



XX Seminario Latinoamericano y del Caribe de Ciencias y Tecnología de Alimentos
IV Simposio Panameño de Inocuidad de Alimentos - SPIA

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
La Universidad de la Región del Biobío



“DESARROLLO DE PRODUCTOS CON ALTO POTENCIAL FUNCIONAL A PARTIR DEL MAQUI (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stunz) LA “SUPER-FRUTA” NATIVA DE CHILE”



Dr. José Miguel Bastías Montes
Departamento de Ingeniería en Alimentos
Fac. Ciencias de la Salud y de los Alimentos

PANAMÁ
Marzo-2018

5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADA

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio



 ubiobio.cl



*XX Seminario Latinoamericano y del Caribe de Ciencias y Tecnología de Alimentos
IV Simposio Panameño de Inocuidad de Alimentos - SPIA*

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
La Universidad de la Región del Biobío



TEMARIO

- Introducción
- Antecedentes Generales
- Antecedentes Específicos
- Problemática
- Iniciativa
- Resultados



5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADA

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio



 **ubiobio.cl**



INTRODUCCIÓN

Posición de Chile en el Contexto Mundial

- Primer exportador de Uvas
- Primer exportador de Pimentón Deshidratado
- Primer exportador de Ciruelas
- Primer productor de Truchas
- Segundo productor de Salmón
- Segundo exportador de Paltas
- Segundo exportador de Frambuesa Congelada
- Tercer exportador de Kiwi



5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADA

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio



 ubiobio.cl



INTRODUCCIÓN

CHILE: PAÍS EXPORTADOR DE FRUTAS

• SUPERFICIE FRUTÍCOLA SE ENCUENTRA ENTRE LAS REGIONES DE ATACAMA Y LOS LAGOS.
• LAS PLANTACIONES DE BERRIES CUBREN 294.000 HECTÁREAS.



EL 70% DE ESTA SE EXPORTA CONGELADA, EL 20% EN FRESCO Y EL 10% RESTANTE COMO JUGOS Y OTROS.

• ESTADOS UNIDOS, CANADÁ, EUROPA, AUSTRALIA, COREA DEL SUR, CHINA Y JAPÓN



FRUTAS CONSTITUYEN UNA RICA FUENTE DIETÉTICA DE ANTIOXIDANTES FENOLICOS Y DE COMPUESTOS CON PROPIEDADES BIOACTIVAS.

• UTILIZADAS EN EL DESARROLLO DE ALIMENTOS FUNCIONALES Y NUTRACÉUTICOS.

5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADA

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio





UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
La Universidad de la Región del Biobío

ANTECEDENTES GENERALES

- Hoy en día el consumidor busca aquellos productos que contribuyan en mejor forma a su salud y bienestar, pagando un valor agregado por ello.
- La relación salud/alimentación preocupa al 49% de los latinoamericanos, y 67% del Asia Pacífico, Estados Unidos y Europa.
- El mercado mundial de los alimentos saludables se estima que es aproximadamente US\$700 billones anuales, con una tasa de crecimiento de alrededor de 6,5%.
- Las frutas son las que presentan compuesto de interés como quimio-protectores (polifenoles y antocianinas), por presentar comprobados beneficios para la salud del consumidor, particularmente los berries
- Chile se ha transformado en el último decenio como uno de los principales exportadores de berries del mundo con destinos principales a EE.UU., Canadá, algunos países de Europa y en el último tiempo Asia.

5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADA

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio



 ubiobio.cl



Berries introducidos



Arandano (*Vaccinium spp.*)



Zarzamora (*Rubus occidentalis*)



Zarzaparrilla (*Smilax aspera*)



Frambuesa (*Rubus idaeus*)

5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio

Comisión Nacional
de Acreditación
CNA-Chile

 ubiobio.cl



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
La Universidad de la Región del Bío-Bío



Flora Nativa



5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADA

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio



 **ubiobio.cl**



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
La Universidad de la Región del Biobío

Berries nativos



Berberis microphylla (Calafate)



Uña molinaria (Murtilla)



Aristotelia chilensis (Maqui)



Luma chequen (chequen)



Amomyrtus meli (meli)



Luma apiculata (arrayán)

www.chileflora.com © 2006 M.Belov

5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADA

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio

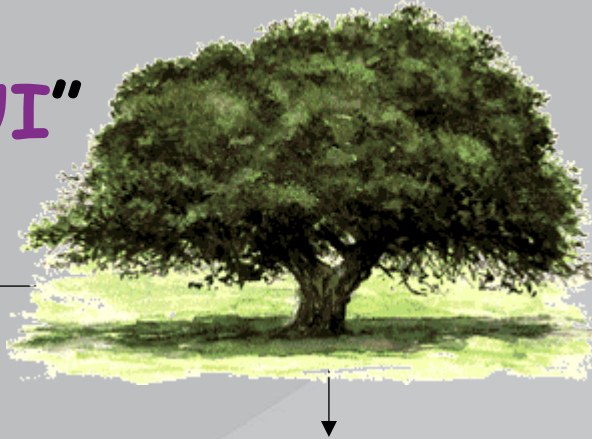


 ubiobio.cl



ANTECEDENTES ESPECIFICOS

"MAQUI"



ÁRBOL NATIVO CHILENO, SIEMPRE VERDE.

PERTENECE A LA FAMILIA ELAEOCARPACEAE

NOMBRE CIENTIFICO "*Aristotelia chilensis*"

ZONA CENTRAL Y SUR DEL PAÍS

CRECE EN AMBIENTES HÚMEDOS

PROPIEDADES BENEFICAS PARA LA SALUD

MIDE DE 4 A 5 METROS

FLORECE DE OCTUBRE A DICIEMBRE

SÚPER FRUTA

HOJAS: Pecioldadas, aovadas y perennes, miden de 4 a 9 cm, Poseen propiedades **ANTIMICROBIANAS, CICATRIZANTES, ANALGÉSICO.**

FLORES: Son de color amarillo pálido de 5-6 mm. Poseen flores femeninas y masculinas.



5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADA

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio



ubiobio.cl



ANTECEDENTES ESPECIFICOS



Baya de forma esférica de 5 mm de pulpa dulce de color negro brillante, posee un sabor astringente pero dulce.

Posee un alto contenido de **antocianinas** (delfinidinas y cianidinas) y **polifenoles** (Tanaka *et al.*, 2013) LO QUE LE PERMITE SER UN PODEROSO ANTIOXIDANTE.

FRUTO



Los compuestos polifenólicos evitan la peroxidación lipídica, generando una actividad protectora endotelial frente a situaciones de estrés oxidativo (Miranda *et al.*, 2002)



Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019



ACREDITADO

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio

CNA-Chile

Super Berryfruit





UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
La Universidad de la Región del Biobío

ANTECEDENTES GENERALES

- El fruto del maqui en particular en los últimos años ha alcanzado una gran notoriedad mundial nunca visto en otro fruto silvestre y nativo que se le ha llegado a llamar **“súper fruta”**, todo esto asociado a sus propiedades benéficas para la salud.
- Propiedades beneficiosas para la salud comprobadas están: alto poder antioxidantes, su efecto antiinflamatorio, cardioprotector, gastroprotector, hipoglucemiante, retrasar la aparición de enfermedades neurodegenerativas tipo Alzheimer, protector contra el cáncer, entre otras.





ANTECEDENTES ESPECIFICOS

Capacidad antioxidante

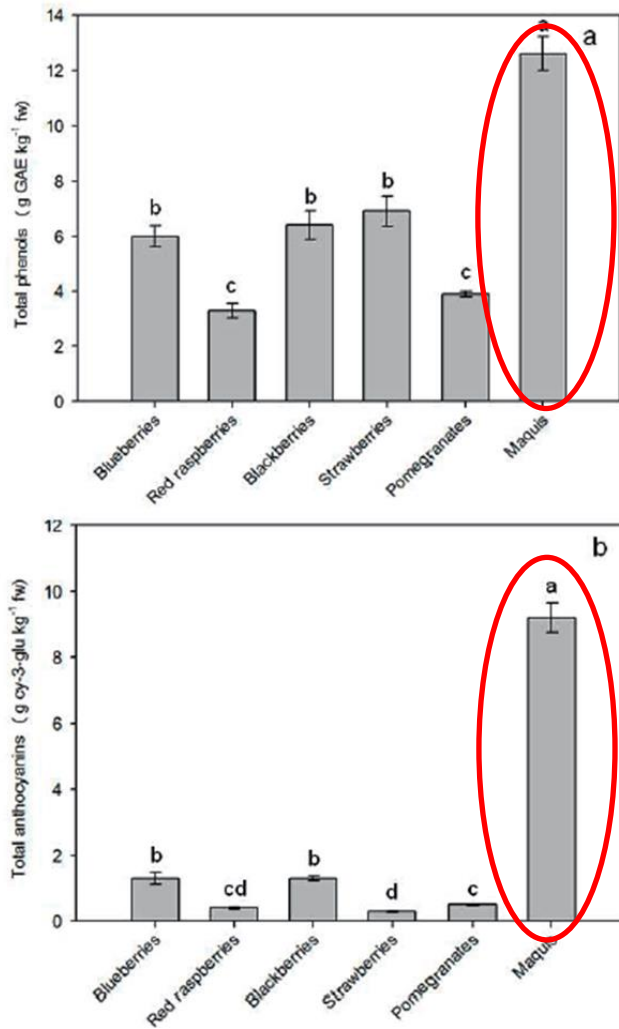


Figure 1. Total phenolic contents (a) and total anthocyanin contents (b) of the polyphenol-rich fruits that were analyzed in this study. The vertical bar represents the mean and standard error of the mean for each species. The means in each bar with a different letter are significantly different (at $P \leq 0.05$). GAE: gallic acid equivalent. cy-3-glu: cyanidin-3-glucoside.

