en evidencia que estos últimos estarían representados en el caso del arándano (a diferencia de la uva) no sólo por azúcares y ácidos orgánicos sino que además por otros grupos de compuestos orgánicos. Desde una perspectiva práctica agroindustrial, no sería posible por tanto asumir que frutos con mayor concentración de sólidos solubles presentan una mayor concentración de azúcares totales.

En arándano, los principales ácidos orgánicos son el ácido cítrico y ácido málico (Dinamarca *et al.* 1986). En relación a la acidez, se observaron diferencias significativas entre variedades, a excepción de Duke y Bluecrop que mostraron resultados similares; siendo los mayores valores de acidez para la variedad Elliott y los menores para O'Neal.

De acuerdo a Gómez-Cordovés (2002), la acidez titulable es dependiente de la variedad, lo que se observó en este estudio a excepción de las variedades Duke y Bluecrop que mostraron resultados similares. Según la misma autora, este parámetro podría servir como indicador taxonómico.

La variedad Duke se observó como la más luminosa (con los mayores valores de L*), con resultados similares a la variedad Elliott. Las variedades Duke y Elliott se observaron como las más azules (menores valores de b*).

Cuadro 2. Características físicas y químicas de diferentes variedades de frambuesas cultivadas en Chile.

Característica	Variedades de frambuesas		
	Heritage fresca n = 50	Heritage congelada n = 82	Meeker congelada n = 13
Sólidos solubles	10,6 ± 0,1	—	—
Azúcares totales	1,2 ± 0,1	—	—
Azúcares reductores	0,9 ± 0,1	—	—
pH	3,3 ± 0,1	—	—
Acidez	2,0 ± 0,1	—	—
L*	35,7 ± 0,2	—	—
a*	30,1 ± 0,4	—	—
b*	14,6 ± 0,4	—	—
Contenido de humedad	84,7 ± 0,2a	84,4 ± 0,1a	83,1 ± 0,3b

Sólidos solubles expresados en ° Brix a 20 °C. acidez en g de ácido cítrico en 100 g de peso fresco (pf) y el contenido de humedad en g en 100 g pf. Los valores corresponden al promedio de la variedad ± SEM (error estándar de la media). Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (p<0,05).

Como se observa en el Cuadro 2, en frambuesas se analizó solamente una variedad en estado fresco y 2 variedades en estado congelado. Para los contenidos de humedad de la variedad Heritage, no se observaron diferencias significativas entre el estado fresco y congelado, mientras que para las variedades Heritage y Meeker en estado congelado, se observaron diferencias significativas para este parámetro.

Para frutillas sólo se analizó la variedad Camarosa en estado congelado cuyo contenido de humedad promedio fue de 88,7 ± 0,2 (SEM).

Cuadro 3. Características físicas y químicas de diferentes variedades de moras cultivadas en Chile.

Característica	Variedades de mora		
	Cherokee n = 12	Navaho n = 3	Loch Ness n = 3
Sólidos solubles	14,0 ± 0,3a	12,9 ± 0,5b	9,3 ± 0,0c
Azúcares totales	1,9 ± 0,1a	1,7 ± 0,1b	0,8 ± 0,1c
Azúcares reductores	1,8 ± 0,1a	1,5 ± 0,1b	0,8 ± 0,1c
pH	4,3 ± 0,1a	3,5 ± 0,1b	3,3 ± 0,1b
Acidez	0,7 ± 0,1a	1,1 ± 0,1b	1,5 ± 0,2c
L*	19,3 ± 0,3a	19,6 ± 0,3a	20,9 ± 1,1a
a*	2,3 ± 0,2a	3,1 ± 0,1a	2,4 ± 0,1a
b*	1,9 ± 0,1a	2,8 ± 0,2b	2,6 ± 0,3b
Contenido de humedad	82,1 ± 0,4ab	81,0 ± 0,4a	87,3 ± 0,3b

Sólidos solubles expresados en ° Brix a 20 °C, acidez en g de ácido cítrico en 100 g de peso fresco (pf) y el contenido de humedad en g en 100 g pf. Los valores corresponden al promedio de la variedad ± SEM (error estándar de la media). Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (p<0,05).

Como se observa en el Cuadro 3, la variedad Cherokee presentó las mayores concentraciones de sólidos solubles con diferencias significativas respecto a las otras variedades analizadas, esto nuevamente coincide con las mayores concentraciones de azúcares reductores como en arándanos. La variedad Cherokee también presentó el mayor pH, presentándose una relación similar con los contenidos de sólidos solubles, azúcares reductores y pH que en arándano.

A diferencia de lo observado en arándanos, la coincidencia entre las mayores concentraciones de sólidos solubles y de azúcares totales permite señalar para las condiciones utilizadas en este estudio, que el primero de estos índices se puede utilizar como una herramienta agroindustrial que en forma indirecta pueda estimar los contenidos de azúcares totales en moras.

En relación a la acidez, se observaron diferencias significativas entre las variedades, dándose una relación inversamente proporcional con los contenidos de azúcares reductores, es así como la variedad Loch Ness que presentó los mayores contenidos de acidez mostró los menores contenidos de azúcares reductores.

La acidez titulable como parámetro químico dependiente de la variedad, fue mostrada nuevamente en mora para este estudio, observándose diferencias significativas entre las 3 variedades.

La variedad Loch Ness se observó como la más luminosa (con los mayores valores de L*), con resultados similares a las variedades Cherokee y Navaho. La variedad Cherokee se observó como la más azul (menor valor de b*).

Regresiones entre parámetros. Las ecuaciones de regresión ($y = ax+b$) entre los parámetros determinados y sus correspondientes coeficientes de determinación se indican en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Ecuaciones de regresión ($y = ax+b$) entre los parámetros físicos y químicos determinados.

Parámetros	Regresión y coef. de determinación
Sólidos solubles v/s Azúcares totales	$y = 0,35x - 2,38$ $r^2 = 0,51$
Sólidos solubles v/s Azúcares reductores	$y = 0,26x - 1,58$ $r^2 = 0,62$
Sólidos solubles v/s pH	$y = 0,83x + 2,49$ $r^2 = 0,13$
Sólidos solubles v/s Acidez	$y = -0,27x + 4,41$ $r^2 = 0,49$
Sólidos solubles v/s L*	$y = -1,02x + 43,69$ $r^2 = 0,11$
Sólidos solubles v/s a*	$y = -5,56x + 78,12$ $r^2 = 0,45$
Sólidos solubles v/s b*	$y = -3,29x + 43,54$ $r^2 = 0,46$
Azúcares totales v/s Azúcares reductores	$y = 0,48x + 0,70$ $r^2 = 0,48$
Azúcares totales v/s pH	$y = 0,08x + 3,35$ $r^2 = 0,30$
Azúcares totales v/s Acidez	$y = -0,55x + 2,14$ $r^2 = 0,47$
Azúcares totales v/s L*	$y = -0,85x + 32,82$ $r^2 = 0,18$
Azúcares totales v/s a*	$y = -9,96x + 28,58$ $r^2 = 0,34$
Azúcares totales v/s b*	$y = -6,26x + 14,86$ $r^2 = 0,39$
Azúcares reductores v/s pH	$y = 0,28x + 3,07$ $r^2 = 0,16$
Azúcares reductores v/s Acidez	$y = -1,05x + 2,79$ $r^2 = 0,81$
Azúcares reductores v/s L*	$y = -3,79x + 37,21$ $r^2 = 0,18$
Azúcares reductores v/s a*	$y = -20,54x + 42,64$ $r^2 = 0,67$
Azúcares reductores v/s b*	$y = -12,04x + 22,34$ $r^2 = 0,67$
pH v/s Acidez	$y = -0,85x + 4,11$ $r^2 = 0,26$
pH v/s L*	$y = -7,77x + 58,42$ $r^2 = 0,33$
pH v/s a*	$y = -9,62x + 43,94$ $r^2 = 0,07$
pH v/s b*	$y = -3,82x + 16,76$ $r^2 = 0,33$
Acidez v/s L*	$y = 4,43x + 26,21$ $r^2 = 0,29$
Acidez v/s a*	$y = 19,16x - 11,49$ $r^2 = 0,79$
Acidez v/s b*	$y = 10,82x - 8,93$ $r^2 = 0,74$

n total = 159

Se definió una buena curva de regresión a aquellas regresiones entre parámetros que presentaron un coeficiente de determinación (r^2) superior a 0,6.

Para la regresión entre sólidos solubles y azúcares reductores se presentó una curva con buen ajuste ($r^2 = 0,62$) como se muestra en la Figura 1, lo que se observó en los resultados obtenidos para arándanos y moras en los que variedades con mayores contenidos de sólidos solubles presentaron los mayores contenidos de azúcares reductores. Esto se debe a que en berries, los azúcares reductores (glucosa, fructosa) y sacarosa constituyen la mayor parte de los sólidos solubles (Skupien y Oszmianski, 2004).

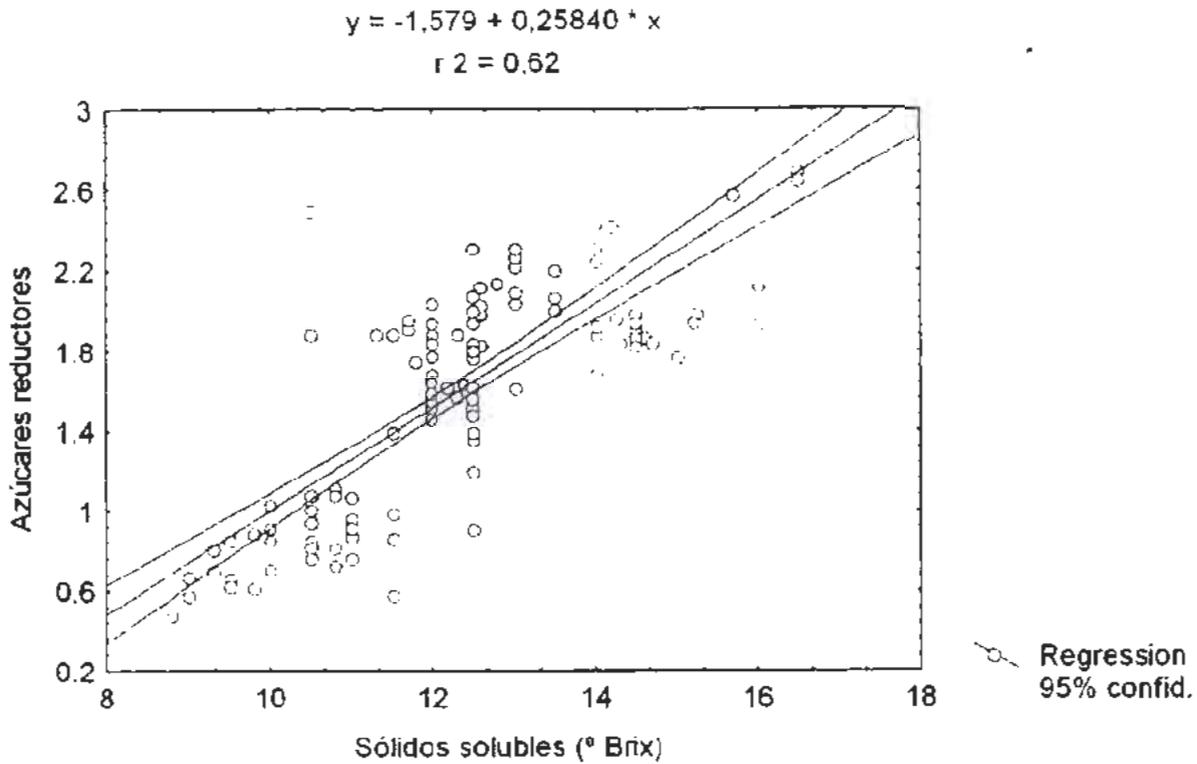


Figura 1. Ecuación de regresión entre sólidos solubles y azúcares reductores.

Los azúcares reductores presentaron curvas de regresiones con buenos ajustes para regresiones con acidez ($r^2 = 0,81$) y los parámetros de color a^* y b^* ($r^2 = 0,67$) como se observan en las Figuras 2, 3 y 4. Considerando que a^* y b^* están relacionados con el contenido de antocianos presentes en las muestras estudiadas y que para la síntesis de los mismos se requiere de hexosas como inicio de la ruta fenilpropanoide, resulta evidente la fuerte relación existente entre altos contenidos de azúcares reductores y los compuestos responsables del color.

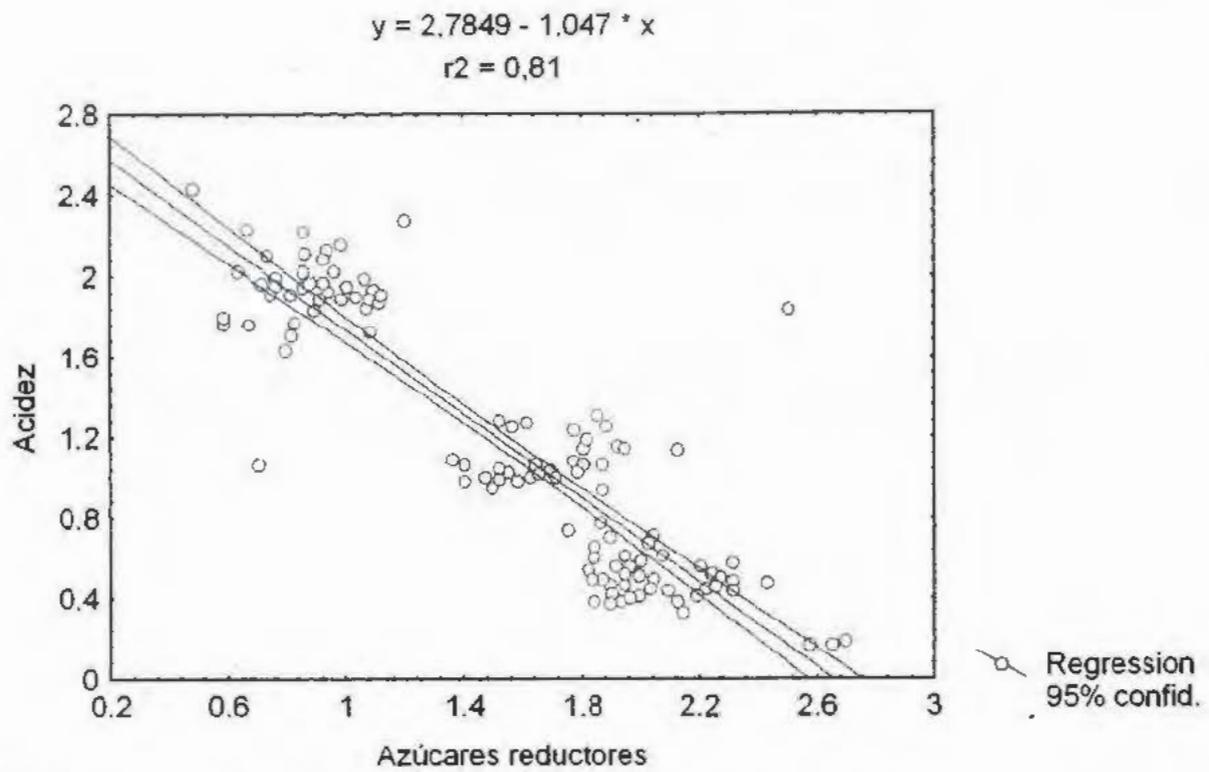


Figura 2. Ecuación de regresión entre azúcares reductores y acidez.

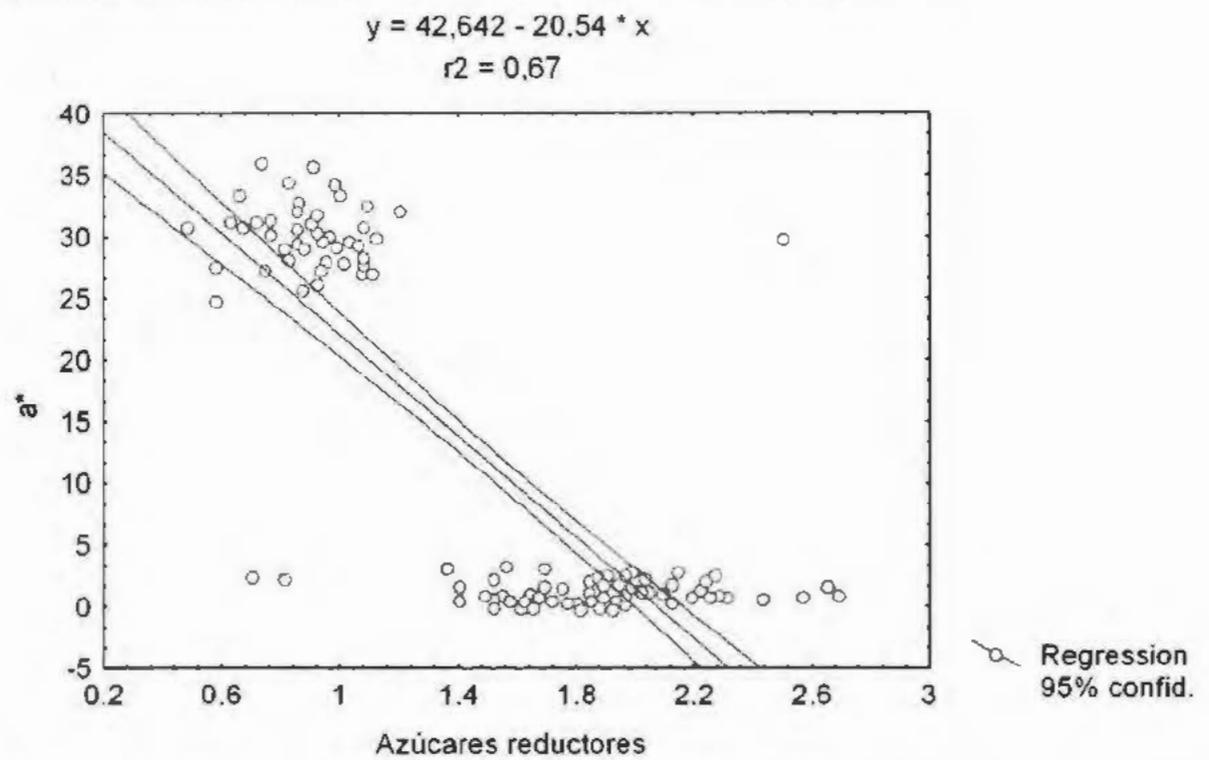


Figura 3. Ecuación de regresión entre azúcares reductores y a*.

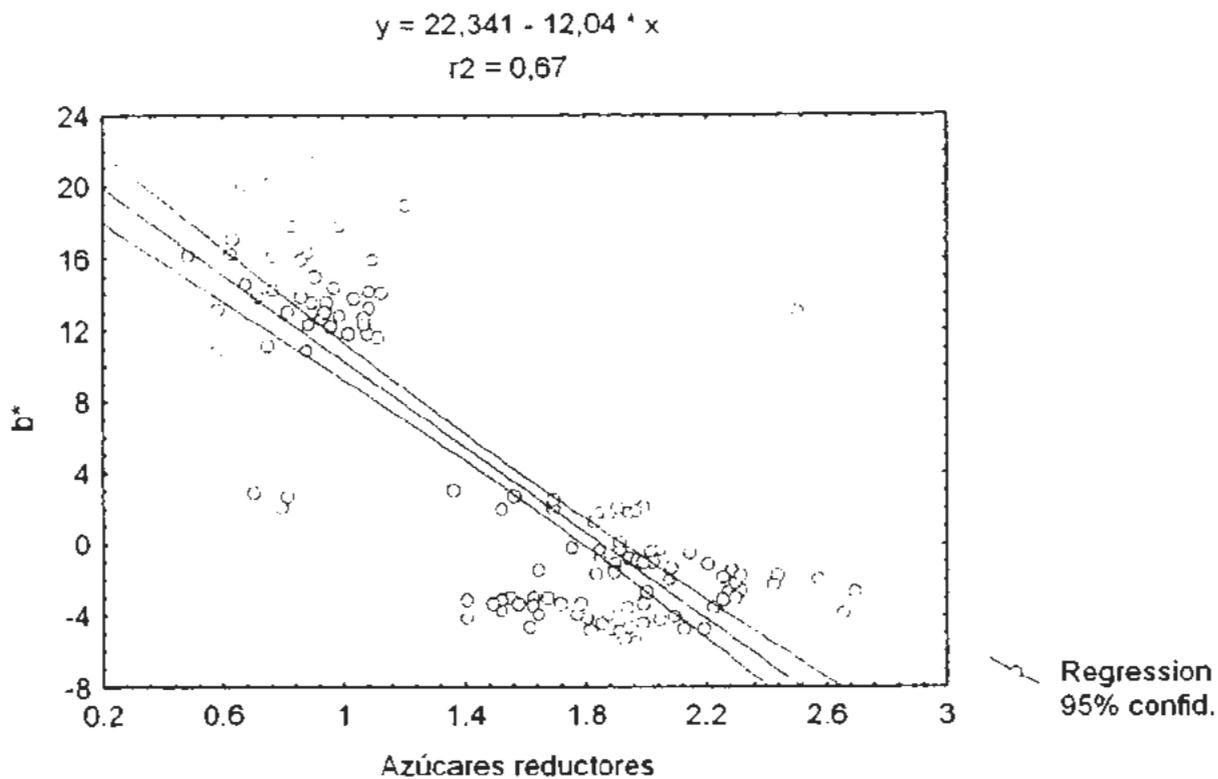


Figura 4. Ecuación de regresión entre azúcares reductores y b^* .

La acidez presentó curvas con buenos ajustes para regresiones con los parámetros de color a^* y b^* ($r^2 = 0,79$ y $0,74$, respectivamente) como se observan en las Figuras 5 y 6.

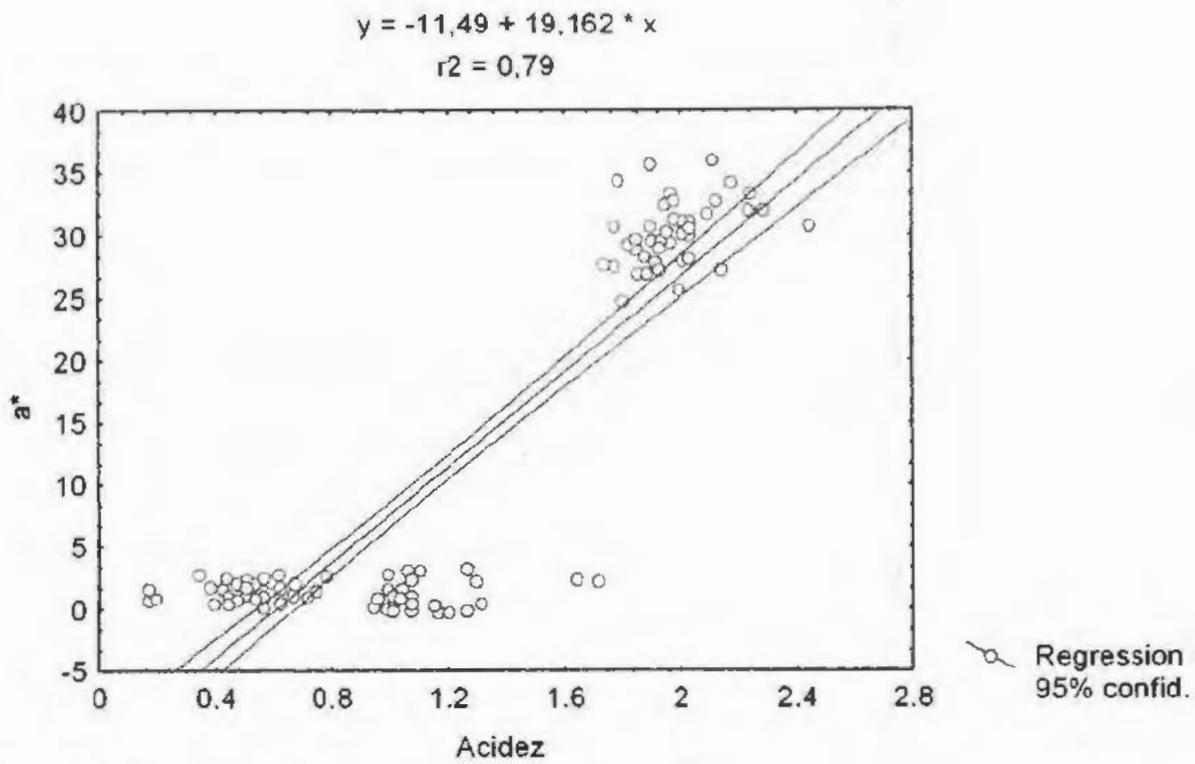


Figura 5. Ecuación de regresión entre acidez y a^* .

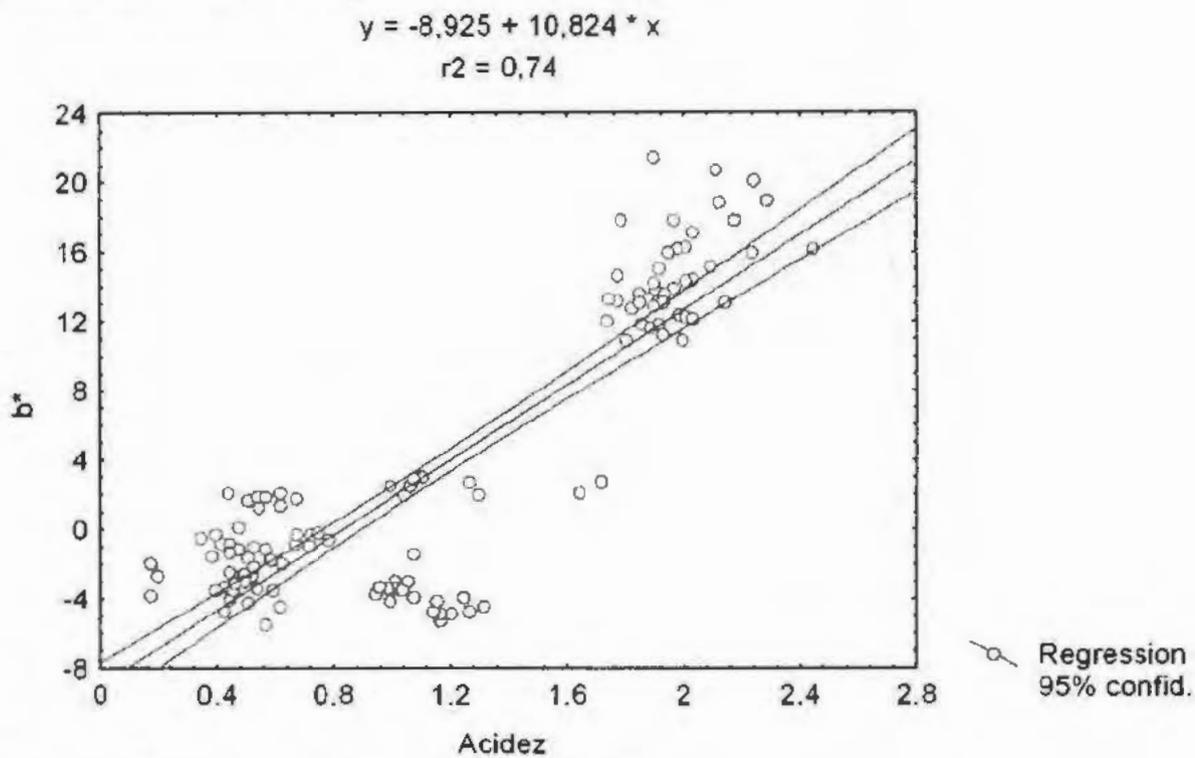


Figura 6. Ecuación de regresión entre acidez y b^* .

La regresión entre azúcares totales y azúcares reductores pese a no presentar un buen ajuste de curva ($r^2 = 0,48$), debido a las 7 muestras que se alejan de las líneas de tendencia, se observó una estrecha regresión lineal entre ambos parámetros como se muestra en la Figura 7.

$$y = 0,70231 + 0,47519 * x$$
$$r^2 = 0,48$$

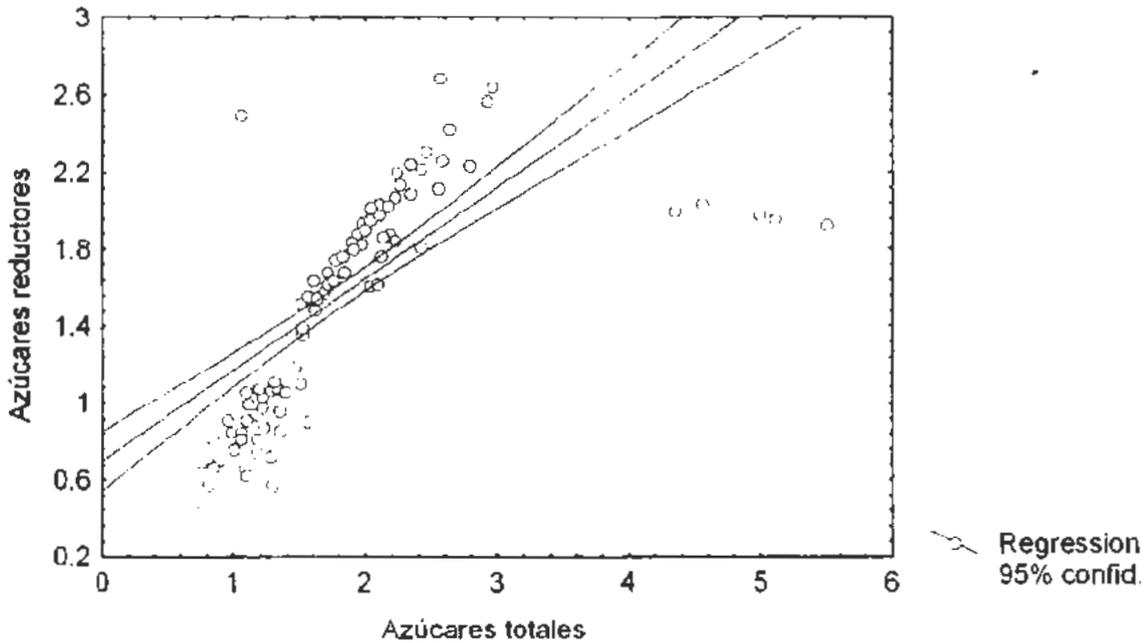


Figura 7. Ecuación de regresión entre azúcares totales y azúcares reductores.

No obstante, durante el proceso de maduración de los frutos existe una correlación directa entre contenido de azúcares y ácidos orgánicos responsables de la acidez, ya que éstos se sintetizan a partir de hexosas por diversas vías metabólicas; llegado el momento de la maduración tecnológica correspondiente al estado en que fueron analizadas las muestras de este estudio, dicha relación disminuye notablemente debido a que los ácidos son respirados y por tanto utilizados como fuente energética o de síntesis de otros compuestos del metabolismo primario y secundario como se observa en la Figura 8.

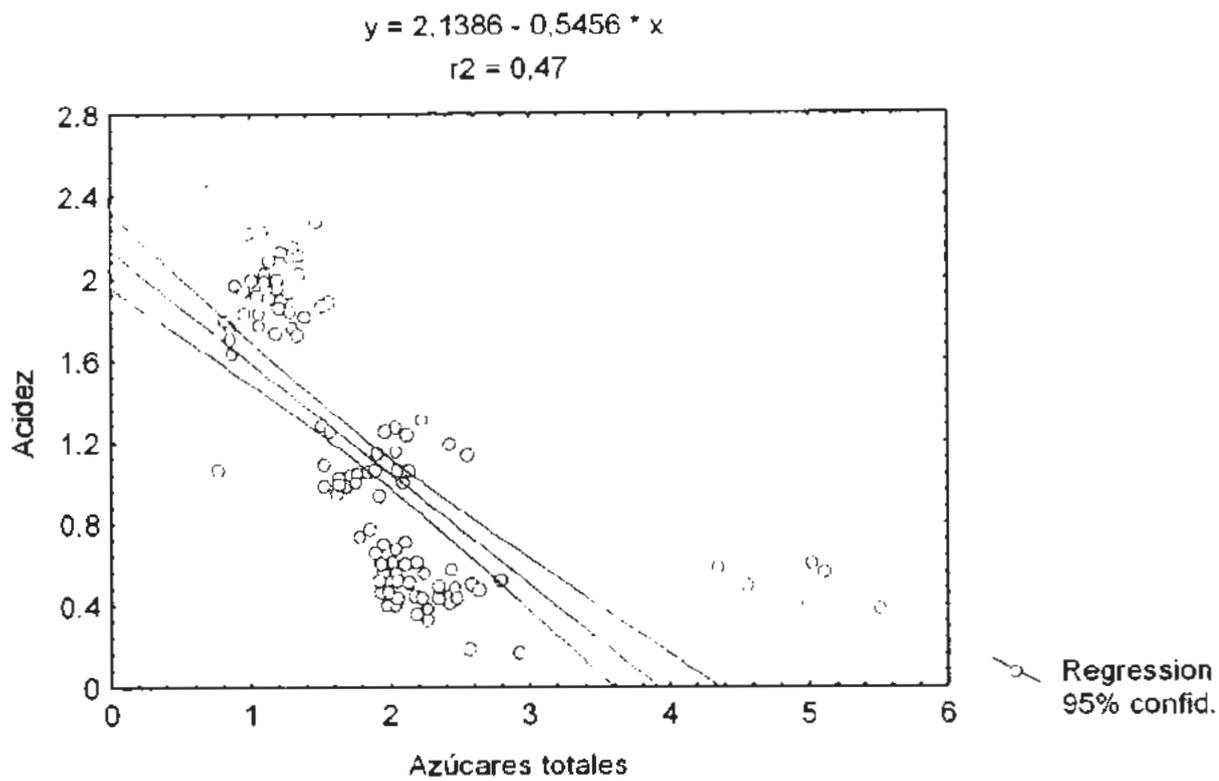


Figura 8. Ecuación de regresión entre azúcares totales y acidez.

Análisis de discriminantes. Dentro de cada especie se realizó análisis de discriminantes paso a paso definiendo como variables dependientes las diferentes variedades o zonas de procedencia. Las variables independientes fueron los 9 parámetros físicos y químicos analizados. A partir de los resultados obtenidos se confeccionaron gráficos entre las 2 primeras funciones discriminantes (FD1 v/s FD2).

De manera inicial se realizó este tipo análisis sobre el total de las muestras analizadas en estado fresco, cuyo gráfico se observa en la Figura 9.

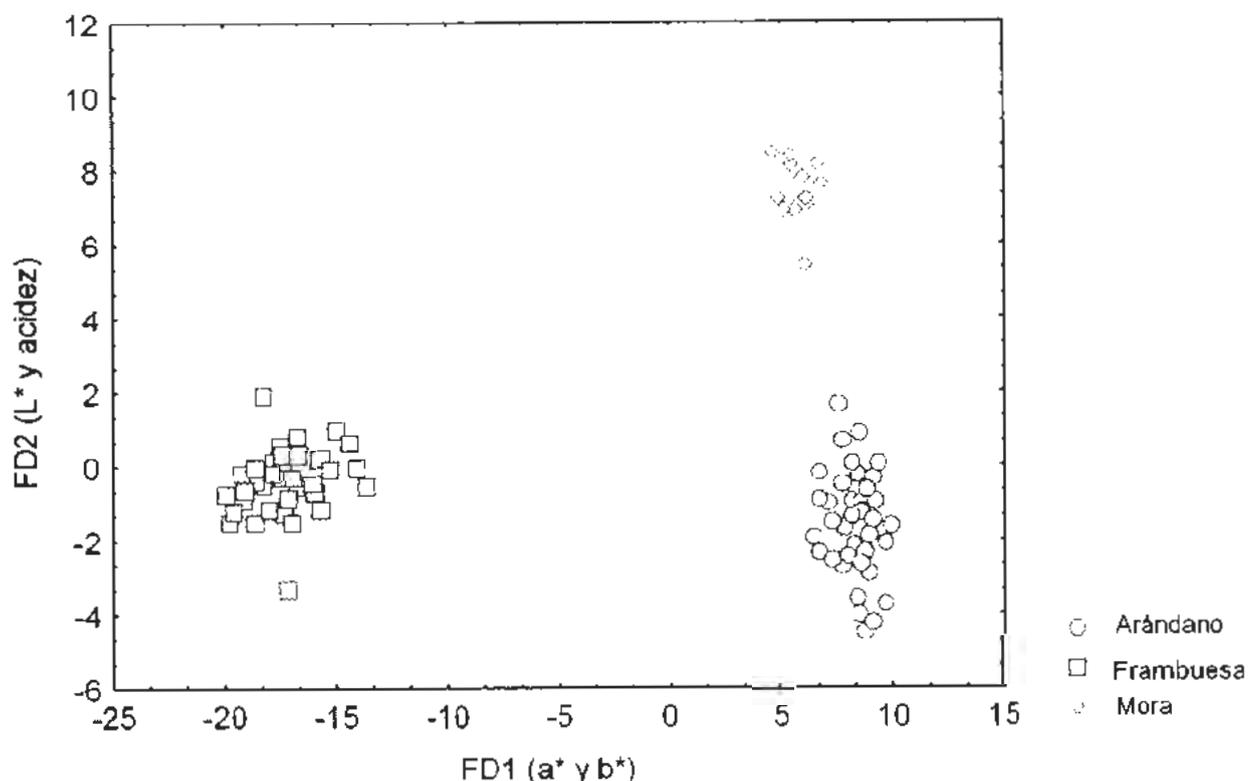


Figura 9. Diferenciación entre berries cultivados en Chile usando análisis de multivariantes basados en la selección de parámetros físicos y químicos.

En la Figura 9 se observan 3 agrupaciones que corresponden a las 3 especies estudiadas. El modelo explicó con una certeza del 100% la clasificación de las muestras de acuerdo a la especie como indica el Cuadro 5, siendo las variables de color a* y b* las más relacionadas con la primera función discriminante, función que explicó el 95,1% de la varianza total de las muestras y la variable de color L* y la acidez las más relacionadas con la segunda función discriminante que explicó el 4,9% de la varianza total de las muestras.

Dentro del análisis se excluyó los contenidos de sólidos solubles por no presentarse varianza en los datos observados.

Cuadro 5. Clasificación de las muestras de berries de distintas especies de acuerdo con las funciones discriminantes obtenidas.

Grupo real	% correcto	Arándano	Frambuesa	Mora
Arándano	100,0	91	0	0
Frambuesa	100,0	0	50	0
Mora	100,0	0	0	18
Total	100,0	91	50	18

Para el análisis de multivariables realizado para zonas de procedencia en arándanos se excluyó los contenidos de sólidos solubles por no presentarse varianza en los datos observados, el gráfico resultante se observa en la Figura 10.

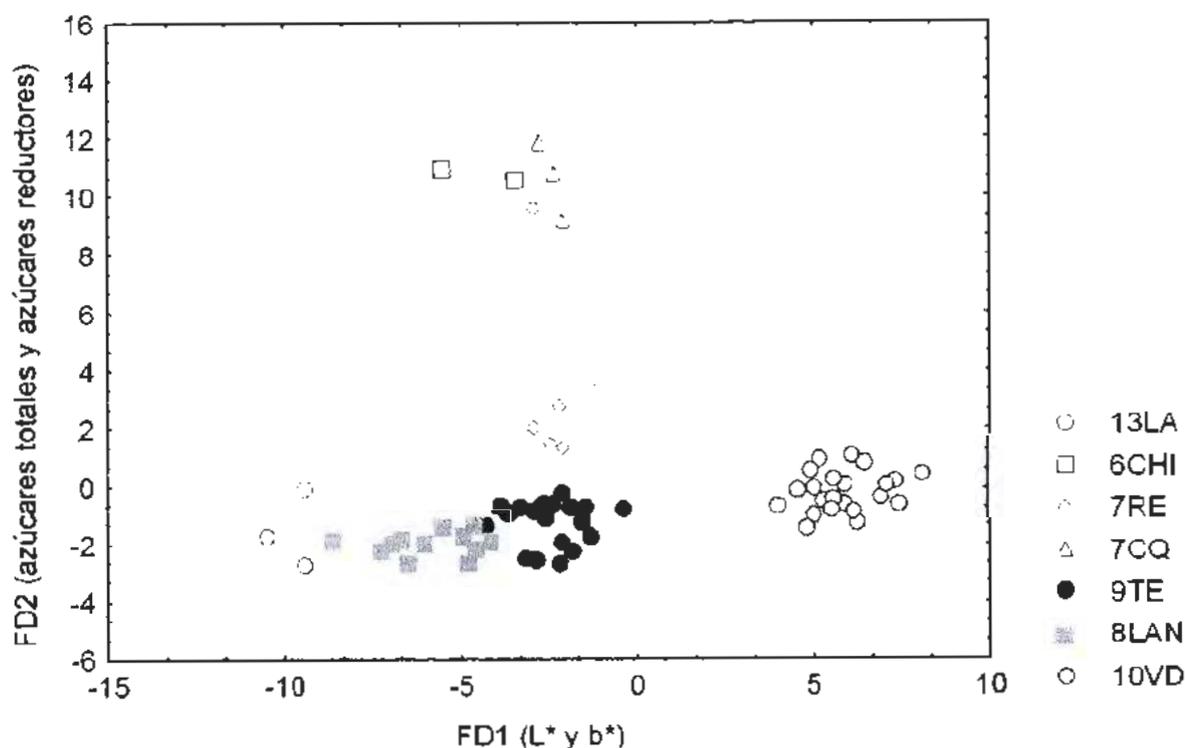


Figura 10. Diferenciación entre arándanos provenientes de distintas regiones de Chile usando análisis de multivariables basados en la selección de parámetros físicos y químicos. (13LA: Lampa; 6CHI: Chimbarongo; 7RE: Retiro; 7CQ: Cauquenes, 9TE: Temuco; 8LAN: Los Angeles y 10VD: Valdivia).

En la Figura 10 resulta interesante observar que las muestras se encuentran muy cercanas a su respectivo centroide lo que implica una baja dispersión de las mismas en relación a su zona de procedencia, para las variables que las definen. El modelo explicó con una certeza del 98,9% la clasificación de las muestras de arándano de acuerdo a su procedencia como indica el Cuadro 6, siendo las variables de color L* y b* las más relacionadas con la primera función discriminante, función que explicó el 64,8% de la varianza total de las muestras y

las variables azúcares totales y azúcares reductores las más relacionadas con la segunda función discriminante, función que explicó el 21,9% de las muestras. En la distribución a lo largo de la función discriminante 1 se observa una gradiente regional que va desde las muestras procedentes de Lampa hasta las de Valdivia con valores de signos opuestos para dicha función discriminante.

Cuadro 6. Clasificación de las muestras de arándanos de distintas zonas de procedencia de acuerdo con las funciones discriminantes obtenidas.

Grupo real	% correcto	13LA	6CHI	7RE	7CQ	9TE	8LAN	10VD
13LA	100,0	3	0	0	0	0	0	0
6CHI	100,0	0	2	0	0	0	0	0
7RE	83,3	0	0	5	1	0	0	0
7CQ	100,0	0	0	0	3	0	0	0
9TE	100,0	0	0	0	0	27	0	0
8LAN	100,0	0	0	0	0	0	14	0
10VD	100,0	0	0	0	0	0	0	36
Total	98,9	3	2	5	4	27	14	36

Para el análisis de multivariables realizado para variedades en arándanos se consideraron las 9 variables analizadas y el gráfico resultante se observa en la Figura 11.

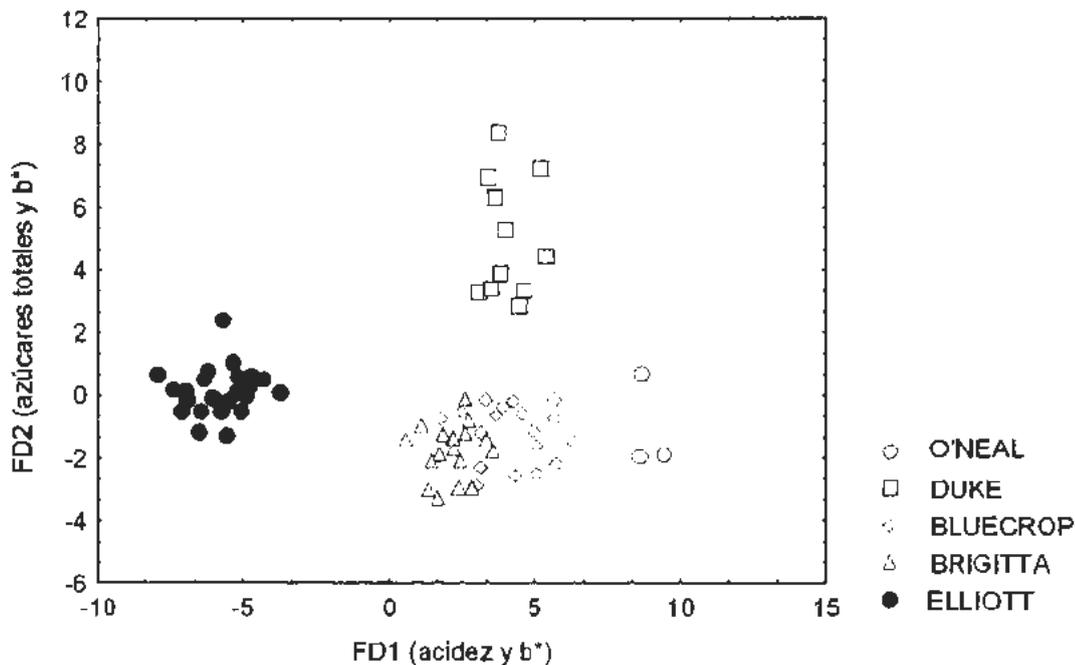


Figura 11. Diferenciación entre arándanos de distintas variedades cultivadas en Chile usando análisis de multivariables basados en la selección de parámetros físicos y químicos.

En la Figura 11 se puede observar que las muestras se encuentran muy cercanas a su respectivo centroide lo que implica una baja dispersión de las mismas en relación a su variedad, para las variables que las definen.

El modelo explicó con una certeza del 98,9% la clasificación de las muestras de arándano de acuerdo a su variedad como indica el Cuadro 7, siendo las variables acidez y color (b^*) las más relacionadas con la primera función discriminante, función que explicó el 78,7% de la varianza total de las muestras y los azúcares totales y color (b^*) las más relacionadas con la segunda función discriminante, función que explicó el 14,6% de la varianza total de las muestras.

Cuadro 7. Clasificación de las muestras de arándanos de distintas variedades de acuerdo con las funciones discriminantes obtenidas.

Grupo real	% correcto	O'Neal	Duke	Bluecrop	Brigitta	Elliott
O'Neal	100,0	3	0	0	0	0
Duke	100,0	0	11	0	0	0
Bluecrop	95,5	0	0	21	1	0
Brigitta	100,0	0	0	0	19	0
Elliott	100,0	0	0	0	0	36
Total	98,9	3	11	21	20	36

Para el análisis de multivariadas realizado para zonas de procedencia en frambuesas se consideraron las 9 variables analizadas y el gráfico resultante se observa en la Figura 12.

