



## INFORME FINAL TÉCNICO Y DE DIFUSIÓN

### I. ANTECEDENTES GENERALES

<b>Código</b>	PYT-2015-0219	
<b>Nombre Proyecto</b>	Desarrollo de nuevo método para la obtención de concentrado microencapsulado de antocianinas a partir de maqui ( <i>Aristotelia chilensis</i> ) para la obtención de un deshidratado con alto contenido de compuestos funcionales	
<b>Región de Ejecución: Original</b>	Biobío	
<b>Efectiva</b>	Biobío	
<b>Agente Ejecutor</b>	Universidad del Bío-Bío	
<b>Agente(s) asociado(s): Original</b>	Sociedad Inmobiliaria Las Pataguas S.A.	
<b>Efectivo</b>	Sociedad Inmobiliaria Las Pataguas S.A. y Comercial Goodfood4u Ltda.	
<b>Coordinador Proyecto:</b>	José Miguel Bastías Montes	
<b>Costo Total: Programado</b>		
<b>Real</b>		
<b>Aporte FIA: Programado</b>		
<b>Real</b>		
<b>Periodo de Ejecución: Programado</b>	36 meses	
<b>Real</b>	36 meses	



## II. RESUMEN EJECUTIVO

El objetivo del proyecto fue la "Obtención de un concentrado microencapsulado de antocianinas mediante el uso de un nuevo método a partir de maqui (*Aristotelia chilensis*) para el desarrollo de un deshidratado con alto contenidos de compuestos funcionales". Se efectuó la caracterización físico química y actividad antioxidante de los frutos fresco de maqui de las temporadas 2016 y 2017, determinado que hay diferencia entre un año y otro en relación al su características físico químicas, sin embargo, los componentes bioactivos, el contenido de polifenoles totales, antocianinas totales, antocianinas monomericas y capacidad antioxidante no presentaron diferencias significativas. Lo anterior, es un resultado interesante, comprobando la homogeneidad del macal donde se obtuvieron los frutos en las dos temporadas respecto a los compuestos de interés del maqui. Posteriormente se diseñó y construyó un primer prototipo de equipo para crioconcentrar jugo de maqui. En primera instancia se pensó en un proceso continuo, pero por las pérdidas producidas durante el proceso, se dejó como un proceso semi – continuo en bloque, para lo cual se diseñaron tubos (dispositivos) especiales de crioconcentración los cuales dieron un alto rendimiento por sobre el 96%, actualmente se está en etapa de patentamiento de los dispositivos para crioconcentrar, en particular este prototipo de equipo cumplió su objetivo pero debe ser mejorado del punto de vista mecánico y manejo digital para un mejor funcionamiento. Después de sortear diferentes se logró terminar su construcción del equipo (prototipo) secador por aspersion escala laboratorio, las condiciones de operación son temperatura de entrada de 100°C a 200°C, temperatura de salida de 100 °C a 55 °C, flujo de aire 600 l/h y velocidad de alimentación 1,08 l/h, el principal inconveniente que presenta el equipo es el tiempo que demora en llegar a la estabilización, con este prototipo se logró obtener un polvo microencapsulado a partir de extracto de maqui, sin embargo, se le deben realizar diferentes mejoras tanto del punto mecánico como control de proceso, de igual forma cumplió el objetivo para lo que se requería. Después de trabajar con distintas combinaciones de goma arábica y maltodextrina más el extracto de maqui y diferentes temperaturas de entra y salida del aspersor se pudo obtener polvo microencapsulado de maqui, a través de microscopia electrónica de barrido se comprobó que se formaron microcapsulas lisas y esféricas, con diámetro medio de 7,5  $\mu\text{m}$ , una humedad de  $2,49 \pm 0,14$ , actividad de agua  $0,213 \pm 0.003$ , solubilidad  $96,87 \pm 1,45$  e higroscopicidad  $16,07 \pm 0,14$ . El polvo mostro un color característico del maqui que fue ratificado a través de las coordenadas colorimétricas CIE L\*a\*b\*. El un polvo microencapsulado de maqui presento un contenido de polifenoles totales de  $1650,5 \pm 54,3$  mg EAG/100 g, siendo superior un 17% al del fruto, su contenido de de antocianinas totales de  $9,81 \pm 0,14$  mg equivalentes de cianidina 3 glucósido/g, presentado las mismas ocho antocianinas que el fruto siendo la mayormente representada la Delphinidin 3-sambubioside 5-glucoside con un  $4,90 \pm 0,01$  mg, y su contenido total es 25% más que el fruto. Respecto a la capacidad antioxidante el polvo microencapsulado de maqui presento valores superiores al fruto correspondiendo a  $4803 \pm 422,1$  mg equivalentes de trolox/100 g, superior en un 44% que el fruto. El estudio de mercado realizado después de analizar las valoraciones que entregaron los gerentes comerciales de las empresas que participan actualmente en el mercado del maqui, se puede observar que este sector en general presenta importantes problemas que ponen en riesgo su desarrollo y potencial., por lo que estos resultados son de sumo valor para tomar estrategia para potenciar el mercado del maqui a nivel nacional e internacional. Respecto