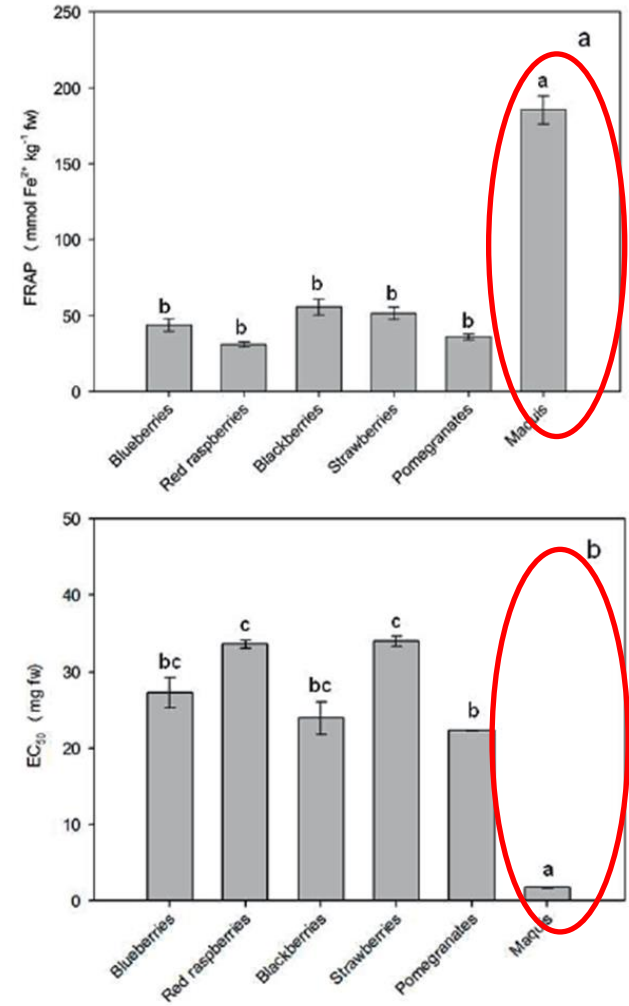
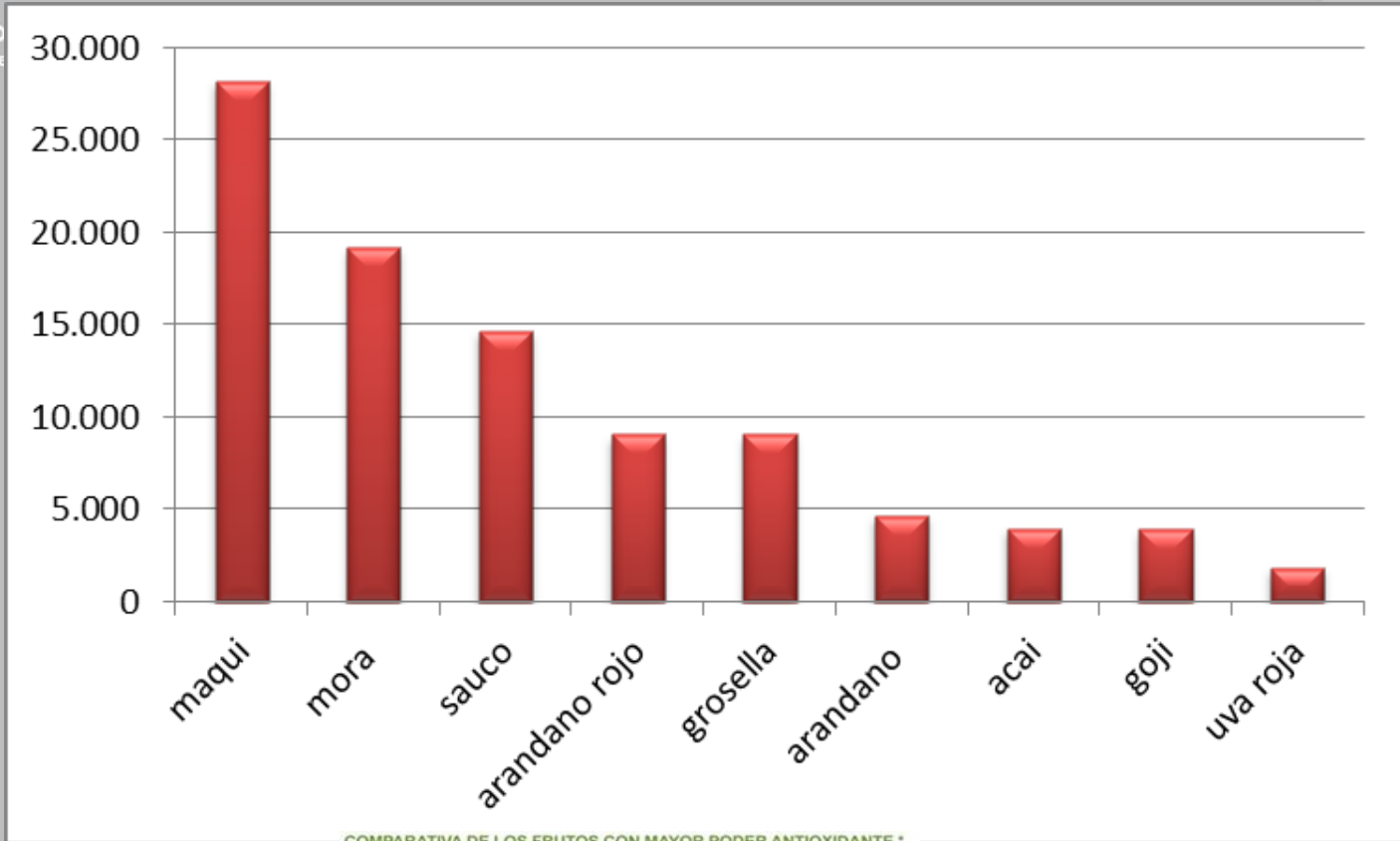


Figure 2. Antioxidant activity as measured by the FRAP (a) and DPPH (b) methods of the polyphenol-rich fruits that were analyzed in this study. The vertical bar represents the mean and standard error of the mean for each species. The means in each bar with a different letter are significantly different (at $P \leq 0.05$). FRAP: ferric-reducing antioxidant power. EC₅₀: milligrams of sample that bleached 50% of the DPPH methanolic solution.