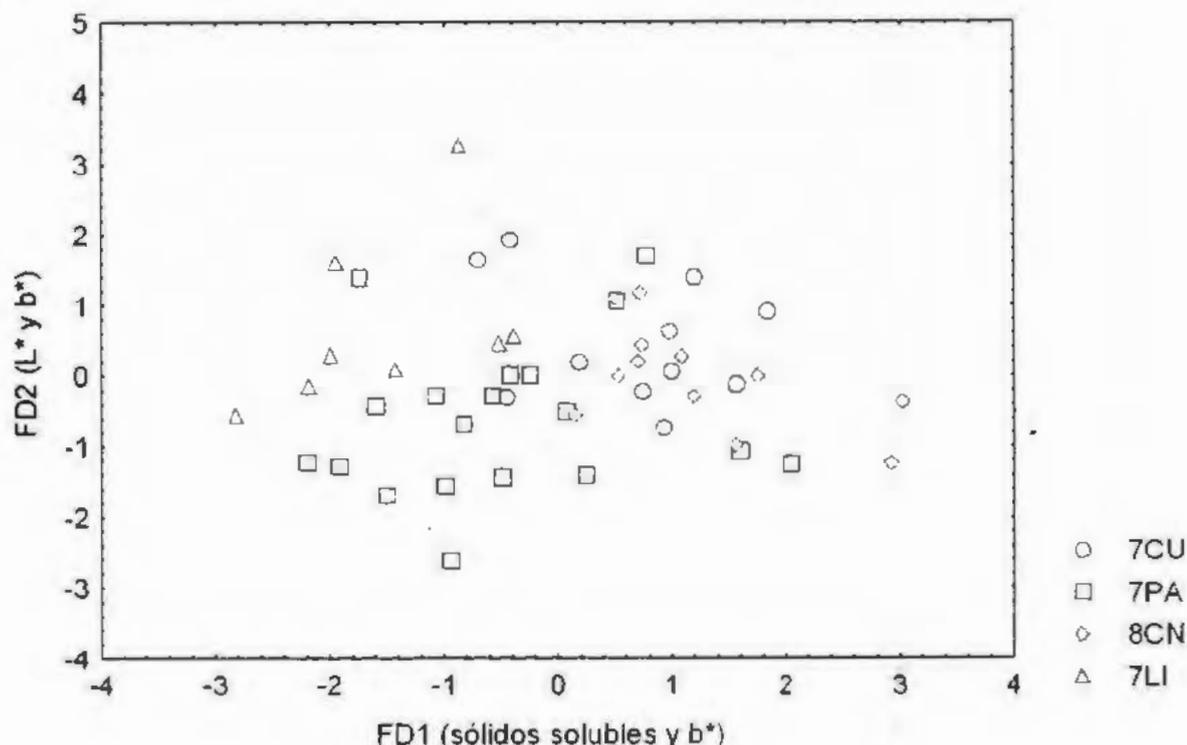


Figura 12. Diferenciación entre frambuesas provenientes de distintas regiones de Chile usando análisis de multivariadas basados en la selección de parámetros físicos y químicos. (7CU: Curicó; 7PA: Parral; 8CN: Cauquenes; 7LI: Linares).

En la Figura 12 se observa una alta dispersión respecto al centroide de cada uno de los grupos establecidos. Considerando que todas las muestras correspondieron a frambuesas de una misma variedad (Heritage), la presencia de muestras de una zona geográfica en el espacio vectorial de otra zona indicaría que para las variables que definen las muestras el poder de discriminación se ve reducido. Este menor poder discriminante podría tener su explicación en la cercanía que presentan las zonas de procedencias en estudio.

No obstante lo anterior, en promedio cerca del 70% de las muestras de cada zona se clasifica correctamente en relación a su procedencia como indica el Cuadro 8, siendo las variables sólidos solubles y color (b^*) las más relacionadas con la primera función discriminante, función que explicó el 70,0% de la varianza total de las muestras y el color (L^* y b^*) las más relacionadas con la segunda función discriminante, función que explicó el 20,4% de la varianza total de las muestras.

Cuadro 8. Clasificación de las muestras de frambuesas de distintas zonas de procedencia de acuerdo con las funciones discriminantes obtenidas.

Grupo real	% correcto	7CU	7PA	8CN	7LI
7CU	54,5	6	1	3	1
7PA	73,7	3	14	1	1
8CN	75,0	2	1	9	0
7LI	82,5	0	3	0	5
Total	68,0	11	19	13	7

Para el análisis de multivariables realizado para zonas de procedencia en moras se excluyó los contenidos de sólidos solubles por no presentarse varianza en los datos observados, el gráfico resultante se observa en la Figura 13.

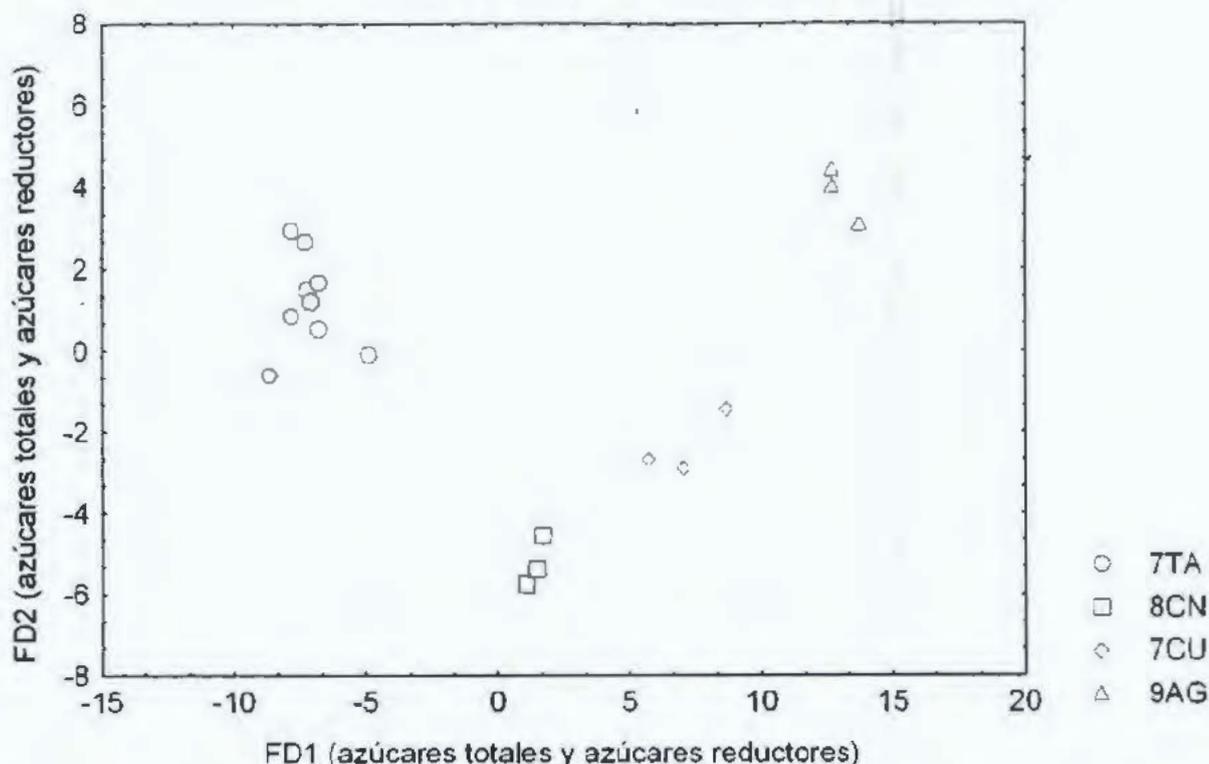


Figura 13. Diferenciación entre moras provenientes de distintas regiones de Chile usando análisis de multivariantes basados en la selección de parámetros físicos y químicos. (7TA: Talca; 8CN: Cauquenes; 7CU: Curicó; 9AG: Angol).

En la Figura 13 se puede observar que las muestras se encuentran muy cercanas a su respectivo centroide lo que implica una baja dispersión de las mismas en relación a su zona de procedencia, para las variables que las definen.

El modelo explicó con una certeza del 100% la clasificación de las muestras de moras de acuerdo a su procedencia como indica el Cuadro 9, siendo las variables azúcares totales y azúcares reductores las más relacionadas con la primera y segunda función discriminante, que explicaron el 80,5% y 11,1% de la varianza total de las muestras, respectivamente.

En la distribución a lo largo de la función discriminante 1 no se observó un gradiente regional, ya que se entremezclan los grupos provenientes de la VII y VIII Región.

Cuadro 9. Clasificación de las muestras de moras de distintas zonas de procedencia de acuerdo con las funciones discriminantes obtenidas.

Grupo real	% correcto	7TA	8CN	7CU	9AG
7TA	100,0	9	0	0	0
8CN	100,0	0	3	0	0
7CU	100,0	0	0	3	0
9AG	100,0	0	0	0	3
Total	100,0	9	3	3	3

En relación a los análisis de multivariantes de los parámetros físicos y químicos analizados es posible concluir que a excepción de los sólidos solubles en moras y zonas de procedencia en arándanos permitieron realizar una buena discriminación entre variedades y zonas de procedencia de una misma especie. Fue posible observar un efecto importante de la zona de cultivo sobre las variables estudiadas.

Caracterización de parámetros antioxidantes de berries cultivados en Chile

Resultados analíticos. Los resultados promedios de cada parámetro de contenido y capacidad antioxidante determinado en las diferentes variedades y especies estudiadas se indican en los Cuadros 1, 2, 3 y 4.

Cuadro 1. Parámetros antioxidantes de diferentes variedades de arándanos cultivadas en Chile.

Parámetros	Variedades de arándanos				
	O'Neal n = 3	Duke n = 11/ n= 17*	Bluecrop n = 22	Brigitta n = 19	Elliott n = 36 / n = 51*
PP	2,7 ± 0,1a	*2,8 ± 0,1a	3,4 ± 0,1b	2,6 ± 0,1a	*4,7 ± 0,1c
AC	1,1 ± 0,1a	1,7 ± 0,1b	1,2 ± 0,1a	1,5 ± 0,1b	2,2 ± 0,1c
TAN	2,7 ± 0,3a	2,3 ± 0,2b	2,5 ± 0,1ab	2,6 ± 0,1ab	4,7 ± 0,1c
AA	0,1 ± 0,1a	0,1 ± 0,1a	0,1 ± 0,1a	0,1 ± 0,1a	0,1 ± 0,1a
ORAC	35,5 ± 0,9a	*33,8 ± 1,6a	33,3 ± 1,8ab	30,7 ± 0,9b	*56,2 ± 1,3c
FRAP	37,3 ± 1,4ab	53,1 ± 2,2c	40,7 ± 1,2b	35,7 ± 1,7a	69,3 ± 1,7d

Polifenoles totales (PP) se expresa en mg EAG g⁻¹ pf; antocianos totales (AC) en mg cya-3-glu g⁻¹ pf; taninos totales (TAN) en mg procianidina kg⁻¹ pf; ácido ascórbico (AA) en mg g⁻¹ pf; oxígeno radical absorbance capacity (ORAC) en μmol equivalentes Trolox (ET) g⁻¹ pf y ferric reducing antioxidant power (FRAP) en μmol Fe²⁺ g⁻¹ pf. Los valores corresponden al promedio de la variedad ± SEM (error estándar de la media). Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas (p<0,05).

Para las cinco variedades de arándanos analizadas, tal como se observa en el Cuadro 1, Elliott es la que presentó el mayor contenido de polifenoles totales con diferencias significativas en relación a las otras variedades. Dicha mayor concentración estaría aparentemente relacionada con las mayores concentraciones de antocianos y taninos en las muestras de esta variedad, tal como se mostró también para O'Neal, Duke y Brigitta que presentaron contenidos similares de polifenoles, siendo el contenido más bajo para esta última variedad.

Para las variedades Brigitta y Duke, los resultados de polifenoles obtenidos son similares a los observados por Moyer *et al.*, (2002) en donde se presentaron contenidos de 2,5 y 2,7 mg EAG g⁻¹ respectivamente, bajo el mismo método de extracción (acetona 70%). Sin embargo, para la variedad Bluecrop, los resultados obtenidos en este estudio fueron notablemente más altos que los descritos por Taruscio *et al.*, (2004) los que determinaron un contenido promedio de 1,2 mg EAG g⁻¹.

La variedad Elliott también presentó los mayores contenidos de antocianos totales con diferencias significativas respecto al resto de las variedades. Duke y Brigitta presentaron contenidos intermedios, mientras que las variedades O'Neal y Bluecrop presentaron los contenidos más bajos.

En comparación con datos ya publicados, las variedades analizadas en este estudio Brigitta y Bluecrop, presentaron contenidos de antocianos también más altos que los obtenidos por Moyer *et al.*, (2002) quienes, determinaron contenidos de 1,0 y 0,8 mg cya-3-glu g⁻¹ respectivamente, bajo el mismo método de extracción (acetona 70%). En la variedad Duke se observaron valores similares a los determinados por los mismos autores, quienes determinaron un contenido de 1,7 mg cya-3-glu g⁻¹.

Con respecto al contenido de taninos totales para arándanos, la variedad Elliott presentó el mayor valor y éste fue significativamente diferente en comparación con el resto de las variedades. Las variedades O'Neal, Brigitta, Bluecrop y Duke presentaron entre sí, sólo diferencias parcialmente distintas. La variedad Elliott presentó un contenido de taninos marcadamente superior a lo descrito por Gu *et al.*, (2004) para arándanos highbush (1,8 mg procianidina Kg⁻¹); mientras que el resto de las variedades mostraron contenidos inferiores a este grupo.

Para el contenido de ácido ascórbico, no existieron diferencias significativas entre las distintas variedades de arándano analizadas. Publicaciones anteriores de los autores Prior *et al.*, (1998) y Kalt *et al.*, (1999), determinaron valores promedios menores en un 24% de ácido ascórbico a los presentados en este estudio.

Para la actividad antioxidante medida como ORAC, la variedad Elliott (56,20 µmol ET g⁻¹) presentó el mayor valor, con diferencias significativas en relación a las otras variedades analizadas. Duke, O'Neal, y Bluecrop no mostraron diferencias significativas entre sí, y Brigitta fue la variedad que presentó el menor valor promedio de ORAC.

Para las muestras de la variedad O'Neal se observó mayor capacidad antioxidante medida como ORAC respecto a los valores descritos por Prior *et al.*, (1998) y Ehlenfeld & Prior (2001), quienes determinaron valores de 16,8 y 14,1 µmol ET g⁻¹ respectivamente. Duke, también presentó mayor ORAC en comparación con los valores 16,1 µmol ET g⁻¹ de Ehlenfeld & Prior (2001) y 25,1 µmol ET g⁻¹ de Prior *et al.*, (1998) y similares a los valores descritos por Moyer *et al.*, (2002) (32,6 µmol ET g⁻¹). Las muestras de la variedad Bluecrop presentaron un valor ORAC menor, en comparación con el valor 50 µmol ET g⁻¹ descrito por Moyer *et al.*, (2002), y mayor en relación a los valores descritos por los autores Prior *et al.*, (1998), Taruscio *et al.*, (2004) y Ehlenfeld & Prior (2001) los cuales determinaron valores de 17; 22,1 y 10,4 µmol ET g⁻¹ respectivamente. En Brigitta también se observó una mayor actividad antioxidante al compararla con los datos publicados por Moyer *et al.*, (2002) y Ehlenfeld & Prior (2001) los que mostraron valores ORAC de 18,6 y 17,7 µmol ET g⁻¹, respectivamente. Por su parte, la variedad Elliott presentó un mayor valor en comparación con las determinaciones de Ehlenfeld & Prior (2001), quienes obtuvieron un valor ORAC de 30,5 µmol ET g⁻¹.

En relación a la actividad antioxidante medida como FRAP, para las diferentes variedades de arándanos, la variedad Elliott es la que presentó el mayor valor (69,3 µmol Fe²⁺ g⁻¹) para este parámetro, en comparación con el resto de las variedades. O'Neal y Bluecrop, presentaron valores significativamente similares (37,3 y 40,7 µmol Fe²⁺ g⁻¹ respectivamente), y Brigitta fue la variedad que presentó la menor actividad FRAP en esta especie.

Las variedades Duke, Bluecrop y Brigitta, presentaron mayores valores de FRAP en comparación a los descritos por Moyer *et al.*, (2002) (42,3; 34,4 μmol y 18,5 $\mu\text{mol Fe}^{2+} \text{g}^{-1}$, respectivamente).

Cuadro 2. Parámetros antioxidantes de diferentes variedades de frambuesas cultivadas en Chile.

Parámetros	Variedades y estados conservación de frambuesas		
	Heritage fresca n = 50	Heritage congelada n = 82	Meeker congelada n = 13
PP	2,9 ± 0,1a	3,0 ± 0,1a	3,0 ± 0,1a
AC	0,6 ± 0,1a	0,7 ± 0,1b	0,7 ± 0,1a
TAN	1,0 ± 0,1a	1,5 ± 0,1b	1,4 ± 0,1b
AA	0,1 ± 0,1a	0,2 ± 0,1b	0,2 ± 0,1b
ORAC	23,1 ± 0,5a	22,0 ± 0,5a	22,7 ± 0,9a
FRAP	40,8 ± 0,6a	51,7 ± 0,8b	64,1 ± 0,9c

Polifenoles totales (PP) se expresa en mg EAG g^{-1} pf. antocianos totales (AC) en mg cya-3-glu g^{-1} pf. taninos totales (TAN) en mg procianidina kg^{-1} pf. ácido ascórbico (AA) en mg g^{-1} pf. oxígeno radical absorbance capacity (ORAC) en μmol equivalentes Trolox (ET) g^{-1} pf y ferric reducing antioxidant power (FRAP) en $\mu\text{mol Fe}^{2+} \text{g}^{-1}$ pf. Los valores corresponden al promedio de la variedad ± SEM (error estándar de la media). Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Como se indica en el Cuadro 2, el contenido de polifenoles para las dos variedades y estados de frambuesas analizadas, no mostró diferencias significativas. La variedad Heritage presentó menores contenidos en relación a los descrito por Liu *et al.*, (2002) (5,1 mg EAG g^{-1}) y mayores contenidos con respecto a De Ancos *et al.*, (2000) (1,1 mg EAG g^{-1}).

La variedad Heritage en estado congelado presentó contenidos de antocianos totales ligeramente mayores con diferencias significativas en comparación con Heritage fresca y Meeker congelada. Liu *et al.*, (2002) determinaron valores inferiores de antocianos totales (0,6 mg cya-3-glu g^{-1}) para la variedad Heritage en relación a este estudio.

Con respecto al contenido de taninos totales, las variedades Heritage y Meeker congelada presentaron los mayores contenidos, y éstos fueron significativamente diferentes en comparación con la variedad Heritage fresca. Estos resultados en promedio fueron superiores a los descritos por Gu *et al.*, (2004) quienes determinaron contenidos de 0,3 mg procianidina Kg^{-1} para esta especie.

Para el contenido de ácido ascórbico, las variedades Heritage congelada y Meeker congelada presentaron los mayores valores, siendo significativamente diferentes a lo observado en la variedad Heritage fresca. Los contenidos de ácido ascórbico en este estudio fueron más bajos que lo descritos por De Ancos *et al.*, (2000) con 0,2 mg g^{-1} para la variedad Heritage. De acuerdo a las Bases de Datos del USDA y el Instituto de Salud Pública de Finlandia, el contenido de referencia de Ácido ascórbico para frambuesas es de 0,3 y 0,4 ácido ascórbico, respectivamente (www.nal.usda.gov/fnic/food/comp/ y www.ktl.fi/portal/english/).

Para la actividad antioxidante medida como ORAC, no presentaron diferencias significativas entre variedades.

Las variedades analizadas en este estudio presentaron mayores valores ORAC en relación a lo descrito por Wang y Lin., (2000) ($18,2 \mu\text{mol ET g}^{-1}$), y similares a lo descrito por Wada y Ou., (2002) y Kalt *et al.*, (1999) (24 y $21,4 \mu\text{mol ET g}^{-1}$ respectivamente).

En relación a la actividad antioxidante medida como FRAP, la variedad Meeker congelada presentó el mayor valor ($64,1 \mu\text{mol Fe}^{2+} \text{ g}^{-1}$) para este parámetro antioxidante. Los valores promedios obtenidos en este estudio para Heritage congelada y Meeker congelada fueron superiores a los descritos por Halvorsen *et al.*, (2002), y Pellegrini *et al.*, (2003) ($30,6 \mu\text{mol Fe}^{2+} \text{ g}^{-1}$ y $43,0 \mu\text{mol Fe}^{2+} \text{ g}^{-1}$ para frambuesa cultivada respectivamente).

Cuadro 3. Parámetros antioxidantes de diferentes variedades de moras cultivadas en Chile.

Parámetros	Variedades de moras		
	Cherokee n = 12	Navaho n = 3	Loch Ness n = 3
PP	$5,2 \pm 0,2a$	$6,2 \pm 0,1a$	$5,9 \pm 0,2a$
AC	$1,6 \pm 0,1a$	$1,6 \pm 0,1a$	$1,8 \pm 0,1a$
TAN	$2,4 \pm 0,2a$	$1,6 \pm 0,2b$	$2,5 \pm 0,3a$
AA	$0,2 \pm 0,1a$	$0,2 \pm 0,1a$	$0,2 \pm 0,1a$
ORAC	$54,8 \pm 2,3a$	$58,8 \pm 0,6a$	$55,2 \pm 1,1a$
FRAP	$73,4 \pm 2,1a$	$99,7 \pm 0,5b$	$84,8 \pm 0,4c$

Polifenoles totales (PP) se expresa en mg EAG g^{-1} pf, antocianos totales (AC) en $\text{mg cya-3-glu g}^{-1}$ pf; taninos totales (TAN) en $\text{mg procianidina kg}^{-1}$ pf; ácido ascórbico (AA) en mg g^{-1} pf; oxígeno radical absorbance capacity (ORAC) en $\mu\text{mol equivalentes Trolox (ET) g}^{-1}$ pf y ferric reducing antioxidant power (FRAP) en $\mu\text{mol Fe}^{2+} \text{ g}^{-1}$ pf. Los valores corresponden al promedio de la variedad \pm SEM (error estándar de la media). Letras diferentes en la misma fila indican diferencias significativas ($p < 0,05$).

Para las tres variedades de moras analizadas, como se presenta en el Cuadro 3, no se observaron diferencias significativas en relación al contenido de polifenoles totales. Las variedades Cherokee y Navaho presentaron mayores contenidos de polifenoles totales en relación a lo descrito por Moyer *et al.*, (2002), quienes determinaron valores de $4,1 \text{ mg}$ y $3,0 \text{ mg EAG g}^{-1}$, respectivamente.

Con respecto al contenido de antocianos totales no se observaron diferencias significativas para las tres variedades de moras analizadas. Las variedades Cherokee y Navaho presentaron contenidos mayores a los descritos por Moyer *et al.*, (2002) quienes determinaron valores de $1,2$ y $1,3 \text{ mg cya-3-glu g}^{-1}$, respectivamente.

En relación al contenido de taninos totales, las variedades Cherokee y Loch Ness presentaron contenidos significativamente mayores que la variedad Navaho. Los resultados promedios de este estudio fueron superiores a lo descrito por Gu *et al.*, (2004) quienes determinaron contenidos promedios de taninos totales de $0,3 \text{ mg procianidina Kg}^{-1}$ para esta especie.

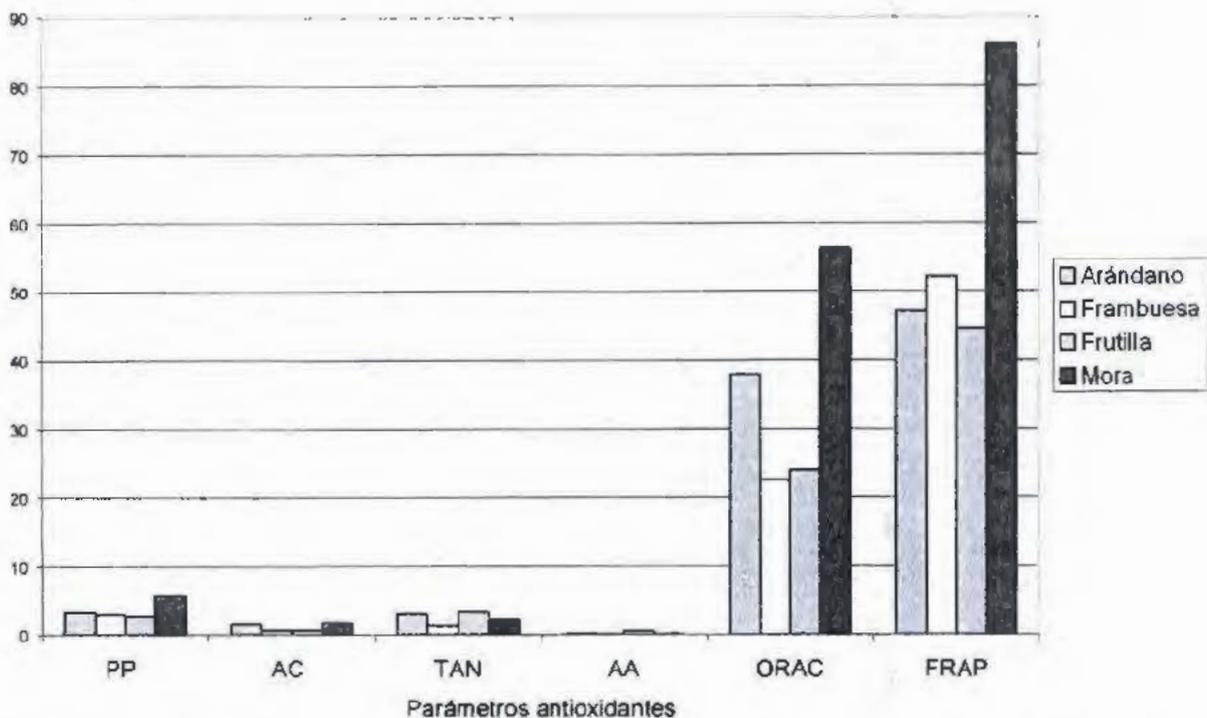
Para el contenido de ácido ascórbico, las variedades Cherokee, Navaho y Loch Ness no presentaron diferencias significativas. Jiao y Wang (2000), determinaron valores similares a los obtenidos en este estudio para otras variedades de mora

(0,2 mg g⁻¹). Los valores de referencia del USDA para ácido ascórbico son de 0,2 mg g⁻¹.

Para la actividad antioxidante medida como ORAC, no se presentaron diferencias significativas entre las variedades Cherokee, Navaho y Loch Ness.

Las variedades Cherokee y Navaho analizadas en este estudio, presentaron contenidos superiores a lo descrito por Moyer *et al.*, (2002), quienes determinaron contenidos de 37,9 y 38,8 μmol ET g⁻¹, respectivamente.

En relación a la actividad antioxidante medida como FRAP, las variedades de moras estudiadas presentaron diferencias significativas. Navaho fue la que presentó el mayor valor de FRAP, mientras que las muestras de la variedad Cherokee presentaron el menor valor. Las variedades Cherokee y Navaho, analizadas en este estudio presentaron valores superiores a los descritos por Moyer *et al.*, (2002), quienes determinaron valores de 58,7 y 58,9 μmol Fe²⁺ g⁻¹, respectivamente.



Polifenoles totales (PP) se expresa en mg EAG g⁻¹ pf; antocianos totales (AC) en mg cya-3-glu g⁻¹ pf; taninos totales (TAN) en mg procianidina kg⁻¹ pf; ácido ascórbico (AA) en mg g⁻¹ pf; oxigen radical absorbance capacity (ORAC) en μmol equivalentes Trolox (ET) g⁻¹ pf y ferric reducing antioxidant power (FRAP) en μmol Fe²⁺ g⁻¹ pf.

Figura 1. Parámetros antioxidantes de diferentes especies de berries cultivados en Chile.

Para las cuatro especies de berries analizadas, como se observa en la Figura 1, las moras presentaron los mayores contenidos de polifenoles totales. Los arándanos y frambuesas presentaron promedios en un rango de contenidos superiores a las frutillas, representadas por la variedad Camarosa en estado congelado.

El hecho de que las muestras de moras presenten en promedio las mayores concentraciones de polifenoles totales, no obstante no presenten las mayores concentraciones de antocianos y taninos totales, alcanzadas por las muestras de arándanos, indicaría que la diferencia que permite alcanzar los resultados observados tendría su explicación en la mayor concentración de otra familia de compuestos fenólicos que resulta en un significativo aporte a la capacidad antioxidante de los frutos.

Los contenidos de polifenoles totales obtenidos para mora en este estudio fueron en promedio superiores a los descritos por Wang y Lin., (2000) y Moyer *et al.*, (2002), quienes determinaron contenidos promedios de 2,3 mg y 4,6 mg EAG g⁻¹. Por otro lado, los contenidos de polifenoles totales promedios en el presente estudio fueron inferiores a los descritos por Wu *et al.*, (2004), quienes determinaron contenidos de 6,6 mg EAG g⁻¹.

Los contenidos de polifenoles totales en arándanos en este estudio fueron superiores a los descritos por Prior *et al.*, (1998) y Amakura *et al.*, (2000), quienes determinaron contenidos promedios de 2,6 y 3,4 mg EAG g⁻¹, respectivamente. Por otro lado, los contenidos promedios para esta especie fueron inferiores a los descritos por Wu *et al.*, (2004), quienes determinaron contenidos de 5,3 mg EAG g⁻¹.

Para frambuesas, los contenidos de polifenoles totales en promedio fueron superiores a los descritos por Amakura *et al.*, (2000) y Wang y Lin., (2000), quienes determinaron contenidos de 0,3 y 2,3 mg EAG g⁻¹, respectivamente. Por otro lado, los contenidos promedio de polifenoles totales para frambuesas en este estudio fueron inferiores a los descritos por Wu *et al.*, (2004) quienes determinaron contenidos de 5,0 mg EAG g⁻¹.

Para las frutillas analizadas en este estudio, los contenidos de polifenoles totales en promedio fueron superiores a los observados por Amakura *et al.*, (2000); Wang y Lin., (2000); Sun *et al.*, (2002) y Meyers *et al.*, (2003), quienes determinaron contenidos de 0,4; 1,0; 1,5 y 2,5 mg EAG g⁻¹, respectivamente. No obstante, los resultados en el presente estudio fueron inferiores a los descritos por Wu *et al.*, (2004), quienes determinaron contenidos de 3,7 mg EAG g⁻¹.

Las muestras de arándanos analizadas fueron las que presentaron en promedio el mayor contenido de antocianos totales respecto a moras, frambuesas y frutillas.

Los contenidos de antocianos totales de arándanos en este estudio fueron en promedio superiores a los descritos por Sellapan *et al.*, (2002) quienes determinaron contenidos de 1,1 mg cya-3-glu g⁻¹. Por su parte, las moras también presentaron en promedio mayores contenidos de antocianos totales, en comparación con lo descrito por Sellapan *et al.*, (2002) y Wang & Lin., (2000), quienes determinaron contenidos de 1,2 y 1,5 mg cya-3-glu g⁻¹, respectivamente.

Las frambuesas analizadas en este estudio presentaron en promedio contenidos similares a los descritos por Wada y Ou., (2002) y por Wang y Lin., (2000) quienes determinaron contenidos de 0,6 y 0,7 mg cya-3-glu g⁻¹, respectivamente. Por su parte, las muestras de frutillas presentaron contenidos promedios mayores en relación a los descritos por Wang y Lin., (2000) y Meyers *et al.*, (2003), quienes determinaron contenidos de antocianos totales de 0,3 y 0,4 mg cya-3-glu g⁻¹, respectivamente.

Con respecto al contenido de taninos totales analizados entre las diferentes especies, los arándanos y frutillas fueron las que presentaron en promedio los mayores contenidos en comparación con moras y frambuesas. Los contenidos promedio de taninos totales para arándanos y frutillas en este estudio fueron superiores en promedio a los descritos por Gu *et al.*, (2004) para arándanos Highbush (1,8 mg procianidina Kg⁻¹) y frutillas (1,5 mg procianidina Kg⁻¹). Por su parte, las muestras de moras y frambuesas analizadas en el presente estudio, también mostraron valores superiores a lo descritos por los autores antes mencionados.

Para el contenido de ácido ascórbico, las frutillas presentaron los mayores contenidos, respecto al resto de las especies analizadas. Moras y frambuesas presentaron promedios en un rango de concentración superior a los arándanos. Las concentraciones promedio de ácido ascórbico para las frutillas analizadas en este estudio fueron superiores a las descritas por Szeto *et al.*, (2002) (0,3 mg g⁻¹) y similares a las descritas por Kalt *et al.*, (1999) (0,5 mg g⁻¹). Las Bases de Datos del USDA y el Instituto de Salud Pública de Finlandia, indican valores de referencia de 0,6 mg g⁻¹.

Para la actividad antioxidante medida como ORAC, las moras presentaron en promedio los mayores valores respecto al resto de las especies de berries estudiadas. Los valores promedio de ORAC para moras en este estudio fueron superiores en relación a los descritos por Moyer *et al.*, (2002) y Wang & Lin (2000), quienes determinaron valores de 46,4 $\mu\text{mol ET g}^{-1}$ y 22,4 $\mu\text{mol ET g}^{-1}$, respectivamente. Los valores de ORAC para los arándanos analizados en este estudio fueron en promedio menores a los descritos por Moyer *et al.*, (2002), quienes determinaron valores de 52,3 $\mu\text{mol ET g}^{-1}$.

Las frambuesas presentaron mayores valores ORAC en comparación a lo descrito por Wang y Lin (2000) (18,2 $\mu\text{mol ET g}^{-1}$) y menores valores a lo descrito por Wada y Ou (2002) (24 $\mu\text{mol ET g}^{-1}$).

Las frutillas presentaron mayores valores ORAC, en relación a lo descrito por Wang y Lin (2000) y Wang *et al.*, (1996) quienes determinaron valores de 14,9 y 15,4 $\mu\text{mol ET g}^{-1}$, respectivamente.

En relación a la actividad antioxidante medida como FRAP, para las diferentes especies de berries analizadas, las moras presentaron los mayores valores promedio en comparación con el resto de las especies analizadas. Los arándanos y frambuesas presentaron promedios en un rango de concentración superior a las frutillas.

Los valores de FRAP para las especies de berries analizadas en este estudio fueron en promedio superiores a los descritos por Pellegrini *et al.*, (2003) (51,5 $\mu\text{mol Fe}^{2+} \text{ g}^{-1}$ para mora; 18,6 $\mu\text{mol Fe}^{2+} \text{ g}^{-1}$ para arándano; 43,0 $\mu\text{mol Fe}^{2+} \text{ g}^{-1}$ para frambuesa y 22,7 $\mu\text{mol Fe}^{2+} \text{ g}^{-1}$ para frutilla) y Halvorsen *et al.*, (2002) (50,7 $\mu\text{mol Fe}^{2+} \text{ g}^{-1}$ para mora cultivada; 36,4 $\mu\text{mol Fe}^{2+} \text{ g}^{-1}$ para arándano cultivado; 30,6 $\mu\text{mol Fe}^{2+} \text{ g}^{-1}$ para frambuesa cultivada y 21,7 $\mu\text{mol Fe}^{2+} \text{ g}^{-1}$ para frutilla cultivada).

Correlaciones entre parámetros. Los resultados del análisis de correlación entre los parámetros de contenido antioxidante polifenoles totales, antocianos totales y de actividad antioxidante ORAC y FRAP, para las distintas especies y variedades analizadas se observan en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Coeficientes de correlación (r) entre los parámetros antioxidantes.

Parámetros	Variedades/Especies	Coefficientes de correlación
ORAC v/s Polifenoles totales	Arándano (n=112)	r = 0,88***
	O'Neal (n=3)	r = 0,84 ^{ns}
	Duke (n=17)	r = 0,89**
	Bluecrop (n=22)	r = 0,75***
	Brigitta (n=19)	r = 0,59**
	Elliott (n=51)	r = 0,72***
	Frambuesa (n=145)	r = 0,80***
	Heritage fresca (n=50)	r = 0,83***
	Heritage congelada (n=82)	r = 0,86***
	Meeker congelada (n=13)	r = 0,91***
	Frutilla (Camarosa) (n=55)	r = 0,83***
	Mora (n=18)	r = 0,74***
	Cherokee (n=12)	r = 0,81**
	Navaho (n=3)	r = 0,98 ^{ns}
Loch Ness (n=3)	r = 0,99 ^{ns}	
ORAC v/s Antocianos totales	Arándano (n=91)	r = 0,81***
	O'Neal (n=3)	r = 0,95 ^{ns}
	Duke (n=11)	r = 0,81**
	Bluecrop (n=22)	r = 0,87***
	Brigitta (n=19)	r = 0,79***
	Elliott (n=36)	r = 0,65***
	Frambuesa (n=145)	r = 0,73***
	Heritage fresca (n=50)	r = 0,86***
	Heritage congelada (n=82)	r = 0,81***
	Meeker congelada (n=13)	r = 0,73**
	Frutilla (Camarosa) (n=55)	r = 0,73***
	Mora (n=18)	r = 0,79***
	Cherokee (n=12)	r = 0,92***
	Navaho (n=3)	r = 0,99*
Loch Ness (n=3)	r = 0,99 ^{ns}	
Polifenoles totales v/s Antocianos totales	Arándano (n=91)	r = 0,78***
	O'Neal (n=3)	r = 0,96 ^{ns}
	Duke (n=11)	r = 0,81**
	Bluecrop (n=22)	r = 0,86***
	Brigitta (n=19)	r = 0,84***
	Elliott (n=36)	r = 0,78***
	Frambuesa (n=145)	r = 0,77***
	Heritage fresca (n=50)	r = 0,81***
	Heritage congelada (n=82)	r = 0,76***
	Cherokee (n=12)	r = 0,90***
	Frutilla (Camarosa) (n=55)	r = 0,72***

	Mora (n=18)	r = 0,79***
	Cherokee (n=12)	r = 0,90***
	Navaho (n=3)	r = 0,97 ^{ns}
	Loch Ness (n=3)	r = 0,99*
FRAP v/s Polifenoles totales	Arándano (n=91)	r = 0,89***
	O'Neal (n=3)	r = 0,98 ^{ns}
	Duke (n=11)	r = 0,70*
	Bluecrop (n=22)	r = 0,77***
	Brigitta (n=19)	r = 0,89***
	Elliott (n=36)	r = 0,80***
	Frambuesa (n=145)	r = 0,60***
	Heritage fresca (n=50)	r = 0,82**
	Heritage congelada (n=82)	r = 0,85***
	Meeker congelada (n=13)	r = 0,86***
	Frutilla (Camarosa) (n=55)	r = 0,81***
	Mora (n=18)	r = 0,82***
	Cherokee (n=12)	r = 0,79**
	Navaho (n=3)	r = 0,83 ^{ns}
	Loch Ness (n=3)	r = 0,86 ^{ns}
FRAP v/s Antocianos totales	Arándano (n=91)	r = 0,87***
	O'Neal (n=3)	r = 0,99*
	Duke (n=11)	r = 0,69*
	Bluecrop (n=22)	r = 0,71***
	Brigitta (n=19)	r = 0,89***
	Elliott (n=36)	r = 0,84***
	Frambuesa (n=145)	r = 0,65***
	Heritage fresca (n=50)	r = 0,80***
	Heritage congelada (n=82)	r = 0,88***
	Meeker congelada (n=13)	r = 0,91***
	Frutilla (Camarosa) (n=55)	r = 0,73***
	Mora (n=18)	r = 0,47*
	Cherokee (n=12)	r = 0,79**
	Navaho (n=3)	r = 0,95 ^{ns}
	Loch Ness (n=3)	r = 0,92 ^{ns}

ns (no significativo) p>0,05; * p 0.01 - 0.05; ** p 0,001 - 0.01; *** p<0,001

Como se observa en el Cuadro 4, los resultados obtenidos en este análisis indicaron que existe una correlación positiva entre los contenidos de polifenoles totales y antocianos totales, con respecto a la actividad antioxidante ORAC y FRAP medidos en este estudio.

Para la mayoría de los correlatos entre los distintos parámetros antioxidantes se encontraron altas correlaciones en las diferentes variedades y especies de berries analizadas. No obstante, para aquellas variedades que tuvieron un número de muestras menores, se observaron valores de coeficientes de correlación, sólo significativos (* p=0.01-0.05) o bien, no significativos (ns p>0.05).

En relación, a los coeficientes de correlación observados entre ORAC v/s polifenoles totales, éstos fueron significativos en la mayoría de las variedades de berries analizadas. Sin embargo, se presentaron correlaciones bajas para las variedades O'Neal (r=0,84); Navaho (r=0,98) y Loch Ness (r=0,99) las que por presentar un número de n=3, obtuvieron un valor de p>0,05 lo que indicó una correlación no significativa.

En los valores de los coeficientes de correlación entre ORAC v/s antocianos totales, para las distintas especies y variedades de la fruta analizada, se observaron resultados que indicaron altos valores de significancia. En la mayoría de los casos, los valores de p fueron menores a 0,001 (extremadamente significativo). Para la variedad O'Neal ($r=0,95$) y Loch Ness ($r=0,99$) los valores de p fueron mayores a 0,05 no existiendo significancia para estas correlaciones.

En relación a los coeficientes de correlación, tal como se observa en el Cuadro 4, para polifenoles totales v/s antocianos totales, éstos fueron extremadamente significativos (***) $p<0,001$) en la mayoría de las variedades analizadas. No obstante, se produjeron valores de p bajos para las variedades Loch Ness ($r=0,99$ y valor de p 0.01-0.05 *); O'Neal ($r=0,96$ y valor de $p>0,05$ ^{ns}) y Navaho ($r=0,97$ y valor de $p>0,05$ ^{ns}).

En las correlaciones FRAP v/s polifenoles, los valores de r fueron para la mayoría de las variedades extremadamente significativos. Con la excepción de aquellas variedades (O'Neal $r=0,84$; Navaho $r=0,98$ y Loch Ness $r=0,99$) que por presentar valores en sus muestras de $n=3$, no obtuvieron valores de $p<0,05$ y que por lo tanto, resultaron ser correlaciones no significativas.

Para los valores de r que resultaron entre las correlaciones FRAP v/s antocianos totales, se observaron altos coeficientes de correlación para las distintas especies y variedades de berries analizadas. En la mayoría de los casos, los valores de p fueron (conceptualmente) extremadamente significativos, mientras que para las variedades Navaho ($r=0,95$) y Loch Ness ($r=0,92$) las correlaciones no fueron significativas.

En las Figuras 2 a 21 se observan las correlaciones entre los parámetros antioxidantes y las diferentes especies estudiadas.

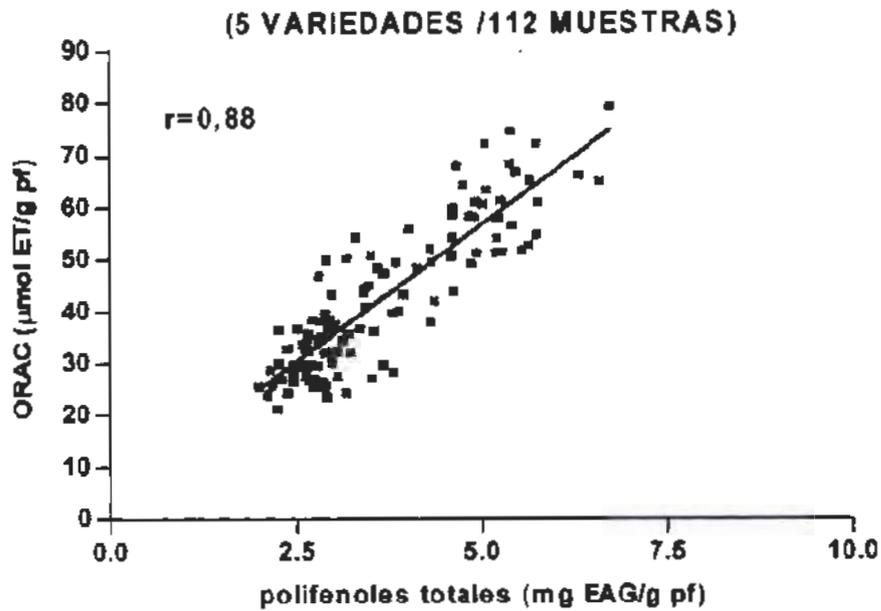


Figura 2. Correlación entre polifenoles totales y ORAC en 112 muestras de arándano.

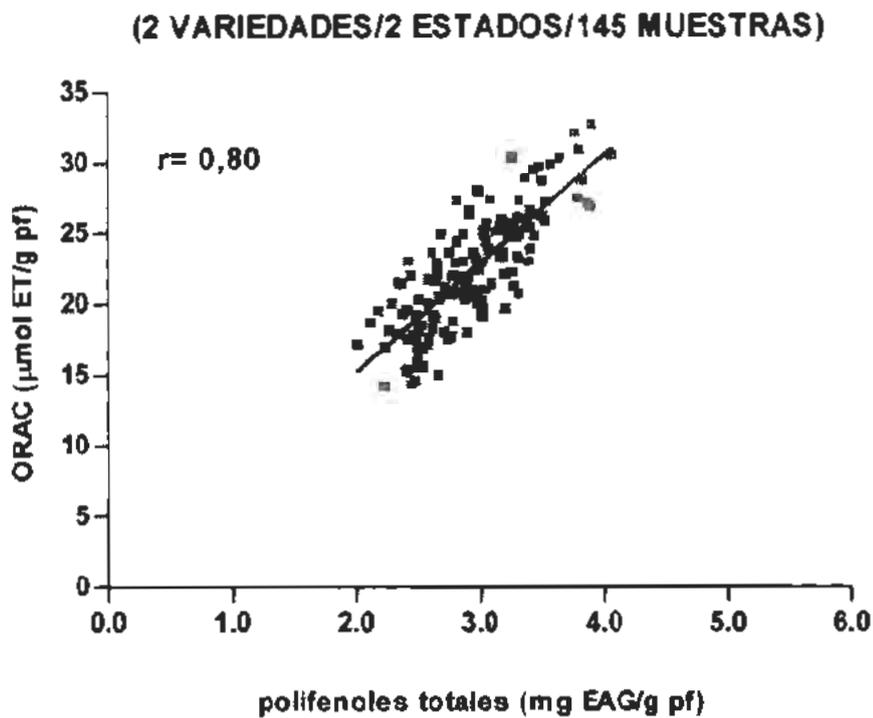


Figura 3. Correlación entre polifenoles totales y ORAC en 145 muestras de frambuesa.

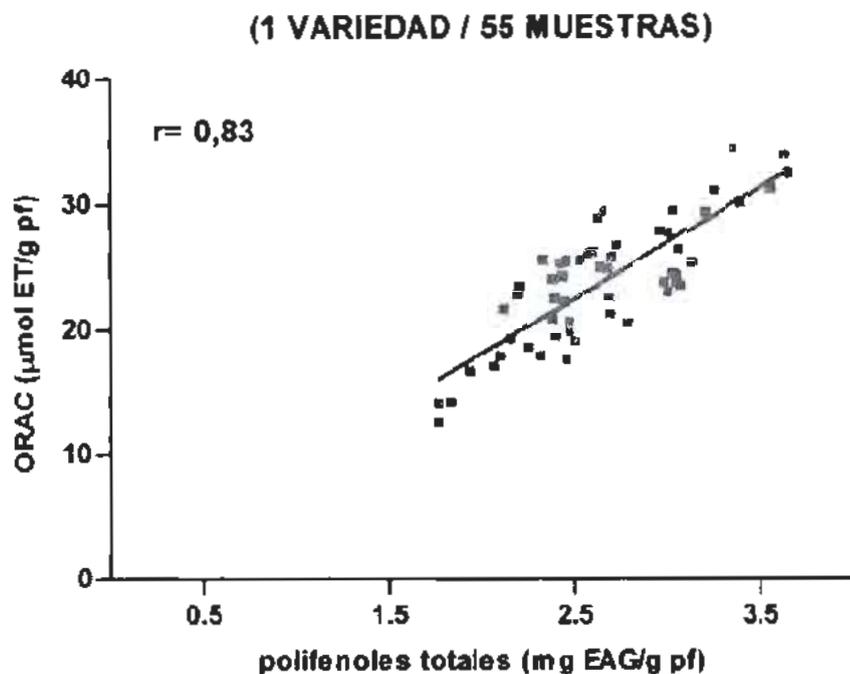


Figura 4. Correlación entre polifenoles totales y ORAC en 55 muestras de frutilla.