a la evaluación económica del polvo microencapsulado de maqui el principal resultado fue el costo de producir un gramo de maqui a escala laboratorio tiene un valor de \$166,76, en cambio el costo de producir un gramo del polvo micronecapsulado de maqui en un proceso industrial, tiene un costo de \$46,1, el VAN obtenido fue de 95.918.680, el TIR de 20% y el periodo de recuperación fue de 3 años. El producto impacto fue que se logró obtener un producto a un precio competitivo en el mechado con un excelente VAN. TOR y periodo de recuperación.

### **III. INFORME TÉCNICO**

#### **1.- Cumplimiento de los objetivos del proyecto:**

##### **Objetivo General:**

“Obtención de un concentrado microencapsulado de antocianinas mediante el uso de un nuevo método a partir de maqui (*Aristotelia chilensis*) para el desarrollo de un deshidratado con alto contenidos de compuestos funcionales.”

##### Impacto en relación resultados del objetivo y porcentaje de cumplimiento:

Se logró obtener un concentrado microencapsulado en polvo de antocianinas a partir de extracto de maqui, el cual presenta características únicas en relación a los productos liofilizados que hoy se comercializan en el mercado en Chile. Además, el valor calculado para su producción industrial es rentable y la inversión se recupera en un corto tiempo. Por otra parte, si se compara en precio calculado por gramo (\$46) del microencapsulado de maqui en polvo comparado al gramo (\$100) de un producto liofilizado en polvo que se comercializa en Chile, es 117% más económico.

Cumplimiento del objetivo fue de 100%.

##### **Objetivos Específicos:**

1.- Caracterización físico química, contenido y actividad antioxidante de los frutos frescos obtenidos del cultivar domesticado.

##### Impacto en relación resultados del objetivo y porcentaje de cumplimiento:

Se efectuó la caracterización físico química y actividad antioxidante de los frutos fresco de maqui de las temporadas 2016 y 2017, determinado que hay diferencia entre un año y otro en relación al su características físico químicas, sin embargo, los componentes bioactivos que están presentes en el maqui de las dos temporada, no hay una mayor variación en el contenido de polifenoles totales, antocianinas y capacidad antioxidante. Lo anterior, es un resultado interesante como producto impacto ya que se comprobó la homogeneidad del macal donde se obtuvieron los frutos en las dos temporadas respecto a los compuestos de interés del maqui.

Cumplimiento del objetivo fue de 100%.

2.- Desarrollo de equipo concentrador de jugo de maqui por congelación escala laboratorio.

##### Impacto en relación resultados del objetivo y porcentaje de cumplimiento:

Se diseñó y construye el primer prototipo de equipo para crioconcentrar jugo de maqui, el cual puede servir también para otro tipo de jugos. En primera instancia se pensó en un proceso continuo, pero por las pérdidas producidas durante el proceso, se dejó como un proceso semi – continuo en bloque, para lo cual se diseñaron tubos (dispositivos) especiales de crioconcentración los cuales dieron un alto rendimiento por sobre el 96%, lo que se considera excelente. Como producto impacto en este objetivo se destaca que se está en etapa de patentamiento de los dispositivos (tubos) para crioconcentrar ya que son de diseño único los cuales pueden ser adaptado a diferentes centrifugas existentes actualmente en el mercado. Respecto al prototipo de equipo cumplió su objetivo pero debe ser mejorado del punto de vista mecánico y manejo digital para un mejor funcionamiento

Cumplimiento del objetivo fue de 100%.

3.- Desarrollo de equipo de secador por aspersión (spray) escala laboratorio para la obtención de concentrado microencapsulado de antocianinas en polvo a partir de cultivar de maqui domesticado.

Impacto en relación resultados del objetivo y porcentaje de cumplimiento:

Después de sortear diferentes dificultades durante el desarrollo del equipo (prototipo) secador por aspersión escala laboratorio se logró terminar su construcción y las condiciones de operación encontradas fueron temperatura de entrada de 100°C a 200°C, temperatura de salida de 100 °C a 55 °C, flujo de aire 600 l/h y velocidad de alimentación 1,08 l/h, el principal inconveniente que presenta el equipo es el tiempo que demora en llegar a la estabilización. Como producto impacto de este objetivo fue que se pudo obtener un polvo microencapsulado a partir de extracto de maqui. Sin embargo al equipo se le deben realizar diferentes mejoras tanto del punto mecánico como control de proceso, sin embargo cumplió el objetivo para lo que se requería.