UNIVERSIDAD DEL BÍO BÍO
La Universidad de la Región de

Datos ORAC : Capacidad de absorción del radical oxígeno



COMPARATIVA DE LOS FRUTOS CON MAYOR PODER ANTIOXIDANTE *



*Datos ORAC: Oxygen Radical Absorbance Capacity

5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADA

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio



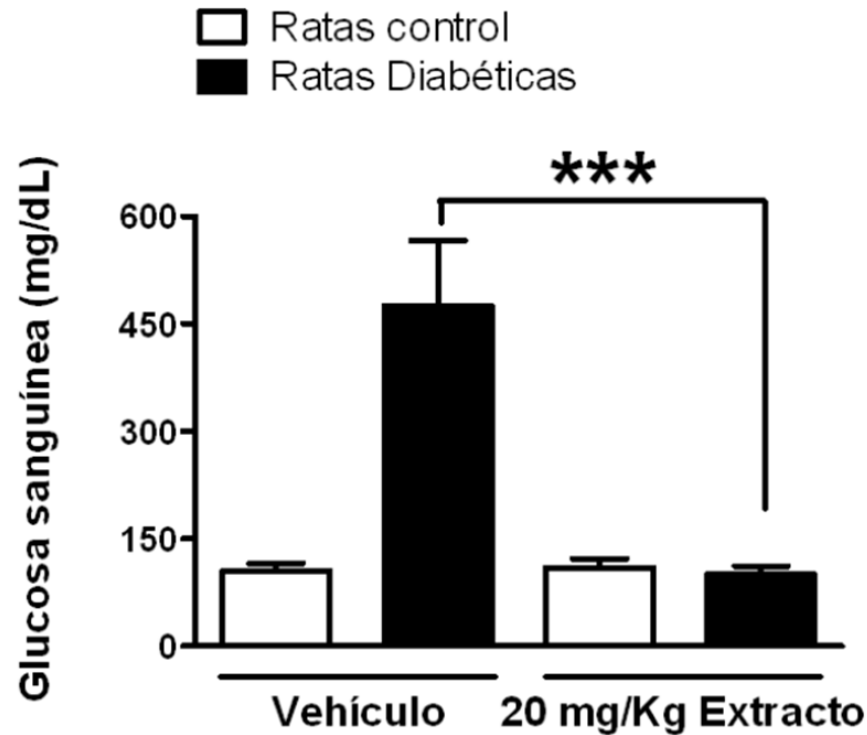
ubiobio.cl



ANTECEDENTES ESPECIFICOS

Efecto hipoglicemiante

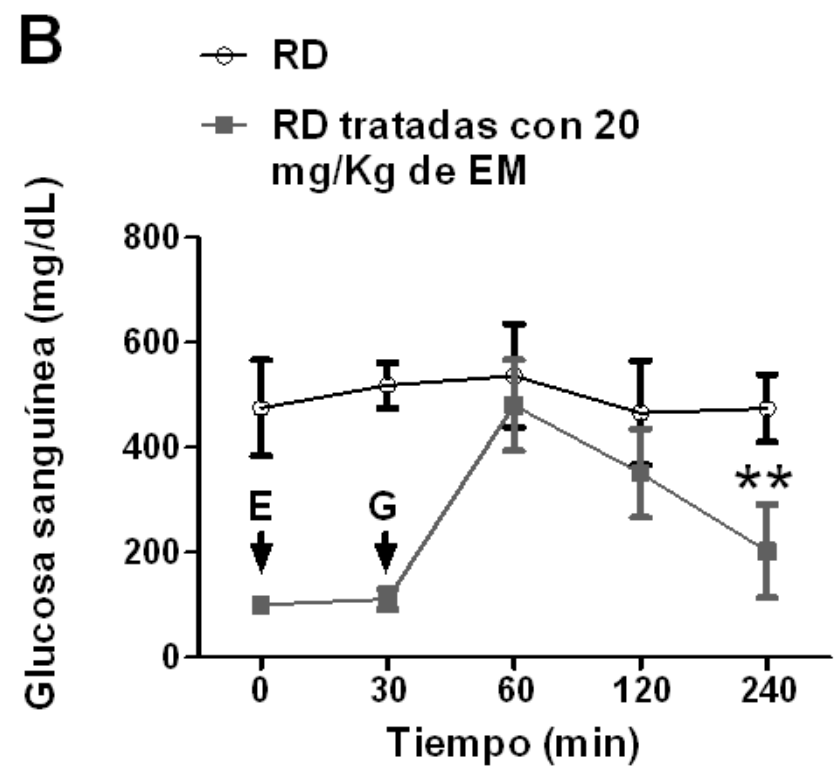
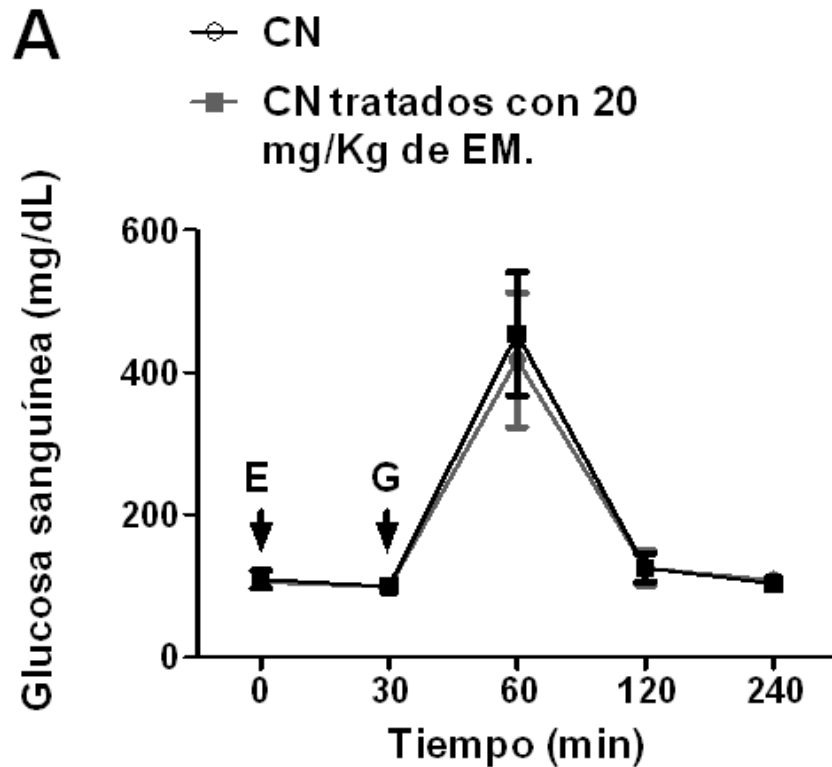
Figura 1. Extracto de Maqui disminuye la hiperglicemia basal en ratas diabéticas.



Ratas diabéticas inducidas con STZ fueron tratadas con 20 mg/Kg de extracto de Maqui durante 4 meses y la concentración de glucosa en suero fue determinada mediante el método de glucosa oxidasa. Los resultados son el promedio \pm E.E., n = 5. *P < 0.001.