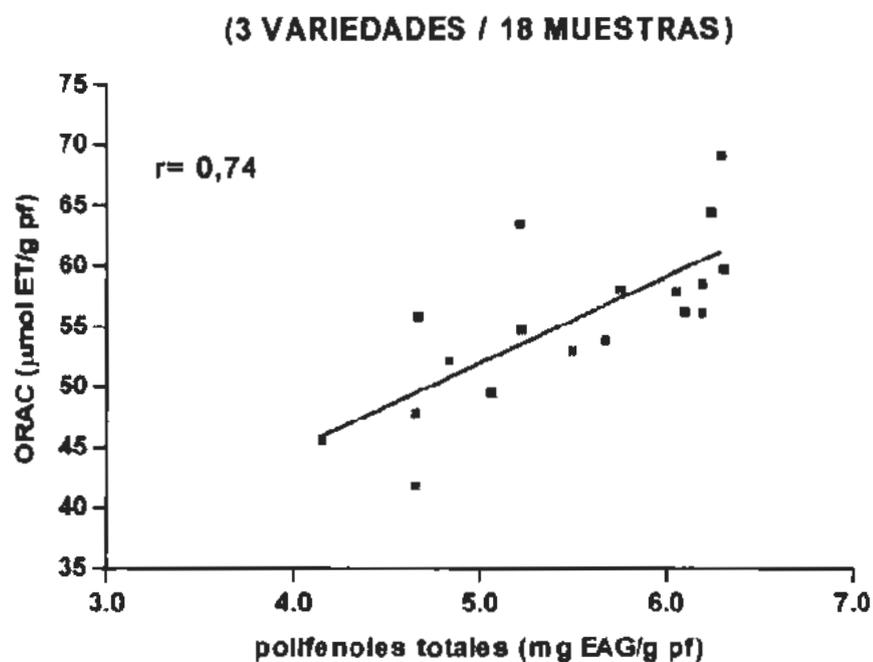


Figura 5. Correlación entre polifenoles totales y ORAC en 18 muestras de mora.

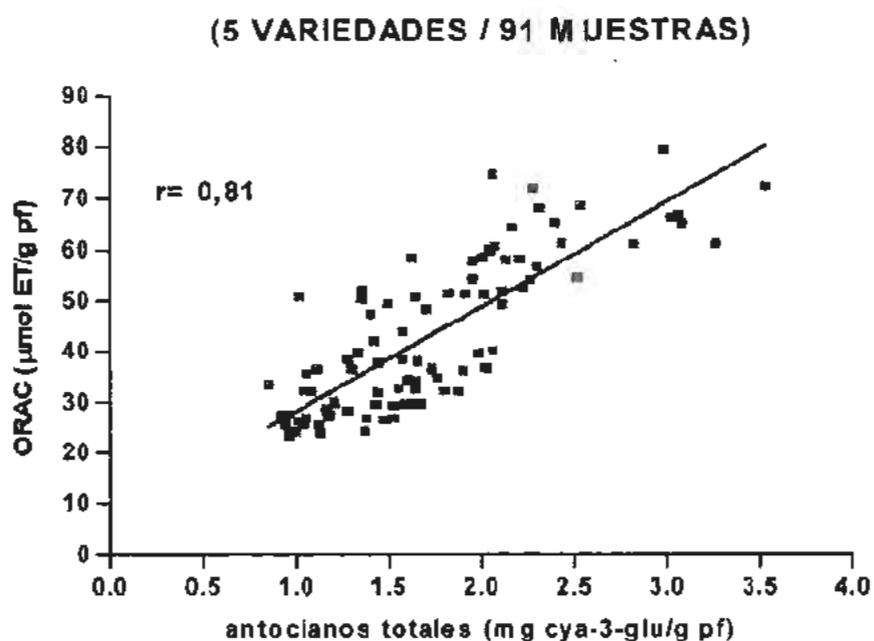


Figura 6. Correlación entre antocianos totales y ORAC en 91 muestras de arándano.

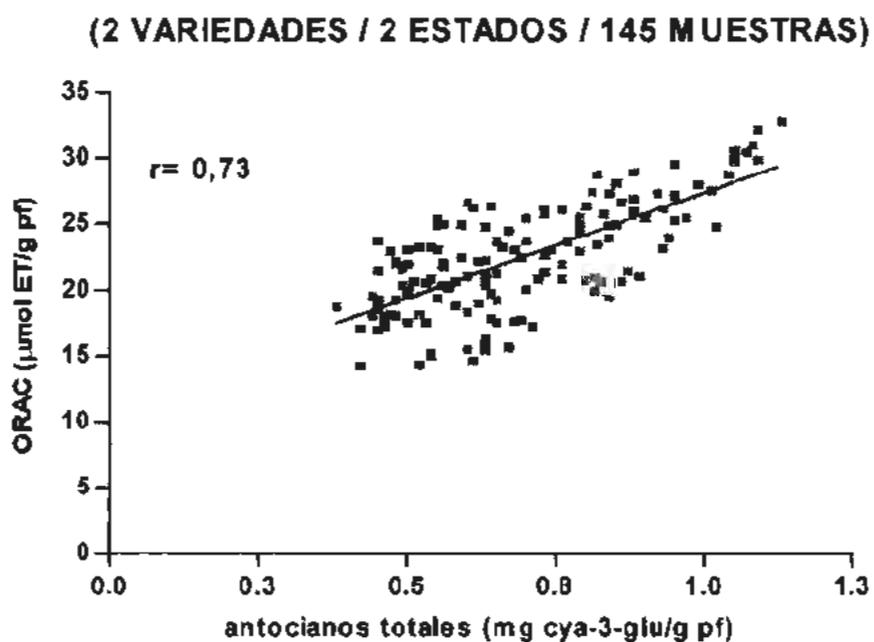


Figura 7. Correlación entre antocianos totales y ORAC en 145 muestras de frambuesa.

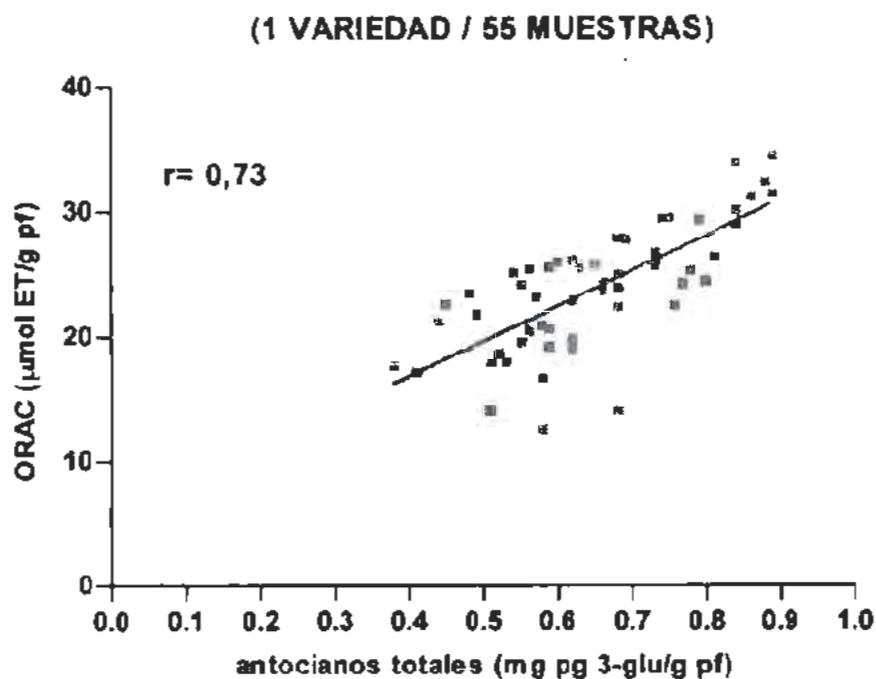


Figura 8. Correlación entre antocianos totales y ORAC en 55 muestras de frutilla.

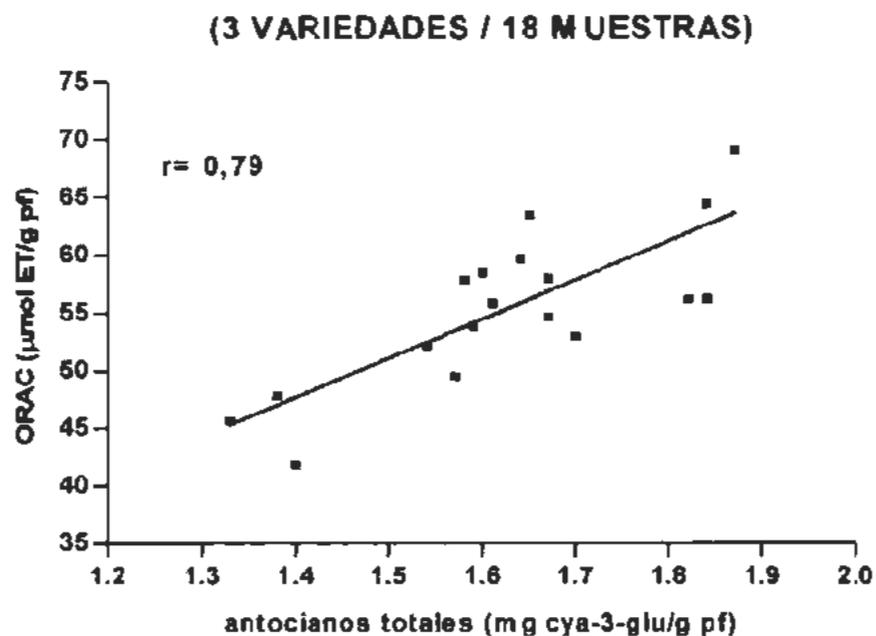


Figura 9. Correlación entre antocianos totales y ORAC en 18 muestras de mora.

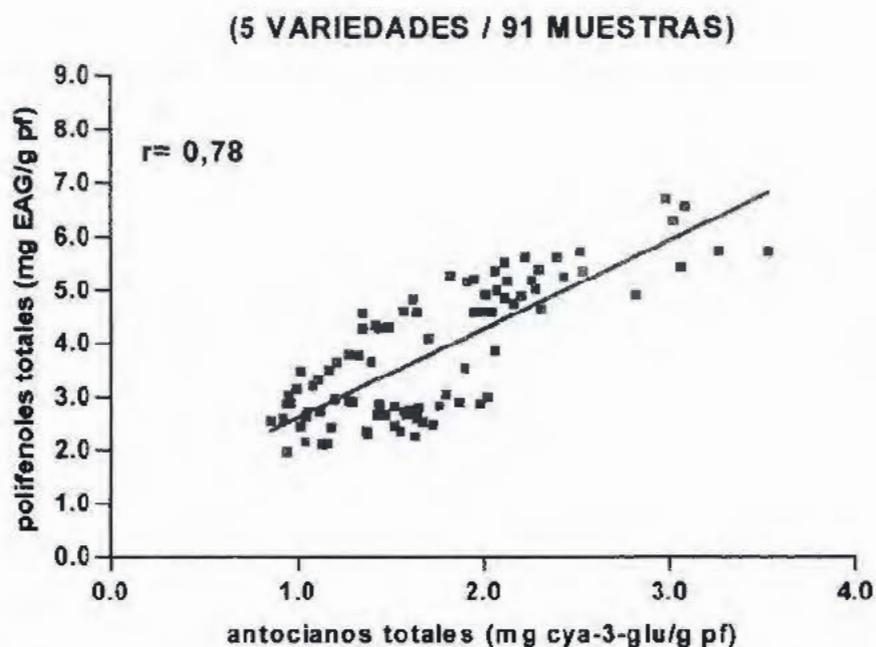


Figura 10. Correlación entre antocianos totales y polifenoles totales en 91 muestras de arándano.

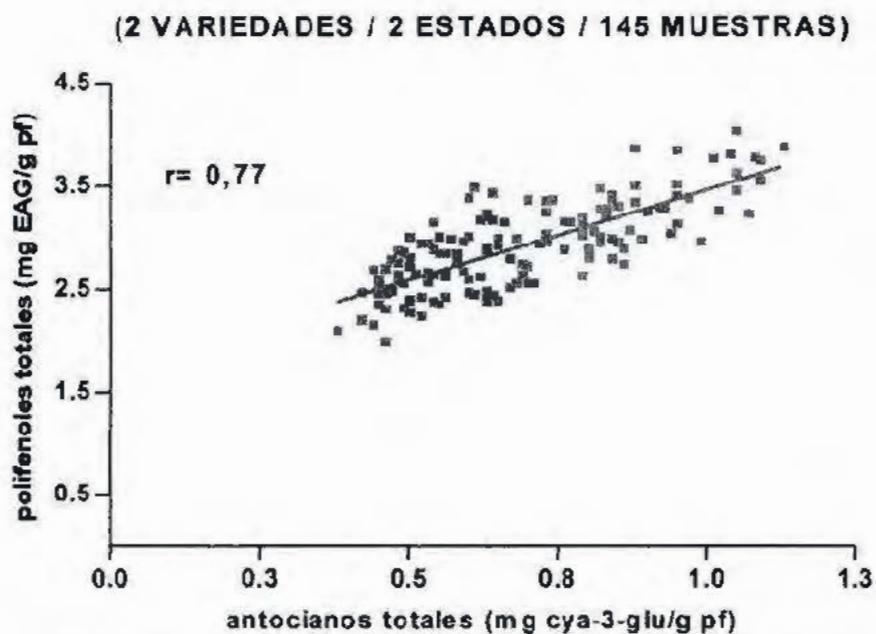


Figura 11. Correlación entre antocianos totales y polifenoles totales en 145 muestras de frambuesa.

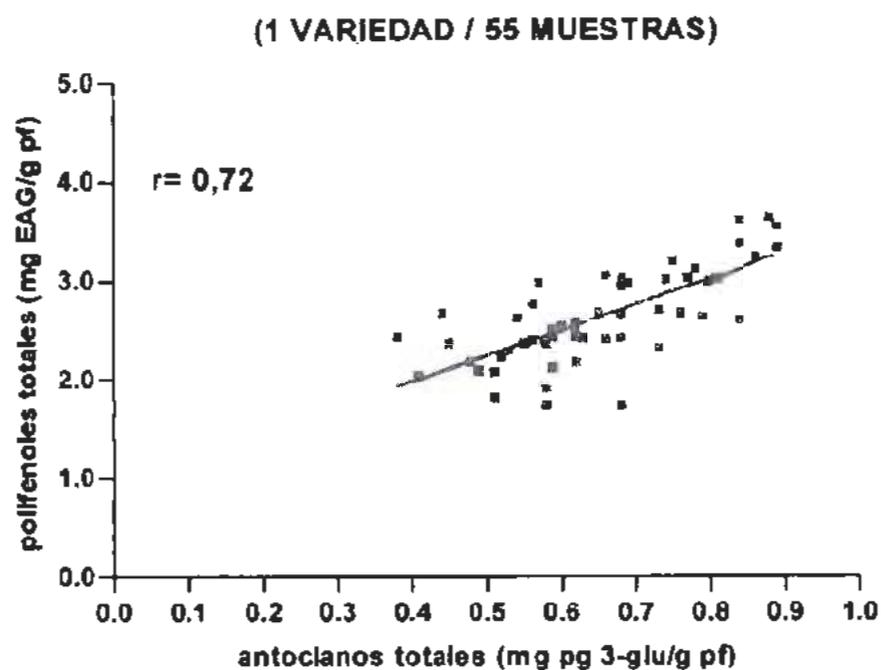


Figura 12. Correlación entre antocianos totales y polifenoles totales en 55 muestras de frutilla.

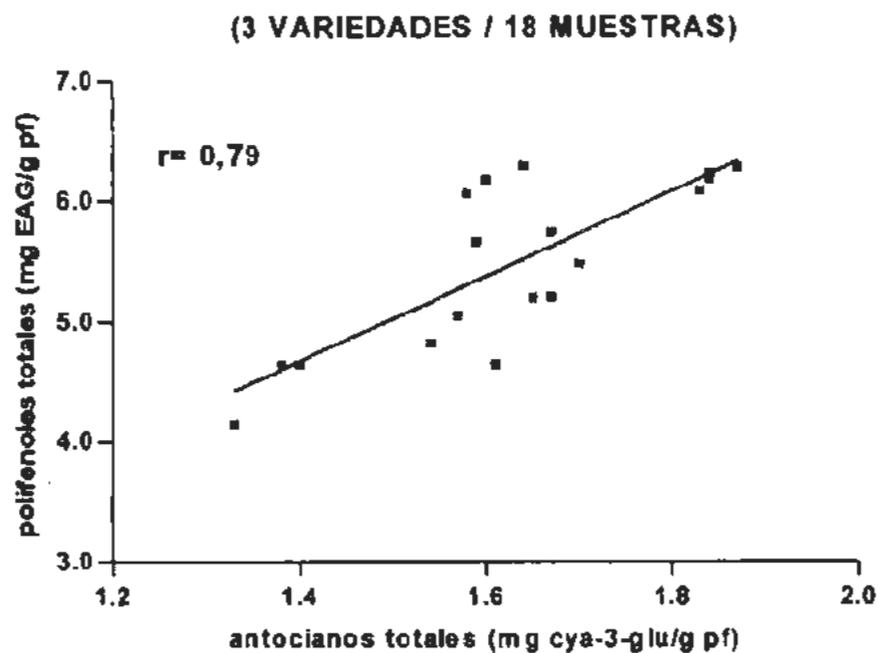


Figura 13. Correlación entre antocianos totales y polifenoles totales en 18 muestras de mora.

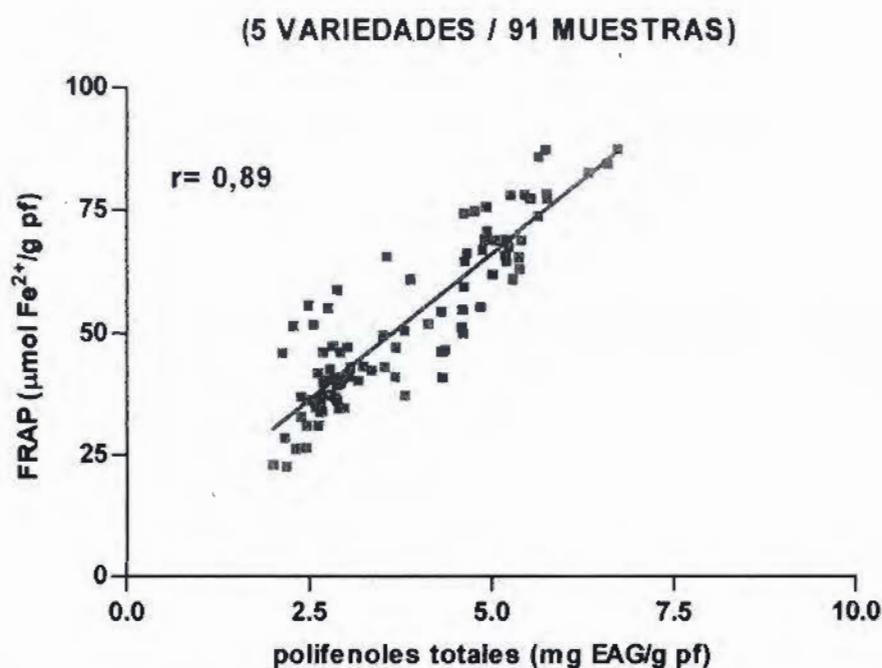


Figura 14. Correlación entre polifenoles totales y FRAP en 91 muestras de arándano.

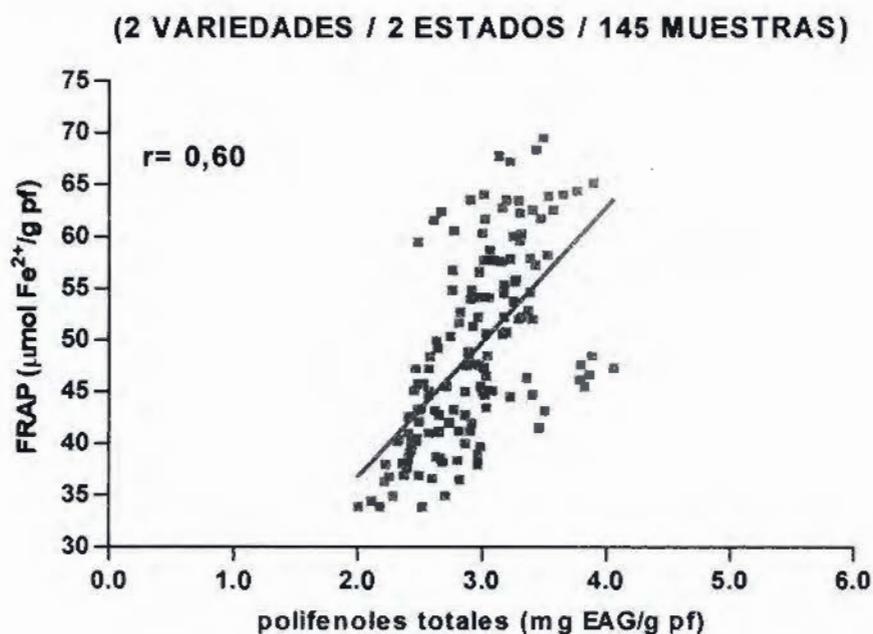


Figura 15. Correlación entre polifenoles totales y FRAP en 145 muestras de frambuesa.

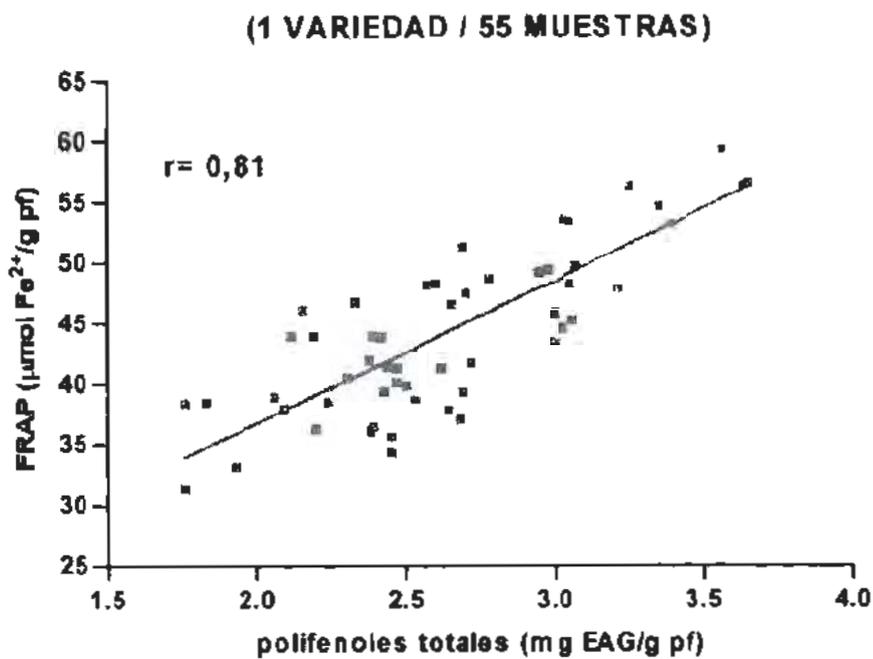


Figura 16. Correlación entre polifenoles totales y FRAP en 55 muestras de frutilla.

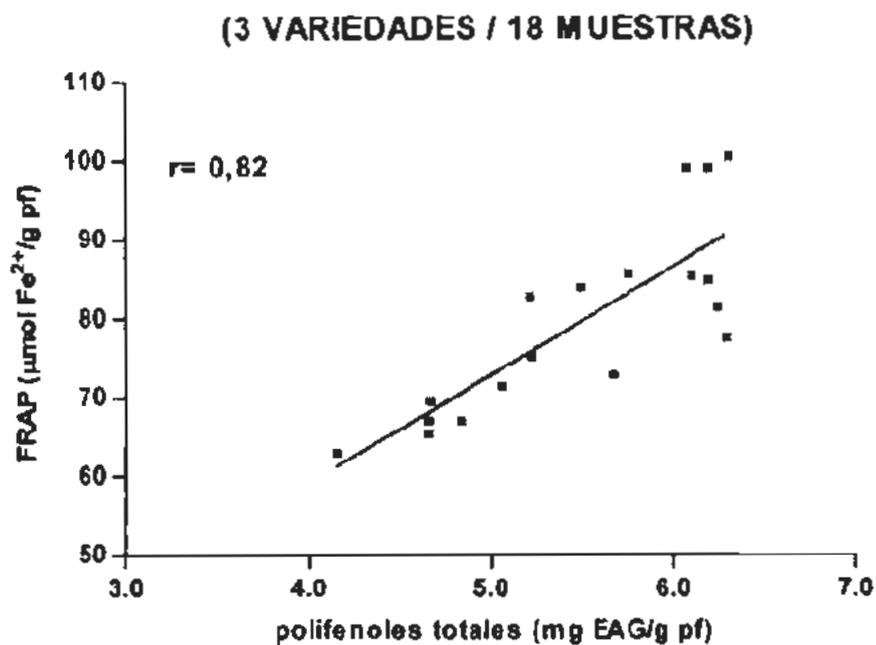


Figura 17. Correlación entre polifenoles totales y FRAP en 18 muestras de mora.

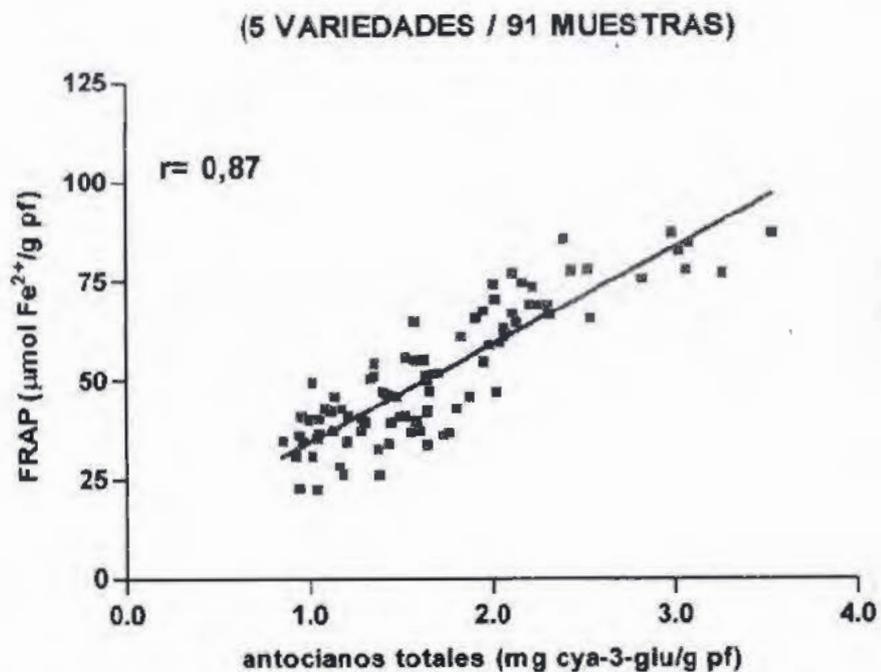


Figura 18. Correlación entre antocianos totales y FRAP en 91 muestras de arándano.

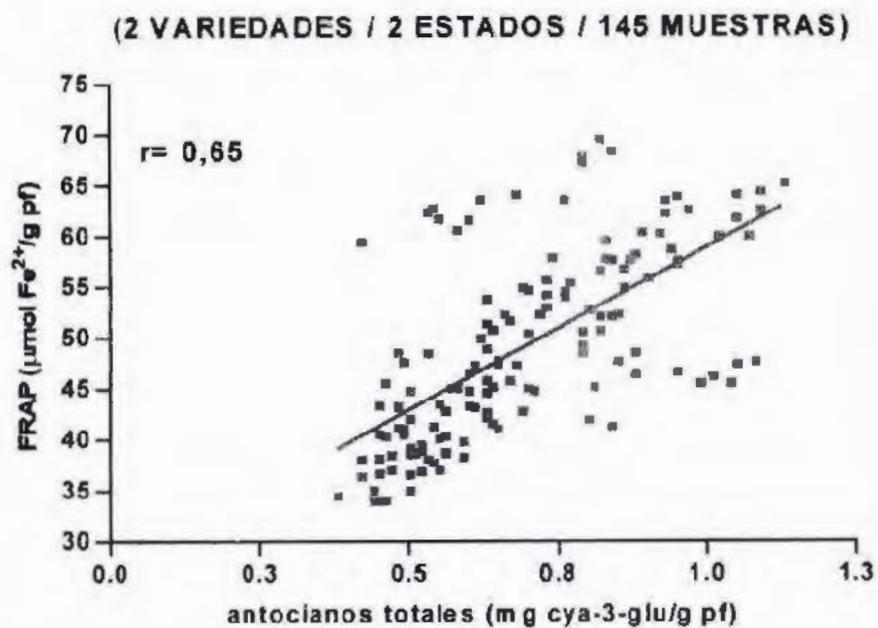


Figura 19. Correlación entre antocianos totales y FRAP en 145 muestras de frambuesa.

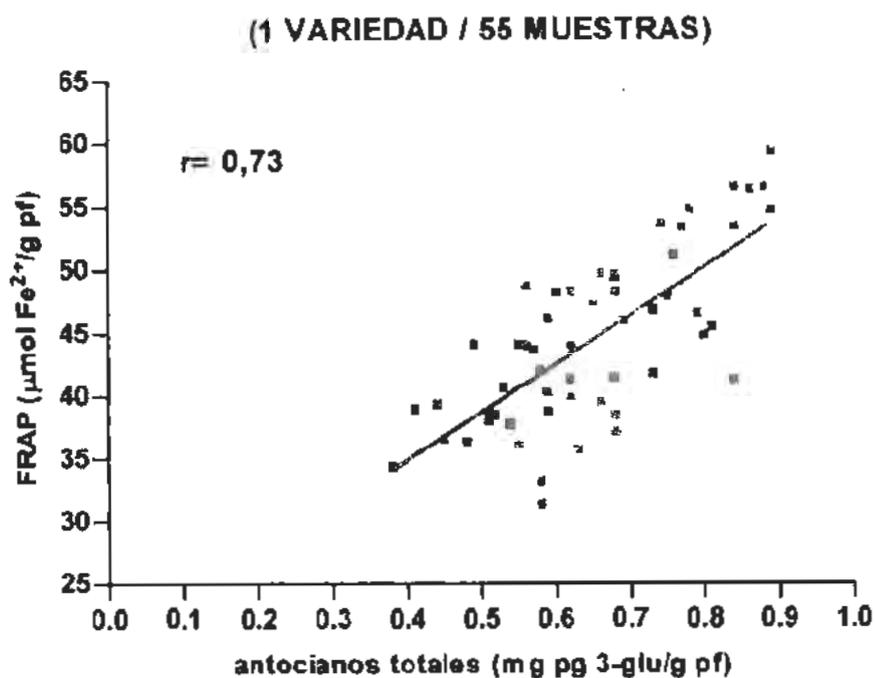


Figura 20. Correlación entre antocianos totales y FRAP en 55 muestras de frutilla.

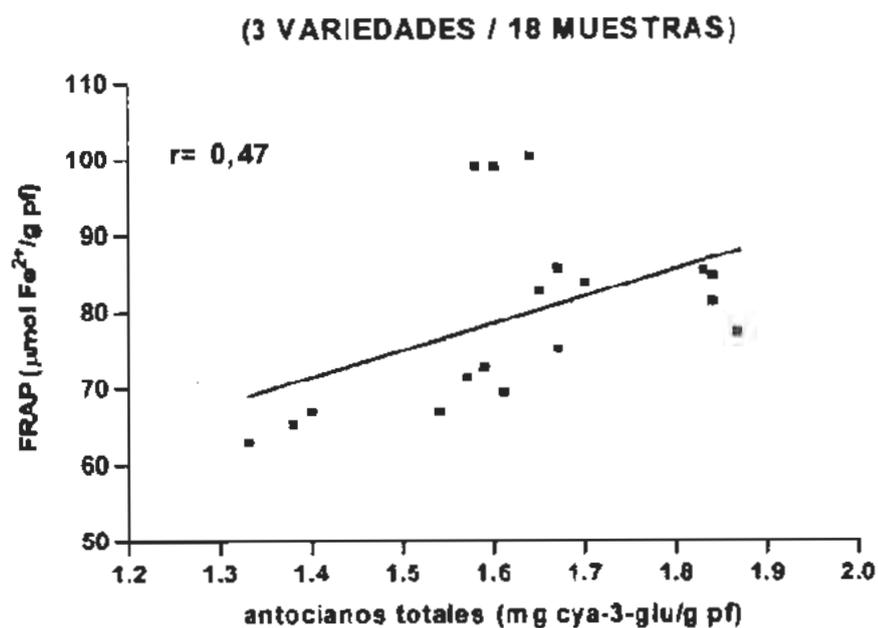


Figura 21. Correlación entre antocianos totales y FRAP en 18 muestras de mora.

Análisis de discriminantes. Dentro de cada especie se realizó análisis de discriminantes paso a paso, definiendo como variables dependientes las diferentes variedades. Las variables independientes fueron los parámetros antioxidantes analizados. A partir de los resultados obtenidos se confeccionaron gráficos entre las 2 primeras funciones discriminantes (FD1 v/s FD2).

Análisis de discriminantes para los parámetros antioxidantes medidos en arándanos.

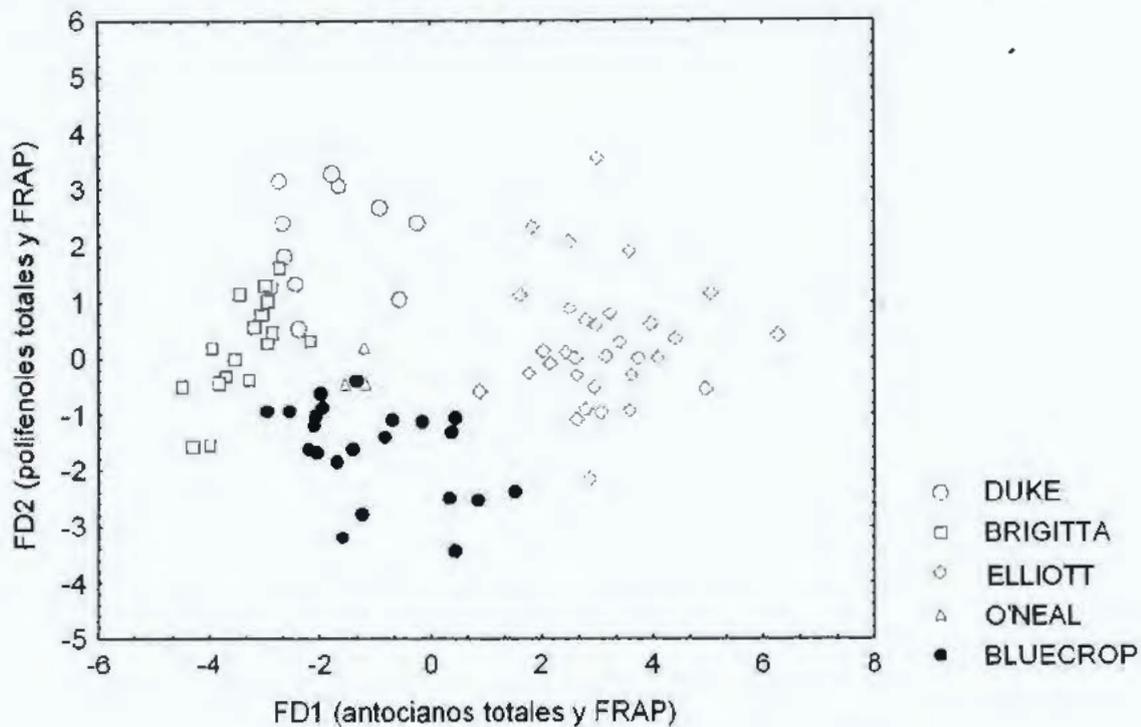


Figura 22. Diferenciación entre arándanos cultivados en Chile usando análisis de multivariantes basados en la selección de parámetros antioxidantes.

En la Figura 22 se observan 5 agrupaciones que corresponden a las 5 variedades estudiadas. El modelo explicó con una certeza del 95,6% la clasificación de las muestras de acuerdo a la variedades como indica el Cuadro 5, siendo las variables antocianos totales y FRAP las más relacionadas con la primera función discriminante, función que explicó el 77,9% de la varianza total de las muestras y las variables polifenoles totales y FRAP las más relacionadas con la segunda función discriminante, función que explicó el 13,4% de la varianza total de las muestras.

En relación a la primera función discriminante, las muestras de la variedad Elliott presentaron un comportamiento opuesto al resto de las variedades estudiadas.

Cuadro 5. Clasificación de las muestras de arándanos de distintas variedades de acuerdo con las funciones discriminantes obtenidas.

Grupo real	% correcto	Duke	Brigitta	Elliott	O'Neal	Bluecrop
Duke	90,9	10	1	0	0	0
Brigitta	100,0	0	19	0	0	0
Elliott	100,0	0	0	36	0	0
O'Neal	66,7	0	0	0	2	1
Bluecrop	90,9	0	1	0	1	20
Total	95,6	10	21	36	3	21

Análisis de discriminantes para los parámetros del contenido antioxidante medidos en arándanos.

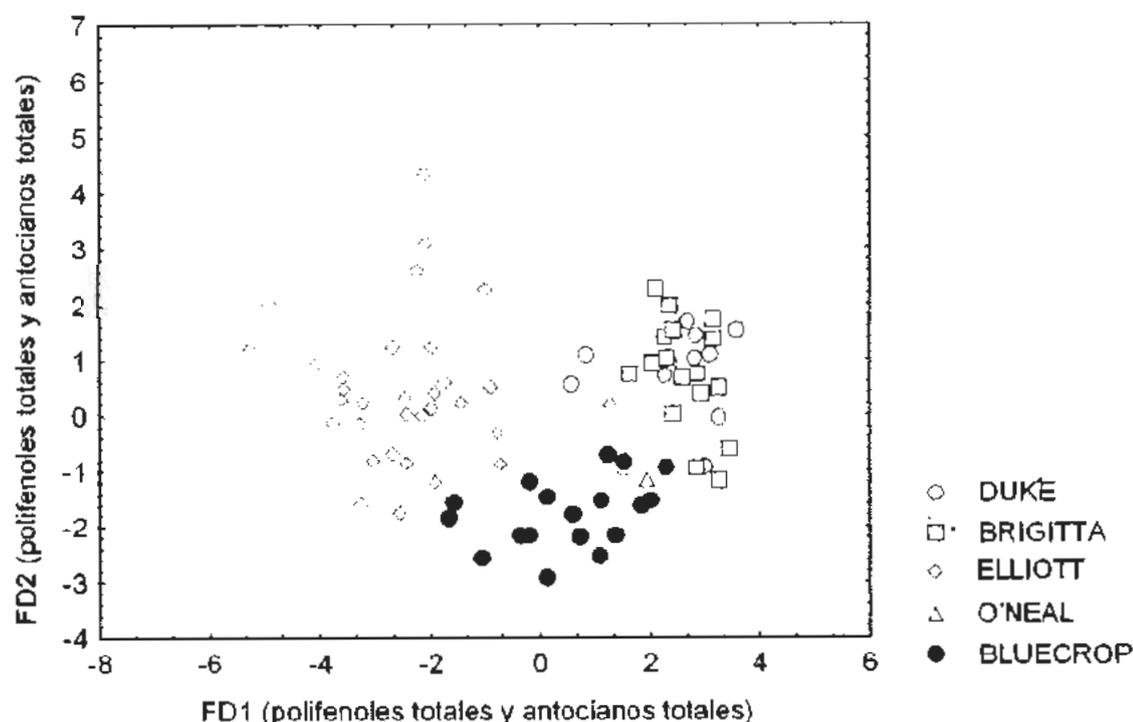


Figura 23. Diferenciación entre arándanos cultivados en Chile usando análisis de multivariantes basados en la selección de contenidos de antioxidantes.

En la Figura 23 se observan 3 agrupaciones que corresponden a las 5 variedades estudiadas. A lo largo de la función discriminante 1 se observa una agrupación que incluye a las variedades Duke, Brigitta y O'Neal, esto se debe a que estas variedades no presentaron diferencias significativas para los contenidos de polifenoles totales y ácido ascórbico y por otro lado mostraron resultados similares en cuanto a antocianos totales (Duke y Brigitta) y taninos totales (O'Neal y Brigitta; Duke y Brigitta). Frente a esto, el modelo explicó con una certeza del

87,9% la clasificación de las muestras de acuerdo a las variedades como indica el Cuadro 6, siendo las variables polifenoles totales y antocianos totales las más relacionadas con ambas funciones discriminantes, que explicaron el 70,9% y 14,3% de la varianza total de las muestras, respectivamente.

Cuadro 6. Clasificación de las muestras de arándanos de distintas variedades de acuerdo con las funciones discriminantes obtenidas.

Grupo real	% correcto	Duke	Brigitta	Elliott	O'Neal	Bluecrop
Duke	63,6	7	4	0	0	0
Brigitta	94,7	1	18	0	0	0
Elliott	97,2	0	0	35	0	1
O'Neal	66,6	0	0	0	2	1
Bluecrop	81,8	0	1	2	1	18
Total	87,9	8	23	37	3	20

Análisis de discriminantes para los grupos de compuestos fenólicos medidos en arándanos (polifenoles totales, antocianos totales y taninos totales).

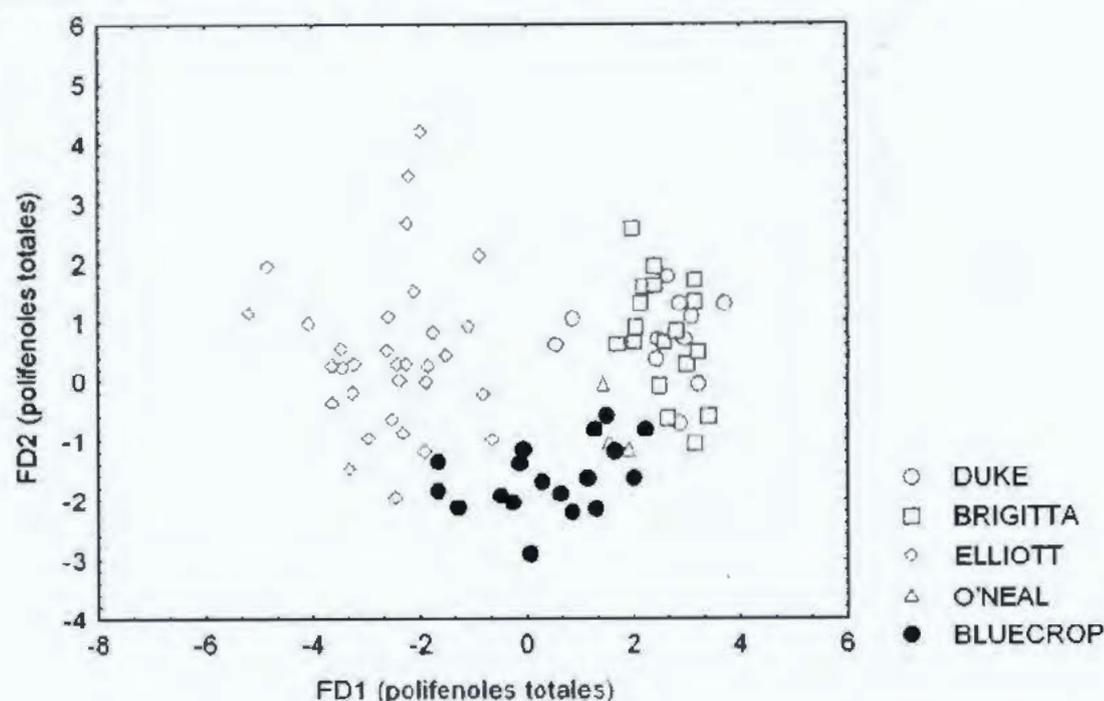


Figura 24. Diferenciación entre arándanos cultivados en Chile usando análisis de multivariantes basados en la selección de los contenidos de compuestos fenólicos (polifenoles totales, antocianos totales y taninos totales).

En la Figura 24 se observan 3 agrupaciones que corresponden a las 5 variedades estudiadas. A lo largo de la función discriminante 1 se observa una agrupación que nuevamente incluye a las variedades Duke, Brigitta y O'Neal. Frente a esto, el

modelo explicó con una certeza del 83,5% la clasificación de las muestras de acuerdo a la variedades y no permitió la clasificación de la variedad O'Neal como indica el Cuadro 7, siendo la variable polifenoles totales la más relacionada con ambas funciones discriminantes, que explicaron el 76,8% y 15,12% de la varianza total de las muestras, respectivamente.

Cuadro 7. Clasificación de las muestras de arándanos de distintas variedades de acuerdo con las funciones discriminantes obtenidas.

Grupo real	% correcto	Duke	Brigitta	Elliott	O'Neal	Bluecrop
Duke	27,3	3	8	0	0	0
Brigitta	94,7	1	18	0	0	0
Elliott	97,2	0	0	35	0	1
O'Neal	0,0	0	1	0	0	2
Bluecrop	90,9	0	1	1	0	20
Total	83,5	4	28	36	0	23

Análisis de discriminantes para los parámetros antioxidantes medidos en moras.

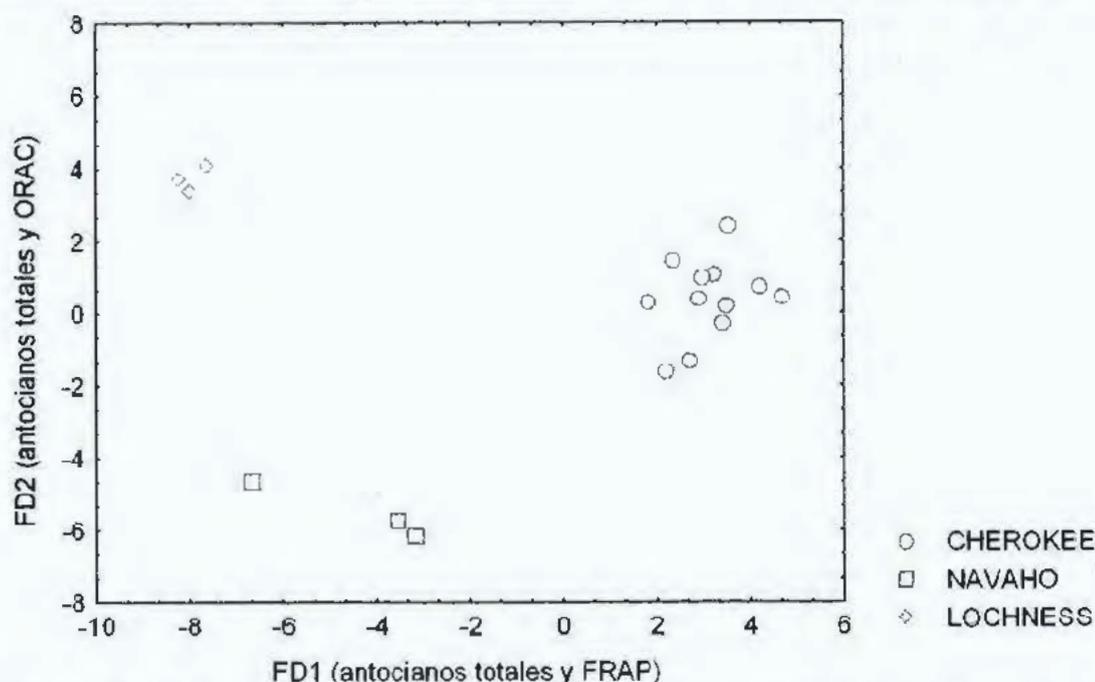


Figura 25. Diferenciación entre moras cultivadas en Chile usando análisis de multivariantes basados en la selección de parámetros antioxidantes.

En la Figura 25 se observan 3 agrupaciones que corresponden a las 3 variedades estudiadas. El modelo explicó con una certeza del 100% la clasificación de las muestras de acuerdo a la variedades como indica el Cuadro 8, siendo las variables antocianos totales y FRAP las más relacionadas con la primera función discriminante, función que explicó el 77,5% de la varianza total de las muestras y

las variables antocianos totales y ORAC las más relacionadas con la segunda función discriminante que explicó el 22,5% de la varianza total de las muestras.

Cuadro 8. Clasificación de las muestras de arándanos de distintas variedades de acuerdo con las funciones discriminantes obtenidas.

Grupo real	% correcto	Cherokee	Navaho	Loch Ness
Cherokee	100,0	12	0	0
Navaho	100,0	0	3	0
Loch Ness	100,0	0	0	3
Total	100,0	12	3	3

Análisis de discriminantes para los parámetros del contenido antioxidante medidos en moras.

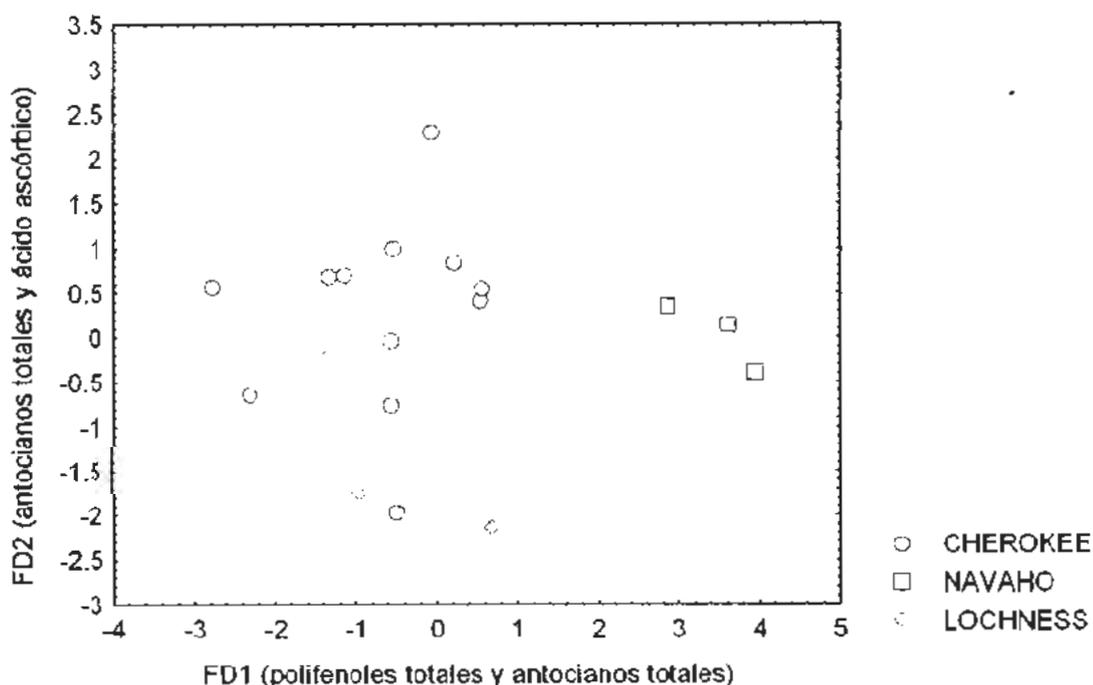


Figura 26. Diferenciación entre moras cultivadas en Chile usando análisis de multivariantes basados en la selección de contenidos de antioxidantes.

En la Figura 26 se observan 2 agrupaciones que corresponden a las 3 variedades estudiadas. Las variedades Cherokee y Loch Ness se observan dentro de la misma agrupación, ya que no presentaron diferencias significativas para ninguno de los parámetros de contenidos de antioxidantes evaluados, presentando sólo diferencias significativas para las determinaciones de FRAP. El modelo explicó con una certeza del 88,9% como indica el Cuadro 9, siendo las variables polifenoles totales y antocianos totales las más relacionadas con la función discriminante 1, función que explicó el 87,1% de la varianza total de las muestras y las variables antocianos totales y ácido ascórbico las variables más

relacionadas a la función discriminante 2, que explicó el 12,9% de la varianza total de las muestras.

Cuadro 9. Clasificación de las muestras de arándanos de distintas variedades de acuerdo con las funciones discriminantes obtenidas.

Grupo real	% correcto	Cherokee	Navaho	Loch Ness
Cherokee	91,6	11	0	1
Navaho	100,0	0	3	0
Loch Ness	66,7	1	0	2
Total	88,9	12	3	3

Análisis de discriminantes para los grupos de compuestos fenólicos medidos en moras. (polifenoles totales, antocianos totales y taninos totales)

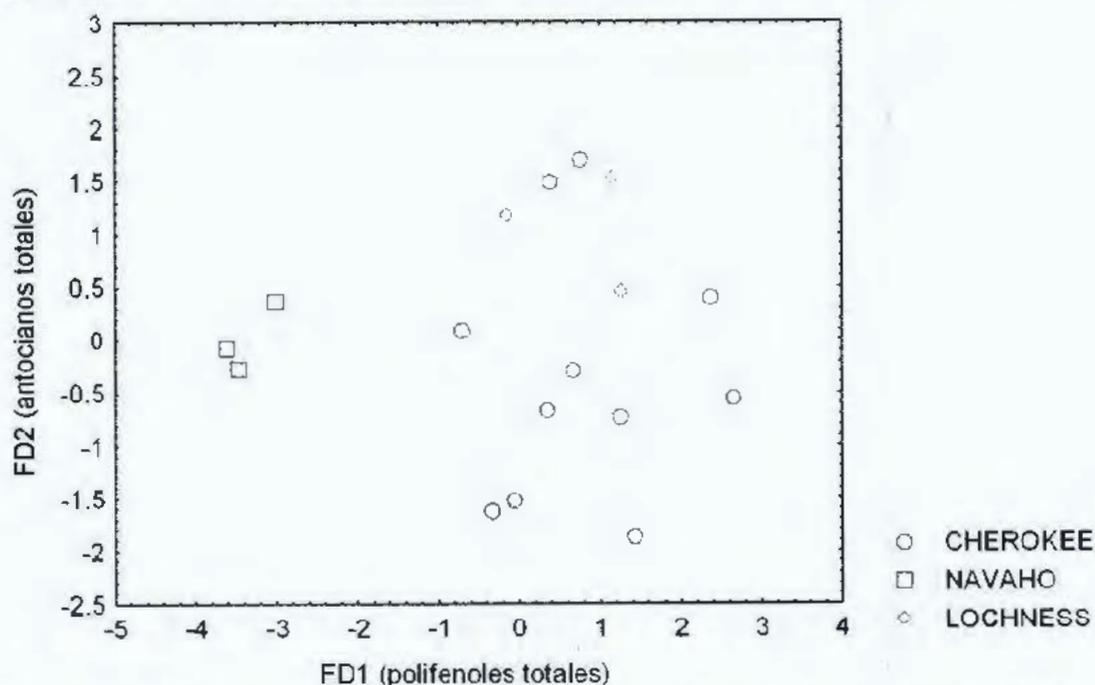


Figura 27. Diferenciación entre arándanos cultivados en Chile usando análisis de multivariados basados en la selección de los contenidos de compuestos fenólicos (polifenoles totales, antocianos totales y taninos totales).

En la Figura 27 se observan 2 agrupaciones que corresponden a las 3 variedades estudiadas con una mayor dispersión de las muestras en relación a su centroide que en las figuras anteriores. El modelo explicó con una certeza del 77,8% la clasificación de las muestras de acuerdo a las variedades como indica el Cuadro 10, siendo la variable polifenoles totales la más relacionada con la función discriminante 1, función que explicó el 90,8% de la varianza total de las muestras, y la variable antocianos totales las más relacionada con la función discriminante 2, que explicó el 9,5% de la varianza total de las muestras.

Cuadro 10. Clasificación de las muestras de arándanos de distintas variedades de acuerdo con las funciones discriminantes obtenidas.

Grupo real	% correcto	Cherokee	Navaho	Loch Ness
Cherokee	83,3	10	0	2
Navaho	100,0	0	3	0
Loch Ness	33,3	2	0	1
Total	77,8	12	3	3

En relación al análisis de discriminantes es posible concluir que la selección de todos los parámetros antioxidantes (contenidos y capacidad antioxidante) permitió la clasificación más exacta de las muestras de acuerdo a su variedad.

La exclusión de los parámetros de capacidad antioxidantes disminuyó el porcentaje de clasificación de las muestras de acuerdo a la variedad.

Para frutillas y frambuesas no se pudo realizar este tipo de análisis ya que se requieren a lo menos tres variables dependientes.

Caracterización de compuestos flavonoles, flavanoles y ácidos fenólicos en berries cultivados en Chile

En la actualidad, existe un interés creciente por el carácter funcional de los alimentos dado que éstos promueven beneficios sobre la salud que se extienden más allá de una mera sobrevivencia. Dentro de los principales beneficios sobre la salud está, la prevención y/o retraso de enfermedades crónicas para lo que existen una serie de estudios epidemiológicos que han demostrado consistentemente una clara relación entre el consumo de frutas y verduras y la reducción de la tasa de mortalidad por enfermedades cardíacas, cánceres, otras enfermedades degenerativas y los efectos del envejecimiento (Clydesdale, 2004). Dentro de las frutas, los frutos rojos o berries son los que se describen con mayores propiedades antioxidantes, principalmente por sus contenidos de polifenoles. Dado que el efecto de protección de estos frutos resulta de la acción de compuestos antioxidantes poco conocidos o bien de la acción de un "coctail" de antioxidantes presentes en los alimentos, el estudio acucioso del perfil fenólico de los berries se hace necesario (Halvorsen *et al.* 2002).

Desde el punto de vista de calidad de los alimentos, el perfil fenólico de ciertas especies obtenido mediante HPLC podría presentarse como una herramienta para detectar adulteraciones por la incorporación de especies más baratas o algunos aditivos a productos agroindustriales como jugos, mermeladas, entre otros (Silva *et al.*, 2000).

Dado que la composición fenólica de los frutos se ve afectada por aspectos varietales se esperaría que existiesen diferencias en las distintas especies y variedades de berries cultivados en Chile.

A continuación se presentan los resultados de la caracterización de los contenidos de flavonoles, flavanoles y ácidos fenólicos de muestras de arándanos, frambuesas, frutillas y moras, y las diferencias entre berries cultivados en Chile basados en la selección de los compuestos fenólicos determinados.

Resultados analíticos. El perfil polifenólico obtenido mediante HPLC-DAD a 280 nm para muestras de arándanos se observa en la Figura 1. La identificación de los compuestos correspondientes a los picks observados en la figura, fueron asignados en base a su espectro de absorción y tiempo de retención y las muestras analizadas presentaron en general la misma composición cualitativa con proporciones diferentes de áreas de picks.

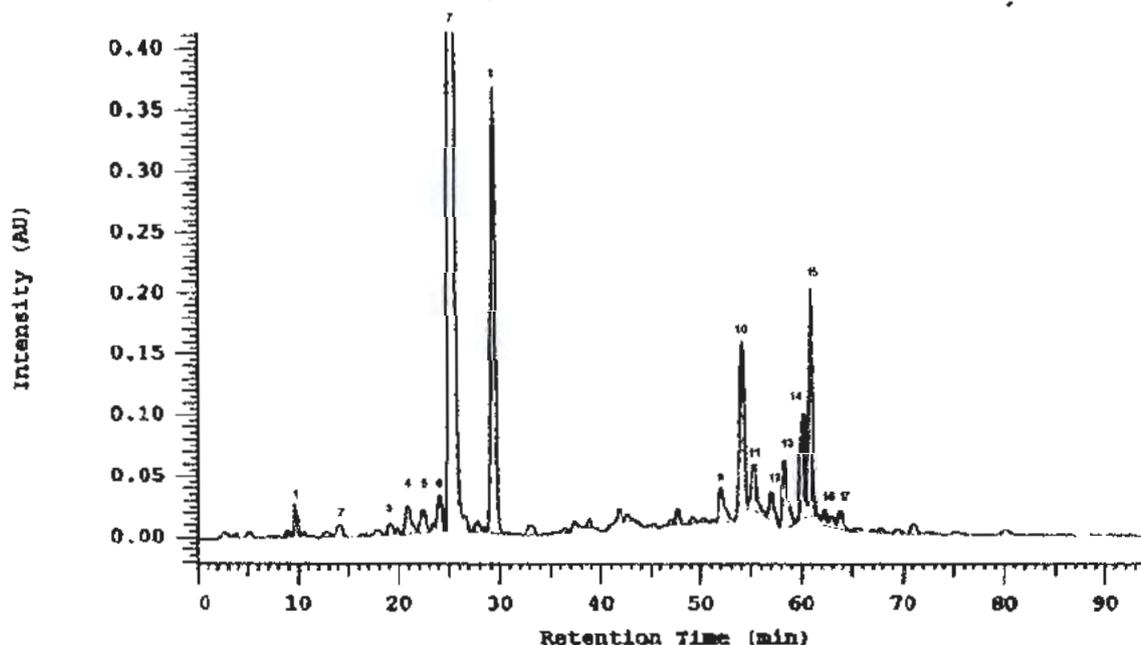


Figura 1. Perfil polifenólico de una muestra tipo de arándano, donde los picks correspondieron a: (1) ácido protocatéquico, (2) catequina, (3) procianidina, (4) ácido cafeico *cis*, (5) ácido cafeico *trans*, (6) ácido ortocumárico, (7) glicósido de flavonol (8) – (16) flavonoles, (17) quercetina.

Los resultados analíticos de la cuantificación de los compuestos identificados se indica en el Cuadro 1, donde los compuestos fenólicos de las muestras de arándanos se clasificaron en 7 grupos: el ácido protocatéquico, la catequina, los derivados de catequina que incluyeron a la procianidina, el ácido cafeico en sus formas isoméricas *cis* y *trans*, el ácido ortocumárico, la quercetina y los derivados de la quercetina correspondientes a flavonoles libres y glicósido de flavonol.

Cuadro 1. Contenidos de flavonoles, flavanoles y ácidos fenólicos en diferentes variedades de arándanos cultivadas en Chile.

Parámetro	Variedades de arándanos				
	O'Neal n = 3	Duke n = 11	Bluecrop n = 22	Brigitta n = 19	Elliott n = 36
Ac. protocatéquico	0,1 ± 0,1	0,0 ± 0,0	0,1 ± 0,1	0,1 ± 0,1	0,7 ± 0,2
Catequina	1,0 ± 0,3	2,5 ± 0,6	1,7 ± 0,3	1,1 ± 0,2	8,7 ± 1,2
Catequina derivados	2,1 ± 0,2	3,6 ± 0,7	4,5 ± 0,5	3,5 ± 0,4	7,3 ± 0,6
Ac. cafeico	12,4 ± 1,0	51,4 ± 11,7	61,6 ± 6,9	50,7 ± 7,2	288,3 ± 34,1
Ac. ortocumárico	2,9 ± 0,1	4,2 ± 0,6	7,9 ± 1,4	9,4 ± 1,4	31,3 ± 2,3
Quercetina	0,7 ± 0,7	0,5 ± 0,5	0,3 ± 0,2	0,01 ± 0,1	1,1 ± 0,2
Quercetina derivados	155,4 ± 3,0	139,0 ± 22,1	138,1 ± 13,1	122,1 ± 11,3	343,9 ± 20,6

Ac. protocatéquico se expresa en mg kg⁻¹ pf; catequina en mg kg⁻¹ pf; catequina derivados en mg catequina kg⁻¹ pf; ác. cafeico en mg kg⁻¹ pf; ác. ortocumárico en mg ácido p-cumárico kg⁻¹ pf; quercetina en mg kg⁻¹ pf y quercetina derivados en mg quercetina kg⁻¹ pf. Los valores corresponden al promedio de la variedad ± SEM (error estándar de la media).

En el Cuadro 1 se observa que todas las variedades presentaron los compuestos identificados, a excepción de la variedad Duke en que no se observó la presencia de ácido protocatéquico. La variedad Elliott presentó las mayores concentraciones para todos los compuestos determinados, mientras que O'Neal presentó las concentraciones más bajas de catequina y sus derivados, ácido cafeico y ácido ortocumárico, lo que se tradujo en el menor contenido de polifenoles en relación a las otras variedades estudiadas (Figura 2).

Los contenidos de catequina, quercetina y ácido cafeico para la variedad Bluecrop fueron inferiores a los descritos por Taruscio *et al.* 2004 quienes determinaron 58,3; 81,0 y 223 mg kg⁻¹, respectivamente para esta variedad. Los contenidos de ácido p-cumárico en este estudio fueron superiores a los descritos por los mismos autores (5, 3 mg kg⁻¹).

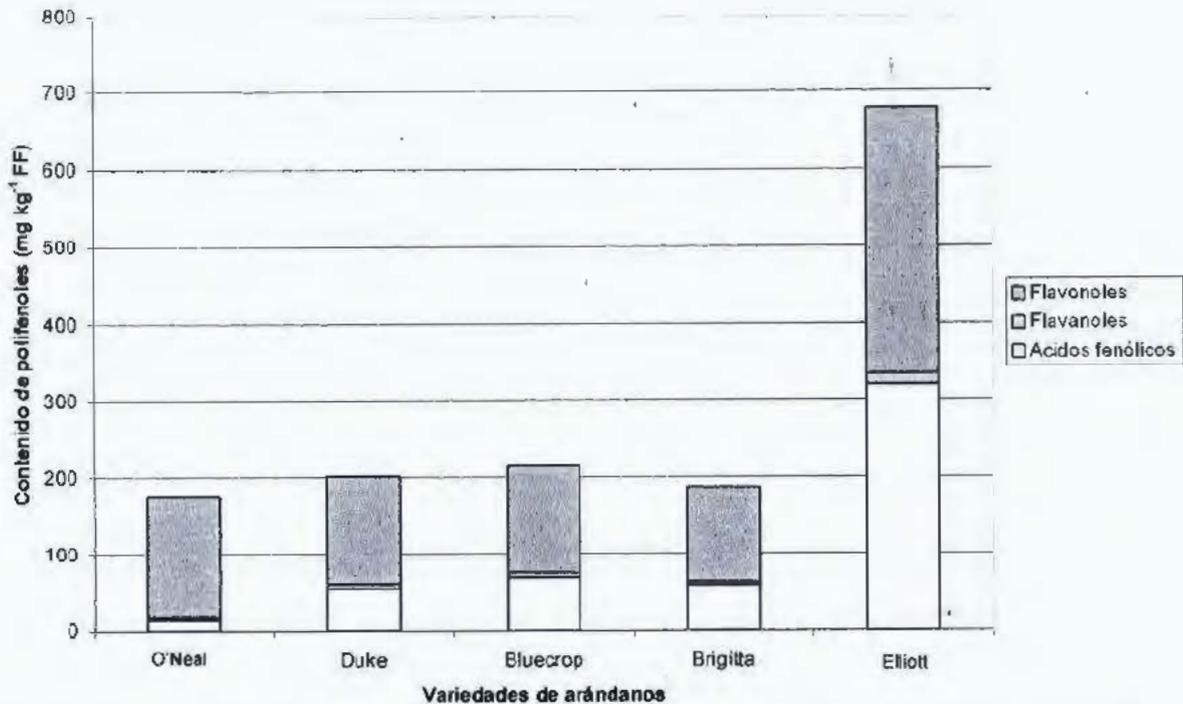


Figura 2. Contribución de flavonoles, flavanoles y ácidos fenólicos al perfil polifenólico de 5 variedades de arándanos.

Las mayores diferencias en el contenido de polifenoles y la importancia relativa de los tres grupos de compuestos determinados para las diferentes variedades de arándanos se observa en la Figura 2. Para las variedades O'Neal, Duke, Bluecrop y Brigitta, la mayor parte de su contenido polifenólico se presentó como flavonoles (65-89%), mientras que para la variedad Elliott, el contenido de estos compuestos fue similar al de ácidos fenólicos (50 y 49%, respectivamente). Frente a esto, la mayor actividad antioxidante que presentó Elliott respecto a las otras variedades estudiadas se podría deber a sus contenidos de ácido cafeico, descrito como un compuesto de gran actividad antioxidante en relación a otros ácidos fenólicos (Simonetti *et al.* 2002; Kikuzaki *et al.*, 2002; Sellapan *et al.* 2002; Zuo *et al.* 2002; Zheng y Wang, 2003).

La catequina y sus derivados fueron los compuestos con menor importancia relativa para todas las variedades de arándanos. Estas diferencias en la distribución de los compuestos para cada variedad podría ser importante en relación a los efectos beneficios sobre la salud a los que éstos se asocian (Taruscio *et al.* 2004).

Análisis de discriminantes. Dentro de cada especie se realizó análisis de discriminantes paso a paso definiendo como variables dependientes las diferentes variedades. Las variables independientes fueron los diferentes compuestos flavonoles, flavanoles y ácidos fenólicos determinados. A partir de los resultados obtenidos se confeccionaron gráficos entre las 2 primeras funciones discriminantes (FD1 v/s FD2).

Para el análisis de multivariables realizado para variedades en arándanos se excluyó los contenidos de ácido protocatéquico y quercetina por no presentarse varianza en los datos observados. La representación en dos dimensiones resultante del análisis se observa en la Figura 3.

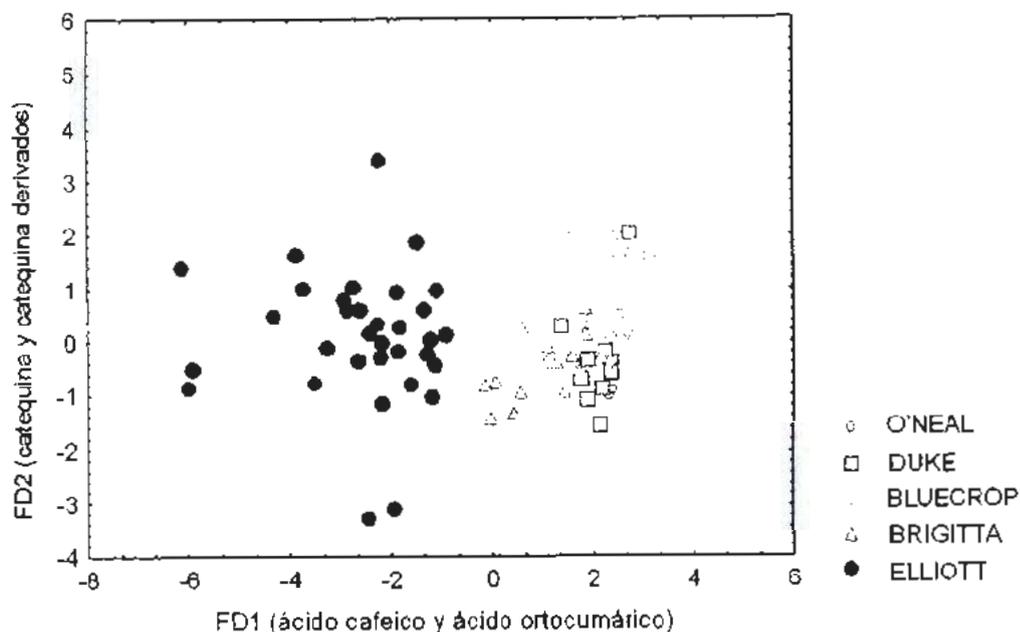


Figura 3. Diferenciación entre arándanos de distintas variedades cultivadas en Chile usando análisis de multivariables basados en la selección de contenidos de flavonoles, flavanoles y ácidos fenólicos.

En la Figura 3 se observa que las muestras se encuentran muy cercanas a su respectivo centroide lo que implica una baja dispersión de las mismas en relación a su variedad, para las variables que las definen. De manera similar a los resultados obtenidos para el análisis de multivariantes con los parámetros antioxidantes, las muestras de la variedad Elliott presentaron un comportamiento opuesto al resto de las variedades, dado sus contenidos significativamente superiores de los diferentes compuestos determinados.

El modelo explicó con una certeza del 79,1% la clasificación de las muestras de arándano de acuerdo a su variedad como indica el Cuadro 2, siendo las variables ácido cafeico y ortocumárico las más relacionadas con la primera función discriminante, función que explicó el 92,9% de la varianza total de las muestras y las variables catequina y catequina derivados las más relacionadas con la segunda función discriminante, función que explicó el 4,7% de la varianza total de las muestras.

Cuadro 2. Clasificación de las muestras de arándanos de distintas variedades de acuerdo con las funciones discriminantes obtenidas.

Grupo real	% correcto	O'Neal	Duke	Bluecrop	Brigitta	Elliott
O'Neal	0,0	0	3	0	0	0
Duke	27,3	1	3	4	3	0
Bluecrop	81,8	0	0	18	4	0
Brigitta	78,9	1	0	3	15	0
Elliott	100,0	0	0	0	0	36
Total	79,1	2	6	25	22	36

El perfil polifenólico obtenido mediante HPLC-DAD a 280 nm para muestras de frambuesas se observa en la Figura 4. La identificación de los compuestos correspondientes a los picks observados en la figura, fueron asignados en base a su espectro de absorción y tiempo de retención y las muestras analizadas presentaron en general la misma composición cualitativa con proporciones diferentes de áreas de picks.

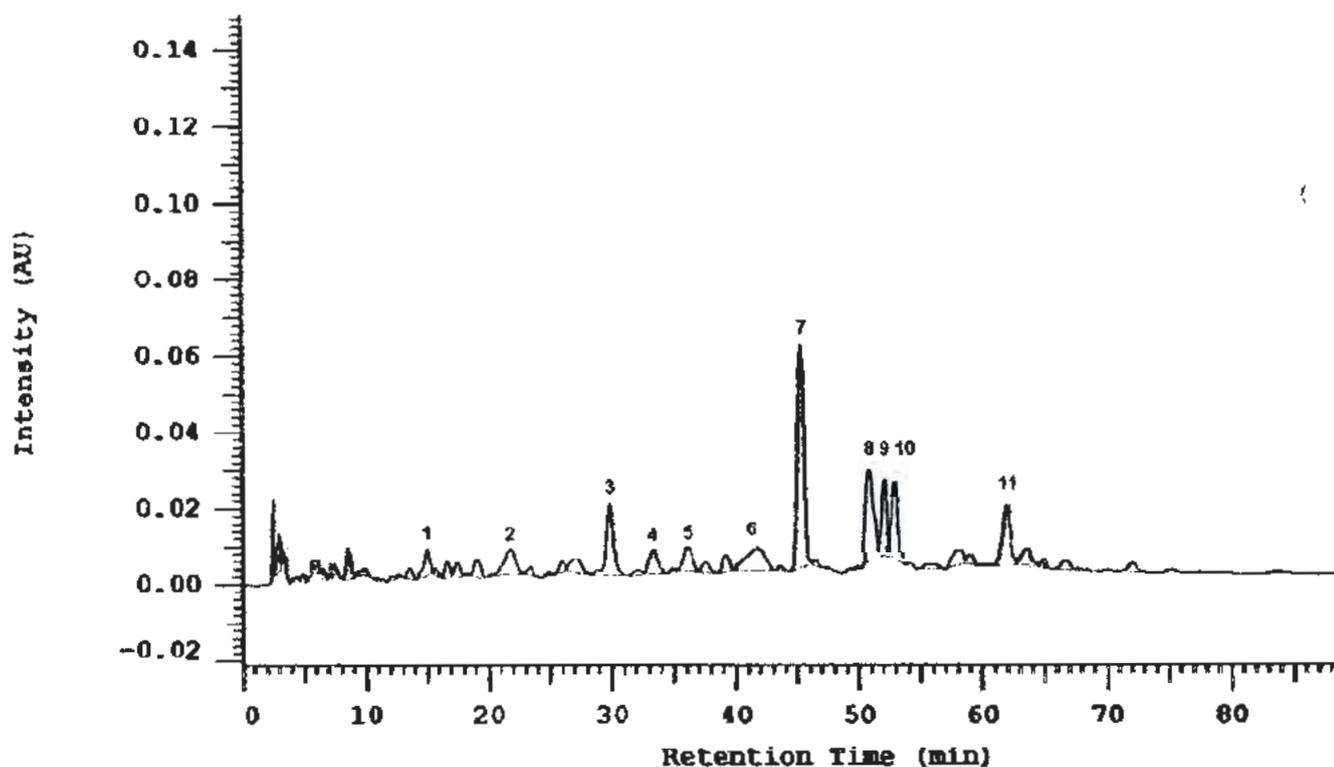


Figura 4. Perfil polifenólico de una muestra tipo de frambuesa, donde los picks correspondieron a: (1) ácido cafeico, (2) ácido ferúlico, (3) flavonol, (4) catequina, (5) epicatequina, (6) elagitanino, (7) flavonol, (8) elagitanino, (9) elagitanino, (10) elagitanino, (11) ácido elágico.

Los resultados analíticos de la cuantificación de los compuestos identificados se indica en el Cuadro 3, donde los compuestos fenólicos de las muestras de

frambuesas se clasificaron en 6 grupos: el ácido cafeico, el ácido ferúlico, los derivados de la quercetina correspondientes a flavonoles libres, catequina, epicatequina, y el ácido elágico y elagitaninos.

Cuadro 3. Contenidos de flavonoles, flavanoles y ácidos fenólicos en diferentes variedades de frambuesas cultivadas en Chile.

Parámetro	Variedades y estados conservación de frambuesas		
	Heritage fresca n = 50	Heritage congelada n = 82	Meeker congelada n = 13
Ac. cafeico	10,6 ± 3,9	9,2 ± 2,3	11,6 ± 2,4
Ac. ferúlico	8,8 ± 0,6	9,4 ± 0,5	23,2 ± 2,5
Quercetina derivados	176,1 ± 22,7	194,0 ± 14,0	157,0 ± 11,2
Catequina	35,6 ± 3,9	40,5 ± 3,1	118,7 ± 11,3
Epicatequina	39,6 ± 2,9	36,3 ± 1,6	83,4 ± 4,1
Ac. elágico y elagitaninos	90,7 ± 8,8	98,1 ± 7,6	165,0 ± 29,2

Ac. cafeico se expresa en mg kg⁻¹ pf; ác. ferúlico en mg kg⁻¹ pf; quercetina derivados en mg quercetina kg⁻¹ pf; catequina en mg kg⁻¹ pf; epicatequina en mg kg⁻¹ pf; ác. elágico y elagitaninos en mg ácido elágico kg⁻¹ pf. Los valores corresponden al promedio de la variedad + SEM (error estándar de la media).

En el Cuadro 3 se observa que la variedad Heritage presentó sólo pequeñas diferencias en el contenido de los compuestos determinados en estado fresco y congelado, observándose un aumento en el contenido de ácido ferúlico, quercetina derivados, catequina, ácido elágico y elagitaninos en la fruta congelada. Con relación a las 2 variedades estudiadas, éstas presentaron diferencias en el contenido de los compuestos determinados, siendo los contenidos de catequina, epicatequina, ácido elágico y elagitaninos considerablemente superiores en la variedad Meeker. La variedad Meeker presentó contenidos de quercetina derivados inferiores a la variedad Heritage en estado fresco y congelado.

Los contenidos de quercetina para la variedad Heritage fueron superiores a los descritos por Zafrilla *et al.* (2001) quienes determinaron 70,3 mg kg⁻¹.

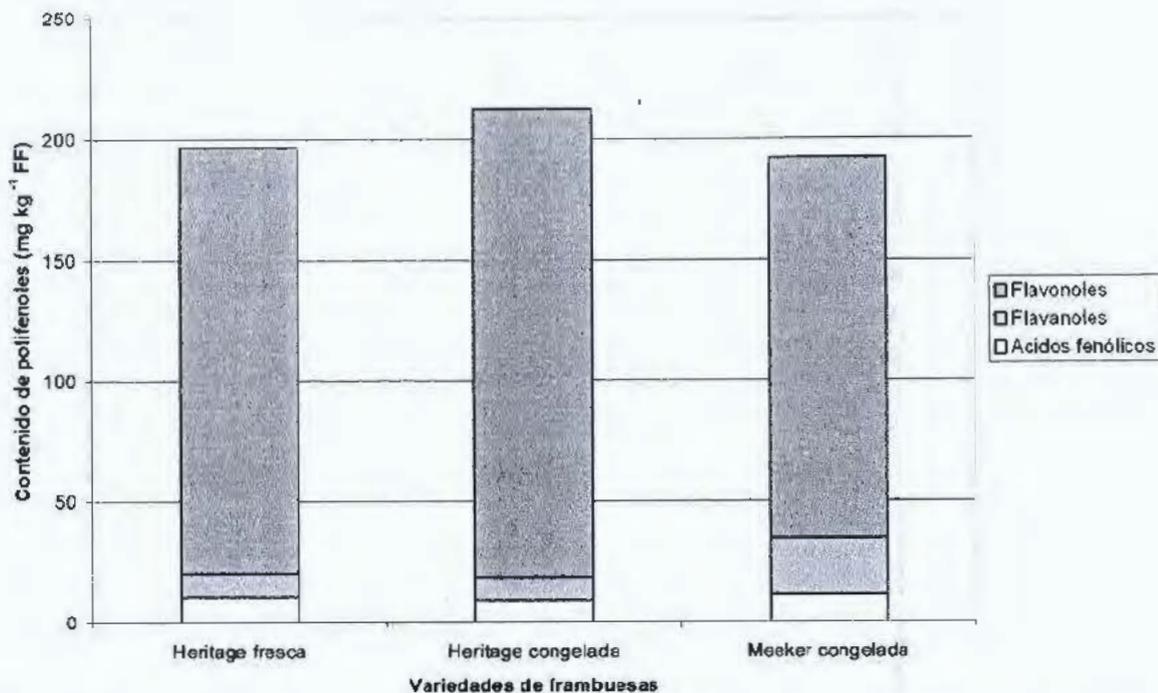


Figura 5. Contribución de flavonoles, flavanoles y ácidos fenólicos al perfil polifenólico de 2 variedades de frambuesa fresca y congelada.

Las mayores diferencias en el contenido de polifenoles y la importancia relativa de los tres grupos de compuestos determinados en frambuesas se observa en la Figura 5. Para las variedades Heritage en estado fresco y congelado y para Meeker en estado congelado, la mayor parte de su contenido polifenólico se presentó como flavonoles (82-91%). La importancia relativa de los ácidos benzoicos libres, en específico del ácido elálgico, fue baja ya que en las muestras analizadas la mayor parte de este compuesto se encontró en sus formas poliméricas o conjugadas, como elagitanos (Figura 6).

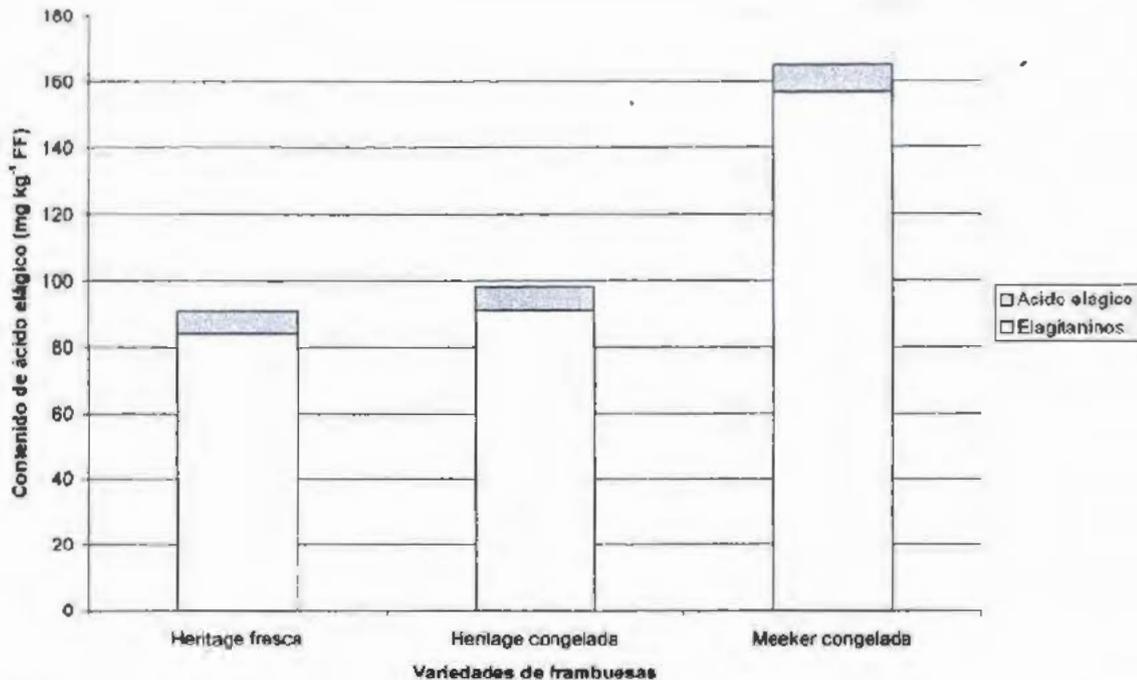


Figura 6. Contenidos de elagitaninos y ácido elágico de 2 variedades de frambuesa fresca y congelada.

Los contenidos de ácido elágico en la variedad Heritage en este estudio ($6,7 \text{ mg kg}^{-1}$) fueron superiores a los descritos por Zafrilla *et al.* (2001) quienes observaron $2,0 \text{ mg kg}^{-1}$ mediante metodologías de extracción similares. Por otro lado, los resultados de ácido elágico de este estudio fueron considerablemente más bajos en relación a investigaciones en que se utilizó hidrólisis ácida, donde se observaron contenidos de $217,0 \text{ mg kg}^{-1}$ (De Ancos *et al.* 2000); esto se debe a que dicha metodología de extracción permite la transformación de los elagitaninos a formas de ácido elágico libre, aumentando su concentración. Frente a esto, la suma del ácido elágico y elagitaninos fue la manera más indicada de representar los resultados obtenidos bajo las condiciones en que se realizó el presente estudio.

Para el análisis multivariante de tipo discriminante realizado para variedades en frambuesas, es posible observar la representación gráfica bidimensional en la Figura 7.

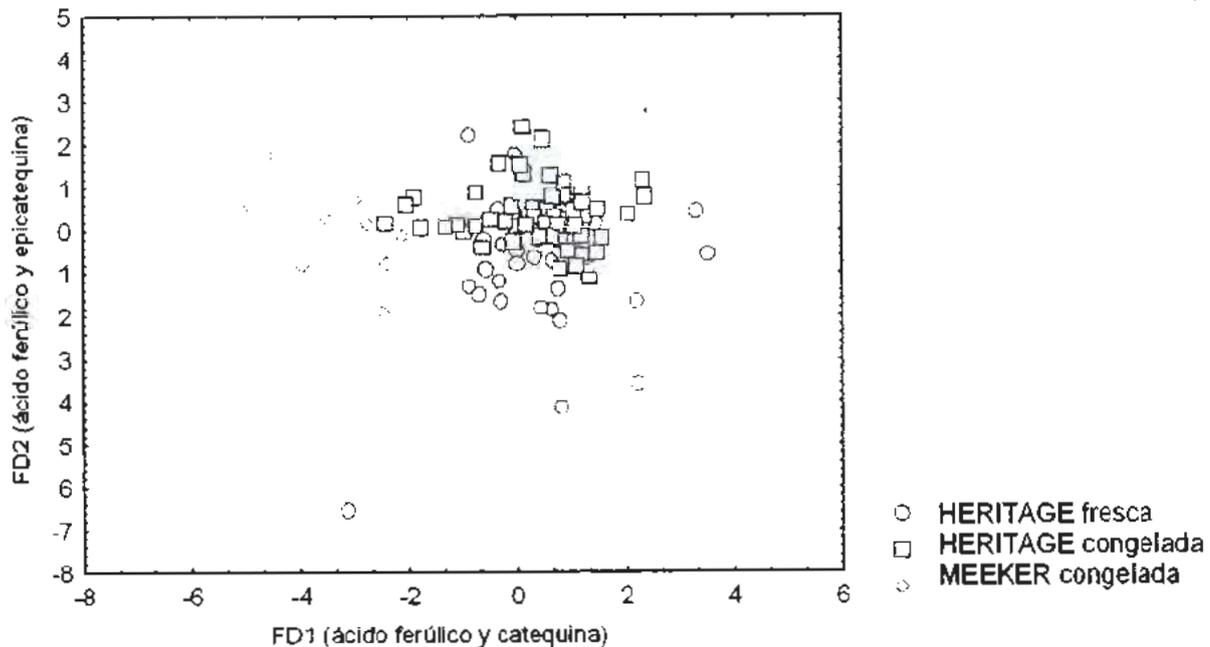


Figura 7. Diferenciación entre frambuesas de distintas variedades cultivadas en Chile usando análisis de multivariados basados en la selección de contenidos de flavonoles, flavanoles y ácidos fenólicos.

En la Figura 7 se observa 2 agrupaciones de muestras que corresponden a las 2 variedades analizadas, donde a lo largo del eje de la función discriminante 1 se observa la variedad Heritage en estado fresco y congelado.

El modelo explicó con una certeza del 73,1% de la varianza total, la clasificación de las muestras de frambuesa de acuerdo a su variedad como indica el Cuadro 4. La variedad Heritage en estado fresco presentó un bajo porcentaje de clasificación, ya que 31 muestras quedaron clasificadas como Heritage congelada. Las variables ácido ferúlico y catequina fueron las más relacionadas con la primera función discriminante, función que explicó el 88,7% de la varianza total de las muestras y las variables ácido ferúlico y epicatequina las más relacionadas con la segunda función discriminante, función que explicó el 11,3% de la varianza total de las muestras.

Cuadro 4. Clasificación de las muestras de frambuesas de 2 variedades de acuerdo con las funciones discriminantes obtenidas.

Grupo real	% correcto	Heritage fresca	Heritage congelada	Meeker congelada
Heritage fresca	36,0	18	31	1
Heritage congelada	92,4	5	73	1
Meeker congelada	100,0	0	0	13
Total	73,2	23	104	15

El perfil polifenólico obtenido mediante HPLC-DAD a 280 nm para muestras de frutillas se observa en la Figura 8. La identificación de los compuestos, correspondientes a los picks observados en la Figura fueron asignados en base a su espectro de absorción y tiempo de retención y las muestras analizadas presentaron en general la misma composición cualitativa con proporciones diferentes de áreas de picks.

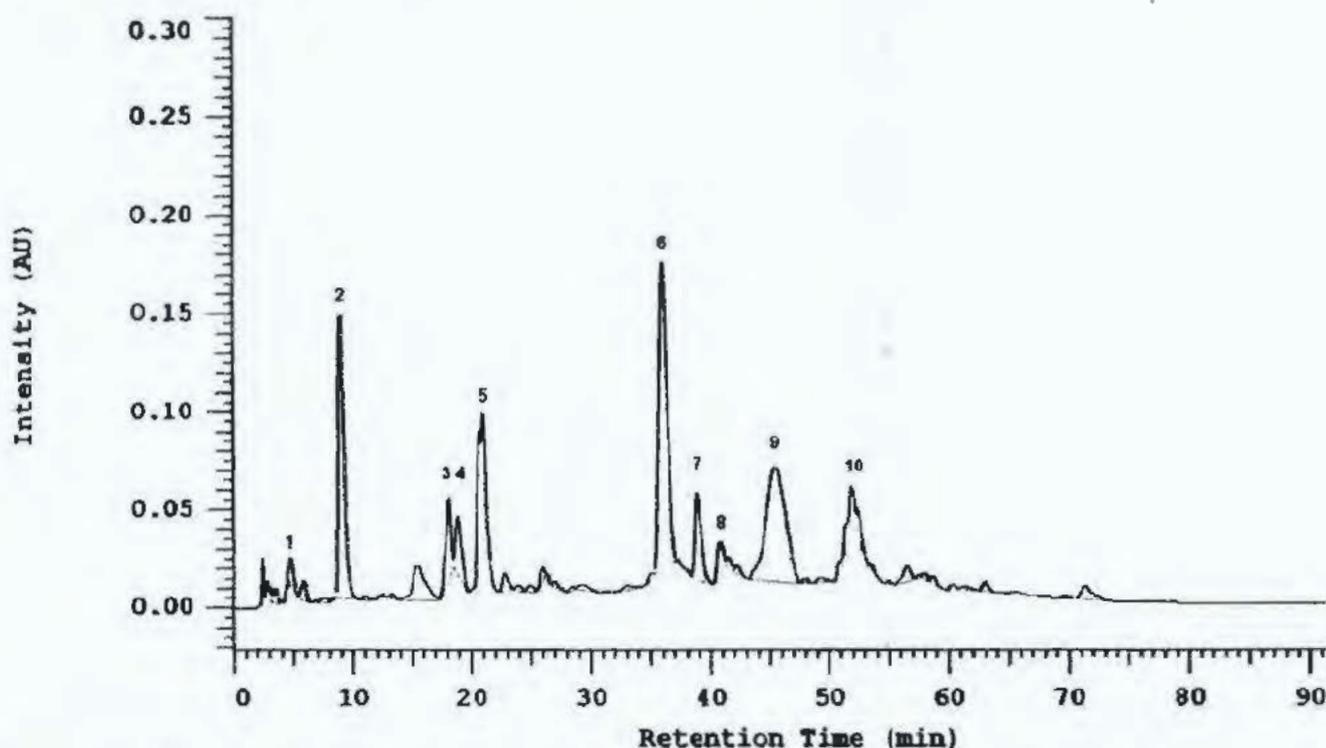


Figura 8. Perfil polifenólico de una muestra tipo de frutilla donde los picks correspondieron a: (1) compuesto A, (2) ácido benzoico, (3) procianidina, (4) catequina, (5) ácido cafeico *cis*, (6) procianidina, (7) elagitanino, (8) elagitanino, (9) elagitanino, (10) ácido elágico.

Los resultados analíticos de la cuantificación de los compuestos identificados se indica en el Cuadro 5, donde los compuestos fenólicos de las muestras de frutillas se clasificaron en 5 grupos: el ácido benzoico, los derivados de catequina que

incluyeron a la procianidina, la catequina, el ácido cafeico y el ácido elágico y elagitaninos.

Cuadro 5. Contenidos de flavonoles, flavanoles y ácidos fenólicos en la variedad Camarosa cultivada en Chile.

Parámetro	Variedad de frutilla
	Camarosa n = 55
Ac. benzoico	10,6 ± 0,6
Catequina derivados	83,3 ± 6,9
Catequina	14,9 ± 0,8
Ac. cafeico	14,3 ± 1,0
Ac. elágico y elagitaninos	15,4 ± 0,7

Ac. benzoico se expresa en mg ácido gálico kg⁻¹ pf; catequina derivados en mg catequina kg⁻¹ pf; catequina en mg kg⁻¹ pf; ác. cafeico en mg kg⁻¹ pf; ác. elágico y elagitaninos en mg ácido elágico kg⁻¹ pf. Los valores corresponden al promedio de la variedad ± SEM (error estándar de la media).

Los contenidos de catequina obtenidos en este estudio fueron superiores a los descritos por Skupien y Oszmianski (2004), quienes determinaron contenidos promedios para esta especie de 10,7 mg kg⁻¹.