Extracto maqui ratas normales y diabéticas



Jara et al., 2012

5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADA

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio

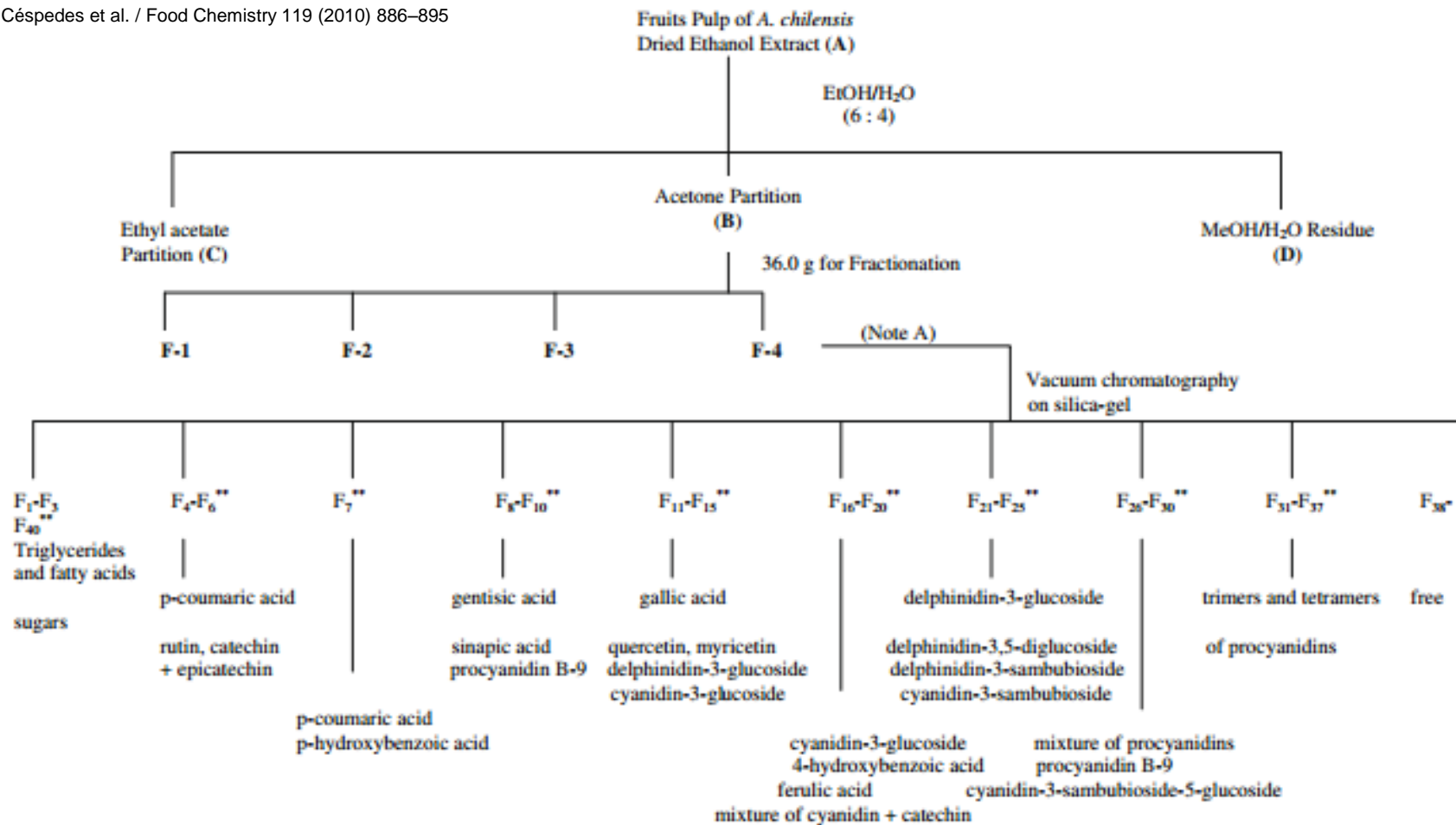


ubiobio.cl



Extracto a partir de pulpa de Maqui

C.L. Céspedes et al. / Food Chemistry 119 (2010) 886–895



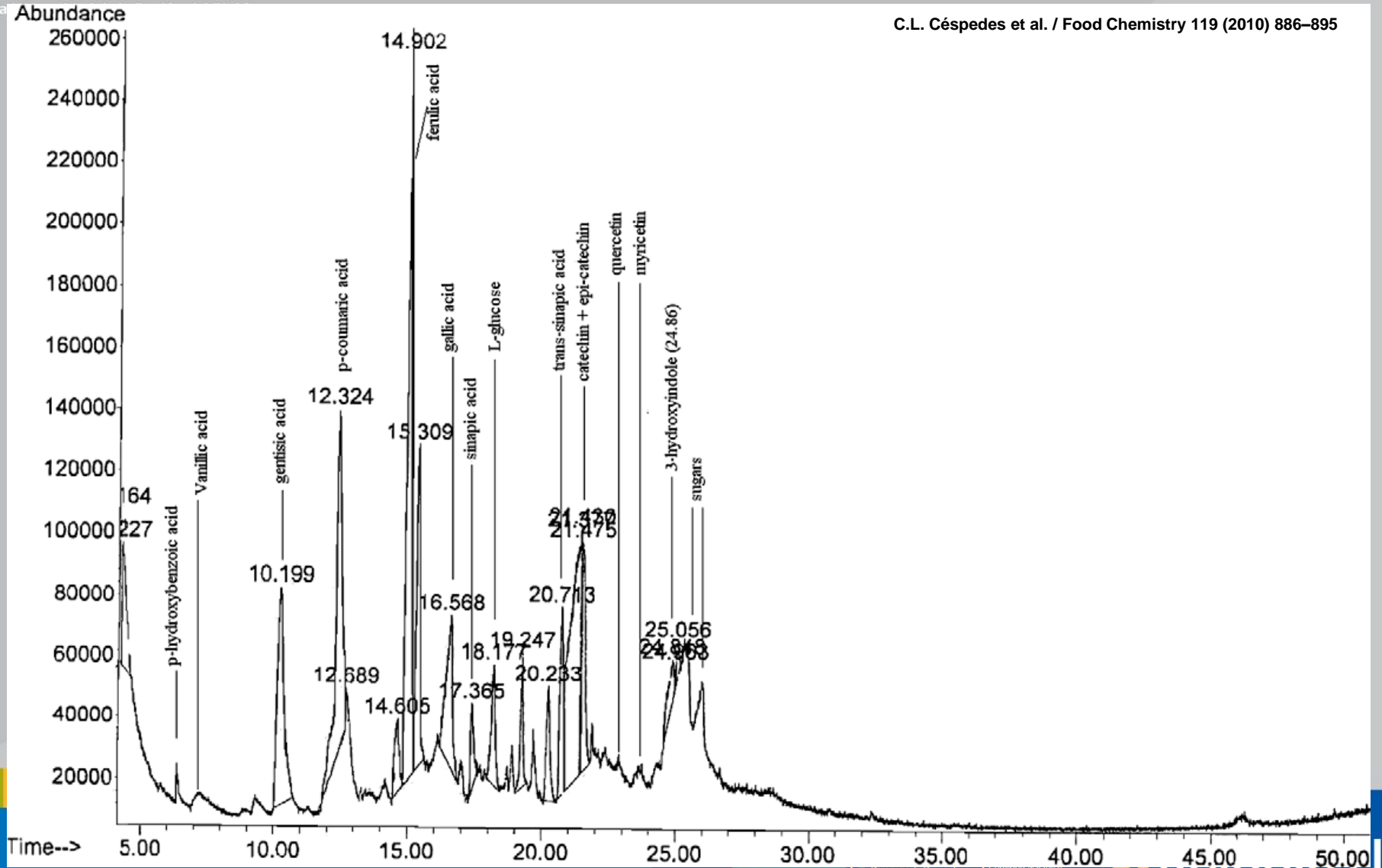
Scheme 1. Method of obtaining extracts, partitions, fractions. Fraction 1 (hexane 100%), fraction 2 (hexane:ethyl acetate 1:1), fraction 3 (ethyl acetate:methanol 1:1), fraction 4 (methanol 100%). Extract E correspond water 100%. Note A: F-3 together with F-4 were collect up and chromatographed on silica gel by vacuum chromatography, solvent system starting with n-hexane, ethyl acetate and increasing MeOH–H₂O. Furthermore F₄–F₃₀ were chromatographed on Sephadex LH-20 column, solvent system starting with EtOH and going to 100% acetone.



Identificación de compuestos de los extracto HPLC

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

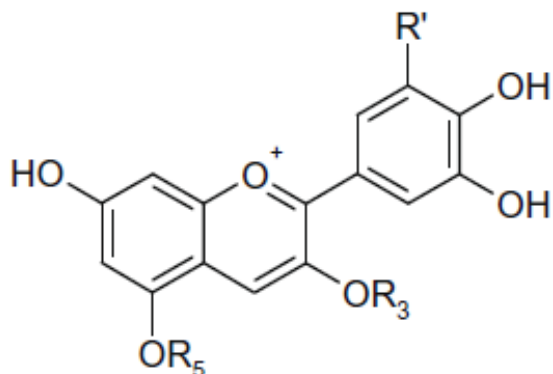
C.L. Céspedes et al. / Food Chemistry 119 (2010) 886–895





Antocianidinas aisladas a partir del fruto de maqui HPLC

C.L. Céspedes et al. / Food Chemistry 119 (2010) 886–895



	R'	R3	R5	Name	Content ^a	%	Peak number
18	OH	Xyl-Glc	Glc	Delphinidin-3-sambubioside-5-glucoside	101.05	35.1	1 (8.2)
19	OH	Glc	Glc	Delphinidin-3,5-diglucoside	49.80	17.3	2 (9.8)
20	H	Xyl-Glc	Glc	Cyanidin-3-sambubioside-5-glucoside	20.73	7.2	3a (11.9)
21	H	Glc	Glc	Cyanidin-3,5-diglucoside	18.71	6.5	3b (12.2)
22	OH	Xyl-Glc	H	Delphinidin-3-sambubioside	30.51	10.6	4 (13.9)
23	OH	Glc	H	Delphinidin-3-glucoside	32.53	11.3	5 (15.3)
24	H	Xyl-Glc	H	Cyanidin-3-sambubioside	17.37	6.03	6 (17.6)
25	H	Glc	H	Cyanidin-3-glucoside	17.20	5.97	7 (18.4)
				Total anthocyanins	287.9		

^a Content in mg/100g of dried weight

5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADA

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio



ubiobio.cl



Efecto antiinflamatorio

Table 1. Amounts of phenolic content (mg/L \pm Standard error) from extracts, fractions and some compounds from acetone partition B of *A. chilensis* and indomethacin needed for inhibitory effect on the TPA-induced inflammation in mice model^a. EI=Edema Inhibition (%).

Samples ^f / Dose	EI ₅₀ (mg/ear) ^b
Indo-methacin	0.11 ^c
A ^f	3.6 ^c
B ^f	1.8 ^c
C ^f	5.9 ^d
D ^f	6.7 ^d
F-1	10.9 ^d
F-2	11.8 ^d
F-3	1.1 ^c
F-4	1.9 ^c
SF ₄ -SF ₆	6.7 ^d
SF ₇	10.1 ^d
SF ₈ -SF ₁₀	11.0 ^d
SF ₁₁ -SF ₁₅	0.3 ^c
SF ₁₆ -SF ₂₀	0.9 ^c
SF ₂₁ -SF ₂₅	1.0 ^c
SF ₂₆ -SF ₃₀	3.8 ^c
SF ₃₁ -SF ₃₇	4.1 ^c
Quercetin	0.16 ^c
Ovatifolin	0.068 ^c
Diosmetin	0.45 ^c
Luteolin	0.25 ^c
Myricetin	0.17 ^c

^a Effects on ear edema of female mice CD-1. Means of five animals in independent experiments. Data expressed as % of the mean \pm SD of weigh of ear. All data analyzed with t-student test. ^b Each value correspond to concentration that inhibits 50% of edema development during bioassay stage. ^c $P < 0.05$ ^d $P < 0.01$ ^e Not determined. ^f A: Methanol/water (6:4) extract. B: Acetone extract. C: Ethyl acetate extract. D: MeOH/H₂O Residue. (Cespedes *et al.*, 2010)



Efecto gastroprotector

Table 2. Amounts of phenolics needed to inhibit gastric damage by concomitant administration given by indomethacin alone and with *A. chilensis* extracts, fractions and compounds.