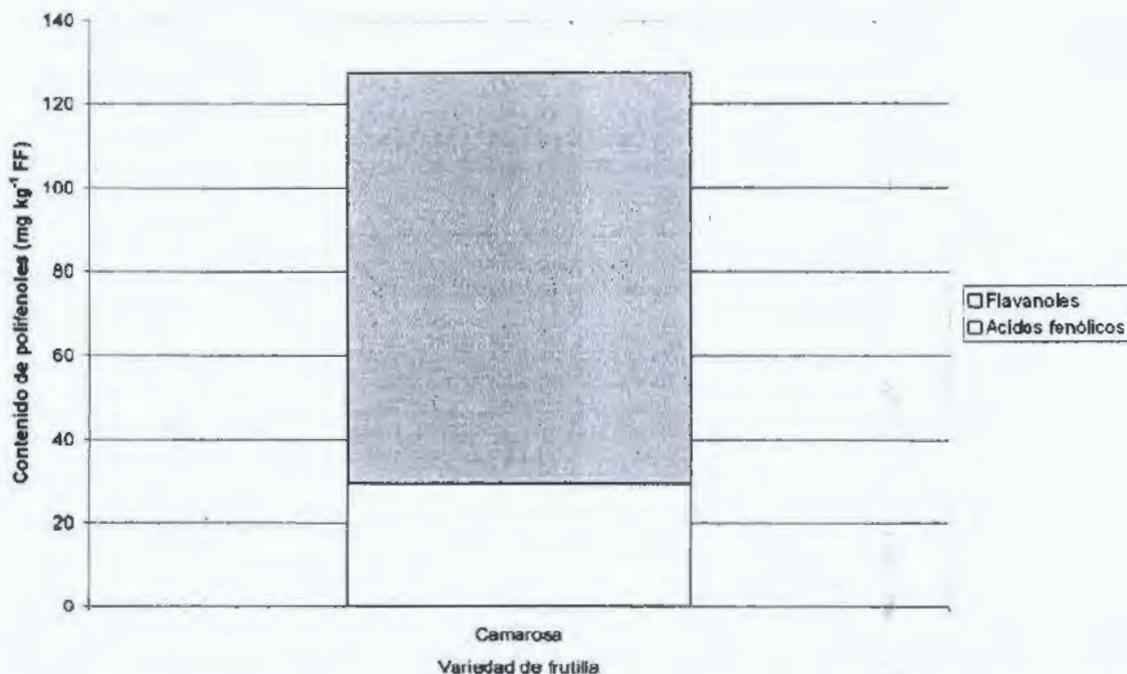


Figura 9. Contribución de flavanoles y ácidos fenólicos al perfil polifenólico de la variedad Camarosa.

La importancia relativa de los dos grupos de compuestos determinados en la variedad Camarosa se observa en la Figura 9. En esta variedad no se identificó

flavonoles y la mayor parte de su contenido polifenólico se presentó como flavanoles (77%). El contenido de ácidos fenólicos del grupo de los ácidos benzoicos a los que pertenece el ácido elálgico, de manera similar a lo observado en frambuesas fue bajo, ya que en las muestras analizadas la mayor parte de este grupo de compuestos se encontró en sus formas conjugadas como elagitaninos (Figura 10).

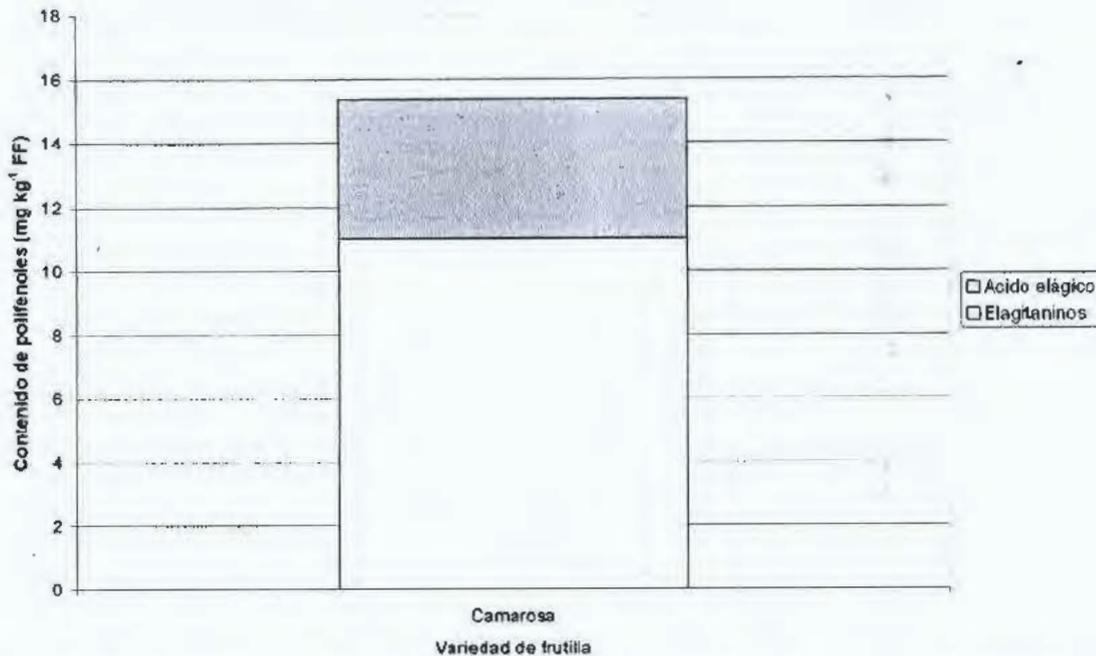


Figura 10. Contenidos de elagitaninos y ácido elálgico de la variedad Camarosa en estado congelado.

Los contenidos de ácido elálgico en la variedad Camarosa en este estudio (4,4 mg kg⁻¹) fueron inferiores a los descritos por otros autores para otras variedades de frutillas con promedios de 12,7 mg kg⁻¹ mediante metodologías de extracción similares (Amakura *et al.*, 2000; Cordenunsi *et al.*, 2002).

Häkkinen *et al.* (2000) estimaron que el ácido elálgico abarca un 51% de los compuestos fenólicos en frutillas; para los resultados obtenidos en este estudio, este fue sólo de un 11%. Esto se puede deber a que los contenidos de ácido elálgico disminuyen durante el almacenaje congelado (-20°C) (De Ancos *et al.*, 2000). No obstante lo anterior, las propiedades antioxidantes descritas para compuestos del grupo de los flavanoles son muchas.

El perfil polifenólico obtenido mediante HPLC-DAD a 280 nm para muestras de moras se observa en la Figura 11. La identificación de los compuestos, correspondientes a los picks observados en la Figura fueron asignados en base a su espectro de absorción y tiempo de retención y las muestras analizadas presentaron en general la misma composición cualitativa con proporciones diferentes de áreas de picks.

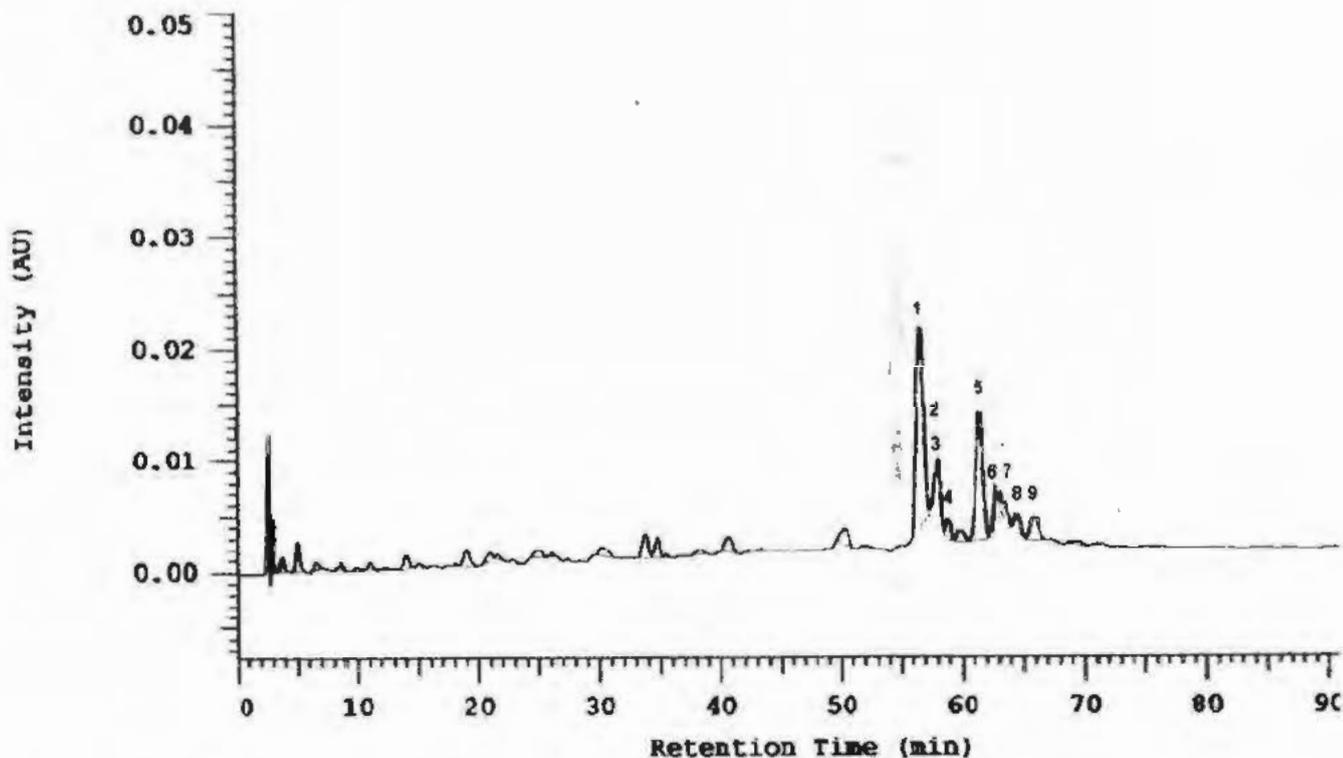


Figura 11. Perfil polifenólico de una muestra tipo de moras, donde los picks correspondieron a: (1) flavonol, (2) elagitanino, (3) flavonol, (4) elagitanino, (5) – (9) flavonoles.

Los resultados analíticos de la cuantificación de los compuestos identificados se indica en el Cuadro 6, donde los compuestos fenólicos de las muestras de moras se clasificaron en 2 grupos: los derivados de quercetina correspondientes a flavonoles libres y los elagitaninos.

Cuadro 6. Contenidos de flavonoles y ácidos fenólicos en diferentes variedades de moras cultivadas en Chile.

Parámetro	Variedades de moras		
	Cherokee n = 12	Navaho n = 3	Loch Ness n = 3
Quercetina derivados	53,1 ± 5,9	64,6 ± 10,7	53,1 ± 3,9
Elagitanino	1,3 ± 0,2	3,7 ± 1,3	1,3 ± 0,6

Quercetina derivados se expresa en mg kg⁻¹ pl y elagitanino en mg ácido elágico kg⁻¹ pl. Los valores corresponden al promedio de la variedad ± SEM (error estándar de la media).

Los contenidos promedios de flavonoles en este estudio (56,9 mg kg⁻¹) fueron superiores a los descritos por Siriwoharn *et al.* (2004) quienes determinaron contenidos promedios de 7 mg kg⁻¹ para otras variedades de moras. Por otro lado, los resultados de elagitaninos de este estudio fueron más bajos en relación a esta misma investigación, donde se determinaron contenidos de 18,8 mg kg⁻¹.

En relación a la presencia de ácido elálgico, las investigaciones de otros autores describen contenidos de este compuesto en forma libre en moras. Dichos resultados se han obtenido bajo metodologías de extracción con hidrólisis ácida en las que se determinaron contenidos promedios entre 10,9 y 338,1 mg kg⁻¹ de ácido elálgico para variedades distintas a las analizadas en este estudio (Sellapan *et al.*, 2002; Amakura, *et al.* 2000; Lei *et al.* 2001).

Los perfiles polifenólicos de cada especie determinados mediante HPLC permitieron identificar los principales compuestos flavonoles, flavanoles y ácidos fenólicos presentes en las muestras de berries analizadas.

El análisis de multivariantes tipo discriminante permitió una buena clasificación de las variedades de arándanos y frambuesas de acuerdo a los contenidos de flavonoles, flavanoles y ácidos fenólicos.

Para frutillas y moras no se pudo realizar este tipo de análisis, ya que para frutillas se contó con una sola variedad y para moras se identificaron sólo 2 grupos de compuestos (2 variables independientes).

Preparación de pulpas de berries congelados para incorporación a alimento funcional

Los rendimientos de las materias primas fueron bajas con el despulpado, debido a las pérdidas de semillas y cáscaras (Cuadro 1). Frente a esto, los resultados preliminares para el desarrollo de barras gelificadas en base a arándanos y frutillas que se detallan a continuación se realizaron con el fruto completo y molido.

Para las formulaciones en base a frambuesas se utilizó una relación fruta/pulpa de 1:1, ya que la presencia total de semillas en las barras le resta calidad sensorial a las barras formuladas.

Cuadro 1. Porcentaje promedio de pulpa en los berries utilizados

Tipo de fruta	Pulpa %
Arándano	72,10
Frambuesa	50,30
Frutilla	60,04

Desarrollo de barras gelificadas

Para la obtención de una gelificación adecuada de las barras desarrolladas, los mejores resultados preliminares se obtuvieron con concentraciones de pectina del 2% para las formulaciones en base a arándano y mezcla de berries, y del 1,5 % para las formulaciones en base a frambuesa. Los mejores resultados preliminares

se obtuvieron con concentraciones de sólidos solubles de 77 ° Brix (tiempo de concentración 6-7 min). La relación fruta/sacarosa fue de 1:1.

La incorporación de otras fuentes de azúcar (jarabe de glucosa y maltodextrina) permitieron una disminución de la cristalización de azúcar y la pegajosidad de las barras formuladas, así como mejoró aspectos visuales como el brillo.

La maltodextrina se utilizó en concentraciones de un 10% dentro del aporte total de azúcares de una formulación. Para las formulaciones con jarabe de glucosa, se reemplazó en un 50% la incorporación de sacarosa.

Dado que ambos compuestos aportan menos sólidos solubles que la sacarosa, los tiempos de concentración fueron superiores a las formulaciones que sólo consideraron la incorporación de sacarosa (11 -12 min).

Secado por atomización, método "Spray Drying" en muestras de Arándano variedad Brigitta.

La atomización es una operación unitaria ampliamente utilizada en la industria alimentaria, que requiere para su funcionamiento de cinco dispositivos básicos: un calentador de aire, una cámara de secado, un sistema para dispersar el material que se pretende secar y por último, un sistema de recepción de las partículas secas del seno del aire (Barbosa, 2000). Esta operación tiene como función la formación de pequeñas gotas a partir de una solución, suspensión o pasta, con un contenido de sólidos que puede variar entre 12 a 70% (Barbosa, 2000), a las cuales, se les elimina la humedad rápidamente al entrar en contacto con una corriente de aire caliente. En general el resultado es un producto seco, con propiedades físicas variables, de acuerdo a las características, diseño y el modo de operación del sistema de dispersión.

Durante este proceso, son innumerables las variables que se deben regular o fijar para la obtención de un producto de calidad. En primer lugar las propiedades de la alimentación, tales como el contenido de sólidos, la viscosidad, la densidad, la temperatura y velocidad con que la muestra entra al sistema. En segundo lugar, las propiedades del aire, su temperatura de entrada y salida, su humedad, el flujo y la turbulencia que este presente en el interior de la cámara de secado. Por último las características del dispositivo de atomización.

En el presente estudio se utilizó un secador spray que se encuentra en la empresa ALFA CHILENA S.A (Av. Las Américas # 700, Santiago).

Resultados analíticos. El porcentaje de residuo sólido de las muestras de arándanos Brigitta fue en promedio de 14% y el rendimiento promedio del proceso spray drying fue de 6-7%. Lo anterior supone la incorporación de maltodextrina como agente microencapsulante en la proporción descrita en la metodología. Frente a esto, para obtener 1 Kg de extracto seco se requeriría procesar aproximadamente 15 kg de fruta fresca bajo las condiciones de procesamiento

empleados en este estudio. Los resultados en la determinación de los parámetros antioxidantes se observan en el Cuadro 1.

Cuadro 1. Parámetros antioxidantes para extracto seco en base a arándanos de la variedad Brigitta.

Parámetros antioxidantes	Extracto de arándanos "spray drying"
PP	7,1 ± 0,1
ORAC	63,0 ± 1,7
FRAP	100,3 ± 4,3

Polifenoles totales (PP) se expresa en mg EAG g⁻¹; oxigen radical absorbance capacity (ORAC) en μmol equivalentes Trolox (ET) g⁻¹ y ferric reducing antioxidant power (FRAP) en μmol Fe²⁺ g⁻¹. Los valores corresponden al promedio ± SEM (error estándar de la media).

Con los resultados obtenidos de acuerdo a los parámetros antioxidantes determinados se podría obtener un suplemento nutricional con más del doble de contenidos de polifenoles totales y capacidad antioxidante en relación a la fruta fresca, sin embargo, es importante considerar para este tipo de proceso, el rendimiento y el costo de la materia prima.

5. Fichas técnicas y análisis económico del cultivo.

No corresponde a este proyecto.

6. Impactos del proyecto.

El presente informe recoge los resultados del primer proyecto destinado a estudiar en forma sistemática, amplia y transversal la composición antioxidante de los principales berries actualmente cultivados y comercializados en nuestro país. Lo realizado en estos 2 años de trabajo no tiene precedentes en cuanto a que la modalidad de estudio ha implicado una interacción multidisciplinaria –ejecutada por actores independientes del sector productivo y empresarial- que ha permitido abordar las caracterización de 4 especies, de 11 variedades en sus distintos estados (congelado y fresco), en los berries de mayor significancia para nuestro país. El estudio se enmarcó en frutos que –en la actualidad- suponen desde un punto de vista agronómico el uso de 13000 hectáreas de cultivo, y desde un punto de vista comercial, exportaciones por un monto superior a 200 millones de dólares. Si bien el verdadero impacto de la información generada por el proyecto queda aún por definirse, es claro que frente al escenario existente hace tan sólo 2 años atrás, nuestro país dispone ahora –y por vez primera- de datos que han permitido caracterizar desde una perspectiva tanto física como química los berries actualmente exportados. Los datos nos permiten conocer ahora –en términos de color, acidez, pH, contenido de azúcares totales, azúcares reductores y sólidos solubles- tales características para la mayor parte de nuestro recurso berries exportable. Junto a lo anterior, el presente estudio nos ofrece –también por primera vez- un “mapa” a nivel nacional de las características que presentan las 4 especies de berries estudiados en cuanto a su composición antioxidante,

habiéndose definido 4 parámetros de contenido antioxidante (polifenoles totales, antocianos totales, taninos totales y ác. Ascórbico) y 2 parámetros de capacidad o actividad antioxidante (ORAC y FRAP). A su vez, la ejecución del proyecto nos ha permitido aportar importante información (no contemplada en la propuesta original) respecto al perfil de los polifenoles presentes en estas especies. En conjunto, los datos de caracterización de la composición antioxidante de los berries estudiados nos deja como país, en situación de poder "afirmar sobre una base científica similitudes y/o diferencias" entre los berries exportados por nuestro país y aquellos producidos en otros países donde a menudo nuestra fruta es exportada. Estamos ahora en situación de "optar" acerca del uso de la información referida, pudiendo eventualmente destacar aquellas características de nuestra fruta que surge como "ventajosas" para diferenciarnos respecto a la competencia. Ciertamente, tal decisión y eventual estrategia supone tomar en cuenta complejos elementos de mercado que no necesariamente se enmarcan en el propósito del presente proyecto, y que trascienden el ámbito de decisión de los académicos que hemos hecho posible la ejecución de los objetivos planteados ante la fundación para la Innovación Agraria. Gracias al financiamiento del FIA, y a la contribución y entusiasmo del sector privado (ASOEX y Chile Alimentos), la academia, representada por la Facultad de Ciencias Agronómicas y el Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos de la Universidad de Chile, nuestro país ha podido dar un importante paso en dirección a obtener información relacionada con las propiedades antioxidantes de nuestros berries que -a la luz de la dinámica de la investigación biomédica actual- nos permitirían promover sobre una base científica, tanto a nivel interno como externo prácticas de consumo que indiscutiblemente favorecerían la salud de la población. Finalmente, los resultados generados constituyen una base informacional que permitirá a diversos empresarios del sector agroindustrial decidir en torno a cuales especies y variedades de berries ofrecerían un perfil antioxidante superior, en la perspectiva de promover su cultivo y exportación, y eventualmente de desarrollar productos de mayor valor agregado (Ej. alimentos funcionales, nutraceuticos).

7. Problemas enfrentados durante la ejecución del proyecto.

Legales. No se presentaron problemas legales durante el transcurso de la ejecución del proyecto.

Técnicos. La determinación del tamaño muestral se definió en base a la importancia relativa de las principales variedades de arándanos, frambuesas, frutillas y moras exportadas en las diferentes zonas de producción dentro del país. La definición del número total de muestras contemplado en la propuesta original, así como el número de muestras por especie, variedad y zona geográfica seleccionada, se enmarcó en limitantes de ejecución del anteproyecto de naturaleza tanto económica como del tiempo establecido por el FIA para su ejecución. Respecto a lo primero, el financiamiento concursable y disponible permitió el análisis de un amplio número de muestras, sin embargo, el límite en el número de muestras analizables estuvo definido por el costo que cada uno de los análisis contemplado implicó. Respecto a lo segundo, cabe destacar que los objetivos del proyecto implicaron ya en su etapa de formulación superar los plazos que el FIA, de acuerdo a sus bases de concurso, había establecido. No obstante lo anterior, en un análisis retrospectivo de las limitaciones de definición muestral, debemos admitir que lo que resultó posible no necesariamente resultó lo más adecuado para el análisis estadístico de los datos obtenidos. En efecto, en el procesamiento estadístico de los resultados se evidenció la conveniencia que habría tenido contemplar un número mayor al seleccionado en el muestreo de cada variedad, y en particular, de un número de muestras que permitiese definir significancia estadística en el análisis de frutas procedentes de distintas zonas del país.

Como solución a lo planteado, para establecer diferencias significativas entre las distintas variedades, se realizó un análisis de Anova no paramétrico por medio del Test de Kruskal Wallis. Al presentarse diferencias significativas, se realizó un segundo test para determinar entre que variedades se presentaron dichas diferencias. Para validar el test seleccionado (Test de Tuckey) se completó las celdas faltantes con la media de cada variedad.

Administración. El leve retraso de la puesta en marcha de algunas metodologías se debió a la demora en la llegada de reactivos y estándares importados. Esto se solucionó con la concentración de los tiempos de ejecución de las actividades involucradas para cumplir con los plazos establecidos.

Gestión. No se presentaron problemas de gestión durante el transcurso de la ejecución del proyecto.

8. Actividades de Difusión

Material de difusión se adjunta en Anexos.

Artículos de extensión

- "Berries: Antioxidantes deliciosos". Entrevista dada por el Coordinador del proyecto como parte de un suplemento especial del INTA llamado "Salud y Nutrición" el que fue adjuntado en la Revista Qué Pasa durante diciembre del 2003.
- "Estudiaran antioxidantes en berries". Publicación de la Revista Industria de Alimentos con motivo del lanzamiento del proyecto durante marzo del 2004.
- "Alimentos funcionales, la tendencia que viene". Entrevista al Coordinador del Proyecto y publicación en la Revista del Campo durante mayo de 2004.
- "Comer berries: Le salió competencia al vino en materia de antioxidantes". Publicación de la Revista Hacer Familia durante junio de 2004.
- "Berries, alimentos funcionales". Entrevista dada por el Coordinador del Proyecto a Canal 13 durante septiembre de 2004.
- "Alimentos funcionales: Mejor la salud comiendo". Publicación en el Anuario de la Universidad de Chile 2003-2004 por el Coordinador Alterno e Investigador Asociado al Proyecto (Oscar Brunser).
- "Frutas y verduras: Poderosas fuentes de salud". Publicación en edición especial del Diario La Tercera durante marzo de 2005.
- "Berries chilenos: Antioxidantes concentrados". Publicación en la Revista Nutrición 21 durante octubre de 2005.

Lanzamiento del proyecto

- Ceremonia oficial de lanzamiento del proyecto en Facultad de Ciencias Agronómicas de la Universidad de Chile durante marzo del 2004.

Presentaciones en Jornadas, Seminarios y Congresos

- "Antioxidantes en berries chilenos: Su investigación como una estrategia dirigida a ampliar su exportación". Panel presentado en las Jornadas de investigación organizadas por el INTA en enero del 2004.
- "Antioxidantes: ¿Por qué berries mejor?". Seminario organizado por el INTA durante septiembre de 2004.
- "Polifenoles: Flavonoides. Antioxidantes de berries y su potencial beneficio sobre la salud humana". Conferencia en el II Simposio de Alimentos Funcionales organizado por ILSI (Internacional Life Science Institute-Sur Andino) durante octubre de 2004.
- "Aplicación crítica de la técnica FRAP en frutos de berries". Presentación oral en el 55º Congreso Agronómico de Chile, 5º Congreso de la Sociedad Chilena de Fruticultura y 1º Congreso de la Sociedad Chilena de Horticultura durante octubre de 2004.
- "Propiedades benéficas de los berries". Presentación en el Seminario "Berries de Chile, una realidad exportadora creciente" organizado por Chile Alimentos durante octubre de 2004.

- "Polifenoles de berries en la prevención de patologías asociadas al estrés oxidativo". Presentación en torno a Berries y sus efectos en salud humana en la Mesa Redonda del XVI Congreso Chileno de Nutrición durante noviembre del 2004 (se adjunta presentación en diapositivas).
- "Antioxidantes dietarios y tioles endógenos en el control y generación de estrés oxidativo". Abstract y póster presentado en la VI Jornada de Investigación organizada por la Facultad de Ciencias Químicas y de Medicina durante marzo de 2005.
- "Berries: Relaciones entre su producción, consumo y efecto sobre la salud". Seminario organizado por el INTA durante julio de 2005. (Programa y base datos de personas asistentes, se adjuntan en anexos)
- "Slow- and fast-reacting antioxidants from berries: Their evaluation through the FRAP (Ferric-reducing antioxidant power) assay". Abstract y póster presentado en el 9th International *Rubus* and *Ribes* Symposium, celebrado en Pucón, Chile, entre el 4-7 de diciembre, 2005.
- "Antioxidants in Chilean Berries". Abstract y Conferencia presentada en el 9th International *Rubus* and *Ribes* Symposium, celebrado en Pucón, Chile, entre el 4-7 de diciembre, 2005.
- Presentación de los resultados del proyecto ante el FIA y las empresas involucradas. La reunión fue realizada en las oficinas de Vitalberry S.A. el día jueves 15 de diciembre de 2005.

9. Conclusiones y Recomendaciones, desde el punto de vista técnico, económico y de gestión.

La caracterización química de las principales variedades de arándanos, frambuesas, frutillas y moras cultivadas en Chile permitió recabar resultados relevantes del comportamiento de estas especies a las condiciones locales de producción, generando información de gran utilidad para el sector exportador y la agroindustria.

La caracterización física y química de frutos de arándanos y moras en estado fresco permitió establecer diferencias significativas para algunas variedades y zonas de producción. Para las variedades de arándanos estudiadas, la variedad Elliott presentó un comportamiento considerablemente diferente al resto de las variedades, manifestado por las menores concentraciones de sólidos solubles, de azúcares totales y reductores, y de una mayor acidez. Para moras, las tres variedades estudiadas presentaron comportamientos diferentes, siendo la variedad Cherokee, la que presentó mayores contenidos de sólidos solubles, azúcares totales y reductores y menor acidez.

Desde el punto de vista agroindustrial, para arándanos, los sólidos solubles no serían un indicador de frutos con mayores concentraciones de azúcares totales; sin embargo, para moras, los sólidos solubles serían un indicador indirecto del contenido de azúcares totales.

Para las 4 especies de berries estudiadas, se encontró la existencia de altas correlaciones, directas y significativas, entre los valores de ORAC y de PPT de la fruta. Menores coeficientes de correlación, aunque aún significativos, fueron sin embargo estimados para la mayor parte de los otros parámetros antioxidantes. En términos de tenor antioxidante relativo, los resultados indican que las moras y los arándanos poseen –en promedio– un contenido y una actividad antioxidante marcadamente superior al de frambuesas y frutillas. En el caso de las primeras, las tres variedades estudiadas (Cherokee, Navaho, y Loch Ness) presentaron resultados similares. Para la especie arándano, en cambio, se encontraron importantes diferencias entre las 5 variedades estudiadas, siendo Elliott la que mostró máximos valores de ORAC y PPT. Esta última variedad mostró además, los máximos niveles de flavonoles y de ácidos fenólicos. No se encontraron, en cambio, diferencias significativas en valores de PPT u ORAC entre las variedades de las otras especies estudiadas. Las variedades de frambuesas presentaron resultados de contenido y actividad antioxidante similar; no obstante, en la mayoría de los análisis, las variedades Heritage y Meeker congeladas fueron parcialmente superiores a la variedad Heritage fresca. Se encontró que las frambuesas y frutillas, no obstante presentar menores contenidos y actividades antioxidantes que las otras especies, mostraron los mayores niveles de ácido elágico y de elagitaninos, siendo las frutillas, a su vez, particularmente ricas en flavanoles. La caracterización de compuestos flavonoles, flavanoles y ácidos fenólicos en los berries estudiados permitió generar información relacionada a aspectos funcionales de estas especies (un objetivo no contemplado originalmente en el proyecto). Las metodologías empleadas en la caracterización del contenido y de la actividad antioxidante de los berries aquí estudiados nos permiten realizar y presentar –por primera vez– un análisis comparativo de los valores obtenidos con aquellos ya publicados para iguales especies y variedades de berries cultivadas en otras regiones del mundo.

La información generada en el presente estudio del contenido y actividad antioxidante en los principales berries cultivados en Chile es destacable ya que nuestro país cuenta por primera vez con un análisis transversal y sistemático en esta materia.

Como proyección de los resultados obtenidos se plantea la necesidad futura de realizar evaluaciones sistemáticas de las propiedades antioxidantes de los berries cultivados en diversas zonas agroclimáticas de Chile. Este tipo de evaluaciones permitiría ampliar el registro de variabilidad entre los distintos parámetros analizados, y de esta manera determinar las especies y variedades que presenten en forma sistemática mayor tenor antioxidante. Dada la importancia de este tipo de evaluación y tal como se realizó en el presente estudio, se recomienda –adicionalmente– la caracterización del contenido y actividad antioxidante de otras especies, como por ejemplo, de berries nativos no cultivados. Se recomienda sin embargo, que esto último comprenda la utilización de técnicas de medición validadas internacionalmente como es el caso de la técnica ORAC, y que aproveche la experiencia de aquellos actores que han participado en investigaciones que demandan “expertise” relevante a los objetivos de las nuevas propuestas. Junto a lo anterior, en las exigencias de diseño de futuros estudios

deben intentarse conjugar las consideraciones de tamaños muestrales con aquellas relativas a los recursos de tiempo y –no menos importante- financieros necesarios para satisfacer las interrogantes planteadas.

A juicio de los investigadores del presente proyecto, además de realizar una evaluación sistemática, es importante apoyar la ejecución de investigaciones orientadas al manejo agronómico (variedades, fertilización, estado óptimo de madurez y manejo de postcosecha) de berries, como intervenciones destinadas a aumentar el contenido y actividad antioxidante de dichos frutos. Por ejemplo, países como Australia están comenzando a invertir fuertemente, no sólo en la promoción del consumo de alimentos saludables como son los berries, sino también en investigaciones agronómicas destinadas a mejorar el valor nutricional y las propiedades antioxidantes de dichos frutos.

Por otro lado, se recomienda apoyar iniciativas para el desarrollo de productos en base a berries que permitan disponer de alimentos funcionales en base a estos frutos. Esto significaría la introducción al mercado de productos con alto valor agregado no solo desde el punto de vista económico, sino también, en términos de su aporte nutricional.

Innecesario resulta aclarar que las recomendaciones anteriores tienen como objetivo central aumentar el consumo de berries, ya que como frutas constituyen “una de las formas más concentradas de consumir antioxidantes hoy en día”.

10. Otros aspectos de interés

11. Anexos

(Se adjuntan más adelante)

12. Bibliografía

Amakura Y, Umino Y, Tsuji S, Tonogai Y. Influence of jam processing on the radical scavenging activity and phenolic content in berries. *J Agric Food Chem.* 2000; 48(12):6292-7.

Barbosa, G., Ma, L. y Barletta, B. (2000). Manual de laboratorio de ingeniería de los alimentos. Editorial Acribia, Zaragoza, España. Pp.89-104.

Bate-Smith, E. Astringent tannins of the leaf of geranium species. *Phytochem.* 1981;20:211-216.

Benzie IF, Strain JJ. The ferric reducing ability of plasma (FRAP) as a measure of “antioxidant power”: the FRAP assay. *Anal Biochem.* 1996 ; 15;239(1):70-6.

- Boland, F. E. Fruit and Fruit Products. In: Williams, S. (ed.). Official methods of analysis of AOAC International. 40th Edition, Virginia, USA. 1984; 413-428.
- Cao G, Alessio HM, Cutler RG. Oxygen-radical absorbance capacity assay for antioxidants. *Free Radic Biol Med.* 1993;14(3):303-11.
- Cheng, GW., Breen, PJ. Activity of phenylalanine ammonialyase (PAL) and concentrations of anthocyanins and phenolics in developing strawberry fruit. *J. Am. Soc. Hortic. Sci.* 1991; 116, 865-869.
- Clydesdale, F. Functional foods: Opportunities and Challenges. *Food Technology.* 2004; 58(12): 35-40.
- Cometto, P., Faye, P., Di Paola Naranjo, R., Rubio, M. and Aldao, M. Comparison of free aminoacids profile in Money from three Argentinian regions. *J Agric Food Chem.* 2003; 51:5079-5087.
- Cordenunsi, B., Oliveira do Nascimento, J., Genovese, M. and Lajolo, F. Influence of cultivar on quality parameters and chemical composition of strawberry fruits grown in Brazil. *J Agric Food Chem.* 2002; 50:2581-2586.
- Cortés, J. F. Caracterización de la fracción fenólica de vinos comerciales del cv. Merlot provenientes de cinco valles chilenos. Memoria de título, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 2000; 76 p.
- De Ancos B, González EM, Cano MP. Ellagic acid, vitamin C, and total phenolic contents and radical scavenging capacity affected by freezing and frozen storage in raspberry fruit. *J Agric Food Chem.* 2000; 48(10):4565-70.
- Dinamarca, P., Poblete, R. y Sánchez, A. Aspectos técnico-económicos en la producción de berries. Santiago, Chile. Fundación Chile, Departamento Agroindustrial. 1986; Publicación Técnica N° 16. 28 p.
- Ehlenfeldt MK, Prior RL. Oxygen radical absorbance capacity (ORAC) and phenolic and anthocyanin concentrations in fruit and leaf tissues of highbush blueberry. *J Agric Food Chem.* 2001; 49(5):2222-7.
- Errazuriz, S. Caracterización de la composición fenólica de las bayas del cv. Merlot proveniente de dos zonas en los valles del Maipo y Cachapoal. Memoria de título, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 2003; 87 p.
- Gómez-Cordovés, C. Pigmentos antociánicos: Su papel en la caracterización y bioactividad de las bayas. En: Hurtado, M. (ed.) Alternativas de procesamiento industrial para berries. Universidad de Chile Fa. Cs. Agronómicas Public. Misc. Agric. 2002 N° 51. 17-26.

- González-Miret, M.L., Terrab, A., Herranz, D., Fernández-Recamales, M.A. and Heredia, F. Multivariate correlation between color and mineral composition of honeys and by their botanical origin. *J Agric Food Chem.* 2005; 53:2574-2580.
- Gu L, Kelm MA, Hammerstone JF, Beecher G, Holden J, Haytowitz D, Gebhardt S, Prior RL. Concentrations of proanthocyanidins in common foods and estimations of normal consumption. *J Nutr.* 2004; 134(3):613-7.
- Halvorsen BL, Holte K, Myhrstad MC, Barikmo I, Hvattum E, Remberg SF, Wold AB, Haffner K, Baugerod H, Andersen LF, Moskaug O, Jacobs DR Jr, Blomhoff R. A systematic screening of total antioxidants in dietary plants. *J Nutr.* 2002; 132(3):461-71.
- Hannum, S. Potential impact of strawberries on human health: A review of the science. *Critical Reviews in Food Science and Nutrients* 2004; 44:1-17.
- Jiao H, Wang SY. Correlation of antioxidant capacities to oxygen radical scavenging enzyme activities in blackberry. *J Agric Food Chem.* 2000; 48(11):5672-6.
- Kalt W, Forney CF, Martin A, Prior RL. Antioxidant capacity, vitamin C, phenolics, and anthocyanins after fresh storage of small fruits. *J Agric Food Chem.* 1999; 47(11):4638-44.
- Kikuzaki, H., Hisamoto, M., Hirose, K., Akiyama, K. and Taniguchi, H. Antioxidant properties of ferúlico acid and its related compounds. *J Agric Food Chem.* 2002; 50(7):2161-2168.
- Lei, Z., Jervis, J. and Helm, R.F. Use of methanolysis for the determination of total ellagic and gallic acid contents of wood and food products. *J Agric Food Chem.* 2001; 49(3):1165-1168.
- Liu M, Li XQ, Weber C, Lee CY, Brown J, Liu RH. Antioxidant and antiproliferative activities of raspberries. *J Agric Food Chem.* 2002; 50(10):2926-30.
- Meyers KJ, Watkins CB, Pritts MP, Liu RH. Antioxidant and antiproliferative activities of strawberries. *J Agric Food Chem.* 2003; 51(23):6887-92.
- Minnaar, P. and Boyse, M. Differentiation between wines according to geographical regions in the Western Cape (South Africa) using multivariate analyses based on selected chemical parameters in young red wines. *S. Afr. J. Enol. Vitic.* 2004; 25(2):89-93.

- Moyer RA, Hummer KE, Finn CE, Frei B, Wrolstad RE. Anthocyanins, phenolics, and antioxidant capacity in diverse small fruits: vaccinium, rubus, and ribes. *J Agric Food Chem.* 2002; 50(3):519-25.
- Natera, R., Castro, R., García-Moreno, M., Hernández, M. and García-Barroso, C. Chemometric studies of vinegars from different raw materials and processes of production. *J Agric Food Chem* 2003; 51:3345-3351.
- National Public Health Institute, Nutrition Unit Based on the Fineli Food Composition Database Release 4 (March 18, 2004) www.ktl.fi/portal/english/
- Novoa, D. Caracterización de la composición fenólica de la uva y vino del cv. Carmenere provenientes de dos regiones vitícolas de Chile. Memoria de título, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 2001; 93 p.
- Nozal, M., Bernal, J., Tonibio, L., Alamo, M. and Diego, J. The use of carbohydrate profiles and chemometrics in the characterization of natural honeys of identical geographical origin. *J Agric Food Chem.* 2005; 53:3095-3100.
- Pellegrini N, Serafini M, Colombi B, Del Rio D, Salvatore S, Bianchi M, Brighenti F. Total antioxidant capacity of plant foods, beverages and oils consumed in Italy assessed by three different in vitro assays. *J Nutr.* 2003; 133(9):2812-9.
- Peña-Neira, A. Contribución al conocimiento de problemas sensoriales en vinos. Su relación con la composición fenólica y la presencia de compuestos organoclorados. Tesis doctoral. U. Politécnica de Madrid. 1998; 218 p.
- Pereira, G., Gaudillere, J., Van Leeuwen, C., Hilbert, G., Lavielle, O., Maucourt, M., Deborde, C., Moing, A. and Rolin, D. ¹H NMR and chemometrics to characterize mature grape berries in four wine-growing areas in Bordeaux, France. *J Agric Food Chem.* 2005; 53:6382-6389.
- Prior RL., Cao G., Martin A, Sofic E., McEwen J., O'Brien C., Lischner N., Ehlenfeldt M., Kalt W., Krewer G., and Mainland CM. Antioxidant Capacity As Influenced by Total Phenolic and Anthocyanin Content, Maturity, and Variety of Vaccinium Species *J Agric Food Chem.* 1998; 46, 2686-93.
- Salgado, R. Caracterización de la composición fenólica de vinos del cv. Carmenere provenientes de cinco valles de Chile. Memoria de título, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 2003; 72 p.
- Sellappan S., Akoh CC and Krewer G. Phenolic compounds and antioxidant capacity of Georgia-grown blueberries and blackberries. *J Agric Food Chem.* 2002; 50 (8):2432-8.

- Sepúlveda, E. Manual de trabajos prácticos de Análisis de Alimentos. Publicación Docente N°4. Departamento de Agroindustria y Enología. Fac. Cs. Agronómicas. Universidad de Chile. 1998; 51 p.
- Shun, K. Berries: Procesamiento y calidad tecnológica. En: Hurtado, M. (ed.) Alternativas de procesamiento industrial para berries. Universidad de Chile Fa. Cs. Agronómicas Public. Misc. Agric. 2002 N° 51. 27-31.
- Silva, B. M., Andrade, P. B, Mendes, G. C., Valentao, P., Seabra, R. M, Ferereira, M. A. Analysis of phenolic compounds in the evaluation of commercial quince jam authenticity. J Agric Food Chem. 2000; 48: 2853:2857.
- Simonetti, P., Gardana, C. and Pietta, P. Plasma levels of caffeic acid and antioxidant status after red wine intake. J Agric Food Chem. 2001; 49(12):5964-5968.
- Singleton, VL., Rossi, JA. Colorimetry of total phenolics with phosphomolybdic-phosphotungstic acid reagents. Am. J. Enol. Vitic. 1965; 16, 144-158
- Siriwoharn, T., Wrolstad, R., Finn, C. and Pereira, C. Influence of cultivar, maturity, and sampling on blackberry (*Rubus L. Hybrids*), anthocyanins, polyphenolics and antioxidant properties. J Agric Food Chem 2004; 52: 8021-8030.
- Skupien, K. and Oszmianski, J. Comparison of six cultivars of strawberries (*Fragaria ananassa* Duch.) grown in northwest Poland. Eur Food Res Technol. 2004; 219: 66-70.
- Sun J, Chu YF, Wu X, Liu RH. Antioxidant and antiproliferative activities of common fruits. J Agric Food Chem. 2002; 50(25):7449-54.
- Szeto YT, Tomlinson B, Benzie IF. Total antioxidant and ascorbic acid content of fresh fruits and vegetables: implications for dietary planning and food preservation. Br J Nutr. 2002; 87(1):55-9.
- Taruscio TG, Barney DL, Exon J. Content and profile of flavanoid and phenolic acid compounds in conjunction with the antioxidant capacity for a variety of northwest *Vaccinium* berries. J Agric Food Chem. 2004; 52(10):3169-76.
- USDA National Nutrient Database for Standard Reference, Release 17. [www.nal.usda.gov/fnic/food/comp./](http://www.nal.usda.gov/fnic/food/comp/)
- Vega, A. Limitantes agronómicas para el abastecimiento de berries a la agroindustria. En: Hurtado, M. (ed.) Alternativas de procesamiento industrial para berries. Universidad de Chile Fa. Cs. Agronómicas Public. Misc. Agric. 2002 N° 51. 3-15.

- Wada L, Ou B. Antioxidant activity and phenolic content of Oregon caneberries. *J Agric Food Chem.* 2002; 50(12):3495-500.
- Wang H., Cao G., and Prior RL. Total Antioxidant Capacity of Fruits *J. Agric. Food Chem.* 1996; 44, 701-5
- Wang SY, Lin HS. Antioxidant activity in fruits and leaves of blackberry, raspberry, and strawberry varies with cultivar and developmental stage. *J Agric Food Chem.* 2000; 48(2):140-6.
- Wu X, Beecher GR, Holden JM, Haytowitz DB, Gebhardt SE, Prior RL. Lipophilic and hydrophilic antioxidant capacities of common foods in the United States. *J Agric Food Chem.* 2004; 52(12):4026-37.
- Zafnilla, P., Ferreres, F. and Tomás-Barberán, F. Effect of processing and storage on the antioxidant ellagic acid derivatives and flavonoids of red raspberry (*Rubus idaeus*) jams. *J Agric Food Chem.* 2001; 49:3651-3655.
- Zapata, S. and Dufour. J.-F. Ascorbic, dehydroascorbic and isoascorbic acid simultaneous determinations by reverse phase ion interaction HPLC. *J. Food Sci.*, 1992; 57: 506-511.
- Zheng, W. and Wang, S. Oxygen radical absorbing capacity of phenolics in blueberries, cranberries, chokeberries and lingonberries. *J Agric Food Chem.* 2003; 51(2):502-509.
- Zuo, Y., Wang, C. and Zhan, J. Separation, characterization and quantification of benzoic and phenolic antioxidants in American cranberry fruit by GC-MS. *J Agric Food Chem.* 2002; 50(13):3789-3794

11. Anexos

ANEXO 1: FICHA DE DATOS PERSONALES

1.1. FICHA REPRESENTANTE LEGAL AGENTE EJECUTANTE (INTA-UNIVERSIDAD DE CHILE)

Tipo actor en el proyecto	Agente Ejecutante: Repres. Legal
Nombres	Fernando
Apellido paterno	Vio
Apellido materno	del Río
RUT personal	
Organización / Institución	Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile
RUT organización	50.910.000-1
Tipo organización	Publica (<input checked="" type="checkbox"/>) Privada (<input type="checkbox"/>)
Cargo o actividad que desarrolla	Director
Dirección laboral	El Libano 5524, Macul
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	978 1411
Fax	2214030
Celular	-
Email	fvio@inta.cl
Web	www.inta.cl
Género	Masc (<input checked="" type="checkbox"/>) Fem (<input type="checkbox"/>)
Etnia	S/clasif
Tipo	Profesional

1.2. FICHA REPRESENTANTE LEGAL AGENTE ASOCIADO FAGRO

Tipo actor en el proyecto	I. Representante Legal Agente Asociado FAGRO
Nombres	Mario
Apellido paterno	Silva
Apellido materno	Genneville
RUT personal	
Organización / Institución	Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile
RUT organización	60.910.000-1
Tipo organización	Publica (<input checked="" type="checkbox"/>) Privada (<input type="checkbox"/>)
Cargo o actividad que desarrolla	Decano
Dirección laboral	Santa Rosa 11315
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	978 57 54
Fax	541 70 55
Celular	-
Email	msilva@uchile.cl
Web	-
Género	Masc (<input checked="" type="checkbox"/>) Fem (<input type="checkbox"/>)
Etnia	S/clasif
Tipo	Profesional

1.3. FICHA REPRESENTANTE LEGAL AGENTE ASOCIADO FEPACH

Tipo actor en el proyecto	Representante legal del Agente Asociado Chile-Alimentos
Nombres	Alberto
Apellido paterno	Montanari
Apellido materno	Mazzarelli
RUT personal	
Organización / Institución	Chile-Alimentos (Federación Procesadores de Alimentos y Agroindustriales de Chile)
RUT organización	78.553.090-k
Tipo organización	Publica () Privada ()
Cargo o actividad que desarrolla	Presidente FEPACH (Chile-Alimentos)
Dirección laboral	Ahumada 254, Of. 1209
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	6995400
Fax	-
Celular	-
Email	
Web	www.fepach.cl
Género	Masc (X) Fem ()
Etnia	S/clasif
Tipo	Profesional

1.4. FICHA REPRESENTANTE LEGAL AGENTE ASOCIADO ASOEX

Tipo actor en el proyecto	Representante legal del Agente Asociado ASOEX
Nombres	Ronald
Apellido paterno	Bown
Apellido materno	Fernández
RUT personal	
Organización / Institución	Asociación de Exportadores de Chile
RUT organización	82.475.900-6
Tipo organización	Publica () Privada (X)
Cargo o actividad que desarrolla	Presidente ASOEX
Dirección laboral	Cruz del Sur 133, 2do piso
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	4724700
Fax	-
Celular	-
Email	-
Web	www.asoex.cl
Género	Masc (X) Fem ()
Etnia	S/clasif
Tipo	Profesional

**1.5. FICHA CORDINADORES DE EQUIPO TECNICO
COORDINADOR PRINCIPAL-UNIDAD EJECUTORA INTA**

Tipo actor en el proyecto	Coordinador del Proyecto
Nombres	Hernán
Apellido paterno	Speisky
Apellido materno	Cosoy
RUT personal	
Organización / Institución	Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile
RUT organización	60.910.000-1
Tipo organización	Publica (X) Privada ()
Cargo o actividad que desarrolla	Académico
Dirección laboral	El Líbano 5524, Macul
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	978 1448
Fax	2214030
Celular	09-051 2046
Email	hspeisky@inta.cl
Web	
Género	Masc (X) Fem ()
Etnia	S/clasif
Tipo	Profesional

**1.6. FICHA CORDINADORES DE EQUIPO TECNICO
COORDINADOR ALTERNO-UNIDAD EJECUTORA INTA**

Tipo actor en el proyecto	Coordinador Alterno Proyecto
Nombres	Oscar
Apellido paterno	Brunser
Apellido materno	Tesarschu
RUT personal	
Organización / Institución	Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile
RUT organización	60.910.000-1
Tipo organización	Publica (<input checked="" type="checkbox"/>) Privada (<input type="checkbox"/>)
Cargo o actividad que desarrolla	Académico.
Dirección laboral	El Líbano 5524, Macul
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	978 1533
Fax	2214030
Celular	-
Email	obrunser@inta.cl
Web	
Género	Masc (<input checked="" type="checkbox"/>) Fem (<input type="checkbox"/>)
Etnia	S/clasif
Tipo	Profesional

1.7. FICHA EQUIPO TÉCNICO-INTEGRANTE UNIDAD EJECUTORA INTA

Tipo actor en el proyecto	Co-investigador Proyecto
Nombres	Martin
Apellido paterno	Gotteland
Apellido materno	-- (según Pasaporte)
RUT personal	
Organización / Institución	Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile
RUT organización	60.910.000-1
Tipo organización	Publica (<input checked="" type="checkbox"/>) Privada (<input type="checkbox"/>)
Cargo o actividad que desarrolla	Académico.
Dirección laboral	El Libano 5524, Macul
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	978 1533
Fax	2214030
Celular	-
Email	mgottela@inta.cl
Web	
Género	Masc (<input checked="" type="checkbox"/>) Fem (<input type="checkbox"/>)
Etnia	S/clasif
Tipo	Profesional

1.8. FICHA EQUIPO TÉCNICO INTEGRANTE UNIDAD EJECUTORA INTA

Tipo actor en el proyecto	Bioquímica contratada Proy-FIA Análisis Qcos-INTA
Nombres	Claudia Viviana
Apellido paterno	Rocco
Apellido materno	Medina
RUT personal	
Organización / Institución	Instituto de Nutrición y Tecnol. de los Alimentos-Universidad de Chile
Tipo organización	Pública (<input checked="" type="checkbox"/>) Privada (<input type="checkbox"/>)
Cargo o actividad que desarrolla	Bioquímica Investigadora Asociada
Dirección laboral	El Líbano 5524, Macul
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	978 1448
Fax	2214 030
Celular	---
Email	croccom@ciq.uchile.cl
Web	---
Género	Masc (<input type="checkbox"/>) Fem (<input checked="" type="checkbox"/>)
Etnia	S/clasif
Tipo	Profesional

1.9. FICHA EQUIPO TÉCNICO INTEGRANTE UNIDAD EJECUTORA INTA

Tipo actor en el proyecto	II. Químico Laboratorista Proy-FIA III. Análisis Qcos-INTA
Nombres	Maritza Paz
Apellido paterno	Gómez
Apellido materno	Duran
RUT personal	
Organización / Institución	Instituto de Nutrición y Tecnol. de los Alimentos-Universidad de Chile
Tipo organización	Publica (<input checked="" type="checkbox"/>) Privada (<input type="checkbox"/>)
Cargo o actividad que desarrolla	Investigadora Asociada
Dirección laboral	El Líbano 5524, Macul
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	978 1448
Fax	2214 030
Celular	---
Email	margd@esfera.cl
Web	---
Género	Masc (<input type="checkbox"/>) Fem (<input checked="" type="checkbox"/>)
Etnia	S/clasif
Tipo	Profesional

1.10. FICHA EQUIPO TÉCNICO INTEGRANTE UNIDAD EJECUTORA INTA

Tipo actor en el proyecto	IV. Técnico Químico Proy-FIA V. Análisis Qcos-INTA
Nombres	Paula Alejandra
Apellido paterno	Quezada
Apellido materno	Lazo
RUT personal	
Organización / Institución	Instituto de Nutrición y Tecnol. de los Alimentos-Universidad de Chile
Tipo organización	Publica (X) Privada ()
Cargo o actividad que desarrolla	Analista Químico
Dirección laboral	El Líbano 5524, Macul
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	978 1448
Fax	2214 030
Celular	---
Email	---
Web	---
Género	Masc () Fem (X)
Etnia	S/clasif
Tipo	Profesional

1.11. FICHA EQUIPO TÉCNICO INTEGRANTE UNIDAD EJECUTORA FAGRO

Tipo actor en el proyecto	Ing. Agrónomo Proy –FIA parte FAGRO
Nombres	Alvaro
Apellido paterno	Peña
Apellido materno	Neira
RUT personal	
Organización / Institución	Fac. Ciencias Agronómicas-Universidad de Chile
Tipo organización	Publica (<input checked="" type="checkbox"/>) Privada (<input type="checkbox"/>)
Cargo o actividad que desarrolla	Ing. Agron. Investigador Asociado
Dirección laboral	Santa Rosa 11315
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	9785731
Fax	----
Celular	09-4991911
Email	apena@uchile.cl
Web	---
Género	Masc (<input checked="" type="checkbox"/>) Fem (<input type="checkbox"/>)
Etnia	S/clasif
Tipo	Profesional

1.12. FICHA EQUIPO TÉCNICO INTEGRANTE UNIDAD EJECUTORA FAGRO

Tipo actor en el proyecto	Ing. Agrónoma Proy -FIA parte FAGRO
Nombres	María de la Luz
Apellido paterno	Hurtado
Apellido materno	Pumarino
RUT personal	
Organización / Institución	Fac. Ciencias Agronómicas-Universidad de Chile
Tipo organización	Publica (X) Privada ()
Cargo o actividad que desarrolla	Ing. Agron. Investigadora Asociada
Dirección laboral	Santa Rosa 11315
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	9785731
Fax	-----
Celular	09-5347876
Email	mhurtado@uchile.cl
Web	---
Género	Masc () Fem (X)
Etnia	S/clasif
Tipo	Profesional

1.13. FICHA EQUIPO TÉCNICO INTEGRANTE UNIDAD EJECUTORA FAGRO

Tipo actor en el proyecto	Ing. Agrónoma contratada Proy -FIA Análisis Fcos y Qcos FAGRO
Nombres	Carolina Paz
Apellido paterno	Fredes
Apellido materno	González
RUT personal	
Organización / Institución	Fac. Ciencias Agronómicas-Universidad de Chile
Tipo organización	Publica (X) Privada ()
Cargo o actividad que desarrolla	Ing. Agron. Investigadora Asociada
Dirección laboral	Santa Rosa 11315
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	9785730
Fax	-----
Celular	-----
Email	cfredes@uchile.cl
Web	---
Género	Masc () Fem (X)
Etnia	S/clasif
Tipo	Profesional

1.14. FICHA EQUIPO TÉCNICO INTEGRANTE UNIDAD EJECUTORA FAGRO

Tipo actor en el proyecto	Ing. Agrónoma contratada Proy -FIA Análisis Fcos y Qcos FAGRO
Nombres	Claudia Maritza
Apellido paterno	Daccarett
Apellido materno	Stelzl
RUT personal	
Organización / Institución	Fac. Ciencias Agronómicas-Universidad de Chile
Tipo organización	Publica (X) Privada ()
Cargo o actividad que desarrolla	Ing. Agron. Investigadora Asociada
Dirección laboral	Santa Rosa 11315
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	9785730
Fax	-----
Celular	09-1616456
Email	madast@yahoo.com
Web	---
Género	Masc () Fem (X)
Etnia	S/clasif
Tipo	Profesional

1.15. FICHA EQUIPO TÉCNICO INTEGRANTE EXTERNO

Tipo actor en el proyecto	Ing. Agrónomo contratado Proy -FIA Consultor externo
Nombres	Felipe
Apellido paterno	Rosas
Apellido materno	--
RUT personal	
Organización / Institución	Consultor Free Lance
Tipo organización	Publica () Privada (X)
Cargo o actividad que desarrolla	Ing. Agron. Consultor Asociado
Dirección laboral	Av. Del Parque 4680, Of. 503 Huechuraba
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	44401550 A 432
Fax	-----
Celular	-----
Email	fro@entelchile.net
Web	---
Género	Masc (X) Fem ()
Etnia	S/clasif
Tipo	Profesional

ANEXO 2: FICHA DE DATOS ORGANIZACIÓN

2.1. FICHA AGENTE EJECUTANTE-INTA

Tipo actor en el proyecto	Ejecutor
Nombre de la Organización, Institución, o Empresa.	Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos
RUT Organización	60.910.000-1
Tipo organización	Publica (X) Privada ()
Dirección	El Libano 5524, Macul
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	978 1400
Fax	2214 030
Email	
Web	www.inta.cl
Tipo de entidad	Universidad nacional

2.2. FICHA AGENTE ASOCIADO-FAGRO

Tipo actor en el proyecto	Ejecutor-Asociado
Nombre de la Organización, Institución, o Empresa.	Facultad de Ciencias Agronómicas
RUT Organización	60.910.000-1
Tipo organización	Publica (X) Privada ()
Dirección	Santa rosa 11315
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	978 5731
Fax	-----
Email	----
Web	www.uchile.cl
Tipo de entidad	Universidad nacional

2.3. FICHA AGENTE ASOCIADO-ASOEX

Tipo actor en el proyecto	Agente asociado
Nombre de la Organización, Institución, o Empresa.	Asociación de Exportadores de Chile A.G.
RUT Organización	82.475.900-6
Tipo organización	Publica () Privada (X)
Dirección	Cruz del Sur 133, 2do piso
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	2066604
Fax	2064163
Email	asoex@asoex.cl
Web	www.asoex.cl
Tipo de entidad	Asociación de Exportadores-Grande

2.4. FICHA AGENTE ASOCIADO-FEPACH (CHILE-ALIMENTOS)

Tipo actor en el proyecto	Agente Asociado
Nombre de la Organización, Institución, o Empresa.	Federación de procesadores de alimentos y agroindustriales de Chile
RUT Organización	78.553.090-k
Tipo organización	Publica () Privada (X)
Dirección	Ahumada 254, Ofic. 1209
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	6995400
Fax	6963506
Email	fepach@fepach.cl
Web	www.fepach.cl
Tipo de entidad	Organización product/export-grande

2.5. FICHA AGENTE PARTICIPANTES/ BENEFICIARIOS DIRECTOS

Tipo actor en el proyecto	EMPRESA BENEFICIADA
Nombre de la Organización, Institución, o Empresa.	VITALBERRY MARKETING S.A.
RUT Organización	96.567.530-2
Tipo organización	Publica () Privada (X)
Dirección	Av. Del Parque 4680, Of. 503 Huechuraba
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	444 1550
Fax	4441620
Email	
Web	www.vitalberry.cl
Tipo de entidad	Empresa productora-exportadora

2.6. FICHA AGENTE PARTICIPANTES/ BENEFICIARIOS DIRECTOS

Tipo actor en el proyecto	EMPRESA BENEFICIADA
Nombre de la Organización, Institución, o Empresa.	Comercial Fruticola S.A. COMFRUT
RUT Organización	79.663.940-7
Tipo organización	Publica () Privada (X)
Dirección	Av. Eliodoro Yañez 2905
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	334 6088
Fax	234 1102
Email	--
Web	www.comfrut.cl
Tipo de entidad	Empresa productora-exportadora

2.7. FICHA AGENTE PARTICIPANTES/ BENEFICIARIOS DIRECTOS

Tipo actor en el proyecto	EMPRESA BENEFICIADA
Nombre de la Organización, Institución, o Empresa.	Sociedad de Representaciones Internacionales SRI, Ltda.
RUT Organización	78.383.450-2
Tipo organización	Publica () Privada (X)
Dirección	Luis Rodríguez Velasco 4717, of. 2
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	4401535
Fax	4401540
Email	-----
Web	www.sri.cl
Tipo de entidad	Empresa productora-exportadora

2.8. FICHA AGENTE PARTICIPANTES/ BENEFICIARIOS DIRECTOS

Tipo actor en el proyecto	EMPRESA BENEFICIADA
Nombre de la Organización, Institución, o Empresa.	Nevada Export S.A.
RUT Organización	79.675.380-3
Tipo organización	Publica () Privada (X)
Dirección	Fidel Oteiza 1956, of. 901
País	Chile
Región	RM
Ciudad o comuna	Santiago
Fono	2236656
Fax	2745760
Email	---
Web	www.nevadaexport.cl
Tipo de entidad	Empresa productora-exportadora

Mes	Fruta	Variedad	Var. reemp.°	Estado	Región/ total muestras	Reg. reemp.°	Zona	Especif. zona o reempl.°	Nº muestras zona	Nº final muestras zona +	Observaciones	Proveedor				
Fin Dic	Ar	O'Neil Duke	✓	/	Fresco	✓	RM/6	RM	Talagante	X	Lampa	6	X	3	No había disponibilidad de arándanos Duke en región metropolitana, por lo cual sólo se consideraron arándanos O'Neil, lo que equivale a 3 muestras.	Vitalberry
Fin Dic	Ar	Duke	✓	/	Fresco	✓	VIU/11	VI	Curicó	X	San Fernando	2	✓	2	/	Vitalberry
Fin Dic	Ar	Duke	✓	/	Fresco	✓	VIU/11	/	Linares	✓	/	4	X	6	Petición de dos muestras extras en esta zona, para compensar de alguna forma el número de muestras no recibidas anteriormente.	Vitalberry
Fin Dic	Ar	Duke	✓	/	Fresco	✓	VII/11	/	Parral	X	Cauquenes	5	X	3	Se recibieron 3 de las 5 muestras por finalización de cosecha de la zona.	Vitalberry
Fin Dic	Framb	Heritage	✓	/	Fresco	✓	VII/6	/	Curicó	✓	/	3	✓	3	/	COMFRUT
Fin Dic	Framb	Heritage	✓	/	Fresco	✓	VII/6	/	Linares	✓	/	3	✓	3	/	COMFRUT
Fin Dic	Framb	Heritage	✓	/	Fresco	✓	VIII/2	/	Chillán	✓	Ñuble	2	✓	3	Aumento en una muestra de esta zona.	COMFRUT
Fin Dic	Framb	Heritage	✓	/	Cong	✓	VII/10	/	Curicó	✓	/	5	✓	5	/	COMFRUT
Fin Dic	Framb	Heritage	✓	/	Cong	✓	VII/10	/	Linares	✓	/	5	✓	5	/	COMFRUT
Fin Dic	Framb	Heritage	✓	/	Cong	✓	VIII/5	/	Chillán	✓	/	5	✓	5	/	COMFRUT
Fin Dic	Frut	Camarosa	✓	/	Cong	✓	RM/11	/	San Pedro	✓	Santiago	11	✓	11	/	COMFRUT
Fin Dic	Frut	Camarosa	✓	/	Cong	✓	VII/10	/	Curicó-Talca-Linares	✓	Curicó	5	✓	5	/	COMFRUT
Fin Dic	Frut	Camarosa	✓	/	Cong	✓	VII/10	/	Chanco	X	Parral	5	✓	5	/	COMFRUT
Fin Dic	Frut	Camarosa	✓	/	Cong	✓	VIII/2	/	Chillán	✓	/	2	✓	2	/	COMFRUT
Enero	Ar	Bluecrop	X	Brigitta	Fresco	✓	VIII/22	IX	Chillán	X	Gorbea	8	✓	8	Debido a la no disponibilidad de arándanos Bluecrop, se consideró tener muestras de arándanos Brigitta de Gorbea, ya que serían comparables con las muestras del mes de Febrero.	Vitalberry
Enero	Ar	Bluecrop	✓	/	Fresco	✓	VIII/22	/	Los Angeles	✓	Cofipulli	14	✓	14	/	Vitalberry
Enero	Ar	Bluecrop	✓	/	Fresco	✓	IX/8	/	Temuco	✓	Gorbea	8	✓	8	/	SRI
Enero	Moras	Cherokee	✓	/	Fresco	✓	VII/12	/	Curicó	X	Talca	12	X	9	Con el fin de tener distintas variedades de moras de exportación se solicitaron 3 muestras menos de la variedad Cherokee, para tener así la posibilidad de tener de la variedad Navaho de Curicó sin alterar el número final de muestras.	Vitalberry
Enero	Moras	Navaho		/	Fresco		..	/	Curicó		/	..		3		Vitalberry
Enero	Moras	Cherokee	✓	/	Fresco	✓	VIII/3	/	Chillán	✓	/	3	✓	3	/	Vitalberry
Enero	Moras	Cherokee	X	Loch Ness	Fresco	✓	IX/1	/	Temuco	X	Angol	1	X	3	Debido a la no disponibilidad de moras Cherokee de Temuco, se consideró tener muestras de otra variedad exportable de mora de la novena región: Loch Ness. De esta forma, también, se equilibra el número de muestras pedidas y recibidas hasta el momento.	Vitalberry

Febrero	Ar	Brightta	X	Elliot	Fresco	✓	X/10	/	Valdivia	X	Oso/ Rio Negro	10	✓	10	No disponibilidad de arándanos Brightta de la zona, pero si disponibles Elliot, lo cual da pie a la comparación con Elliot de Marzo	SRI
Febrero	Framb	Heritage	✓	/	Cong	✓	VII/53	/	Curicó	✓	/	14	✓	14	/	Nevada
Febrero	Framb	Heritage	✓	/	Cong	✓	VII/53	/	Linares	✓	/	14	✓	14	/	Nevada
Febrero	Framb	Heritage	✓	/	Cong	✓	VII/53	/	Parral	✓	/	25	✓	25	/	Nevada
Febrero	Framb	Heritage	✓	/	Cong	✓	VIII/14	/	Chillán	✓	/	14	✓	14	/	Nevada
Febrero	Framb	Heritage Meeker	✓	/	Cong	✓	X/13	IX	Magill	X	Lancoche	13	✓	13	De esta zona se muestreo sólo variedad Meeker	Nevada
Febrero	Framb	Heritage	✓	/	Fresco	✓	VII/32	/	Curicó	✓	/	8	✓	8	/	Vitalberry
Febrero	Framb	Heritage	✓	/	Fresco	✓	VII/32	/	Linares	✓	/	8	✓	8	/	Vitalberry
Febrero	Framb	Heritage	✓	/	Fresco	✓	VII/32	VIII	Parral	X	Chillán	18	✓	18	/	Vitalberry
Febrero	Framb	Heritage	✓	/	Fresco	✓	VIII/9	/	Chillán	✓	Ñuble	9	✓	9	/	Vitalberry
Febrero	Frut	Camarosa	✓	/	Cong	✓	RM/16	V	San Pedro	X	Santo Domingo	10	✓	10	/	COMFRUT
Febrero	Frut	Camarosa	✓	/	Cong	✓	RM/16	/	Melipilla	X	Santiago	8	✓	8	/	COMFRUT
Febrero	Frut	Camarosa	✓	/	Cong	✓	VII/14	/	Curicó-Linares	✓	Linares	7	✓	7	/	Nevada
Febrero	Frut	Camarosa	✓	/	Cong	✓	VII/14	/	Chanco	✓	/	7	✓	7	/	Nevada
Febrero	Frut	Camarosa	✓	/	Cong	✓	VII/2	/	Chillán	✓	/	2	✓	2	/	Nevada
Marzo	Ar	Elliot	✓	/	Fresco	✓	X/26	/	Valdivia	X	Oso/ San Pablo	26	✓	26	/	SRI
												309	✓	309		

° Columna indica la variedad de la fruta que se recibió en reemplazo de la solicitada.

ª Columna indica la región de procedencia de la fruta que se recibió en reemplazo de la solicitada.

* Columna indica la procedencia de la fruta (especificación de la zona, o bien, indica la zona en reemplazo de la solicitada).

+ Columna indica el número de muestras finalmente recibidas de la zona.

✓ La fruta que se recibió posee la característica indicada inmediatamente a la izquierda del símbolo.

X La fruta que se recibió no posee la característica indicada inmediatamente a la izquierda del símbolo. En este caso, a la derecha del símbolo está la característica correspondiente.

SALUD Y NUTRICION



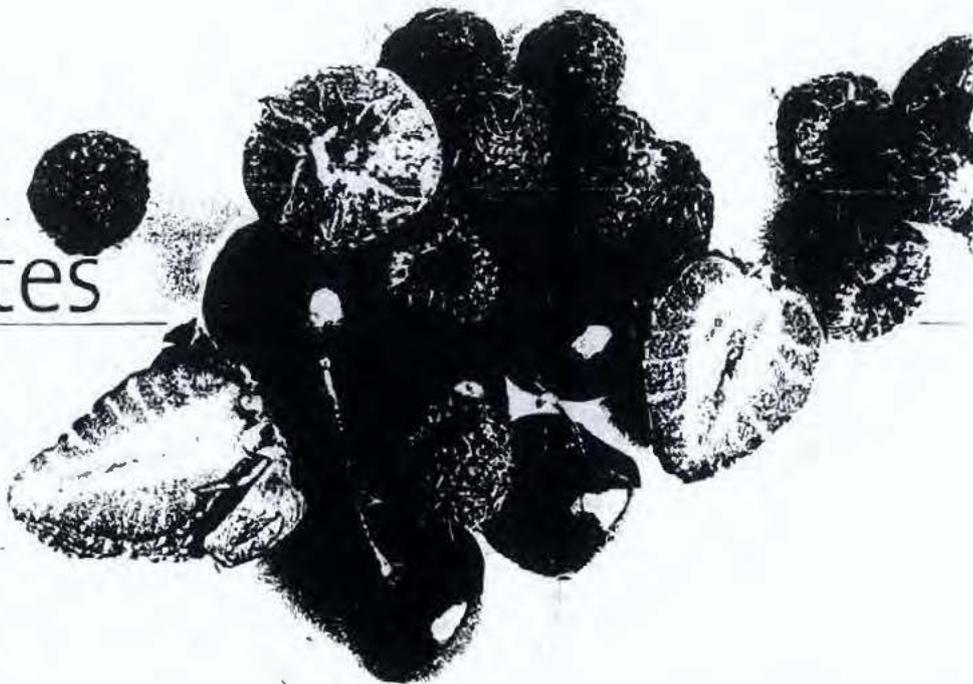
Comer sano es vital
Investigación,
garantía de calidad

BERRIES

Deliciosos antioxidantes

En los últimos años, la ciencia ha puesto particular interés en la búsqueda y desarrollo de moléculas de origen natural con propiedades antioxidantes, con la perspectiva de prevenir y, eventualmente, tratar patologías relacionadas con el estrés oxidativo, como distintas formas de cáncer, ciertas afecciones cardiovasculares, en especial las que tienen como base la aterosclerosis, inflamaciones del intestino y algunos desórdenes neurodegenerativos.

Los principales antioxidantes presentes en la dieta son la vitamina E, la vitamina C y el Beta-caroteno (pro vitamina A). A su vez, el organismo recibe a través de los alimentos otros antioxidantes llamados polifenoles, que si bien no son vitaminas, contribuyen a la capacidad de defensa antioxidante del organismo.



DIVERSOS ESTUDIOS INDICAN QUE ESTAS FRUTAS CONCENTRAN MÁS POLIFENOLES CON PROPIEDADES BENÉFICAS PARA EL ORGANISMO QUE CUALQUIER OTRO ALIMENTO.



Dr. Hernán Speisky, jefe del laboratorio de toxicología nutricional del INTA.

Bajo este contexto, en el Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos surgió el interés de estudiar la existencia de moléculas con propiedades antioxidantes en los berries o bayas, entre los cuales se encuentran la frambuesa, la frutilla, el arándano y la mora. Diversos estudios indican que estas frutas concentran más polifenoles que cualquier otro alimento ingerido por la población. Esta última característica ubica a los berries en una categoría de "alimentos funcionales", es decir, como alimentos cuyo consumo, más allá de su contenido de macronutrientes, es claramente beneficioso para la salud humana. Según el doctor Hernán Speisky, jefe del laboratorio de toxicología nutricional del INTA, los berries poseen la ventaja de su bajo contenido en azúcar, estar asociados en su composición química con la vitamina C, y no contener alcohol, a diferencia del vino tinto, reconocido como una bebida rica en antioxidantes del tipo polifenólicos.

Por ello, el INTA junto a la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile y con el financiamiento de la Fundación para la Innovación Agraria, FIA, la Asociación de Exportadores de Frutas, Asoex, y la Federación de Procesadores de Alimentos y Agroindustriales de Chile, Fepach, desarrollarán a partir de diciembre próximo y por un plazo de dos años, una investigación destinada a caracterizar el contenido y la actividad antioxidante de los berries producidos y exportados

por Chile.

A nivel mundial se producen 4 millones de toneladas anuales de berries, de los cuales Chile aporta alrededor de 50 mil toneladas bajo la forma de congelados, jugo o pulpa, conservas, deshidratados y frescos. Dicho volumen representa, aproximadamente, un 85 por ciento de la producción nacional, con ventas de alrededor de 110 millones de dólares, en el 2002.

Según Speisky, es fundamental que se conozca a través de investigaciones científicas el contenido antioxidante de los berries que se están exportando, ya que Chile está ganando una posición importante como exportador de este producto.

"Creemos que es estratégico conocer si el contenido y las propiedades antioxidantes de los berries nacionales son equivalentes o superiores a los berries que constituyen nuestra competencia en los mercados internacionales", acota. Asimismo, se podrán desarrollar estrategias de cultivo de estos frutos, ya que se caracterizará la relación que hay entre los contenidos antioxidantes de estos frutos y las diversas regiones y zonas climático-geográficas donde hoy se cultivan.

De acuerdo con el doctor Speisky, "la capacidad de expandir nuestra economía en forma sostenible se relaciona directamente con nuestra capacidad y compromiso para generar, a través de la investigación científica, conocimientos conducentes a la valorización de nuestros recursos".



ANTIOXIDANTES EN BERRIES CHILENOS: SU INVESTIGACIÓN COMO UNA ESTRATEGIA DIRIGIDA A AMPLIAR SU EXPORTACIÓN.

Rocco, C., Gomez, M., Gotteland, M., Brunser, O., Speisky, H.
(Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile).

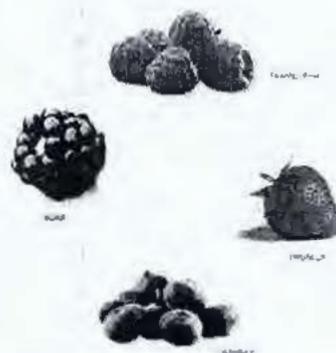
Peña, A., Hurtado, M.L. (Fac. Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile).
FEPACH (Federación de Procesadores de Alimentos y Agroindustriales de Chile).
ASOEX (Asociación de Exportadores de Frutas)
FIA (Fundación para la Innovación Agraria, Min. de Agricultura).

Fecha inicio: 15-Dic-2003 / Fecha término: 15-Dic-2005

Gestación del proyecto

La capacidad de expandir nuestra economía en forma sustentable se relaciona directamente con nuestro compromiso de educar a la población y generar, a través de la investigación científica, conocimientos conducentes a la valorización de nuestros recursos. El INTA, a través de sus programas de educación e investigación científica, cumple un papel fundamental en el campo de la nutrición y de la alimentación humana. Su misión, que primeramente apunta a promover prácticas de consumo saludables, incluye el desarrollo de estudios que permitan generar conocimiento científico relevante para la competitividad de nuestro sector productor y exportador de alimentos.

En atención a que el consumo de frutas ricas en antioxidantes es reconocido como un factor clave en la prevención de enfermedades crónicas de alta incidencia y morbilidad (reconocido por la OMS y la FDA), el INTA ha considerado prioritario participar en investigaciones destinadas a caracterizar el contenido y actividad antioxidante de los berries producidos en Chile. En el marco de dicho propósito, y como resultado de contactos preliminares establecidos con la industria productora y exportadora de berries durante el año 2002, nuestro instituto organizó a fines de marzo del 2003 un seminario titulado "Propiedades antioxidantes y beneficios para la salud asociados con el consumo de berries: su investigación como una estrategia dirigida a ampliar la exportación". La reunión logró convocar, entre otros, a representantes de: empresas productoras y exportadoras de berries, FEPACH, ASOEX, PROCHILE, y del FIA. Con ocasión del seminario los académicos del INTA y de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile, tuvimos la oportunidad de discutir en forma conjunta con representantes de los sectores público y privado, aspectos relacionados con nuestro interés, capacidad y posibilidades de contribuir en la solución de algunos de los desafíos que enfrentarán los productores y exportadores de berries en el futuro próximo.



Objetivo del proyecto

El presente proyecto propone, como una estrategia para apoyar y promover la exportación de berries, establecer una base de información en torno a la calidad (contenido y actividad) antioxidante de los principales berries exportados por nuestro país (arándanos, frutillas, frambuesas, moras). A partir de dicho conocimiento, se propone también la preparación de un extracto de berries rico en polifenoles, para su eventual uso con fines nutraceuticos, y el desarrollo de una barra gelificada de berries, concentrada en antioxidantes, para su eventual consumo como "snack-food".

Metodología

Se caracterizará la calidad antioxidante de aquellos berries que contribuyen mayormente a las exportaciones: se estudiarán como frutas frescas (arándanos, frambuesas y moras) y como frutas congeladas (frambuesas, frutillas), en sus variedades más cultivadas. La recolección de muestras se realizará directamente en los lugares de acopio y procesamiento para su exportación, tomando en cuenta los periodos peak de producción y procesamiento de cada fruta, así como la diversidad de origen geográfico (regiones y zonas). Respecto de la caracterización del contenido antioxidante, se cuantificarán polifenoles, antocianos, taninos, ácido elágico y ácido ascórbico. Respecto de la actividad antioxidante, ésta será evaluada mediante metodologías oficialmente aceptadas para tales propósitos (ORAC y FRAP) y que permitirán una comparación de los resultados a obtener con aquellos reportados para otros berries existentes en el mercado.

Resultados esperados

Se espera observar en los berries chilenos contenidos y actividades antioxidantes e lo menos similares, sino mayores que los reportados para berries cultivados en otras parte del mundo. Esto último nos dejaría en situación de utilizar esta información para "diferenciar" favorablemente a nuestros productos si se estima pertinente. El mejor conocimiento de las características de nuestros berries nos permitirá responder a futuros desafíos del mercado, y además, definir y respaldar con sólida científica futuras iniciativas de promoción de su exportación y consumo. Se espera que la elaboración de productos de alto valor agregado constituya una alternativa interesante a explorar para los productores chilenos de estas frutas.



Introducción al problema abordado

El cultivo de berries en Chile ha experimentado un sostenido crecimiento en respuesta a la mayor demanda por parte de los mercados externos. Al año 2002, las exportaciones de berries alcanzaron los US\$ 109 millones.

Si bien nuestro país goza de ventajas geográficas y climáticas que le permiten exportar berries en contraestación, debe también enfrentar los desafíos que significan la fuerte inversión que realizan países de la competencia en investigación y tecnología, y los crecientes estándares de calidad y sanidad que exigen sus mercados. Este grupo comprende, principalmente, aquellos países del hemisferio norte que actúan simultáneamente como importadores y productores de berries y con los cuales recientemente Chile ha firmado (UE, Canadá), o está en situación de firmar (EEUU) Tratados de Libre Comercio. Si bien la firma de los TLC aislados traerá consigo nuevas oportunidades para nuestra industria exportadora, es muy posible anticipar también que -en respuesta a la pérdida de ventajas proteccionistas- algunos de los países comprendidos en dichos acuerdos respondan con estrategias que nos significarán nuevos desafíos. En atención a que los berries se distinguen de otros frutos por su contenido antioxidante particularmente alto, es muy probable que, como criterio de selección entre berries de distintas procedencias, los mercados se inclinen por aquellos cuya calidad antioxidante y nutricional ha sido previamente establecida. Relativo al conocimiento existente, y a la investigación que al respecto se continúa realizando en torno a los berries producidos y comercializados por los países del Hemisferio Norte, nuestro país se encuentra, en la actualidad, en total y absoluta desventaja.





PROGRAMA CEREMONIA INAUGURAL BERRIES CHILENOS

- 11:00-11:10 Sr. MARIO SILVA
Decano Facultad de Agronomía,
Universidad de Chile
- 11:10-11:20 Sr. FERNANDO VIO
Director INTA, Universidad de Chile
- 11:20-11:30 Sra. MARGARITA d'ÉTIGNY
Directora FIA
- 11:30-11:40 Prof. HERNAN SPEISKY
Director Proyecto, Académico INTA
- 11:40-11:50 Sr. CRISTIAN STEWART
CONFRUT representante empresas
- 11:50 Cierre y Cocktail

Santiago, Marzo 24 del 2004



INVITACION

FERNANDO VIO, Director del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA) y **MARIO SILVA**, Decano de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile, saludan atentamente a Ud. y tienen el agrado de invitarle a la Ceremonia Inaugural del Proyecto **"ANTIOXIDANTES EN BERRIES CHILENOS: Su investigación como una estrategia dirigida a ampliar su exportación"**, financiado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), en cooperación con empresas productoras y exportadoras de berries.

La ceremonia se realizará el día **Miércoles 24 de Marzo** a las **11:00 hrs.** en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile, Santa Rosa 11315, Paradero 32: Sala Roberto Opazo.

R.S.V.P. 2944308-678 1401-1402
Relaciones Públicas

Santiago, Marzo del 2004



INVITACION

FERNANDO VIO, Director del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA) y **MARIO SILVA**, Decano de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile, saludan atentamente a Ud. y tienen el agrado de invitarle a la Ceremonia Inaugural del Proyecto **"ANTIOXIDANTES EN BERRIES CHILENOS: Su investigación como una estrategia dirigida a ampliar su exportación"**, financiado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), en cooperación con empresas productoras y exportadoras de berries.

La ceremonia se realizará el día **Miércoles 24 de Marzo** a las **11:00 hrs.** en la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile, Santa Rosa 11315, Paradero 32: Sala Roberto Opazo.

R.S.V.P. 2944308-678 1401-1402
Relaciones Públicas

Santiago, Marzo del 2004

**INVITADOS CEREMONIA INAUGURAL
PROYECTOS BERRIES EN CHILE
24 de Marzo, 2004**

ALVARO PEÑA	FACULTAD DE AGRONOMIA	apena@uchile.cl	09-4991911
MARIA LUZ HURTADO	FACULTAD DE AGRONOMIA	mhurtado@uchile.cl	09-5347876 6785777
ERNESTO DATTARI	FEPACH	edattari@sepach.cl	6995400
JIMENA LOPEZ	ASOEX	jlopez@asoex.cl	2066604
FELIPE JUILLERAT	VITAL BERRIES	fjuillerat@vitalberry.cl	4441550
ANTONIO DOMINGUEZ	NEVADA EXPORT	a.dominguez@nevadaexport.cl	2236656
CRISTIAN STEWART	COMFRUT	cstewart@comfrut.cl	3346088
JULIA PINTO	SRI	julia.pinto@sri.cl	09-3224477
FELIPE ROSAS	CONSULTOR	fro@123.cl fro@entelchie.net	09-4152902
ISABEL REVECO	FIA	ireveco@fia.gob.cl	4313020
MARCELA SAMAROTTO	FIA	msamorot@fia.gob.cl	
MARIO SILVA	DECANO AGRONOMIA	agrodec@uchile.cl	6785753
MARGARITA D'ETIGNY	DIRECTORA FIA		
FERNANDO VIO	DIRECTOR INTA		6781411
HERNAN SPEISKY	JEFE PROYECTO ACADEMICO INTA	hspeisky@inta.cl	6781448
CLAUDIA ROCCO	INVEST. ASOC PROY	croccom@ciq.uchile.cl	678 1519
MARITZA GÓMEZ	QCO-LABORAT	margod@esfera.cl	678 1519
CLAUDIA DACCARETT	INVEST. ASOC PROY	cladast@yahoo.com	678 5730
MARTIN GOTTELAND	ACADEMICO INTA	mgottela@inta.cl	6781523

GUILLERMO JULIO ALVEAR	DECANO FORESTAL	gjulio@uchile.cl factores@uchile.cl	6785762
SANTIAGO URCELAY V.	DECANO VETERINARIA	surcelay@uchile.cl	6785501
RODRIGO INFANTE	DIRECTOR PRODUCCION AGRICOLA	rinfante@uchile.cl	6785823
HUGO NÚÑEZ	DIRECTOR AGROINDUSTRIA Y ENOLOGIA	Nuñez@uchile.cl	6785731
RICARDO PERTUZE	DEP.PRODUCCION AGRICOLA	rpertuze@uchile.cl	6785729
MARIANA GAMBARDELLA	DIRECTORA INVEST. AGRO	mgambard@uchile.cl	6785728
VICENTE GUZMÁN	ACADEMICO AGRO INDUSTRIA	vguzman@uchile.cl	6785728
VERÓNICA DÍAZ	DIRECTORA EXTENSION AGRO	vdiaz@uchile.cl	6785784
CARMEN GLORIA YAÑEZ	ASISTENCIA TECNICA INTA	cgyanez@inta.cl	6781528
SANDRA EVANGELISTI	ASISTENCIA TECNICA	sevangel@inta.cl	6781404
FRANCISCO PEREZ	SECRETARIA INVESTIGACION	fperez@inta.cl	6781520
ISABEL ZACARIAS	ASISTENCI TECNICA	izacaria@inta.cl	6781429
LUIS VALLADARES	DIRECTOR ADJUNTO	lvallada@inta.cl	6781434
CARLOS CASTILLO	DIRECTOR ADMINISTRATIVO	castillo@inta.cl	6781503
OSCAR BRUNSER	ACADEMICO INTA	obrunser@inta.cl	6781533
ANA MARIA ESTEVEZ	VICE DECANO FAC CS.AGRONOMICAS	aestevez@uchile.cl	6785714
XIMENA LIBANO	EMPRESA BERRIES	xlibano@vtr.net	3263753



INDUSTRIA de ALIMENTOS

AGROINDUSTRIA • CARNINDUSTRIA • CEREAINDUSTRIA • ACUAINDUSTRIA • PACKAGING • SUPERMERCADOS • PROVEEDORES • HOTELES Y RESTAURANTES

Visítenos en www.indualimentos.cl

APEC 2004

Supera expectativas

Mercado Light

Engorda en

Café en Brasil

Origen y Perspectiva

HUEVOS

Beneficios y Consumo

Estudiarán Contenidos de
Antioxidantes en Berries Chilenos
 para Incrementar su Exportación



El Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA) y la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile el miércoles 24 de marzo dio inicio al Proyecto "Antioxidantes en berries chilenos: su investigación como una estrategia dirigida a ampliar su exportación", iniciativa que es financiada por la Fundación para la Innovación Agraria, FIA.

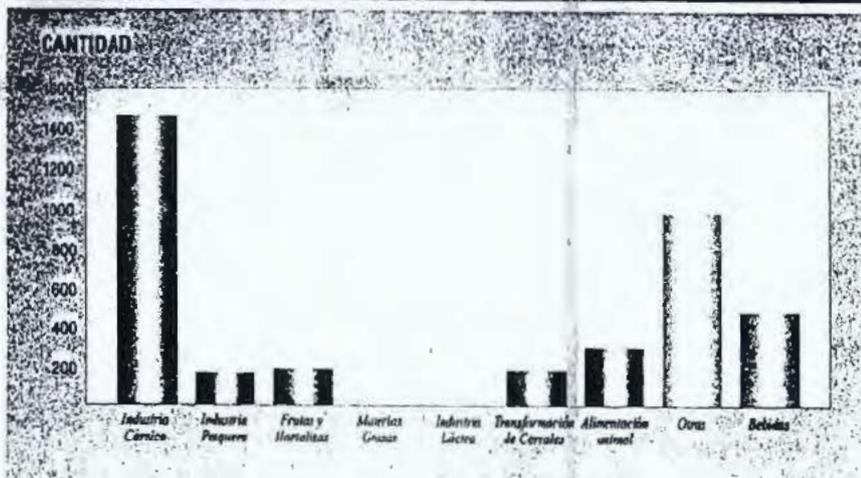
En el desarrollo del proyecto, un equipo de investigadores trabajará en la caracterización de la presencia de compuestos antioxidantes en berries chilenos, estudiando muestras provenientes de distintas zonas geográficas, climáticas y distintos cultivares, para determinar en qué medida tienen una cantidad igual, si no mayor, de estos compuestos que los de otros países, por lo que pueden competir en iguales condiciones con aquellos.

En un entorno tan competitivo como el actual, las etiquetas basadas en criterios tales como el contenido de antioxidantes de los berries puede marcar un significado distintivo que permita controlar o aumentar las ventas de estos productos. Debido a estas razones, el estudio cuenta asimismo con el patrocinio de la Asociación de Exportadores de Chile (ASOEX) y la Federación de Procesadores de Alimentos y Agroindustriales (FEPACH).

De esta manera, se establece una colaboración importante entre la universidad, los productores y la industria, cooperación que ha llevado a Estados Unidos, a Europa y a Japón a su alto grado de desarrollo científico y tecnológico y a los altos niveles de bienestar de sus poblaciones.

En lo específico, el proyecto se propone caracterizar físico-químicamente los frutos de arándano, frambuesas y moras en estado fresco; caracterizar el contenido y la actividad antioxidante de arándanos, frambuesas y moras frescas y frutillas y frambuesas congeladas; desarrollar y caracterizar una barra gelificada a partir de pulpa de berries para su eventual consumo como "snack"; y desarrollar un licorizado de berries concentrado en antioxidantes para su eventual uso con fines nutraceuticos.

Estructura de las empresas (10 empleados y más)



Agosto 1997

y enlatados, en dirección de Singapur, Hong Kong, Taiwán y también Corea del Sur, Malasia, Filipinas, Tailandia e Indonesia.

Los principales sectores exportadores son los vinos y el champagne, los licores, los productos lácteos, la carne fresca, la carne de aves, el azúcar, los chocolates y dulces. La exportación genera asimismo crecimiento en otros sectores.

Una trama de empresas dinámicas

Si bien es cierto, como lo hemos indicado anteriormente, que 93% de esas empresas cuentan con menos de 200 asalariados en 1997; también se puede señalar que 98% de las empresas IAA cuentan con menos de 500 asalariados y que la industria alimentaria francesa es un sector donde las Pymes, numerosas y dinámicas, realizan el 59% del volumen de negocios. Las empresas

medianas muestran así un dinamismo y una capacidad de adaptación al mercado nacional e internacional. Se hace necesario indicar igualmente que las 85 mayores empresas alimentarias (con



más de 500 asalariados) realizan 41% de las exportaciones.

Por último, con 7 grupos alimentarios (*), Francia ocupa en 1997 el 6º lugar entre los 100 líderes mundiales, siguiendo a Estados Unidos, Japón, Reino Unido, Países Bajos y Suiza. []

(*): Danone, Lactalis, Bepim, Sae, EVRH, Escalabré, Vercor, Bouygues, Pernod-Richard y SOGAMA.

CONSUMO Y SALUD

Alimentos Funcionales, la tendencia que viene

Más que por el precio, en los próximos años la demanda de Camu camu pasará por los miligramos de polifenoles que tenga para combatir a los de terpenos de las naranjas, principales antocianos que previenen enfermedades como el cáncer o la diabetes (1, 2, 3).



Salud por los alimentos!

Si antes los consumidores exigían que la comida fuera barata y de buen sabor, hoy optan por aquella que les ayude a mantener su bienestar físico y disminuir los riesgos de enfermedades. Bienvenidos a la era de los alimentos funcionales.

EDUARDO MORAGA VÁSQUEZ

Viajemos unos años en el tiempo. Digamos año 2012. Una dueña de casa de Chicago, ubicada en el sector de frutas y verduras del supermercado, tiene en su mano derecha una caja de frambuesas chilenas y en la izquierda otra de Nueva Zelanda. Las sudamericanas, de igual aroma y color que las oceánicas, tienen un precio algo superior. Hasta ahí todo indica que la compra ya está decidida.

Sin embargo, en el primero de los envases la etiqueta destaca un estudio científico según el cual las frambuesas chilenas son excepcionalmente ricas en antioxidantes, elementos anticancerígenos. Si bien la mujer está dispuesta a ahorrar en lustramuebles o detergente, con la salud de su familia no transa: deja en su mostrador el producto neocelandés y compra el chileno.

¿Ciencia ficción? Nada de eso. Sólo un adelanto de la tendencia de consumo que viene: los alimentos funcionales.

"Hasta hace unos años la elección pasaba por el precio, facilitar la vida o el sabor. Hoy estamos frente a un cambio estructural, en el que la variable de la salud se ha vuelto fundamental en la decisión de consumo en los países desarrollados", señala Luis Hernán Bustos, director ejecutivo de Interbrand-Chile, empresa consultora de marketing.

El santo grial de esta nueva tendencia son los alimentos funcionales. En pocas palabras, se trata de productos que, más allá de alimentar, tienen beneficios fisiológicos y reducen el riesgo de enfermedades crónicas.

En este segmento se incluyen básicamente frutas, verduras y pescados con altos contenidos de elementos considerados por la ciencia como beneficiosos para la salud, tales como antioxidantes, vitaminas, fibras o ciertos tipos de grasas.

Se calcula que sólo en EE.UU. este mercado llega a US\$ 29 mil millones, casi 17 veces los envíos chilenos de frutas y verduras.

La agricultura chilena podría sacar gran provecho de este nicho debido a las condiciones geológicas (presencia de suelos de origen volcánico) y climáticas (gran cantidad de horas de sol al año).

Por lo pronto la demanda por alimentos funcionales está comenzando a cambiar el destino de algunos productos.

El ajo es un buen ejemplo. Históricamente vilipendiado por su fuerte aroma, su consumo ha sido profusamente recomendado por estudios científicos en la última década, debido a su capacidad para disminuir el riesgo de cáncer, la hipertensión y colesterol malo.

Los productores de ajo no desaprovecharon la oportunidad y en cada envase destacaron sus características funcionales.

El resultado: en la actualidad es el segundo condimento más vendido en EE.UU.

El resto de la industria de alimentos tomó nota rápidamente y en los envases de manzanas o papas, entre otros, se comenzó a dar un espacio central a la descripción de sus contenidos nutricionales y a leyendas como "ayuda a disminuir el riesgo de cáncer".

El triángulo virtuoso

El éxito de los alimentos funcionales ha sido responsabilidad de un "triángulo virtuoso" conformado por las personas, gobiernos y empresas.

El alto nivel de educación de los consumidores, sumado a la cada vez más abundante información científica, ha hecho que estos exijan más beneficios para su salud y explica por qué se preocupan por saber la cantidad de antioxidantes de una frutilla.

Esto deriva en que hoy un habitante promedio de EE.UU. consume 145 kilos de frutas y verduras, mientras que hace una década compraba 90 kilos.

Desde el ámbito estatal la motivación es bastante simple: ahorrar dinero.

Seis de las principales enfermedades mortales (entre ellas el cáncer, los problemas cardiovasculares y la diabetes) están asociadas a una mala dieta y quienes las padecen representan una fuerte carga para el fisco.

Según la Secretaría de Salud de EE.UU., en ese país cada año se gastan US\$ 132 mil millones en enfermedades relacionadas con la diabetes. En todo caso, lo peor está por venir: el número de diabéticos se duplicará en 2008, llegando a 34 millones.