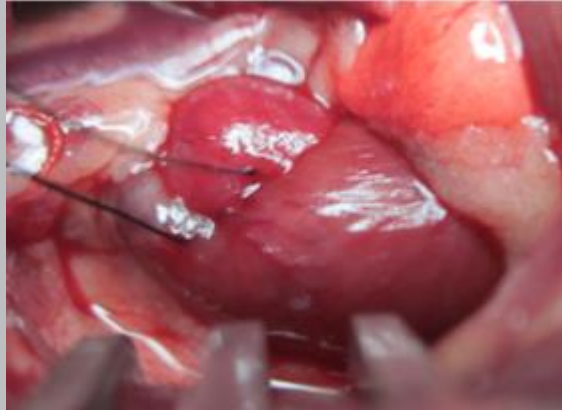
Treatment/(200 mg/kg p.o.) ^a	LGL ^b	GDC ^b	% AWL ^b
Indomethacin	49.8 ± 8.5a	4.0	100
Indomethacin + sample:			
A	40.1 ± 9.0b	3.0	100
B	5.97 ± 0.5c	0.5	33
C	30.9 ± 5.4d	2.5	67
D	36.7 ± 4.4b	2.5	67
F-1	32.0 ± 3.8d	3.0	67
F-2	19.8 ± 2.5e	2.5	33
F-3	4.9 ± 0.6c	0.5	33
F-4	5.0 ± 0.7c	0.5	33
SF ₄ -SF ₆	39.9 ± 8.9b	3.0	67
SF ₇	20.1 ± 2.8e	2.0	67
SF ₈ -SF ₁₀	22.8 ± 3.1e	2.0	67
SF ₁₁ -SF ₁₅	4.8 ± 0.4c	0	33
SF ₁₆ -SF ₂₀	4.4 ± 0.3c	0.5	33
SF ₂₁ -SF ₂₅	5.9 ± 0.8c	0	33
SF ₂₆ -SF ₃₀	13.9 ± 2.0f	0.5	33
SF ₃₁ -SF ₃₇	20.1 ± 2.9e	2.0	67
Myricetin	9.8 ± 1.5g	1.0	33
Quercetin	6.2 ± 1.1c	1.0	33
Diosmetin	15.4 ± 2.1f	2.5	33
Luteolin	7.7 ± 0.4g	1.0	33
Ovatifolin	5.9 ± 0.2c	0.5	33

^aMean Confidence Interval 95%, $n = 3$. Different letters show significant differences at ($P < 0.05$), using Duncan's multiple-range test. ^bValues are expressed as mg/Kg p.o. Mean ± SD, $n = 3$. Different letters show significant differences at ($P < 0.05$), using Duncan's multiple-range test. ^cLGL: length of gastric lesions (mm), GDC: Gastric damage score (according to Adami et al., 1964), AWL: Animals with Lesions.



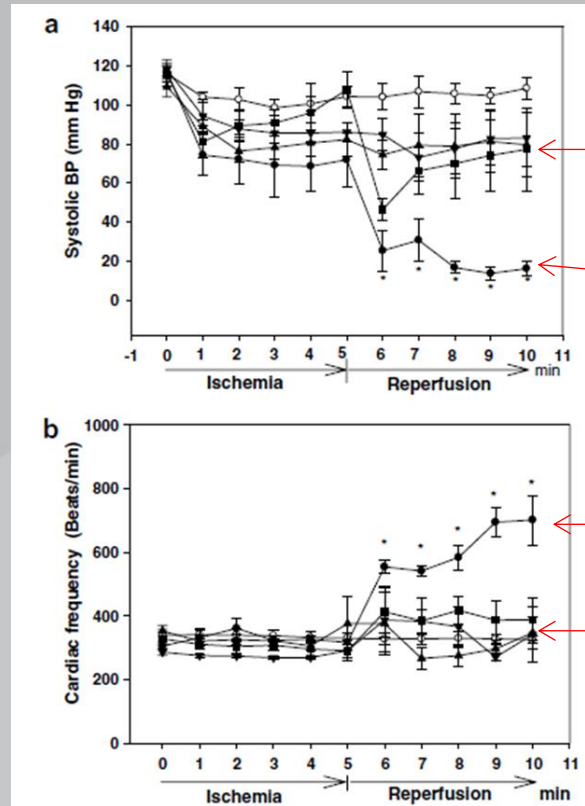
Efecto cardioprotector

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO



Isquemia inducida en corazón de animales anestesiados, por oclusión arteria de coronaria descendente anterior izquierda por 5 min,

Reperfusión durante 6 min



Extracto MeOH 100-10-1 ppm

Isquemia / Reperfusión

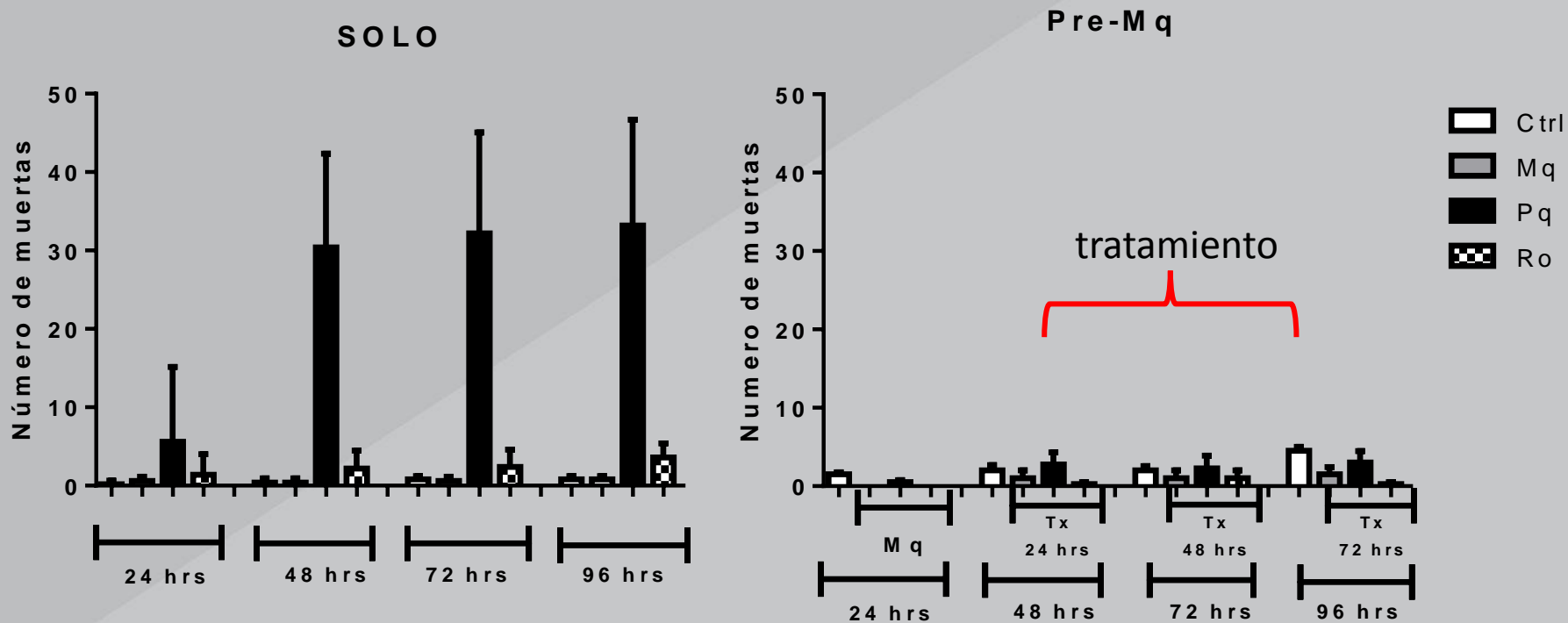
Isquemia / Reperfusión

Extracto MeOH 100-10-1 ppm

Fig. 2. Graph a: time course of SBP during ischemia-reperfusion in rats. Ischemia/reperfusion (I/R) was performed as described in Methods. At the time indicated (0 min), the left coronary artery was occluded for 5 min and then the clamp was released to allow reperfusion during five more minutes. Values are mean \pm SE from five different animals per group. \circ : SHAM, \bullet : ischemia/reperfusion, \blacksquare : *Aristotelia chilensis* MeOH extract 100 ppm; \blacktriangle : *Aristotelia chilensis* MeOH extract 10 ppm; \blacktriangledown : *Aristotelia chilensis* MeOH extract 1 ppm/kg (body weight of rat). * $p < 0.01$, Significant difference between rat with vehicle and with *Aristotelia chilensis* MeOH extract 100 ppm/kg (body weight of rat), both animal groups underwent I/R. Graph b: time course of heart rate during ischemia-reperfusion in rats. Ischemia/reperfusion was performed as described in Methods. Values are mean \pm SE from five different animals per group. \circ : SHAM, \bullet : ischemia/reperfusion, \blacksquare : *Aristotelia chilensis* MeOH extract 100 ppm; \blacktriangle : *Aristotelia chilensis* MeOH extract 10 ppm; \blacktriangledown : *Aristotelia chilensis* MeOH extract 1 ppm. * $p < 0.01$, Significant difference between rat hearts with vehicle and with *Aristotelia chilensis* MeOH extract 100 ppm/kg (body weight of rat). Both animal groups underwent I/R.



Modelo: *Drosophila* con daño del SN



Ctrl: control; Mq: maqui; Pq: paraquat; Ro: rotenona
(resultados enviados Alarcón J. et al.)



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
La Universidad de la Región del Biobío

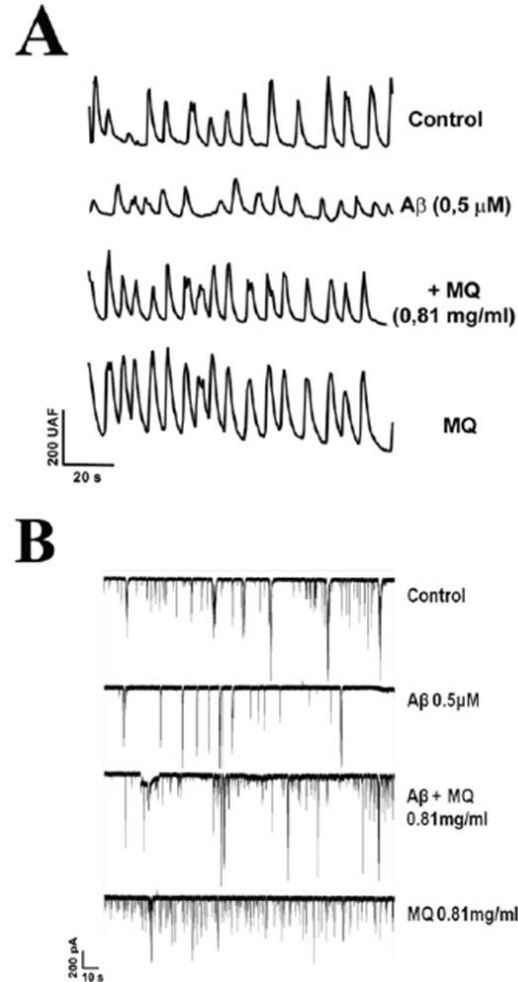
Efecto Neuroprotector

Modelo de estudio neuronas hipocampales de rata

A. Registros originales de las oscilaciones transitorias de Ca^{2+} citosólico registradas por microfluorimetría (Fluo4-AM) en neuronas hipocampales de rata, en presencia de péptido Beta amiloide (βA) ($0,5 \mu M$) y MQ ($0,81 \text{ mg/mL}$)

B. Corrientes sinápticas espontáneas obtenidas por patch clamp en similares condiciones que en A.

Figura 3.