Con esos montos, no extraña que el gobierno de EE.UU. sea un convencido predicador de los alimentos funcionales.

Uno de los primeros "afectados" fueron los escolares de colegios públicos de EE.UU. El menú de sus cafeterías ha visto desaparecer las papas fritas y el tocino, mientras

que las frutas y verduras han pasado a ser los actores principales.

Las empresas privadas han ocupado el marketing para promover esta tendencia y agregar valor a sus productos.

Así, una cebolla ya no es "sólo" una hortaliza en un plato de ensalada, sino que una importante fuente de quercetina, un antioxidante que disminuye el riesgo de cáncer.

BENEFICIOS PARA LA SALUD

									
	Tomate	Ajo	Palta	Brócoli	Cebolla	Vino chileno	Aceite oliva	Fruítilla	Naranja
Principio activo	Licopeno	Saponina alicina*	Ácido fólico	Isotiocianato	Quercitina	Polifenoles	Vitamina E	Ácido elárgico	Terpeno
Previene	Afecciones cardíacas y cáncer a la próstata	Infecciones, aumento del colesterol y tumores	Malformación durante el proceso de gestación	Cáncer de pulmón	Afecciones al corazón y evolución celular mutacional	Ataques cardio-vasculares	Aterosclerosis	Intoxicación por el humo del tabaco	Úlceras y caries

*Compuesto de azufre

Fuente: European Food Information Council

ES 148 (11/2012) (1/1)

Casada con la ciencia

Entre los agricultores, especialmente de los países desarrollados, la alimentación funcional ha cambiado la forma de concebir la investigación, producción y comercialización.

"En el caso de los berries, las empresas comenzaron a hacer estudios sobre la cantidad de antioxidantes presentes en sus productos desde hace unos ocho años, lo que se ha intensificado en los últimos tres", afirma Hernán Speisky, investigador del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (Inia) de la U. de Chile.

Si antes el contacto entre ciencia y agricultura se daba sólo al momento de proveer de semillas, proteger de plagas o de surtir de fertilizantes a las plantas, hoy la relación va desde el huerto hasta que el consumidor colo-

ra el producto en su carro de supermercado.

A nivel de cultivos los efectos también son relevantes.

"En la actualidad el mejoramiento genético potencia las características funcionales en las frutas y verduras. Por ejemplo en el maíz se está estimulando la presencia de aminoácidos

porque éstos son elementos estructurales de las proteínas, las que a su vez son muy escasas en los vegetales y vitales para la mantención de la masa muscular, entre otras funciones", señala Gabriel Saavedra, coordinador del Departamento de Horticultura, del Inia La Platina.

Speisky afirma que la demanda por productos funcionales terminará por tocar también a los precios.

"Aunque en la actualidad no se registra una diferencia, a futuro las características funcionales comprobadas de un alimento serán una variable que determinará su valor comercial", proyecta Speisky.

Posición privilegiada

Con la propiedad que le da haber hecho mundialmente conocido al vino tinto chileno como alimento funcional, gracias a su alta presencia de antioxidantes, Federico Leighton, investigador de la Universidad Católica, reconoce que en Chile el conocimiento general sobre estos productos aún está en pañales.

Esta ignorancia parece ser inversamente proporcional al potencial que tiene el país para aprovechar esta tendencia.

En Chile la escasa cantidad de días nublados obliga a las plantas a generar concentraciones más altas de antioxidantes en el fin de frenar el natural envejecimiento que provoca la exposición sostenida a la radiación solar.

El origen volcánico de buena parte de los suelos del país, también lo coloca en buen lugar entre los proveedores de alimentos funcionales.

Los suelos sulfurosos permiten alta concentraciones de dicho compuesto en la producción agrícola. En términos de salud esto es relevante pues éstos están fuertemente relacionados a la inhibición del desarrollo de cánceres gástricos y de colon.

"Si a la condición sanitaria que ha logrado el país le agregamos las ventajas para la producción funcional, Chile está llamado a con-

vertirse en una potencia alimentaria", argumenta Leighton.

Sin embargo, todavía queda un par de variables fundamentales para que Chile aproveche sus condiciones naturales.

La primera es desarrollar investigaciones científicas que respalden las características funcionales de la producción chilena.

"Es necesario cerrar el vacío estratégico de información respecto a la producción chilena", afirma catgórico Speisky.

Hace dos años comenzaron a darse algunos pasos para revertir esta situación.

Con \$177 millones en recursos, colocados por el Fondo de Investigación Agropecuaria, la Universidad de Chile y empresarios de berries, un equipo de investigadores del Inia liderado por Hernán Speisky se encuentra desde diciembre pasado embarcado en un estudio de dos años destinado a detectar la presencia de antioxidante en arándanos, moras, frambuesas y frutillas.

Crístián Stewart, presidente de la Asociación Gremial de Productores de Alimentos Congelados (los berries se exportan básicamente refrigerados), explica el interés de su gremio por esta iniciativa.

"Los compradores tiene ofertas de todas partes del mundo, por lo que tenemos que comenzar a diferenciarnos por la calidad funcional que tienen nuestras frambuesas o arándanos", reconoce Stewart.

En tanto, desde hace un año Gabriel Saavedra y su equipo del Inia La Platina investigan la producción tomatera de la VI y VII Región para hallar las condiciones genéticas, de suelo y clima que provocan mayor presencia de licopeno, elemento asociado al menor desarrollo de cáncer prostático.

Para ello Saavedra cuenta con \$144 millones entregados por la Corfo, además del apoyo de las empresas lansafрут y Surfrut.

Si bien en el área científica ya se está avanzado, en la de marketing todavía queda mucho por hacer, pues en los mercados internacionales la asociación entre Chile y alimentos funcionales no existe.

"La información sola no sirve de mucho si lo que se desea es mejorar las ventas. El paso inicial que se puede dar es invertir y crear una marca-país que asocie a las verduras y frutas chilenas con alimentos funcionales", recomienda Luis Hernán Bustos.

www.nutriwatch.org
www.consumer.es



Los berries contienen altos niveles de polifenoles antioxidantes.

Berries:

Una dulce fuente de antioxidantes

Frutillas, frambuesas, arándanos y moras son defensas para el organismo.

Desde hace algunos años, investigadores y médicos recomiendan el consumo moderado de vino tinto (una o dos copas diarias) debido a sus propiedades antioxidantes.

Gracias a ellas, el organismo se mantiene resguardado de la acción de los radicales libres, especies que desencadenan la oxidación y envejecimiento celular, el desarrollo de varios trastornos —como la arteriosclerosis, el cáncer y la diabetes— y, a la postre, el deterioro del cuerpo.

Resulta que los pequeños y dulces berries, como frutillas, frambuesas, arándanos y moras, también tienen las mismas cualidades antioxidantes y, por tanto, son una buena manera de reforzar las defensas.

“Aunque el organismo tiene mecanismos antioxidantes propios, hoy se sabe que con la ingesta de fármacos, la contaminación, el tabaco y las dietas ricas en grasas es necesario aumentar esa capacidad antioxidante y eso debe provenir de la dieta”, explica el doctor Oscar Brunser, investigador del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), de la Universidad de Chile.

Guerra oxidativa

Dicha entidad, junto a profesores de la Facultad de Ciencias Agronómicas de la misma universidad, comenzó a trabajar en el proyecto “Antioxidantes en berries chilenos”, que espera establecer una base de información en torno a la calidad antioxidante de las principales especies de “berries” chilenas.

“Muchas frutas tienen polifenoles (sustancias antioxidantes) en muy alta concentración”, precisa el doctor Brunser. De allí que su consumo puede ayudar a prevenir la oxidación y, sobre todo, la arteriosclerosis o acumulación de grasas en las arterias, un antecedente de enfermedad cardiovascular (la primera causa de muerte en Chile).

Ya en 2002, investigadores de la Universidad Católica estudiaron las características antioxidantes del maqui y descubrieron que esta baya no sólo tiene más polifenoles antioxidantes que las moras y las frutillas, sino que son de mejor calidad.

De todas formas, como la guerra oxidativa en el cuerpo es inmensa, lo mejor es la combinación de todas las fuentes antioxidantes conocidas.

El proyecto de la U. de Chile comenzó en enero y entregará resultados concretos en unos seis meses, con los que esperan promover el consumo de berries, generar productos de valor agregado y favorecer su exportación.

La presión popular hizo que en enero de este año el Ministerio británico de Transporte diera a conocer su lista secreta de aerolíneas prohibidas en el espacio aéreo del país, por razones de seguridad.

Aproveche los diferentes canales y medios para expresar su opinión.

Ivan Núñez, periodista y conductor del espacio. Sin embargo, creo que aún falta mucho. Todavía somos un poco escépticos ante el poder de la opinión y hay algo de pasividad frente a las instituciones públicas o los medios”.

¿Qué hace subir más la participación y la temperatura en El Termómetro?: “Lejos los temas valóricos. Creo que es ahí donde se dan las diferencias de opinión más marcadas, lo cual refleja que somos un país diverso y menos fome de lo que algunos creen”, indica Núñez.

Efectivamente fue un tema valórico el que llevó a hacer la “cimarra” a más de 3.000 escolares y universitarios el pasado 10 de mayo. Esa mañana se reunieron frente a La Moneda para expresar su rechazo al aborto, ante la decisión gubernamental de distribuir la píldora del día después.

Maximiliano Lobos, estudiante de Derecho de la Universidad Católica es miembro fundador de Generación por la Vida, institución organizadora de la marcha. Cuenta que para hacerse oír han bombardeado los medios con cartas al director.

“Aunque no creo que vayamos a tener mucha repercusión en el Gobierno, lo hacemos por una convicción de corazón y de alma. Pero a nivel social sí podemos tenerla. Estos jóvenes ya no están peleando por el pase

de la micro, sino por algo más trascendente”, indica.

Fomentar la opinión

En Fundación Futuro le toman el pulso a la sociedad a través de las encuestas. Patricia Galilea, directora del Departamento de Opinión Pública, señala que para tener una sociedad más informada y con opinión, es muy importante fomentar la discusión de temas de actualidad en la familia. En plena guerra de Irak, Fundación Futuro hizo una encuesta en la que le pregunto a los niños qué sabían del conflicto. Sólo el 0,5% dijo no estar enterado de que había guerra. Sin embargo, al preguntarles cuál había sido su fuente, los

padres no eran los más mencionados. Y ¿con quién lo habían hablado? Con los amigos principalmente, ni siquiera con los profesores, y sus percepciones del tema eran bastante erradas.

“Es un tema no sólo de los medios, sino que familiar-reflexiona Patricia Galilea. Hay asuntos de relevancia que se deben conversar en la casa. ¿Cómo uno va a tener opinión si no lo forman? No digo que los papás impongan su opinión, sino que sean un centro de información y formación”.

Para esto la hora de la sobremesa es clave. La idea es formar personas con opinión, que mañana sepan jugarla por aquello que creen.

Comer berries

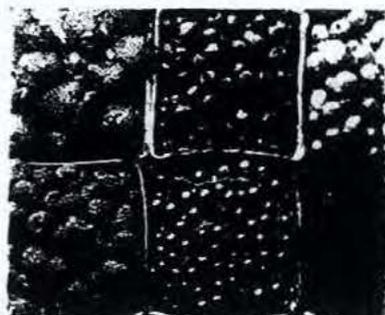
Le salió competencia al vino en materia de antioxidantes.

Los consumidores más exigentes están eligiéndolos no sólo por su sabor sino por sus ventajas para la salud. Los berries contienen poderosos antioxidantes. Por esto serían muy beneficiosos para prevenir el colesterol y las enfermedades cardiovasculares.

Algo similar a lo que ya se sabe hace algunos años sobre el vino.

En Chile, investigadores del Instituto de Tecnología de los Alimentos, INTA, están estudiando las propiedades de nuestros berries. Aparentemente, nuestras condiciones climáticas y suelos les imprimirían aún mayor riqueza en antioxidantes.

Como para hacer salud, pero con jugo de frambuesa.



Los promotores de los berries señalan que además de sus propiedades de salud, no tienen los efectos secundarios del vino y son para toda edad.



www.inta.cl
CALLEJA 14
PUNTAJUNCO, CHILE
FAX: 56 21 271 4491
TELÉFONOS: 579 1400 579 1405
579 1407 579 1416
579 1401 579 1497

UNIVERSIDAD DE CHILE
INSTITUTO DE NUTRICION
Y TECNOLOGIA DE LOS ALIMENTOS



UNIVERSIDAD DE LAS NACIONES
UNIDAS
UNIDAD DE INVESTIGACION
Y DOCENCIA

SEMINARIO

Martes 28 de septiembre, 9:00 hrs.

**"Antioxidantes:
¿Porque Berries Mejor?"**

DR. HERNÁN SPEISKY

INTA, Universidad de Chile
(se servirá café y galletas)

ILSI es una fundación internacional sin fines de lucro, establecida en 1978 para avanzar en la comprensión de temas científicos, relacionados con nutrición, seguridad alimentaria, toxicología, análisis de riesgo y medioambiente, además de proporcionar las bases científicas para una armonización global en estas áreas. A través de los esfuerzos de científicos de la academia, gobierno, industria y sector público, ILSI busca un punto de equilibrio para resolver problemas de preocupación general para el bienestar público. ILSI tiene su sede principal en Washington DC y sus filiales son Argentina, Australasia, Brasil, Europa, India, Japón, Corea, México, África del Norte y Región del Golfo, Nor-Andino, Norteamérica, Sudáfrica, Sur-Andino (Chile), Sudeste Asiático y Tailandia, un Punto Focal en China. Centro para la Promoción de la Salud (Center for Health Promotion), la Fundación para la Investigación (Human Nutrition Institute y Risk Science Institute) y el HESI (Health and Environmental Sciences Institute)



ILSI Sur-Andino

Pérez Valenzuela 1098, Of 101
 Providencia,
 Santiago
 Teléfono/Fax: 56-2-264 9420
 Correo: ilsur.andino@tle.cl
 Horario de atención: 9.30 a 14.00 hrs.

Inscripciones:
 Hasta el 30 de septiembre \$25.000
 Desde el 1 de octubre \$35.000
 Estudiantes con acreditación \$10.000

INSCRIPCIONES HASTA EL 5 DE OCTUBRE

ILSI Sur-Andino

II Simposio de Alimentos Funcionales



Patrocina:



7 de octubre de 2004

Hotel Santiago Majm.01

Expositores:**Programa**

Mariane Lutz Profesora Titular Departamento de Nutrición Facultad de Farmacia, Universidad de Valparaíso	08.00 - 09.00	Inscripciones		
Nelly Pak Profesora Titular Departamento de Nutrición Facultad de Medicina, Universidad de Chile	09.00 - 09.30	Introducción a los alimentos funcionales <i>Mariane Lutz</i>	14.45 - 15.15	LIPIDOS FUNCIONALES Los fitoesteroles y fitoesteroles como agentes hipocolesterolémicos de origen natural: un modelo para el desarrollo de alimentos funcionales <i>Alfonso Valenzuela</i>
Fernando Pizarro Profesor Asociado INTA, Universidad de Chile	09.30 - 10.00	POLIFENOLES: FLAVONOIDEOS Antioxidantes de berries y su potencial beneficio para la salud humana <i>Hernán Speisky</i>	15.15 - 15.45	DHA y Función cerebral <i>Ricardo Uauy</i>
Dr. Tito Pizarro Unidad de Nutrición Ministerio de Salud	10.00 - 10.30	EGCG, el principal componente activo del té verde <i>Ana Luisa Aguiar</i>	16.00 - 16.30	Coffee Break
Dr. Hernán Speisky Profesor Asociado INTA, Universidad de Chile	10.45 - 11.15	Coffee Break	16.30 - 17.00	MINERALES CALCIO Nuevos conocimientos sobre absorción de calcio <i>Fernando Pizarro</i>
Alfonso Valenzuela Profesor Titular INTA, Universidad de Chile	11.15 - 11.45	FIBRA DIETÉTICA Propiedades tecnológicas y nutricionales de la inulina y oligofructosa extraída de la achicoria <i>Monica Montani</i>	17.00 - 17.20	Vitaminas K1 y su rol en la absorción de calcio <i>Karina Peñafiel</i>
Dr. Ricardo Uauy Profesor Titular, INTA - Universidad de Chile Professor, London School of Hygiene and Tropical Medicine Director Científico, ILSE Sur Andino	11.45 - 12.15	Acción del almidón resistente como fibra dietética <i>Nelly Pak</i>	17.30 - 18.00	Reglamentación de alimentos funcionales <i>Tito Pizarro</i>
Ana Luisa Aguiar Business Development Manager Latin America Regional Center DSM Nutritional Products	12.30 - 13.30	Snack	18.00 - 18.30	Mesa Redonda Alimentos funcionales en Chile
Marcelo Braga Ingeniero en Alimentos Natures Naturels Brasil	13.30 - 14.00	Goma acacla, una innovadora fibra soluble prebiótica <i>Marcelo Braga</i>		
Dr. Bucione Director de la División Sweeteners para Sudamérica Danisco	14.00 - 14.30	Fibras solubles, carbohidratos especiales. Control del índice glicémico <i>Ary Bucione</i>		
Dr. Monica Montani Gerente de Ventas Danisco Latinoamérica				
Karina Peñafiel Gerente Área Nutrición y Salud Humana DSM Nutritional Products Chile				



UNIVERSIDAD AUSTRAL DE CHILE



**55° CONGRESO AGRÓNOMICO DE CHILE
5° CONGRESO SOCIEDAD CHILENA DE FRUTICULTURA
1^{ER} CONGRESO SOCIEDAD CHILENA DE HORTICULTURA**

**Valdivia, Xª Región - Chile
19. al 22. de Octubre de 2004**

Estimada Carolina Henríquez

La comisión organizadora del 55º congreso agronómico de Chile, 5º congreso de la sociedad chilena de fruticultura y 1º congreso de la sociedad chilena de horticultura, tiene el agrado de comunicarle que su trabajo titulado **"APLICACIÓN CRÍTICA DE LA TÉCNICA FRAP (FERRIC REDUCING ANTIOXIDANT POWER) EN FRUTOS DE BERRIES"**, ha sido aceptado como parte de las ponencias de este Congreso.

La programación (día y hora) de su exposición será publicada en el programa del congreso que se encuentra disponible en nuestra página web: www.agrarias.uach.cl/congresoagro2004.

Sin otro particular, se despide atentamente

**Dr. Peter Seemann F.
Director Ejecutivo
55º Congreso de la Sociedad Agronómica de Chile
Universidad Austral de Chile**

Berries de Chile

UNA REALIDAD EXPORTADORA CRECIENTE

Miércoles 27 de Octubre – Instituto Virgino Gómez, Chillán

P r o g r a m a

Mañana

- 08:30 – 09:00 Acreditación de participantes.
- 09:00 – 09:10 Palabras de bienvenida. Sr. Cristián Stewart L., Presidente de AGEPCO.
- 09:10 – 09:20 Palabras del Sr. Arturo Barrera M., Subsecretario de Agricultura.
- 09:20 – 09:30 Palabras del Sr. Hugo Lavados M., Director de ProChile
- 09:30 – 10:15 **“Chile y el mercado de los berries en el mundo”:**
Perspectivas, sobre frambuesas, frutillas, arándanos y moras.
Sr. Felipe Rosas O., RConsulting.
- 10:15 – 10:30 Café.
- 10:30 – 11:00 **“Nuevos desafíos en calidad y trazabilidad en los berries”.**
Sra. Soledad Ferrada., Dpto. Protección Agrícola SAG
- 11:00 – 11:30 **“Estrategias agrícolas, técnicas y de gestión para competir en situación de baja de precios internacionales”:**
Frambuesas, Frutillas, Moras y Arándanos”. Sr. Mario Garcés, Ing. Agrónomo, Comfrut.
- 11:30 – 12:10 **“Variedades de arándanos y frambuesas; estrategias de competitividad”.**
Sra. Pilar Bañados O., Ing. Agr. Ph. D., Universidad Católica.
- 12:10 – 12:40 Panel de discusión. Moderador Sr. Cristián Stewart L.
- 12:40 – 14:00 Almuerzo de camaradería.

Tarde

- 14:00 – 14:20 **“Propiedades benéficas de los berries”.**
Sr. Hernán Speisky C., Ph. D. Farmacólogo, INTA.
- 14:20 – 15:00 **“Factores de productividad en arándanos”.**
Sr. Carlos Vial Y., Gerente de Producción Hortifrut.



XVI CONGRESO CHILENO DE NUTRICION



Mesa redonda: Fitofenólicos ¿beneficiosos?

“Polifenoles de Berries en la Prevención de Patologías Asociadas al Estrés Oxidativo”

DR. CLAUDIA ROCCO M. PhD (c)
c.roccon@inec.uchile.cl

Vina del Mar, Noviembre 2004.

NUTRICIÓN Y CONSERVACIÓN DE LA SALUD EN EL SIGLO XXI

“El factor más importante para la conservación de la salud está definido por la naturaleza o composición química de los alimentos que decidimos ingerir”

NATURALEZA O COMPOSICIÓN QUÍMICA DE LOS ALIMENTOS

Ingesta de alimentos ricos en compuestos antioxidantes

FACTOR DE PROTECCIÓN

SALUD

Alta ingesta de sodio, azúcares, colesterol, grasas saturadas

FACTOR DE RIESGO

ENFERMEDAD



EQUILIBRIO ENTRE OXIDANTES Y ANTIOXIDANTES

Moléculas ANTIOXIDANTES

Moléculas PRO-OXIDANTES y RADICALES LIBRES

Moléculas endógenas AOX (GSH, vitaminas, etc.)
Mecanismos enzimáticos AOX.
Moléculas AOX obtenidas de la dieta.

Metabolismo endógeno, reducción parcial de O₂ (2-4%)
-Sistema inmune.
Fuentes exógenas (resmiolíticos, radiación, humo cigarrillo, fármacos, alcohol, plaguicidas, etc.)

AUMENTO DE OXIDANTES VS ANTIOXIDANTES

Moléculas ANTIOXIDANTES

Moléculas PRO-OXIDANTES y RADICALES LIBRES

ESTRÉS OXIDATIVO

↓ INGESTA INHIBIT. AOX

↑ FORMACIÓN DE PRO-OXIDANTES Y RADICALES LIBRES



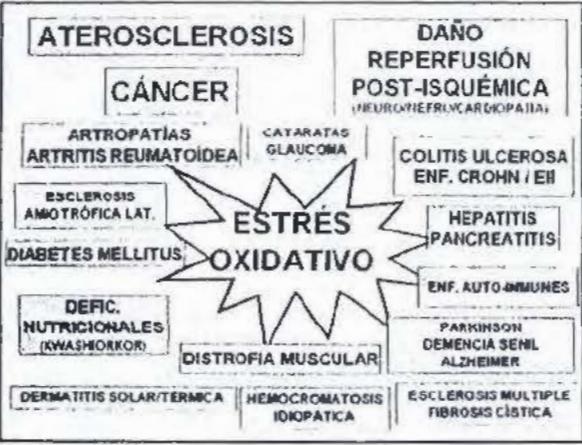
ESTRÉS OXIDATIVO

MODIFICACIÓN DE ESTRUCTURA QUÍMICA POR OXIDACIÓN

LÍPIDOS
PROTEÍNAS
AC. NUCLEICOS
CARBOHIDRATOS
VITAMINAS

ALTERACIÓN DE FUNCIONES BIOLÓGICAS

DESARROLLO DE PATOLOGÍAS



FDA and Science Stand Behind Health Claims on Foods.

FDA-authorized health claims (19-12)

- ✓ Fruits and vegetables and cancer.
- ✓ Fiber-containing grain products, fruits, and vegetables and cancers.
- ✓ Fruits, vegetables, and grain products that contain fiber, particularly soluble fiber, and risk of coronary heart disease.
- ✓ Dietary soluble fiber and coronary heart disease.

Other health claims authorized by the FDA:

- ✓ Calcium and osteoporosis
- ✓ Folate and neural tube defects
- ✓ Dietary fat and cholesterol
- ✓ Dietary saturated fat and cholesterol and risk of CHD
- ✓ Folate and neural tube defects
- ✓ Dietary sugar and dental caries
- ✓ Soy protein and risk of CHD

EPIDEMIOLOGIC EVIDENCE OF THE PROTECTIVE EFFECT OF FRUIT AND VEGETABLES ON CANCER RISK.

Riloff & Neri, *Am. J. Clin. Nutr.* 20: 697-703

Summary results of the meta-analyses on fruit and vegetables and the risk of some cancers in case-control and cohort studies.

	Vegetables		Fruit	
	Case-control	Cohort	Case-control	Cohort
Mouth and pharynx	NS	+	-	+
Larynx	NS	+	-	+
Esophagus	1	NS	NS	NS
Stomach	1	NS	NS	NS
Bladder	NS	NS	NS	NS
Strawberry	1	NS	NS	NS
Colon-rectum	1	NS	-	NS

1, significant protective effect; NS, non-significant protective effect

DIET, NUTRITION AND THE PREVENTION OF HYPERTENSION AND CARDIOVASCULAR DISEASES

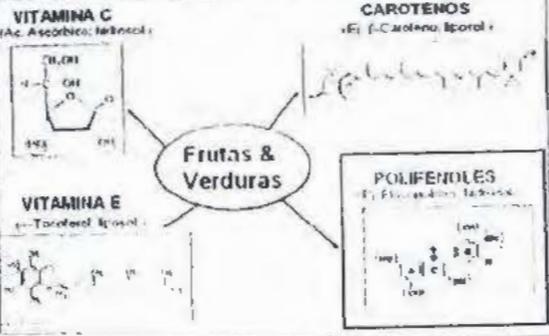
S Reedy & Kralav, *Public Health Nutrition* 2 (1A), 167-186 (2004)

Table 1. Diet and risk of CVD

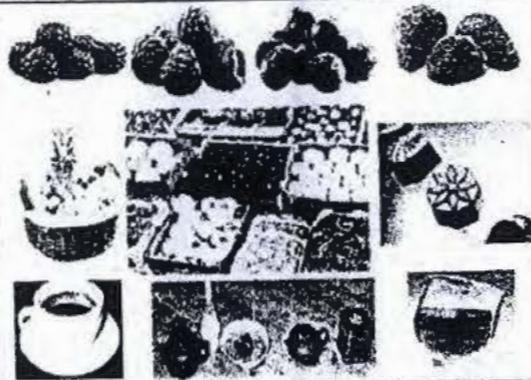
	Decrease in risk	Increase in risk	No relation
Consuming	<ul style="list-style-type: none"> Monounsaturated and polyunsaturated fatty acids High sodium intake Trans fats High alcohol intake (in men) 	<ul style="list-style-type: none"> Saturated fats and trans fats Total fat and total energy Protein Physical activity Low to moderate alcohol intake (for CHD) 	Vitamin E supplements
Restricting	<ul style="list-style-type: none"> Dietary cholesterol Endothelin-1 and related Calcium supplements 	<ul style="list-style-type: none"> ALFA ALA Non-starch polysaccharides (NSP) Whole grain cereals High potassium Folate Plant sterols 	Sodium level
Physiologic	<ul style="list-style-type: none"> Low risk of being arterial hypertensive 	<ul style="list-style-type: none"> High blood pressure High cholesterol 	

NSP, non-starch polysaccharides; ALFA, alpha-linolenic acid; ALA, alpha-linolenic acid.

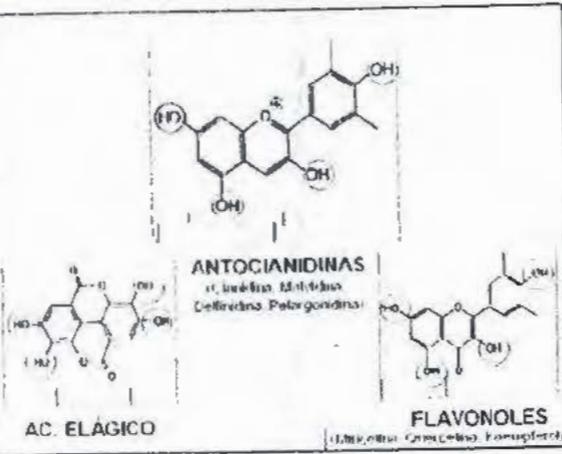
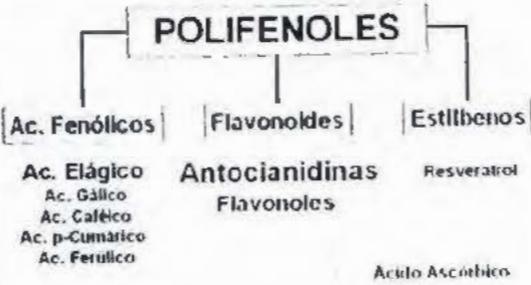
PRINCIPALES COMPUESTOS ANTIOXIDANTES PRESENTES EN FRUTAS Y VERDURAS



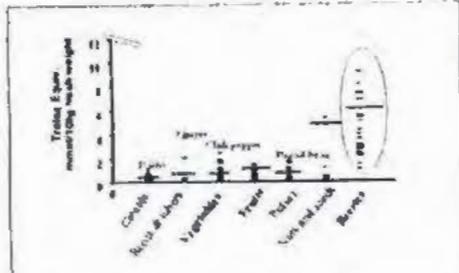
PRINCIPALES FUENTES DE POLIFENÓLES EN LA DIETA



PRINCIPALES MOLÉCULAS QUE CONTRIBUYEN A LA ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE DE BERRIES



ACTIVIDAD ANTIOXIDANTE TOTAL DE BERRIES, CEREALES, OTRAS FRUTAS Y VERDURAS (ORAC).



Relativo a la mayoría de los alimentos, totalmente superados por la polifenol. berries, especialmente en productos frescos, que tienen como subproductos de la actividad.

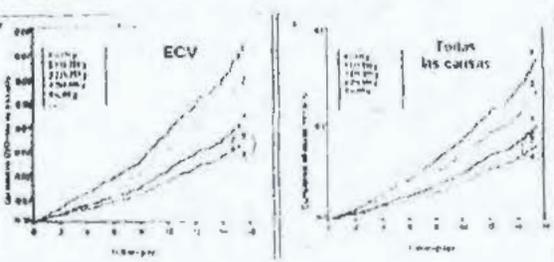


EVIDENCIAS EPIDEMIOLÓGICAS Y EXPERIMENTALES

Enfermedades Cardiovasculares

- Riesgo relativo de muerte.
- Parámetros plasmáticos asociados a desarrollo de ECV.

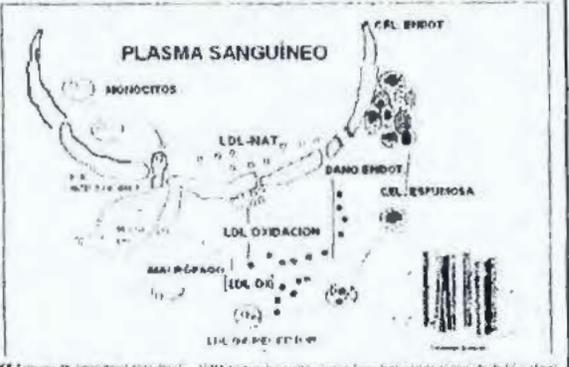
LOW INTAKE OF FRUITS, BERRIES AND VEGETABLES IS ASSOCIATED WITH EXCESS MORTALITY IN MEN: THE KUOPIO ISCHAEMIC HEART DISEASE RISK FACTOR (KIHD) STUDY.
 Rivkainen et al. *J. Nutr.* 131: 199-204 (2003)



FACTORES DE RIESGO ECV



MODIFICACIÓN OXIDATIVA DE LDL: Una hipótesis para explicar la formación de placas ateroscleróticas.



SERUM ANTIOXIDANT CAPACITY IS INCREASED BY CONSUMPTION OF STRAWBERRIES, SPINACH, RED WINE OR VITAMIN C IN ELDERLY WOMEN.
 Casanovi et al. *J. Nutr.* 130: 2383-2390 (2000)

Consumption of antioxidant-rich foods, such as strawberries, spinach, red wine, or vitamin C, increased the serum antioxidant capacity (AOC) of elderly women. The increase in AOC was significantly greater in women who consumed strawberries, spinach, or red wine compared to those who consumed vitamin C.

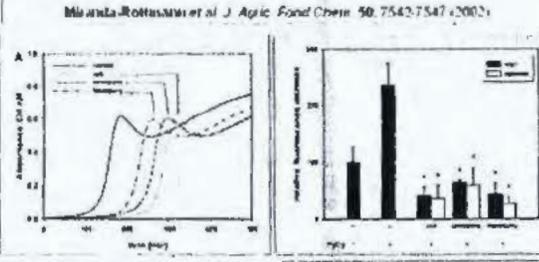
Age	Intervention					p
	Control	Vitamin C	Strawberry	Spinach	Red wine	
70-74	200 ± 48	210 ± 111	215 ± 107	210 ± 109	180 ± 60	0.05
75-79	195 ± 201	205 ± 108	210 ± 107	195 ± 108	175 ± 107	0.05
80-84	175 ± 109	185 ± 91	175 ± 111	185 ± 111	175 ± 111	0.05
85-89	115 ± 23	105 ± 40	115 ± 23	105 ± 40	115 ± 23	0.05
90-94	105 ± 10	105 ± 10	105 ± 10	105 ± 10	105 ± 10	0.05
95-99	105 ± 10	105 ± 10	105 ± 10	105 ± 10	105 ± 10	0.05
Overall	165 ± 8	175 ± 8	175 ± 8	175 ± 8	165 ± 8	0.05

ANTIOXIDANT ACTIVITY OF BERRY PHENOLICS ON HUMAN LOW-DENSITY LIPOPROTEIN AND LIPOSOME OXIDATION.
 Hebbeson et al. *J. Agric. Food Chem.* 46: 4107-4112 (1998)

Berry extract	LDL oxidation	
	Index per hour	Index of loss/mol
Blackberry 10 µM	29.4	819 ± 0.7 x
Blackberry 10 µM	31.5	518 ± 1.0 x
strawberry 10 µM	27.1	108 ± 0.2 x
strawberry 10 µM	26.6	237 ± 0.2 x
strawberry 10 µM	2.5	107 ± 0.2 x
strawberry 10 µM	2.8	727 ± 2.8 x
strawberry 10 µM	2.8	112 ± 0.2 x
strawberry 10 µM	2.8	112 ± 0.2 x
Blackberry 20 µM	18.7	603 ± 0.1 x
blackberry 20 µM	15.8	809 ± 0.1 x
strawberry 20 µM	13.2	980 ± 0.1 x
strawberry 20 µM	13.2	861 ± 0.1 x
strawberry 20 µM	1.7	997 ± 0.2 x
strawberry 20 µM	1.7	997 ± 0.2 x

INHIBITION OF FORMATION OF HEXANAL IN VITRO LDL OXIDATION WITH PHENOLIC BERRY EXTRACTS (1% ACETONE) TESTED AT 10 AND 20 µM 9-6E

JUICE AND PHENOLIC FRACTIONS OF THE BERRY ARISTOTELIA CHILENSIS INHIBIT LDL OXIDATION IN VITRO AND PROTECT HUMAN ENDOTHELIAL CELLS AGAINST OXIDATIVE STRESS
 Miranda-Rottmann et al. *J. Agric. Food Chem.* 50: 7542-7547 (2002)



La adición de Extracto de Uva de Arica y de los EAF a un suero de la oxidación de LDL, reduce la peroxidación. El extracto antioxidante (EAF) inhibe la oxidación de LDL (500 µM) en células endoteliales, es más potente que el extracto de Uva de Arica (10 µM EAF). p < 0.05

MODIFICACIÓN OXIDATIVA DE LDL:
Una hipótesis para explicar la formación de placas ateroscleróticas



**EVIDENCIAS
EPIDEMIOLÓGICAS
Y EXPERIMENTALES**

Cáncer

- Proliferación celular.
- Procesos de tumorigénesis /carcinogénesis.

**DAÑO OXIDATIVO AL DNA MEDIADO POR RADICALES LIBRES
Y SU ROL EN LA FORMACIÓN DE CÉLULAS TUMORALES**



**ANTIOXIDANT AND ANTIPROLIFERATIVE
ACTIVITIES OF COMMON FRUITS.**

Shin et al. *J. Agric. Food Chem.* 50:7445-7454 (2002)

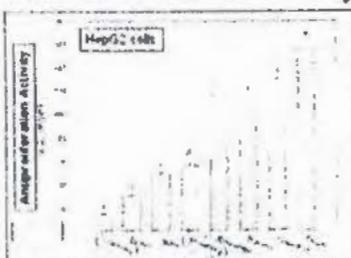


Figure 5. Antiproliferative activity of soluble free phytochemical extracts of fruits (mean \pm SD, $n = 3$). Bars with no letters in common are significantly different ($p < 0.05$).

**ANTIOXIDANT AND ANTIPROLIFERATIVE
ACTIVITIES OF RASPBERRIES.**

Liu et al. *J. Agric. Food Chem.* 50:2926-2930, 2002

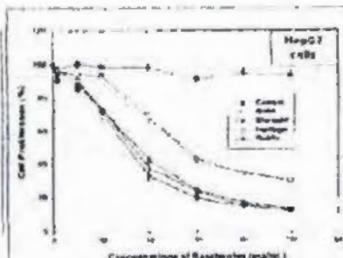


Figure 6. Effect of raspberries on cell proliferation in HepG2 cells. The graph shows a dose-dependent decrease in cell proliferation as the concentration of raspberries increases.

**CHEMOPREVENTION OF ESOPHAGEAL TUMORIGENESIS BY
DIETARY ADMINISTRATION OF LYOPHILIZED BLACK
RASPBERRIES (LBR).**

Kestry et al. *Cancer Res.* 61:6112-6119 (2001)

Table 2. Effect of dietary administration of LBR and LBR + EGF on the incidence of esophageal adenocarcinoma in rats.

Experimental group	Mean (SD) number of adenocarcinomas	
	per rat	per rat
0.15 mg/kg LBR	2.2 (1.0)	21
0.15 mg/kg LBR + EGF	2.2 (1.0)	21
0.15 mg/kg LBR + EGF + LBR	0.7 (0.7)	14
0.15 mg/kg LBR	2.2 (1.0)	21
0.15 mg/kg LBR + EGF	2.2 (1.0)	21
0.15 mg/kg LBR + EGF + LBR	0.7 (0.7)	14
0.15 mg/kg LBR	2.2 (1.0)	21
0.15 mg/kg LBR + EGF	2.2 (1.0)	21
0.15 mg/kg LBR + EGF + LBR	0.7 (0.7)	14

The percentage reduction in adenocarcinoma incidence in the LBR + EGF + LBR group compared to the LBR + EGF group is 66.7%.

IN VITRO

Inhibición del crecimiento de *Helicobacter pylori* en un 100% (extractos de berries al 1%)

Clatterjee et al. *Molecular and Cellular Biochemistry* 265:19-20 (2004).

Inhibición de la adherencia de *Streptococcus* y formación de biofilm por jugo de cranberry.

Medveda et al. *Journal of Clinical Microbiology* 41:1501-1504 (2003).

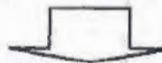
IN VIVO

El consumo de jugo de cranberry disminuye la bacteriuria en humanos con infección urinaria.

Raz et al. *Clinical Infectious Diseases* 38:1412 (2004).



**ANTIOXIDANTES
(Polifenoles)**



**MENOR RIESGO RELATIVO DE DESARROLLO DE
PATOLOGÍAS ASOCIADAS AL ESTRÉS OXIDATIVO:**
ECV, diversas formas de cáncer, enf. neurodegen,
infecciones al tracto urinario, etc.



XVI CONGRESO CHILENO DE NUTRICION

Mesa redonda: Fitoquímicos ¿beneficiosos?

**“Polifenoles de Berries en
la Prevención de Patologías Asociadas
al Estrés Oxidativo ”**

BO. CLAUDIA ROCCO M. PhD (c).
c.rocco@unhquind.cl

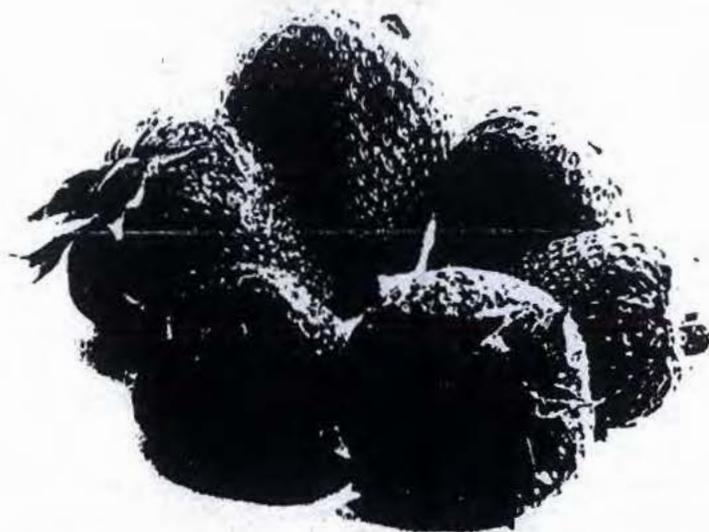
Vina del Mar, Noviembre 2004.

Alimentos funcionales:

Mejorar la salud comiendo

Dr. Oscar Brunser

Médico Cirujano del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, Universidad de Chile



Los Alimentos Funcionales representan un nuevo campo de investigación, con enorme potencial, para mejorar la salud de los seres humanos empleando moléculas presentes en los alimentos, que ayudarían a una vida más larga, más sana y menos afectada por las llamadas enfermedades degenerativas.

Desde fines del siglo XIX la ciencia se ha preocupado de identificar los componentes que se encuentran en los alimentos, lo que permitió comprender el origen de muchas patologías asociadas en el hombre. Actualmente, la mayoría de las personas está en condiciones de reconocer qué se entiende por una dieta balanceada y la importancia de consumir todo tipo de alimentos por el bien de nuestra salud. Sin embargo, los estudios en materia de alimentos siguen dando novedades interesantes para el hombre.

En nuestro país, el concepto de *Alimentos Funcionales* todavía pertenece al dominio casi absoluto de los expertos, de ahí la importancia de masificar su conocimiento para invertir los recursos en prevenir las enfermedades, en vez de curarlas.

Alimentos y desarrollo humano

En los últimos años del siglo XIX y las primeras décadas del siglo XX se identificaron las proteínas, lípidos e hidratos de carbono de los alimen-

tos, así como las vitaminas, compuestos indispensables presentes en pequeñas cantidades, cuya carencia induce síntomas específicos que terminan en el desarrollo de ciertas patologías que hoy en día son fácilmente reconocibles.

Desde fines de los años 20 se conoce la importancia que algunos ácidos grasos poliinsaturados tienen en el organismo y que al ser indispensables, se deben proporcionar preformados. El yodo, hierro, calcio, selenio, manganeso, cromo, silicio y vanadio también resultaron ser esenciales porque su carencia en la dieta causa trastornos orgánicos.

A principios de la década de 1970, estudios epidemiológicos compararon las dietas de poblaciones africanas con las de Europa Occidental y se observó que estos últimos presentaban mayor incidencia de algunos cánceres, diabetes mellitus tipo 2, aterosclerosis, hipertensión, constipación, hemorroides, diverticulosis colónica, apendicitis y artritis reumatoide, lo que se conoce como "patologías del desarrollo".

Con el tiempo se determinó que las mejores condiciones de salud en las poblaciones africanas nativas eran respuesta al alto contenido en fibra dietética en su alimentación, mientras que las condiciones en el viejo continente, se debían a su carencia en las dietas.

La fibra dietética insoluble y no digerible tiene múltiples efectos en el tubo digestivo y causa también efectos sistémicos como retención de agua en el lumen del colon, aumento en la masa fecal, arrastre de sales biliares, lípidos, nitrógeno y algunos minerales, lo que hace más lento el vaciamiento gástrico y la absorción de la glucosa y baja el colesterol sanguíneo.

Algunos de los efectos atribuidos a la fibra de la dieta de los africanos están en la actualidad en discusión, pero el interés generado llamó la atención ya que los alimentos contienen compuestos cuya ausencia en la dieta no se asocia con carencias comparables a las que desencadena la falta de vitaminas, pero que tienen, sin embargo, la capacidad de modificar funciones

El concepto de alimento funcional también se origina a partir de cambios experimentados por la población. La creciente longevidad, especialmente en los países desarrollados llevó a exigir mejoras en el estado de salud, incluyendo un mayor bienestar mental y psicológico.

reconoce una relación entre salud y calidad de alimentación, concepto reforzado por estudios que confirman que casi dos tercios de los cánceres son debidos a factores ambientales y que los alimentos podrían jugar el papel de facilitadores o preventivos.

Reconociendo alimentos funcionales

Un aspecto importante en la definición de alimento funcional es que sus efectos se deben a moléculas presentes naturalmente o al efecto de las bacterias probióticas. De esto nace el concepto de "función fisiológica", que excede los conceptos de sabor, palatabilidad o conveniencia resultante de su presentación o envase.

Algunos de los alimentos funcionales y sus principios activos importantes de considerar e incluir en nuestra dieta son:

La soya y sus fitoestrógenos, que actúan sobre el metabolismo óseo y ayudan a prevenir el cáncer de mama.

Los berries o bayas y sus antocianos antioxidantes, que actúan en la prevención de la aterosclerosis y de tumores malignos.

El tomate, con el licopeno y sus efectos preventivos sobre el cáncer prostático.

Los probióticos, con efectos sobre la función intestinal y la inmunidad sistémica y local del tubo digestivo.

Los prebióticos, con efectos sobre la microbiota intestinal y la absorción de calcio.

El ajo, con sulfuranos antibacterianos, efectos antiagregantes de plaquetas y antitumorales en el colon.

Las erucíferas, con sulfuranos que ayudan a prevenir el cáncer del colon.

El té, con catequinas que previenen los efectos de los radicales libres.

Es importante tener en cuenta que casi todos los vegetales sintetizan moléculas capaces de modificar funciones del organismo o de prevenir alteraciones patológicas.

Los probióticos son suplementos nutricios que contienen microorganismos que benefician al huésped porque mejoran su balance microbiológico; una definición más médico-biológica los considera suplementos nutricionales que contienen microorganismos que, cuando son ingeridos, poseen efectos positivos en la prevención o el tratamiento de patologías específicas. Entre los probióticos se incluyen bacterias, en especial bifidobacterias y lactobacilos, pero también algunos estreptococos y enterococos, levaduras y algunos hongos.

El investigador búlgaro Ilya Metchnikoff atribuyó al yogurt la longevidad observada en poblaciones de Bulgaria y aisló de él una cepa que denominó *Lactobacillus bulgaricus*. Los seres humanos han usado estos microorganismos por miles de años tanto para producir yogurt, como cerveza, alimentos ácidos y otros. Por haber convivido con el ser humano por largo tiempo, los probióticos no tienen capacidad patógena. Se han identificado en ellos capacidades funcionales benéficas: aportan enzimas que digieren azúcares en el intestino, incluyendo la lactosa, lo que facilita el consumo de productos lácteos a los intolerantes; previenen o disminuyen la intensidad de la diarrea aguda, en especial de la causada por rotavirus en lactantes, previenen la diarrea del viajero, estimulan la inmunidad local y sistémica, ayudan a controlar infección

nes vaginales y tendrían efectos modificadores de la susceptibilidad a tumores malignos del tubo digestivo.

Estudios efectuados por la Unidad de Gastroenterología del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, INTA, de la Universidad de Chile demostraron que una cepa llamada *Lactobacillus Johnsoni*, sobrevive el tránsito por el tubo digestivo y disminuye la colonización de la mucosa gástrica por *Helicobacter pylori*, en un efecto dosis-dependiente. En otro estudio reciente *Saccharomyces boulardii* asociado con un prebiótico, la inulina, demostró capacidad de erradicar el *Helicobacter* en una proporción de los niños colonizados por este agente. El objetivo de estas investigaciones es buscar formas de erradicar del lumen gástrico a esta bacteria sin tener que recurrir a antibióticos y respetando la ecología del tubo digestivo.

Los prebióticos son hidratos de carbono complejos que los vegetales acumulan como depósito de energía en sus raíces y tubérculos. Desde el punto de vista químico son polímeros lineales o ramificados de fructosa, ribosa o galactosa que, debido a la orientación espacial de sus enlaces químicos no son afectados por los enzimas digestivos del intestino humano. Los prebióticos más abundantes son la inulina y los fructooligosacáridos, obtenidos industrialmente de la raíz de la achicoria.

Los prebióticos llegan sin modificaciones al colon donde son fermentados por la microbiota residente en un proceso que genera los ácidos acético, propiónico y butírico; este último influye sobre el epitelio del colon estimulando su diferenciación e induce la muerte programada de las células dañadas o envejecidas; mediante este



La leche humana posee galactooligosacáridos que actúan como prebióticos; son el tercer componente más abundante de la leche materna, después de la lactosa y jugaban un papel importante después del parto en el establecimiento de la microbiota normal.

mecanismo los prebióticos tienen efectos protectores frente al desarrollo de adenocarcinomas del colon.

Los prebióticos estimulan selectivamente el crecimiento de las bifidobacterias, las que protegen de infecciones por patógenos intestinales y también estimulan la comunidad local y sistémica. Los prebióticos aumentan la absorción de calcio desde el colon, incluso aunque la ingesta de este elemento no haya aumentado, probablemente porque los ácidos generados por el proceso de fermentación por la microbiota acidifica el lumen del colon y hace más soluble al calcio; esto plantea que los prebióticos podrían participar en la prevención de la osteoporosis del adulto mayor. La leche humana posee galactooligosacáridos que actúan como prebióticos; son el tercer componente más abundante de la leche materna, después de la lactosa y jugaron un papel importante después del parto en el establecimiento de la microbiota normal, en que

predominan lactobacilos y bifidobacterias, a los que se atribuyen efectos positivos sobre la salud.

En un estudio de la Unidad de Gastroenterología del INTA, la administración a niños menores de dos años de una mezcla de inulina y fructooligosacáridos en una fórmula láctea después de la administración de amoxicilina como tratamiento de una bronquitis se asoció con la recuperación en una semana de los recuentos de bifidobacterias fecales.

Las bondades de los antioxidantes

El tercer grupo de alimentos funcionales son los frutos denominados en inglés *berries* y cuyo nombre en español es bayas. Son frutos de pequeño tamaño cuyos ejemplos más conocidos son las frambuesas, moras, frutillas, mándalos y grosellas más una considerable variedad de otros *berries* muy apreciados en el Hemisferio Norte, especialmente en Europa. Tienen coloraciones vivas y oscuras que se deben a compuestos conocidos gené-



La formación excesiva y/o descontrolada de los EROs y los ERNs al actuar sobre el ADN puede dar lugar a mutaciones, algunas con capacidad de iniciar el desarrollo de tumores malignos; en otros casos EROs y ERNs dañan proteínas y de esto resultan pérdidas o alteraciones de actividades enzimáticas; a nivel de las membranas celulares se producen alteraciones de sus lípidos y del transporte de moléculas hacia y desde las células, muerte celular prematura, etc.

La oxidación de las lipoproteínas circulantes, en especial de LDL, es una de las causas probables de la aterosclerosis, EROs y ERNs, a través de sus efectos negativos sobre el organismo coadyuvan al envejecimiento prematuro. La producción de EROs y ERNs aumenta en presencia de infecciones, por efecto de sustancias tóxicas y fármacos, por la acción de radiaciones ultravioleta y de ionizantes, etc. Para combatir todos estos efectos negativos se recomienda actualmente aumentar el consumo de fuentes de antioxidantes, entre las que se encuentran los berries con sus antocianos. Con el apoyo del Fondo de Investigación Agraria del Ministerio de Agricultura, FIA, las unidades de Micronutrientes y de Gastroenterología del INTA están caracterizando el contenido y la actividad antioxidante de los antocianos de frutillas, moras, frambuesas y arándanos y sus modificaciones en algunas de sus variedades en relación con sus zonas de cultivo, la latitud de estos, influencia de la radiación solar, el tipo de riego, etc. Se desea asimismo aislar antioxidantes para incorporarlos a barras y gelatinas comestibles.

El estudio de las capacidades de los alimentos funcionales es un cam-

po de investigación relativamente reciente y presenta más áreas desconocidas que aspectos dilucidados; está relacionado con la prevención o modulación de procesos o patologías tales como el envejecimiento, la carcinogénesis y patologías circulatorias y neurológicas. Aclarar su papel en la dieta humana es un proceso que requerirá investigaciones para llegar a entender sus beneficios.

Esta base científica permitirá transmitir a la población mensajes adecuados respecto de su influencia sobre la salud. Japón definió y reglamentó en la década de 1980 los alimentos funcionales dentro del concepto FOSHU, por las iniciales en inglés de Foods for Specific Health Uses: Alimentos para Usos Específicos en Salud y todos los países, Chile entre ellos, están reglamentando actualmente los mensajes que se originan del conocimiento disponible acerca de los alimentos funcionales para transmitirlos a la población con fundamento científico. Esta información debe ser sometida periódicamente a revisiones para agregar nueva información que la apoye o contradiga.

En resumen, los alimentos funcionales representan un nuevo campo de investigación, con enorme potencial, para mejorar la salud de los seres humanos empleando moléculas presentes en los alimentos, que ayudarían a una vida más larga, más sana y menos afectada por las llamadas enfermedades degenerativas. ■



Los berries son frutos de pequeño tamaño cuyos ejemplos más conocidos son las frambuesas, moras, frutillas, arándanos y grosellas más una considerable variedad de otros berries muy apreciados en el Hemisferio Norte.

Los polifenoles, como los flavonoides, es una familia formada por cientos de moléculas diferentes presentes también en el cacao, verduras diversas y el vino tinto. Los principales polifenoles de los berries son los antocianos, cuya característica principal es su considerable capacidad antioxidante.

Diariamente, y como un proceso normal que resulta de la actividad metabólica oxidativa se originan en el organismo compuestos llamados especies reactivas de oxígeno, EROs, o de nitrógeno, ERNs, con gran capacidad oxidativa tales como peróxidos, incluyendo el agua oxigenada, oxígeno singlete, ácido hipocloroso, hidroxilos y peroxinitritos. El organismo posee mecanismos para controlar estrechamente su producción y usarla en actividades tales como matar bacterias patógenas fagocitadas por los leucocitos; siendo las principales defensas del organismo frente a los oxidantes las vitaminas C y E, el ácido úrico, y diversos enzimas.

Frutas y verduras

Poderosas fuentes de salud

La calidad de vida de las personas es muy asociada a la nutrición. Por ello, existe preocupación por establecer las propiedades saludables de algunos alimentos e incluso, llegar a determinar su poder protector ante el riesgo de desarrollar diversos tipos de cánceres y enfermedades cardiovasculares. En esta carrera del saber, el reino vegetal figura como la mayor fuente de salud y bienestar para los humanos. En tanto, los microscopios siguen revelando los secretos que contiene su infinita variedad, frente a la mirada atenta de la industria mundial de alimentos.

Hace algunos años, el alto poder antioxidante de algunas sustancias que contiene el vino atrajo la atención de los comensales. Sin embargo, esta propiedad se encuentra presente también en otros alimentos de nuestra dieta.

La clave se encuentra en reconocer aquellos que tienen mayor grado de concentración de estos compuestos químicos capaces de eliminar o neutralizar la acción de los "radicales libres", ya que estas moléculas que se producen de manera natural en nuestro cuerpo pueden dañar a las células y son, en gran parte, responsables de las enfermedades cardíacas y algunos tipos de cánceres, además de otras patologías inflamatorias crónicas, como la artritis reumatoide, y enfermedades neurodegenerativas, como el Alzheimer. Por esto, los expertos recomiendan comer cinco porciones de frutas y verduras al día.



ojalá de distintos colores, ya que están confirmados sus múltiples beneficios para la salud. "En promedio, el consumo de entre 300 a 400 grs. de frutas y verduras disminuye a la mitad la tasa de mortalidad, en relación con la población que consume menos de 130 grs. diarios de estos alimentos", explica el doctor Hernán Speisky, profesor titular del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos, INTA.

En este ámbito, los últimos estudios comprueban la función específica de ciertos grupos de alimentos. Por ejemplo, una mayor ingesta de frutas está relacionada de manera significativa con la reducción del riesgo de sufrir cáncer pulmonar, estomacal, colorectal y de vejiga. Por su parte, el poder antioxidante de las verduras ha demostrado mayor incidencia en la reducción del riesgo de tener cáncer esofágico y de mamas, pero también pulmonar, estomacal y colorectal. En común, las verduras y las frutas comparten el mayor efecto antioxidante de algunas vitaminas (C, E, carotenos), además de otras sustancias químicas presentes en los vegetales (fitoquímicos) como los fitoestrógenos, flavonoides, licopeno y polifenoles. "De este último, la más alta concentración está en los berries, que supera entre dos a cuatro veces la disponible en otros vegetales", afirma Hernán Speisky. "En particular, las formas naturales más ricas en polifenoles son los arándanos, las moras, las frambuesas y las frutillas. Estos frutos contienen polifenoles del tipo

antocianinas, los que confieren el color característico a estas bayas, que han demostrado - en modelos experimentales - propiedades antioxidantes asociadas con una notable capacidad de reducir el riesgo de desarrollar diversos tumores", agrega el experto.

Investigaciones

El interés por determinar el potencial antioxidante de los berries o bayas motivó a los expertos del INTA a desarrollar varias investigaciones, contando con el apoyo de la Fundación de Innovación Agraria,

FIA, y el aporte de empresas, que representan el sector exportador de estos productos. "Desde hace más de un año, estamos analizando el contenido y la actividad antioxidante de algunas variedades de berries producidos en Chile para la exportación, como arándanos, moras, frambuesas y frutillas. El propósito de estas investigaciones es conocer "el tenor antioxidante" de los berries que nuestro país exporta y, eventualmente, comparar sus características antioxidantes con las de berries que se comercializan

en otros mercados. Este proyecto se terminará a fines del 2005", sostiene Speisky, quien encabeza las investigaciones. Estas pruebas permitirán establecer las propiedades antioxidantes de los cultivos chilenos, en función de las distintas variedades estudiadas, del momento de cosecha y de las zonas geográficas y climáticas de cultivo. Además, los investigadores del INTA están explorando el efecto preventivo que pudiesen tener berries, como el arándano y la mora, en el daño inflamatorio intestinal, ya que las bondades de estos frutos parecen no tener límites.

Berries en Chile

En Chile, el panorama de la producción de berries está asociado, principalmente, a cuatro especies, que han tenido un crecimiento de distinto orden, en los últimos años.

Este desarrollo

ha sido favorecido por nuestro clima mediterráneo y los

biombos climáticos y fitosanitarios de

estas latitudes, como el desierto al norte, el hielo al sur, el mar y la cordillera, además de la casi ausencia de lluvias en tiempo de cosecha, privilegio que no tiene la mayoría de los países productores del mundo.

Hoy, "nuestro país figura como el segundo productor mundial de frambuesas, aportando 54.000 toneladas a las 300.000 toneladas que se producen en total en el mundo. Ya estamos detrás de Serbia y Montenegro, que el 2004 alcanzó a entregar 85.000 toneladas", afirma Felipe Rosas, ingeniero agrónomo y asesor independiente.

Según el experto, en este ámbito el destino principal de las frambuesas cultivadas en Chile es la exportación a Europa y Estados Unidos, como producto congelado, cifra que alcanza el 65 por ciento. Luego, figura el envío de jugos, con 20 por ciento, y la exportación en fresco, con ocho por ciento. La superficie destinada a esta especie debiera rondar las 6.500 hectáreas, principalmente, en manos de pequeños agricultores desde la Séptima a la Décima Región, mayormente concentrados hasta la Octava, desde el norte.

En tanto, "Chile ya está en las ligas mayores de la pro-



En los últimos años, la producción y la exportación de berries alcanzó enormes proyecciones en Chile, gracias al atractivo que despiertan estos frutos, altamente consumidos en otros mercados.

ducción de arándanos, con cifras no oficiales que superan las 3.500 hectáreas y un crecimiento de las exportaciones en fresco, superiores a 20 por ciento anual", sostiene Felipe Rosas. "Debido a su alto costo de implantación, la producción de arándanos está concentrada en agricultores medianos a grandes, de alta capacidad empresarial", puntualiza.

En el caso de las frutillas, Chile produce menos del uno por ciento del mercado mundial. Sin embargo, tras la introducción en forma seria de una variedad apeteclida en Estados Unidos, los volúmenes de congelados han subido estos últimos años, encontrándose hoy en alrededor de 15.000 toneladas exportadas. En la actualidad, se estima en 1.200 hectáreas la superficie de frutillas en Chile.

Otra especie menos explotada es la mora, que tiene un comportamiento variable de precio en el exterior, ya que depende de las producciones del Hemisferio Norte. También, existe una producción limitada de cranberry, que se exporta por la misma firma que los cultiva para jugo.

Sabores nuestros

Otras especies que no están explotadas comercialmente, pero que tienen un alto potencial, son algunos berries nativos, como el maqui y la murta. Esta última se utiliza para mermeladas caseras y conservas en el sur de Chile.

A juicio del experto, en mayor escala de producción, el atractivo de estas especies debería estar destinado al sector agroindustrial.

ANTIOXIDANTES DIETARIOS Y TIOLES ENDÓGENOS EN EL CONTROL Y GENERACIÓN DE ESTRÉS OXIDATIVO.

Carrasco, C., Gómez, M., Rocco, C., Henríquez, C., Speisky, H.

Depto. de Química Farmacológica y Toxicológica, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas; Unidad de Micronutrientes, INTA, Universidad de Chile.

Nuestro laboratorio centra su actividad de investigación en las siguientes 2 líneas de investigación: (1) "Caracterización del contenido polifenólico y de las propiedades anti-inflamatorias y cito-protectoras de antioxidantes presentes en Berries" y (2) "Estudio de la interacción entre tioles endógenos y iones cobre como mecanismo de generación y remoción de radicales libres". Ambas líneas se vinculan entre sí, en cuanto consideran el estudio de factores que inciden en el estrés oxidativo (EO); la primera, investigando la habilidad de ciertos antioxidantes (AOX) para prevenir y/o contraponerse al EO, la segunda, caracterizando la interacción entre iones cobre y tioles endógenos como un mecanismo capaz de generar la condición anterior. La primera línea de investigación, financiada a través de un proyecto FIA "AOX en berries chilenos: su investigación como una estrategia dirigida a ampliar su exportación" tiene como objetivo caracterizar el contenido (polifenoles totales, antocianos, taninos, ac. elálgico, etc) y la actividad antioxidante (FRAP, ORAC) de los principales berries chilenos exportados (arándano, mora, frutilla y frambuesa); de este proyecto se derivan 2 tesis de postgrado (1 Doctorado en Farmacología (en curso) y 1 de Doctorado en Nutrición (por iniciarse). Se espera generar conocimiento básico y práctico respecto a las propiedades AOX de los berries en estudio. A la fecha hemos encontrado interesantes diferencias en el contenido y actividad AOX entre las distintas especies y variedades de berries estudiadas. Los resultados oficiales serán presentados al término del estudio. Junto a lo anterior, en el marco de esta línea estamos evaluando algunos de los beneficios para la salud asociados al consumo de productos "Nutracéuticos" preparados a partir de aquellos berries que presentan la mayor actividad AOX. En cuanto a la segunda línea de investigación "Interacción entre tioles endógenos y iones cobre: estudios *in vitro* sobre la formación de complejos redox-inactivos", financiada por Fondecyt, ésta tiene como objetivo comparar la acción antioxidante versus pro-oxidante de tioles endógenos (homocisteína, cisteína, Glutación, Cisteinil-glicina, etc) en su interacción con iones cobre; en este estudio se enmarca una tesis de pregrado (Química Farmacia). Se espera generar conocimiento básico respecto al rol de los tioles estudiados en la genesis/remoción de radicales libres. A la fecha hemos establecido que la interacción entre ciertos tioles y iones cobre da lugar a la formación de "complejos", no reportados previamente. Dichos complejos presentarían interesantes propiedades antioxidantes y atrapadoras de radicales libres.

Financiamiento: Fondecyt #1040736; FIA-PI-C-2003-1-A-060.

ANTIOXIDANTES DIETARIOS Y TIOLES ENDÓGENOS EN EL CONTROL Y GENERACIÓN DE ESTRÉS OXIDATIVO.

Carrasco, C., Rocco, C., Henriquez, C., Gómez, M., Olea, C.; Speisky, H.

Depto. de Química Farmacológica y Toxicológica, Facultad de Ciencias Químicas y Farmacéuticas; Unidad de Micronutrientes INTA, Universidad de Chile.

INTRODUCCIÓN

Nuestro laboratorio centra su trabajo en las siguientes 2 líneas de investigación: (1) "Caracterización del contenido polifenólico, y de las propiedades anti-inflamatorias y cito-protectoras de antioxidantes presentes en Berries", y (2) "Estudio de la interacción entre tioles endógenos y iones cobre como mecanismo de generación y remoción de radicales libres".

Ambas líneas consideran el estudio de factores que inciden en el estrés oxidativo (EO); la primera línea, investigando la habilidad de ciertos antioxidantes (AOX) para prevenir y/o contraponerse al EO,

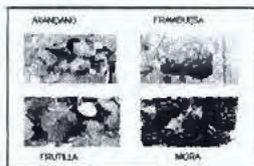
la segunda, caracterizando la interacción entre iones cobre y tioles endógenos como un mecanismo capaz de generar la condición anterior.

La primera línea de investigación, financiada a través de un proyecto FIA, tiene como objetivo caracterizar el contenido y la actividad antioxidante de los principales berries chilenos exportados. En cuanto a la segunda línea de investigación, financiada por Fondecyt, ésta tiene como objetivo comparar la acción antioxidante versus pro-oxidante de tioles endógenos en su interacción con iones cobre.

PROYECTO FIA (# PI-C-2003-1-A-060)

"AOX en berries chilenos: su investigación como una estrategia dirigida a ampliar su exportación"

En este proyecto se está determinando el contenido y la actividad antioxidante de los berries en sus variedades de más alto cultivo en nuestro país. Las muestras, tomadas en la temporada de cosecha (Diciembre-Marzo) pertenecen a productores de la V a la X regiones.



ARÁNDANO
O'Neal, Duke, Brigita, Bluecrop, Elliot

FRAMBUESA
Heritage Meeker

FRUTILLA
Camrosa

MORA
Cherokee, Logness, Niswag

La determinación del contenido antioxidante consta de la cuantificación de:

Polifenoles totales-Antocianos-Taninos-Ác. Elágico-Ác. Ascórbico

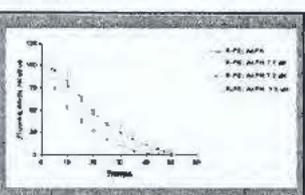
La actividad antioxidante (ORAC, FRAP) de estas frutas se determina empleando técnicas internacionalmente reconocidas como válidas para el propósito de realizar posteriormente comparaciones entre la actividad antioxidante de berries chilenos y la de berries similares con los cuales nuestra fruta compete (mercados de exportación):

ORAC (Oxygen Radical Absorbing Capacity)
FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power)

REPRESENTACIÓN ESQUEMÁTICA DE LA PERIODA DE FLUORESCENCIA DE FICOERITRINA EN PRESENCIA DE AAPH.



CURVAS ESTÁNDAR DE FLUORESCENCIA DE FICOERITRINA EN PRESENCIA DE AAPH.



Ensayo ORAC

Para este ensayo se utiliza la proteína fluorescente Ficoeritina como sustrato oxidable por radicales alquil-peroxilo (generados por hidrólisis térmica de AAPH). La reacción se monitorea en el tiempo hasta que disminuya al 5% de la fluorescencia inicial (curva blanca). Básicamente, se determina la capacidad de extractos de berries para retardar la oxidación de Ficoeritina. Para asignar un valor comparable a la protección de los berries, en este caso, se utiliza un estándar de un análogo de vitamina E, Trolox® (curva gris). Posteriormente se comparan las áreas bajo las curvas y se infiere la concentración de equivalentes Trolox a partir de una curva estándar.

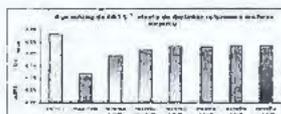
CONCLUSIÓN

A la fecha, hemos encontrado diferencias interesantes, tanto en el contenido como en la actividad antioxidante entre las distintas especies y variedades de berries estudiadas. Los resultados oficiales serán presentados el mes de Dic. 2005.

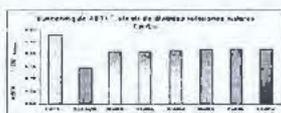
PROYECTO FONDECYT (# 1040736)

"Interacción entre tioles endógenos y iones cobre: estudios in vitro sobre la formación de complejos redox-inactivos"

Metodología ABTS^{•+}: Mediante esta técnica evaluamos la capacidad de tioles para interactuar con radicales ABTS^{•+}, en ausencia o en presencia de iones Cu²⁺. Los radicales ABTS^{•+} (coloreados) fueron generados por interacción controlada (45°C; 55 min) del reactivo ABTS (no coloreado) con el azo-compuesto AAPH (generador de radic. peroxilo). Dichos radicales fueron cuantificados espectrofotométricamente (DO_{415nm}). La capacidad atrapadora de radicales libres de los tioles, homocisteína (Hcys) y cisteína (Cys) fue evaluada monitoreando el descenso en la DO de una solución de ABTS^{•+} (blanqueamiento). Además, se caracterizó el efecto de la pre-incubación de estos tioles con iones Cu²⁺ sobre esta capacidad atrapadora de radicales ABTS^{•+}.

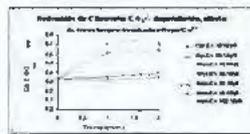


Hcys: su capacidad "blanqueante" disminuye rápidamente por preincubación con Cu²⁺ y en forma directamente proporcional a los aumentos en la conc. relativa de éste (hasta relación molar Hcys/Cu²⁺ 4:2). Aún en presencia de un gran exceso de Cu²⁺, las mezclas Hcys/Cu conservan alrededor de un 30 % de la capacidad blanqueante original de Hcys (observada en ausencia de Cu²⁺).



Cys: si bien su preincubación con Cu²⁺ también llevó a una rápida disminución de su capacidad original para atrapar radicales ABTS^{•+}, la reducción se estabilizó en una relación de mezcla (Cys/Cu²⁺) de 4:1. En efecto, encontramos que en presencia de un gran exceso de Cu²⁺, se conserva alrededor de un 48% de la capacidad blanqueante original de este tiol.

Metodología Citocromo C (Cit C): Esta metodología fue empleada para evidenciar la formación de radicales libres superóxido (O₂^{•-}), resultante de la reducción de O₂ en presencia de iones Cu²⁺. Se aprovechó la capacidad de reducción superóxido-dependiente de Citocromo C (DO_{520nm}). Se muestra la velocidad de reducción de Citocromo C (Cit C), que tiene lugar tras la adición de mezclas preincubadas de iones Cu²⁺ y los tioles Hcys o Cys.



En el caso de Hcys, observamos que en relac. molares 5:4:1, las mezclas Hcys/Cu²⁺ no reducen Cit C. Tal resultado sugiere que tras 5 min de incubación, los productos formados por la interacción Hcys/Cu²⁺ no generarían anión superóxido en el medio. Exceso de reductor (Hcys) no redujo en una reducción de Cit C. La adición simultánea de mezclas Hcys/Cu²⁺ (4:1 o 10:1) a Cit C resultó en la inmediata y sustancial reducción de éste, lo que sugiere que si bien bajo condiciones experimentales de no preincubación se estarían formando radicales superóxido, bajo condiciones de preincubación (por 1 min o más) se haría posible la formación de complejos redox-inactivos hacia oxígeno, y estables aún en presencia de exceso de tiol.



A diferencia de lo observado con Hcys, la adición al sistema Cit C de mezclas Cys/Cu²⁺, ya sea preincubadas no, se tradujo en una importante reducción del Cit C. Esto fue observado ya para una relación molar Cys/Cu²⁺ igual a 1:1.

CONCLUSIÓN

Tomando en cuenta los resultados de los estudios de las mezclas preincubadas tiol/Cu²⁺ sobre la reactividad frente ABTS^{•+} y la reducción de Cit C O₂^{•-}-dependiente, nuestro laboratorio postula que la interacción entre iones Cu²⁺ y los tioles estudiados da lugar a la formación de productos (uno o más complejos Cu-RS(H)) que exhiben una clara capacidad de "quenching", y que en el caso de la Hcys, estas mezclas carecerían actividad redox hacia O₂.



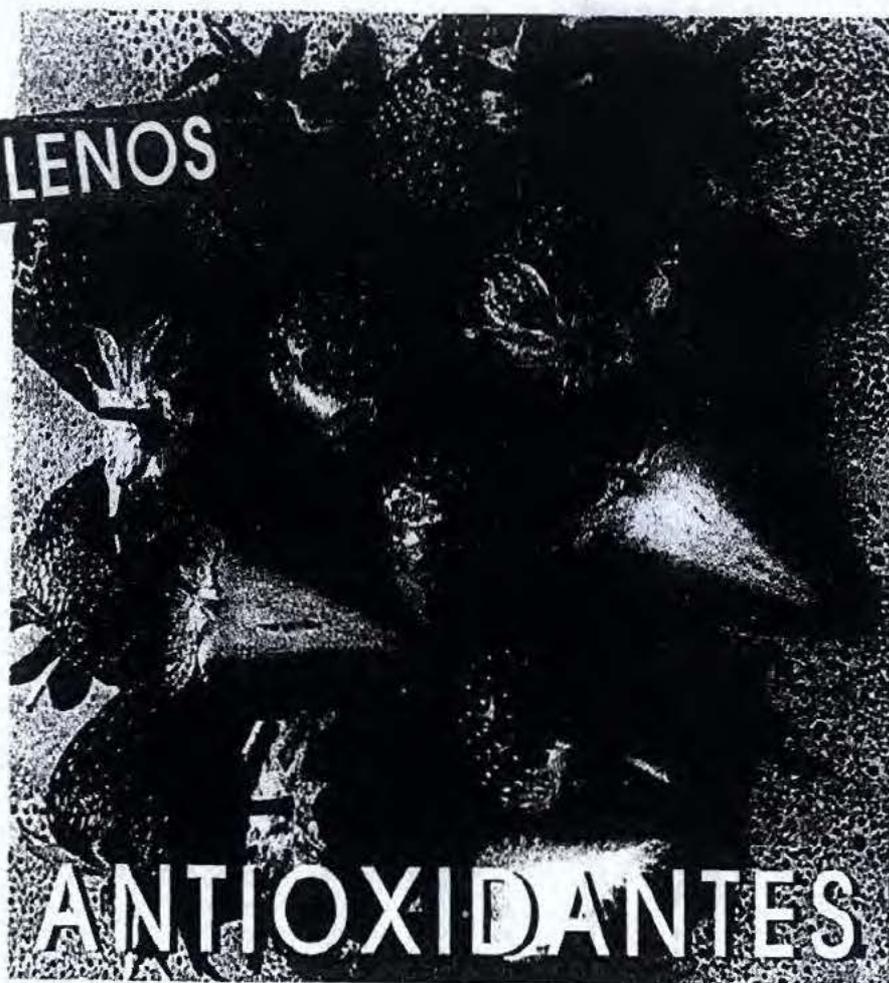
PROGRAMA SEMINARIO

"BERRIES: RELACIONES ENTRE SU PRODUCCIÓN, CONSUMO Y EFECTOS SOBRE LA SALUD"

Santiago, 29 de Julio de 2005

- 8:00 - 9:20 Inscripción de los asistentes al Seminario.
- 9:20 - 9:30 Bienvenida y presentación general.
Dr. Fernando Vio, Director Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile.
- 9:30 - 10:10 Exposición "Polifenoles de berries: Antioxidantes que confieren sabor, color y salud". Dr. Álvaro Peña, Profesor, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.
- 10:10 - 10:50 Exposición "Beneficios para la salud asociados al consumo de berries: Recientes evidencias científicas". Dr. Hernán Speisky, Profesor Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile.
- 10:50 - 11:10 Café
- 11:10 - 11:50 Exposición "Descripción de las principales especies y variedades de berries cultivados en Chile". PhD(c) Profesora Pilar Bañados, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.
- 11:50 - 12:30 Exposición "Interacción del genotipo, el ambiente y las prácticas agronómicas sobre el contenido antioxidante de frutos de berries". Ing. Agron. M.Sc. Carolina Henríquez, Programa de Doctorado en Nutrición y Alimentos, Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (INTA), Universidad de Chile
- 12:30 - 13:00 Mesa Redonda: Conclusiones.

BERRIES CHILENOS



El consumo de berries conlleva efectos potencialmente beneficiosos para la salud humana, al prevenir y proteger contra el desarrollo de distintas enfermedades crónicas.

Su contenido antioxidante es tres a cuatro veces superior al observado en la mayor parte de las frutas y verduras habitualmente consumidas por la población.



Así lo determinó un estudio del INTA, encabezado por el Dr. Hernán Speisky, con el respaldo de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), perteneciente al Ministerio de Agricultura.

ANTIOXIDANTES CONCENTRADOS

La presencia de fitoquímicos con propiedades antioxidantes en los berries, entre los que destacan los polifenoles, tendría un rol fundamental al prevenir y proteger al organismo contra enfermedades crónicas no transmisibles, entre las que se incluyen diversos tipos de cáncer, arteriosclerosis, patologías neuro-degenerativas (como Alzheimer y Parkinson) y diabetes mellitus, entre otras.

La iniciativa de los investigadores del INTA y de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Chile, en conjunto con Chile Alimentos y la Asociación de Exportadores de Chile (Asoex),

y con el respaldo de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), ha examinado durante dos años los berries cultivados en distintas zonas agroclimáticas de Chile, al estado fresco y congelado; con el fin de determinar su capacidad y contenido antioxidante.

La investigación concluye en diciembre próximo, pero los resultados preliminares muestran que los berries producidos en Chile (arándano, frambuesa, frutilla y mora) presentarían cantidades de antioxidantes a lo menos comparables, y en algunos casos claramente superiores a las de berries similares cultivados en otros lugares del mundo.

El Dr. Hernán Speisky explicó la gestación del proyecto: "El INTA, a través de sus programas de investigación científica, cumple un papel fundamental en el campo de la nutrición y de la alimentación humana. Nuestra misión comprende la generación de información científica -tanto básica como aplicada- relevante a comprender y prevenir el riesgo de desarrollo de patologías crónicas como las arriba mencionadas. A partir de lo anterior apoyamos la promoción de prácticas de consumo saludables. El espectro de intereses del INTA se extiende también hacia la generación de aquellos conocimientos científicos que resulten relevantes para al propósito de innovar, aumentando con ello la competitividad de nuestro sector productor y exportador de alimentos", dice el experto.

"De acuerdo a recientes investigaciones, el consumo habitual y abundante de frutas y verduras (alrededor de 400 g/día respecto a 150 g/día) ofrece una reducción aproximadamente de un 50% en el riesgo de desarrollo y posterior muerte por enfermedades cardiovasculares y ciertos tipos de cánceres. La alta presencia de antioxidantes en frutas y verduras, y especialmente en berries, ha motivado que la industria observe con particular interés aquellos alimentos cuyo alto poder antioxidante los hace capaces de eliminar o neutralizar la acción de los "radicales libres", que generan un daño oxidativo a lípidos, proteínas y ácidos nucleicos.

Carolina Henríquez, agrónoma y miembro del Laboratorio del Dr. Speisky, señala que dentro de las frutas, los berries destacan por presentar máximos tenores antioxidantes. Entre sus polifenoles, destacan por su contenido de antocianinas, pigmentos que le confieren la coloración roja, morada o azul, característica de estos frutos.

Speisky agrega que a partir de la caracterización de las propiedades

antioxidantes de los berries, han iniciado "la preparación de extractos ricos en polifenoles para su uso como nutracéuticos y para su eventual incorporación a alimentos funcionales". El investigador señala que "es importante respaldar con solidez científica futuras iniciativas dirigidas a promover la producción de estos frutos y su consumo, así como la elaboración de productos derivados que presenten valor agregado".

Crece exportaciones chilenas

En nuestro país el cultivo de berries, asociado principalmente a cuatro especies -frambuesas, frutillas, moras y arándanos-, resulta favorecido por el clima mediterráneo y la ausencia de lluvias en tiempo de cosechas, privilegio con que no cuentan la mayoría de los países productores del mundo. Además, representan una alternativa importante para diversificar las exportaciones frutícolas, principalmente a los países del hemisferio norte, lo que está asociado a las ventajas de producir en contra estación.

En Chile, la superficie plantada con berries alcanza las 15.000 há aproximadamente, lo cual se ha traducido en un incremento del volumen exportado, generando un retorno de alrededor de US\$ 220 millones en el año 2004, por exportación de berries frescos y congelados y de algunos productos en conservas, jugos concentrados y deshidratados.

Carolina Henríquez informa que en el 2004 Chile exportó 46 mil toneladas

de frambuesas, con el segundo lugar en la producción mundial de 300 mil toneladas. La superficie destinada a este cultivo cubre alrededor de 10.000 há, principalmente en manos de pequeños agricultores desde la Séptima a Décima región. Nuestras frambuesas van a Europa y Estados Unidos, en su mayoría en forma congelada (65%), y también en jugos (20%) y en estado fresco (8%).

En cuanto a los arándanos, en la actualidad la plantación bordea las 3.500 há con un crecimiento de las exportaciones en fresco superior al 20% anual, concentrada en agricultores de alta capacidad empresarial, por su elevado costo de inversión. Durante la temporada 2004 se produjeron 11.000 toneladas y fueron exportadas principalmente a Estados Unidos.

La frutilla es la especie más conocida y consumida en el mundo. Chile posee 1.600 há, y produce 47.000 toneladas, lo que corresponde a menos del uno por ciento del mercado mundial. Un total de 25.000 toneladas se destinan al consumo interno en fresco y 16 mil toneladas se exportan como congelados. Es importante destacar que los volúmenes de congelados exportados han aumentado en los últimos años.

Las moras ocupan una superficie de 260 há, concentradas en la VII Región. La exportación de mora, esencialmente congelada, alcanzó 9.679 toneladas en la temporada 2004, mientras que en fresco se exportaron durante este período alrededor de 95 toneladas. Los principales destinos son Estados Unidos y los países de la Unión Europea. En cuanto a las moras silvestres su recolección se ha mantenido como fuente de ingresos para familias pertenecientes a sectores rurales. Es exportada principalmente a los mercados europeos, y los volúmenes son bastante fluctuantes de una temporada a otra.

Es importante destacar que aún faltan conocimientos para explotar los berries nativos, como el maqui y la murta, las que podrían cultivarse a escala comercial para el sector agroindustrial, destinándose a la producción de mermeladas y conservas. ▲



Slow and fast-reacting antioxidants from berries: Their evaluation through the FRAP (Ferric Reducing Antioxidant Power) assay.

C. Henríquez, C. Carrasco, M. Gómez, and H. Speisky

Nutrition and Food Technology Institute, University of Chile, POB 138-11, Santiago, Chile.

E-mail: chenriquez@inta.cl

Keyword: antioxidants, berries, FRAP assay.

Extended Abstract: Berries are particularly high in polyphenolics. The latter feature sets these fruits amongst the richest in antioxidant capacity, and accounts for their increasingly recognized potential to maintain the health status and attenuate or delay the onset of various chronic diseases. In Chile, berries are an important and fast growing economic resource. The FRAP assay, useful to evaluate the antioxidant capacity of fruits and vegetables, is based on the capacity that most antioxidants possess to reduce ferric iron, transforming at low pH the Fe^{+3} -tripyridyltriazine complex (Fe-TPTZ) into its ferrous form. Such reduction is assessed by monitoring the time-dependent changes in $\text{OD}_{593\text{nm}}$. The current experimental protocol has established that an interval of 4 minutes and a temperature of 37°C would be suitable conditions to assay the total antioxidant capacity of most samples. However, as we show here, the application of such experimental conditions to samples of berries are not suitable to assess the "total Fe-TPTZ-reducing capacity" contained in these fruits. The objectives of the present study were: 1) to establish the adequate experimental conditions to determine the total antioxidant capacity of berries through the FRAP assay, 2) to determine the effect of applying 3 different solvents extraction protocols to samples of berries on their FRAP value, and 3) to compare the FRAP values and the FRAP reaction kinetics of different berries extracts. The comparison comprises the most important berries cultivated in Chile: Blueberry (cv Duke), Blackberry (cv Cherokke), Raspberry (cv Heritage), and Strawberry (cv Camarosa). The solvents tested were 70% acetone, 70% ethanol and distilled water. The FRAP assay was performed as described by Benzie & Strain (1996) modified in terms of the temperature (22°C) and time (up to 250 min) at which the reduction of Fe-TPTZ was monitored.

Results indicated that: 1) the FRAP value of the samples of berries varies as a function of the time of incubation; short time evaluations (up to 4 or 30 min) underestimate the total antioxidant capacity (assessed at 120 min), 2) blackberry has the highest antioxidant capacity, followed by blueberry, strawberry and raspberry (regardless of the end-time of measuring), 3) aqueous/acetone extraction resulted in FRAP values greater than aqueous/ethanol and distilled water, 4) along the 0-250 min of monitoring the Fe-TPTZ reduction, substantially different reaction kinetics (slopes) could be appreciated as a function the specie and the nature of the studied extract; we estimated that a fast reaction occurred during the first 4 min (which on average accounted for 40-50% of the total FRAP_{250} value), and a markedly slower reaction followed thereafter. The large differences in the FRAP reaction kinetics are likely to underlie large differences in the reactivity of antioxidant molecules present in the 4 studied berries. Since the latter may have important implications in terms of the biological (and health) effects of berries in humans, it seems necessary to reconsider the experimental conditions so far employed to assess the actual FRAP values in samples of -at least- this type of fruits.

Partially funded by FIA-PI-C-2003-1-A-060.

SLOW AND FAST-REACTING ANTIOXIDANTS FROM BERRIES: THEIR EVALUATION THROUGH THE FRAP (FERRIC REDUCING ANTIOXIDANT POWER) ASSAY

C. Henríquez, C. Carrasco-Pozo, M. Gómez and H. Speisky.

Nutrition and Food Technology Institute, University of Chile

Macul 5540, Macul, Santiago, Chile, POB 138-11

E-mail: chenriquez@inta.cl

INTRODUCTION

Berries are particularly rich in polyphenolic compounds, such as flavonoids and phenolic acids. This sets these fruits amongst the richest in antioxidant capacity and accounts for their increasingly recognized potential to maintain the health status of humans and to prevent various diseases.

Berries are becoming an important and fast growing economic resource for Chile.

Several methods have been developed to assess the total antioxidant capacity of fruits, vegetables and beverages; one of these is the FRAP assay. This method is based on the capacity of most antioxidants to reduce ferric iron, transforming the Fe^{3+} -triipyridylfiazine complex (Fe^{3+} -TPTZ) into the intensely blue colored ferrous form (Fe^{2+} -TPTZ) at low pH (3.6). This process is quantitated by monitoring the time-dependent changes in OD_{593nm} (Benzie and Strain, 1996). The current experimental protocol has established that an interval of 4 min and a temperature of 37°C would be suitable conditions to assay the total antioxidant capacity of most samples. However, as we show here, the application of such experimental conditions to samples of berries are not suitable to assess this total Fe -TPTZ-reducing capacity.

OBJETIVES

1) To establish the adequate experimental conditions to determine the total antioxidant capacity of berries using the FRAP assay, 2) to determine in samples of berries the effect on the FRAP value of three different solvent extraction protocols, and 3) to compare the FRAP values and the FRAP reaction kinetics of the resulting berry extracts.

MATERIALS AND METHODS

Fruits samples

Blueberries (*Vaccinium corymbosum*) cultivar Duke; Blackberries (*Rubus sp*) cultivar Cherokee; Raspberries (*Rubus idaeus*) cultivar Heritage, and Strawberries (*Fragaria ananassa*) cultivar Camarosa were harvested ripe in a commercial plantation located in the VII Region, Chile. The samples were then immediately frozen at -20°C until extraction. The three extraction solvents used were: 70:30 acetone/water, 70:30 ethanol/water and aqueous extract.

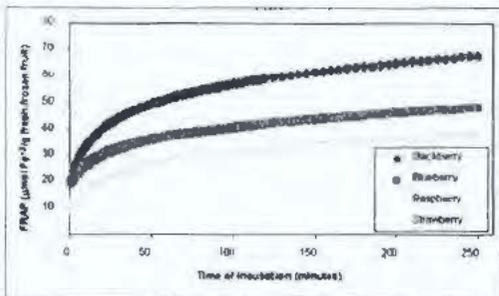
Sample preparation

Frozen samples of each berry crop were homogenized in a food processor; 5 g of the homogenate were mixed with 150 mL of extraction solvent for 5 min. The extracts were shaken in a water-bath at 20°C for 90 min. Three 1.5 ml samples were centrifuged at 2500g for 15 min at 4°C and the supernatants were used for the analysis.

Experimental condition

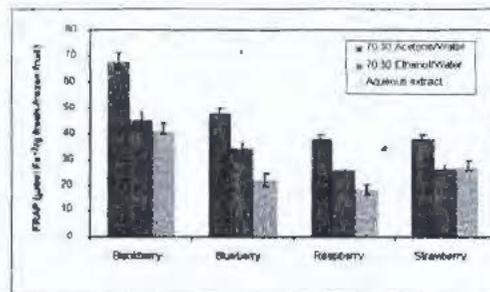
The FRAP assay was performed as described by Benzie and Strain (1996), but modified in terms of temperature (22°C) and time lapse (up to 250 min) during which the reduction of Fe -TPTZ was monitored. The FRAP reagent was freshly prepared and contained 1020 μ l of 300 mM sodium acetate pH 3.6, 100 μ l of 10 mM (TPTZ), and 100 μ l of 20 mM ferric chloride. The FRAP reagents were mixed with 10 μ l aliquots of each berry extract and was incubated in a spectrophotometer (Unicam HeiLo α) at 22°C for 250 min. A reading was performed at an absorbance of 593 nm every 60 sec. The FRAP value was determined by plotting in a standard curve (0 - 60 μ M) produced by the addition of ferrous sulphate to the FRAP reagent. Results were expressed as μ mol Fe^{2+} per gram of fresh-frozen fruit (μ mol Fe^{2+} / g fresh-frozen fruit). Samples were analysed in triplicate.

RESULTS AND DISCUSSION



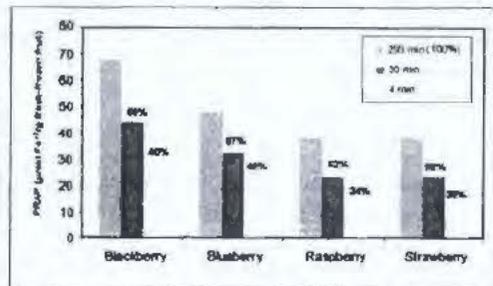
When the experimental condition of the FRAP assay were applied in the present study, we observed that the reaction had not finished, but that, continuous increments occurred thereafter, independently of the type of berry and solvent extraction used.

Along the 250 min of monitoring reduction there are substantially different levels of Fe -TPTZ reduction reaction as a function the species and the extraction procedure. We estimated that a fast reaction occurred during the first 4 min and a markedly slower reaction followed thereafter.



The FRAP value varied considerably between:

- The four berries studied. Blackberries have the highest antioxidant capacity, followed by blueberries, raspberries and strawberries.
- The solvent extractions used. The extracts produced using 70:30 acetone/water had greater antioxidant activity than with 70:30 ethanol/water or aqueous extract. This implies that the relative contribution of these two last solvents was 70 and 50%, respectively of the total antioxidant capacity extracted by the acetone-containing solution.



Our results indicate that the FRAP value of the samples of berries varies as a function of the time of incubation. This implies that short time evaluations (4 to 30 min) may underestimate the total antioxidant capacity (assessed at 250 min).

We found that the FRAP estimated at the first 4 and 30 min, accounted on average for 40-50% and 60-70% of the total FRAP value, respectively. This means that to compare the total antioxidant capacity of fruits, vegetables and beverages, it would be important to apply the same extraction methods and time intervals. The large differences in the FRAP reaction kinetics are likely to underlie large differences in the reactivity of antioxidant molecules present in the four berries studied.

CONCLUSIONS

Our results suggest that large differences in the FRAP value, depend on the time of the reaction set as end-point of the measurement, the species of berry being analysed, and the type of solvent extraction used. The fact that assayed samples of berries increase their reducing capacity with time, may imply an ability to remain active for longer periods of time, helping to maintain an adequate antioxidant status *in vivo* and protect the human body from the oxidative damage caused by free radicals, a process that plays an important role in the development of various chronic diseases.

It is important to reconsider the experimental conditions so far employed to assess the actual FRAP values in samples of at least this type of fruits. If this is not taken into consideration underestimations and overestimation of the total antioxidant concentration and the real antioxidant capacity could occur.

Antioxidants in Chilean berries.

H. Speisky¹, A. Peña², M. Gómez¹, C. Fredes², M.L. Alvarez², M. Gotteland¹ and O. Brunser¹.

Nutrition and Food Technology Institute¹, Agronomic Sciences Faculty², University of Chile, Santiago, Chile.

E-mail: hspeisky@inta.cl

Keywords: antioxidants, berries, ORAC, polyphenols.

Extended Abstract:

Besides their increasing agro-economical importance for Chile, berries are also of biomedical interest since their consumption is closely associated with various health-related benefits. Amongst these, worth-mentioning is the reduction in the relative risk of developing several non-transmissible chronic diseases, which include certain types of cancer, and various cardiovascular, inflammatory and neurodegenerative diseases. The health-protecting benefits associated with the consumption of berries are largely attributed to the distinguishably high concentration of antioxidants in these fruits. The molecules which most account for such antioxidant capacity are polyphenols (incl. flavonols, flavanols) and phenolic acids (incl. Ellagic Ac.; Caffeic Ac.). In view of their great relevance to Chile, in the present study we selected the main cultivars of (exported) blueberries, raspberries, strawberries and blackberries, and studied them in terms of their polyphenolic content (total polyphenolics, PP_T; anthocyanins, AC; tannins, TAN) and antioxidant activity (ORAC, FRAP). In addition, we characterized these fruits in terms of their physical and chemical properties, featured by their color, total- and reducing-sugars, pH, acidity, soluble solids and humidity.

We found high, direct and significant correlation coefficients between the ORAC and PP_T values for the 4 mentioned species. Lesser, but still significant correlation coefficients, were also found for most of the other studied antioxidant parameters. In terms of their relative antioxidant capacities, our results indicate that blackberries and blueberries exhibit –on average– by large antioxidant contents and activities considerable greater than those present in raspberries and strawberries. Noteworthy, in the case of blueberries, large differences amongst the 5 studied cultivars were also observed. Elliot cv. showed the highest ORAC and PP_T values. This cultivar also showed the highest content in flavonols and phenolic acids. In turn, no significant differences were found for the PP_T and ORAC values amongst the cultivars of all the other studied specie. Finally, we found that –despite exhibiting lower antioxidant contents and activities– raspberries and strawberries present the highest contents of ellagic acid/ellagitannins; strawberries being also, particularly high in flavanols. The fruit sampling criteria and the antioxidant analytical methodologies employed in the present study allow us to make –for the first time– a comparative analysis of our data on the antioxidant capacity of Chilean berries with that already published for identical and comparable species/cv. cultivated in other regions of the world.

Funded by Fundación para la Innovación Agraria (Chile) FIA-PI-C-2003-1-A-060.