A. Registros originales de las oscilaciones transitorias de Ca^{2+} citosólico registradas por microfluorimetría (Fluo4-AM) en neuronas hipocampales de rata, en presencia de βA ($0,5 \mu M$) y MQ ($0,81 \text{ mg/mL}$). B. Corrientes sinápticas espontáneas obtenidas por patch clamp en similares condiciones que en A. (tomado y modificado de Fuentealba et al, 2012).

(Fuentealba, et al., 2012)



PROBLEMÁTICA

Con todo los antecedentes existente la demanda del maqui esta llevando a la destrucción de los macales silvestres.

- Se estima que la superficie total de maqui en Chile llega al redor de 170 mil hectáreas, la mayoría en estado salvaje.
- Para recoger la fruta, los cosecheros normalmente cortan las ramas completas para posteriormente sacudirlas, dañando el bosque nativo y dejan al árbol sin producir entre 1 y 3 temporada, en algunos caso destruyen el árbol
- La calidad de la fruta es muy heterogénea y los volúmenes de producción muy variables.



5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADA

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio





UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
La Universidad de la Región del Biobío

INICIATIVAS



- El Grupo de Investigación del Departamento de Ingeniería en Alimentos de la UBB, se adjudicaron el Proyecto de la Fundación para la Innovación Agraria 2015 “Desarrollo de nuevo método para la obtención de concentrado microencapsulado de antocianinas a partir de maqui (*Aristotelia chilensis*) para la obtención de un deshidratado con alto contenido de compuestos funcionales”
- Primer estudio sobre un macal domesticado por iniciativa particular Región del Bío-Bío, importante para determinar el rendimiento v/s calidad de producto e incentivar su plantación de huertos de maqui.



5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADA

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio



 ubiobio.cl



RESULTADO PRELIMINAR CRIOCONCENTRACIÓN JUGO MAQUI

Tabla 1: Rendimiento promedio extracción jugo de maqui

PARÁMETROS (EXTRACTO SIN ADICIÓN DE AGUA)	RENDIMIENTO (% ± ds)
Jugo	36,13 ± 1,14
Vagazo (pepas y cáscaras)	48,28 ± 1,19
Desecho post extracto	6,09 ± 0,44
Pérdidas por proceso	8,11 ± 2,59



Extracto
sin adición de agua

JUGO DENSO
DESECHO MUY
COLOREADO

5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADA

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio





RESULTADO PRELIMINAR

Tabla 2: Rendimiento promedio del jugo de maqui en la obtención de extracto 1:1 p/v. (fruto/agua)

PARÁMETROS (EXTRACTO 1:1 P/V)	RENDIMIENTO (% ± ds)
Jugo	69,05 ± 2,07
Vagazo (pepas y cáscaras)	23,33 ± 1,05
Desecho post extracto	3,30 ± 0,07
Pérdidas por proceso	1,67 ± 0,52



Extracto 1:1 p/v

MEJOR EXTRACTO

5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADA

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio





RESULTADO PRELIMINAR

Tabla 3: Resultado promedio de análisis físico-químico obtenido de jugo del fruto y extracto de maqui 1:1 p/v.

PARÁMETROS	JUGO DE FRUTO FRESCO	EXTRACTO
Humedad (%)	67,1 ± 0,080 ^a	85,50 ± 1,96 ^b
Cenizas (%)	1,20 ± 0,053 ^a	0,44 ± 0,02 ^b
Lípidos (%)	0,48 ± 0,007 ^a	0,07 ± 0,02 ^b
Proteínas (%)	0,53 ± 0,005 ^a	0,30 ± 0,03 ^b
Sólidos solubles (°Brix)	34,7 ± 1,45 ^a	15,9 ± 0,15 ^b
pH	4,16 ± 0,04 ^a	4,12 ± 0,09 ^a
Acidez titulable (%)	1,25 ± 0,07 ^a	0,56 ± 0,03 ^b
Polifenoles totales (mg EAG/100 g P.f)	1143,5 ± 72,5 ^a	1093,8 ± 17,8 ^a
Capacidad antioxidante (% inhibición radical DPPH)	90,57, ± 1,52 ^a	89,60 ± 2,02 ^a

(a-b) superíndices con letras minúsculas distintas en distintas columnas indican diferencias significativas entre las medias de las muestras con un 95% de confianza de acuerdo a test Tukey.



RESULTADO PRELIMINAR

Tabla 4: Contenido de sólidos solubles promedio en el proceso de crioconcentración.

Ciclos de crioconcentración/ Parámetros medidos	°Brix en el concentrado	°Brix en el hielo
Jugo de maqui fresco	35,2 ± 0,18 ^a	0 ± 0 ^a
Jugo de maqui extraído 1:1 p/v	16,24 ± 0,25 ^b	0 ± 0 ^a
1 CICLO	34,95 ± 1,94 ^a	0,25 ± 0,13 ^b
*2 CICLO	46,85 ± 4,69^c	2,31 ± 0,31^c
3 CICLO	54,20 ± 0,75 ^d	3,75 ± 0,88 ^d

(^{a-d}) superíndices con letras minúsculas distintas en una misma columna indica diferencias significativas entre las medias de las muestras con un 95% de confianza de acuerdo a test Tukey

***Por la eficiencia se selecciono 2 Ciclo**





RESULTADO PRELIMINAR

TABLA 5: Fibra dietética presente en diferentes productos obtenidos a partir de frutos de maqui.

MUESTRAS	FIBRA DIETÉTICA A INSOLUBLE g/100 g ± d.s	FIBRA DIETÉTICA SOLUBLE g/100 g ± d.s	FIBRA DIETÉTICA TOTAL g/100 g ± d.s
Jugo obtenido de maqui	0,571 ± 0,002 ^a	0,1 ± 0,005 ^a	0,671 ± 0,004 ^a
Jugo extraído de maqui	0,066 ± 0,003 ^b	0,107 ± 0,002 ^b	0,173 ± 0,003 ^b
Crioconcentrado	0,062 ± 0,002 ^b	0,041 ± 0,002 ^c	0,103 ± 0,000 ^c

(a-c) superíndices con letras minúsculas distintas en distintas columnas indican diferencias significativas entre las medias de las muestras con un 95% de confianza de acuerdo a test Tukey.



5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADA

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio



ubiobio.cl



RESULTADO PRELIMINAR

TABLA 6: Polifenoles totales promedio obtenidos en productos del frutos de maqui.

MUESTRAS OBTENIDAS	mg EAG/100 ml de producto \pm d.s
Jugo obtenido de maqui fresco	1881,83 \pm 43,24 ^a
Jugo extraído de maqui fresco	935,71 \pm 3,13 ^b
Crioconcentrado	2634,56 \pm 103,08^c
Rotavapor (50°C)	2509,92 \pm 164,82 ^{cd}
Rotavapor (70°C)	2562,35 \pm 28,68 ^{cd}
Rotavapor (80°C)	2483,82 \pm 10,95 ^d

^(a-d) superíndices con letras minúsculas distintas en una misma columna indica diferencias significativas entre las medias de las muestras con un 95% de confianza de acuerdo a test Tukey

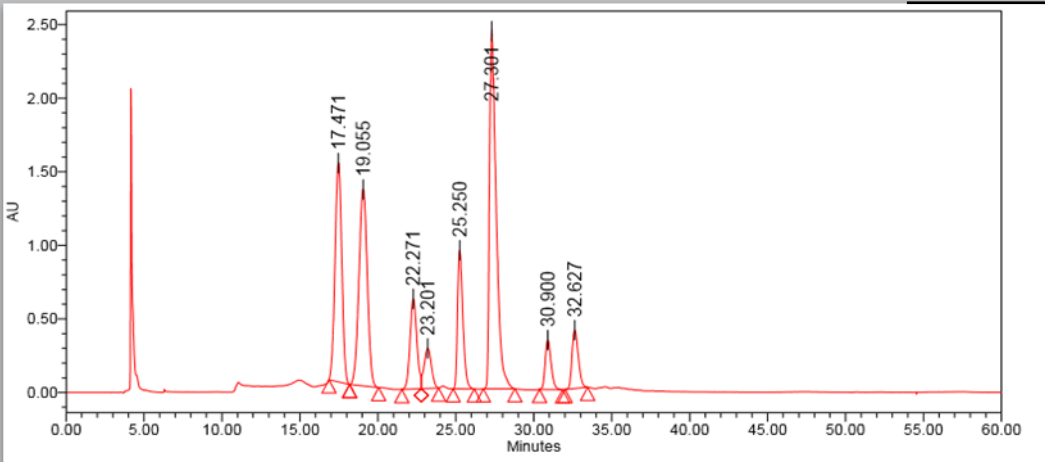




RESULTADO PRELIMINAR

Tabla 7: Tiempo retención antocianinas monoméricas jugo maqui.

Fig. 1: Cromatograma HPLC antocianinas en jugo maqui.



Tiempo de retención (min)	Tipo de antocianina
17.471	Delphinidin 3-sambubioside 5-glucoside
19.055	Delphinidin 3-5 diglucoside
22.271	Cyaniden 3- sambubioside 5-glicoside
23.201	Cyaniden 3-5 diglucoside
25.250	Delphinidin 3-sambubioside
27.301	Delphinidin 3-diglucoside
30.900	Cyaniden 3- sambubioside
32.627	Cyaniden 3- glicoside



RESULTADO PRELIMINAR

TABLA 8: Antocianinas monoméricas (expresadas como %) presentes en productos del frutos de maqui.

ANTOCIANINAS MONOMÉRICAS IDENTIFICADAS	PORCENTAJE (%)			
	MAQUI FRESCO	JUGO EXTRAÍDO	CRIOCONCENTRADO	ROTAVAPOR (50°C)
Delphinidin 3-sambubioside5-gl	38,9 ± 0,33 ^a	38,6 ± 6,69 ^a	47,1 ± 0,51 ^b	48,5 ± 1,01 ^b
Delphinidin 3.5-diglucoside	27,3 ± 0,09 ^{ab}	28,8 ± 3,80 ^b	24,8 ± 0,06 ^{ab}	18,1 ± 5,15 ^c
Cyanidin 3.5-diglucoside	8,2 ± 0,08 ^a	11,1 ± 2,53 ^b	11,2 ± 1,27 ^b	14,2 ± 1,01 ^c
Cyanidin 3-sambubioside-5-gluc	3,8 ± 0,06 ^a	6,9 ± 2,29 ^b	3,2 ± 1,13 ^a	3,1 ± 1,45 ^a
Delphinidin 3-sambubioside	4,5 ± 0,05 ^a	3,0 ± 2,21 ^{ab}	3,7 ± 0,16 ^{ab}	1,7 ± 1,65 ^b
Delphinidin 3-glucoside	14,6 ± 0,19 ^a	9,3 ± 0,78 ^b	7,8 ± 0,18 ^b	3,6 ± 3,63 ^c
Cyanidin 3-sambubioside	1,0 ± 0,04 ^a	1,0 ± 0,80 ^a	0,9 ± 0,05 ^a	1,4 ± 0,69 ^a
Cyanidin 3-glucoside	1,7 ± 0,01 ^a	1,3 ± 0,95 ^{ab}	1,4 ± 0,02 ^{ab}	0,5 ± 0,53 ^b

(^{a-c}) superíndices con letras minúsculas distintas en una misma columna indica diferencias significativas entre las medias de las muestras con un 95% de confianza de acuerdo a test Tukey



RESULTADO PRELIMINAR

TABLA 9: Capacidad antioxidante expresado en % inhibición radical DPPH en crioconcentrado y rota vapor a partir del maqui.

CAPACIDAD ANTIOXIDANTE MUESTRAS OBTENIDAS	% inhibición radical DPPH \pm d.s
Jugo obtenido de maqui fresco	90,78 \pm 0,068 ^a
Jugo extraído de maqui fresco	88,17 \pm 0,859 ^b
Crioconcentrado	88,97 \pm 0,156^b
Rotavapor (50°C)	85,39 \pm 0,209 ^d
Rotavapor (70°C)	87,50 \pm 0,154 ^c
Rotavapor (80°C)	82,02 \pm 0,154 ^e

(a-e) superíndices con letras minúsculas distintas en una misma columna indica diferencias significativas entre las medias de las muestras con un 95% de confianza de acuerdo a test Tukey





RESULTADO PRELIMINAR

TABLA 8: Capacidad antioxidante promedio obtenida en diferentes productos del fruto de maqui a través del método de ORAC.

MUESTRAS OBTENIDAS	$\mu\text{moles eq. Trolox/L} \pm \text{d.s}$	$\mu\text{moles eq. Trolox/g} \pm \text{d.s}$
Jugo obtenido de maqui fresco	$3620,62 \pm 49,97^a$	$171,07 \pm 0,62^a$
Jugo extraído de maqui fresco	$1749,11 \pm 116,56^b$	$82,22 \pm 5,78^b$
Crioconcentrado	$3797,89 \pm 52,98^c$	$185,86 \pm 0,58^c$
Rotavapor (50°C)	$3265,8 \pm 178,22^d$	$152,01 \pm 5,40^d$

(a-d) superíndices con letras minúsculas distintas en una misma columna indica diferencias significativas entre las medias de las muestras con un 95% de confianza de acuerdo a test Tukey

A través de la Crioconcentración se obtiene un producto de una alta calidad de compuesto bioactivos

5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADA

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio





RESULTADO PRELIMINAR HARINA DE MAQUI

TABLA 9: Análisis proximal de las harinas de maqui.

Bagazo residuo
extracción jugo de maqui.
Harina 40 mesh



Parámetros	Harina Maqui sin Semilla	Harina Maqui con semilla
Humedad (%)	4.92 ± 0.37 ^a	6.40 ± 0.07 ^b
Cenizas (%)	2.29 ± 0.02 ^a	2.78 ± 0.04 ^b
Proteína (%)	6.47 ± 0.18 ^a	7.37 ± 0.15 ^b
Lípidos (%)	4.64 ± 1.08 ^a	10.89 ± 0.69 ^b
Fibra (%)	14.19 ± 1.72 ^a	37.73 ± 0.06 ^b
E.N.N (por dif.)	35.28	65.53

(^{a-b}) superíndices con letras minúsculas distintas en una misma fila indican diferencias significativas (LSD p<0.05)





RESULTADO PRELIMINAR

Tabla 10: Fibra Dietética en harinas elaboradas a partir de bagazo de maqui.

Fibra Dietética	INSOLUBLE g/100g	SOLUBLE g/100g	TOTAL g/100g
Harina Con semilla	31.125	6.545	37.670
Harina Sin semilla	17.945	2.813	20.758



RESULTADO PRELIMINAR

Tabla 11: Contenido de polifenoles totales en muestras de harina con y sin semilla.

Muestra	Polifenoles Totales (mg.Ác.Gálico/100 g muestra)
Harina sin semilla	630,22 ± 12,12 ^a
Harina con semilla	270,65 ± 17,26 ^b

(a-b) letras minúsculas distintas en una misma fila indican diferencias significativas (LSD p<0.05)



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
La Universidad de la Región del Biobío

Departamento de Ingeniería en Alimentos
Facultad Ciencias de la Salud y de los Alimentos

RESULTADO PRELIMINAR



Ministerio de
Agricultura

Gobierno de Chile

Tabla 12: Capacidad antioxidante por el método ORAC

Muestra	μM moles eq. Trolox*/g muestra
Harina sin semilla	291,94
Harina con semilla	362,88

5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADA

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio



 ubiobio.cl



RESULTADO PRELIMINAR

Tabla 5.6: Antocianinas totales en harina con y sin semillas

Harina de maqui	Antocianinas Totales (mg cianidina 3 glucósido/100 g base seca)
Sin semilla	17,8 ± 1,43 ^a
Con semilla	7,39 ± 0,33 ^b

(a-b) letras minúsculas distintas en una misma fila indican diferencias significativas (LSD p<0.05)

Las harinas obtenidas a partir del bagazo como parte de la utilización integral de fruto del maqui se pueden considerar una buena alternativa par el desarrollo de producto con alta funcionalidad alimentaria



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
La Universidad de la Región del Bío-bío



METODOLOGÍA MICROENCAPSULACIÓN



MALTODEXTRINA



GOMA ARÁBICA



EXTRACTO +
MALTODEXTRINA



EXTRACTO +
GOMA ARÁBICA



ANÁLISIS

- ✓ DIÁMETRO MEDIO DE LAS PARTÍCULAS
- ✓ HUMEDAD
- ✓ ACTIVIDAD DE AGUA
- ✓ CONTENIDO DE POLIFENOLES
- ✓ ANTOCIANINAS TOTALES
- ✓ CAPACIDAD ANTIOXIDANTE



TEMPERATURAS DE
PROCESO

- ➡ 130 °C
- ➡ 150 °C
- ➡ 170 °C

5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADA

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio



ubiobio.cl



RESULTADOS OBTENIDOS

Tabla 1. Características fisicoquímicas del extracto de maqui

Parámetros	Contenido
Humedad (%)	92,39 ± 0,03
pH	3,91 ± 0,06
Sólidos solubles totales (° Brix)	8,01 ± 0,02
Acidez (mg de ácido cítrico/100g)	0,53 ± 0,06
Polifenoles totales (mg EAG/100g) (b.s.)	3566,6 ± 969,7
Antocianina totales (mg cianidina-3-glucosido/100g) (b.s.)	3053,5 ± 47,0
Actividad Antioxidante (mg TE/100g) (b.s.)	4189,8 ± 152,4

EAG: Equivalente de ácido gálico; TE: Equivalente Trolox

Tabla 2. Porcentaje de humedad y actividad de agua de los polvos de maqui

Temperatura de entrada (° C)	Temperatura de Salida*(° C)	Humedad (%)	Actividad de agua (a _w)
130	75	3,43 ± 70,72 ^c	0,24 ± 0,01 ^c
150	75	2,41 ± 0,08 ^b	0,19 ± 0,01 ^b
170	75	1,61 ± 0,19 ^a	0,15 ± 0,01 ^a

Letras diferentes en una misma columna indican que hubo diferencia significativa entre las muestras (p < 0,05).

5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADA

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio



ubiobio.cl



RESULTADOS OBTENIDOS

UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
La Universidad de la Región del Biobío

Tabla 3. Solubilidad e Higroscopicidad de los polvos de maqui a diferentes temperaturas de entrada

Temperatura a entrada (°C)	Temperatura a salida (°C)	Solubilidad (%)	Higroscopicidad (%)
130	75	90,67 ± 0,64 ^a	21,13 ± 1,06 ^a
150	75	92,69 ± 1,45 ^b	22,76 ± 1,52 ^{ab}
170	75	92,70 ± 0,69 ^b	24,01 ± 0,75 ^b

Letras diferentes en una misma columna indican que hubo diferencia significativa entre las muestras ($p < 0,05$).

Tabla 4. Contenido de los componentes bioactivos en base seca de los polvos microencapsulados secados a diferentes temperaturas de entrada.

Temperatura de entrada (°C)	Polifenoles totales (mg EAG/100 g)	Antocianinas totales (mg Cianidina-3-glucosido/ 100 g)	Actividad antioxidante (%inhibición DPPH)
Control*	3566,6 ± 969,65 ^a	3053,5 ± 47,02 ^a	93,4 ± 0,93 ^a
130	1595,6 ± 33,91 ^c	1585,9 ± 5,39 ^d	70,7 ± 2,02 ^c
150	2129,4 ± 143,83 ^b	1871,6 ± 21,68 ^c	74,4 ± 0,76 ^b
170	2267,7 ± 62,87 ^b	2111,7 ± 55,78 ^b	85,8 ± 2,22 ^a

* Extracto de maqui. Letras diferentes en una misma columna indican diferencia significativa entre los polvos ($p < 0,05$).

5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADA

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio



ubiobio.cl



RESULTADOS OBTENIDOS

Tabla 5. Parámetros de color de los polvos microcápsulados a diferentes temperaturas de entrada

Temperatura de entrada/ salida (° C)	L*	Croma (Cab*)	Tono (H°)
130	13,55 ± 0,21 ^a	14,45 ± 0,18 ^c	356,54 ± 0,66 ^a
150	12,91 ± 0,10 ^{ab}	16,17 ± 0,47 ^a	356,94 ± 0,29 ^a
170	11,60 ± 0,20 ^c	15,39 ± 0,37 ^b	349,33 ± 0,21 ^b

Letras diferentes en una misma columna indican que hubo diferencia significativa entre las muestras ($p < 0,05$).

L* disminuye más opaco. Croma (Cab*) tencia al azul. Ángulo de tono (H°) las muestras están próximas a 360°, es decir se ubican en el cuarto cuadrante tonalidad roja-purpura, característico de las antocianinas.



Fig. 1. Fotografía de los polvos a diferentes temperaturas de entrada. A) 130°C; B) 150°C; C) 170°C.



RESULTADOS OBTENIDOS

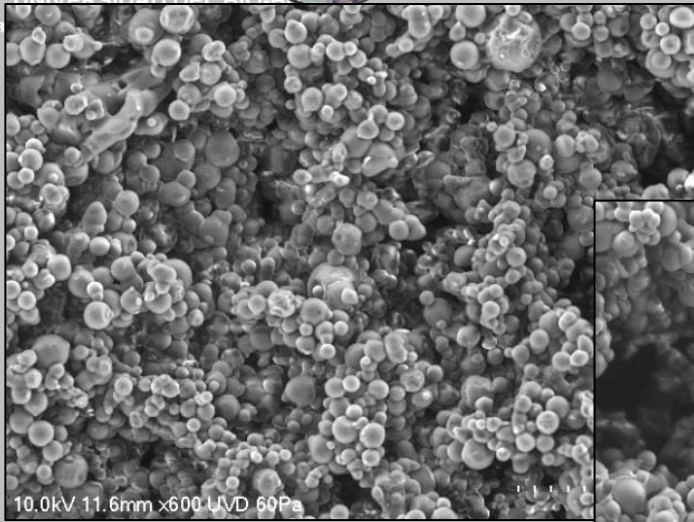


Fig.2. Microscopia electrónica (SEM) a 130°C

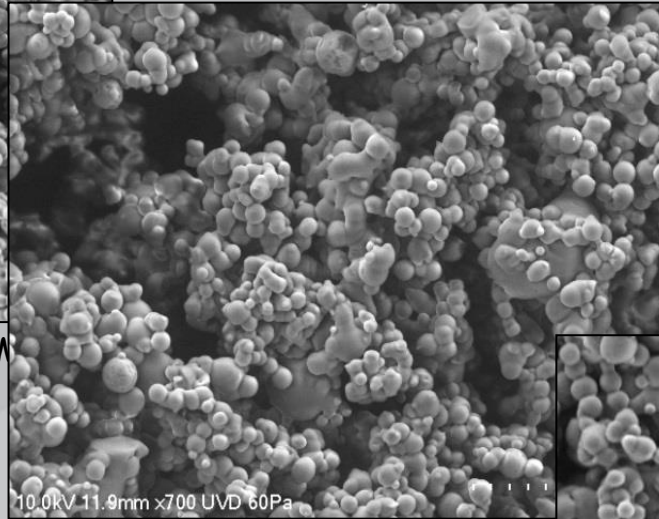


Fig.3. Microscopia electrónica (SEM) a 150°C

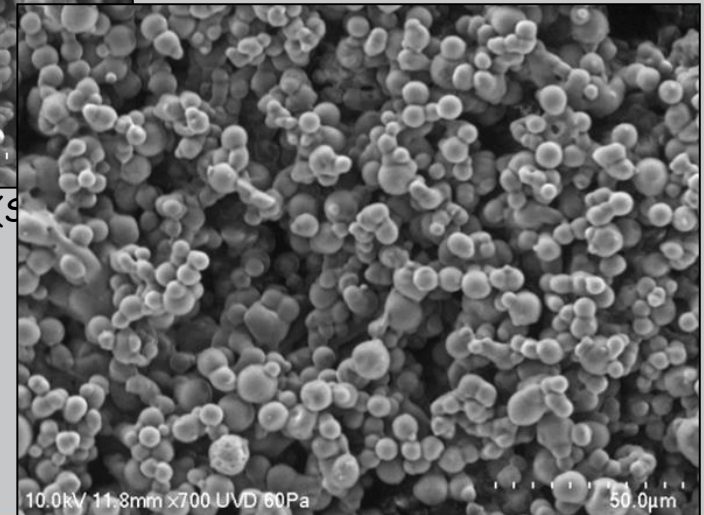


Fig.4. Microscopia electrónica (SEM) a 170°C

Tabla 6. Diámetro medio de las partículas producidas a diferentes temperaturas

Temperatura de entrada/ salida (° C)	Diámetro medio (µm)
130/75	47,41 ± 16,68 ^a
150/75	51,70 ± 20,02 ^b
170/75	62,58 ± 19,17 ^c

Letras diferentes en una misma columna indican diferencia significativa entre las muestras (p < 0,05).

5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADA

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación
- Vinculación con el Medio



ubiobio.cl



CONCLUSIONES

- ✓ EL CRIOCONCENTRADO ES UNA BUENA ALTERNATIVA MENOS DESTRUCTIVA PARA CONCENTRAR EL JUGO DE MAQUI CON ALTOS CONTENIDOS E COMPUESTOS BIOACTIVOS.
- ✓ LA HARINA OBTENIDA A PARTIR DEL BAGAZO DE MAQUI CON SEMILLA DEMOSTRÓ SER UN BUEN PRODUCTO CON CARACTERÍSTICAS FUNCIONALES POR SU ALTO CONTENIDO DE FIBRA DIETÉTICA.
- ✓ LAS PARTICULA DEL POLVO DE MAQUI SON ESFÉRICA Y LISA, DE ACUERDO AL DIÁMETRO MEDIO (47,41-62,58 μ m) PUEDEN SER CLASIFICADAS COMO **MICROCÁPSULAS**, PRESENTANDO ALTOS CONTENIDOS DE COMPUESTOS BIOACTIVOS.
- ✓ LOS PRODUCTOS DESARROLLADOS A PARTIR DEL FRUTO DE MAQUI SON UNA ALTERNATIVA DE OBTENER EXCELENTES PRODUCTOS CON ALTO POTENCIAL FUNCIONAL.



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO
La Universidad de la Región de los Ríos



GRACIAS



5 Años

Desde Agosto 2014
Hasta Agosto 2019

ACREDITADO

- Gestión Institucional
- Docencia de Pregrado
- Investigación Científica
- Vinculación con el Medio

ubiobio.cl