Cumplimiento del objetivo fue de 100%.

4.- Obtención y caracterización físico química, contenido y actividad antioxidante del concentrado, microencapsulado de antocianinas en polvo a partir de cultivar de maqui domesticado.

Impacto en relación resultados del objetivo y porcentaje de cumplimiento:

Después de trabajar con distintas combinaciones de goma arábiga y maltodextrina más el extracto de maqui y diferentes temperaturas de entra y salida del aspersor se pudo obtener polvo microencapsulado de maqui. El polvo de maqui obtenido se pudo comprobar a través de microscopia electrónica de barrido que se formaron microcapsulas lisas y esféricas, presentando un diámetro medio aproximado de 7,5 µm. Presentando una humedad de  $2,49 \pm 0,14$ , actividad de agua  $0,213 \pm 0.003$ , solubilidad  $96,87 \pm 1,45$  e higroscopicidad  $16,07 \pm 0,14$ . El polvo mostro un color característico del maqui que fue ratificado a través de las coordenadas colorimétricas CIE L\*a\*b\*. El producto impacto fue obtener un polvo microencapsulado de maque que presento un contenido de polifenoles totales de  $1650,5 \pm 54,3$  mg EAG/100 g, siendo superior un 17% al del fruto, su contenido de antiacinas fue de antocianinas totales  $9,81 \pm 0,14$  mg equivalentes de cianidina 3 glucósido/g, presentado las mismas ocho antocianinas que el fruto siendo la mayormente representada la Delphinidin 3-sambubioside 5-glucoside con un  $4,90 \pm 0,01$  mg, y su contenido total es 25% más que el fruto. Respecto a la capacidad antioxidante el polvo microencapsulado de maqui presento valores superiores al fruto correspondiendo a  $4803 \pm 422,1$  mg equivalentes de trolox/100 g, superior en un 44% que el fruto.

Cumplimiento del objetivo fue 100%.

5.- Determinación del rendimiento de la obtención del concentrado microencapsulado y otros posibles derivados.

Impacto en relación resultados del objetivo y porcentaje de cumplimiento:

El rendimiento del polvo microencapsulado es en relación al fruto del maqui es de un 96%, es decir que por cada kilo de maqui se casi igual cantidad de producto en polvo, se debe entender en este punto que están incluido los compuestos microencapsulantes. Por lo anterior si se considera el cálculo considerando solo el extracto a partir del maqui el rendimiento de proceso es de un 46%. Por otra parte al analizar el rendimiento de los compuestos bioactivos presentes en el polvo respecto al fruto del maqui se aprecia un aumento de un 17% en el contenido de polifenoles totales, un 25% en el contenido de

antocianinas totales y un 44% en la capacidad antioxidante. De acuerdo a estos resultados se puede considerar como producto de impacto que la producción del polvo microencapsulado de maqui es un proceso eficiente.

Cumplimiento del objetivo fue 100%.

6.- Estudio de mercado y evaluación económica del concentrado en polvo microencapsulado de maqui a partir de cultivar domesticado.

Impacto en relación resultados del objetivo y porcentaje de cumplimiento:

El estudio de mercado realizado después de analizar las valoraciones que entregaron los gerentes comerciales de las empresas que participan actualmente en el mercado del maqui, se puede observar que este sector en general presenta importantes problemas que ponen en riesgo su desarrollo y potencial., por lo que estos resultados son de sumo valor para tomar estrategia para potenciar el mercado del maqui a nivel nacional e internacional. Producto impacto la edición de un libro digital con los resultados. Respecto a la evaluación económica del polvo microencapsulado de maqui el principal resultado fue el costo de producir un gramo de maqui a escala laboratorio tiene un valor de \$166,76, en cambio el costo de producir un gramo del polvo microencapsulado de maqui en un proceso industrial, tiene un costo de \$46,1, el VAN obtenido fue de 95.918.680, el TIR de 20% y el periodo de recuperación fue de 3 años. El producto impacto fue que se logró obtener un producto a un precio competitivo en el mechado con un excelente VAN. TOR y periodo de recuperación. Cumplimiento del objetivo fue de 100%.

## **2.- Aspectos metodológicos del proyecto:**

1.- Para la caracterización del jugo de maqui y extracto asociados al objetivo específico N° 1 y resultado esperado N° 1, se utilizaron las siguientes metodologías:

- Para el análisis proximal (humedad, proteínas, lípidos carbohidratos totales y cenizas) se utilizó la metodología propuesta por la AOAC (2005).
- La determinación de color se realizó a través de colorímetro Konica Minolta mediante las coordenadas colorimétricas CIELab, mediante el método colorimétrico CIE-Lab descrito por Coronel-Aguilera y San Martín-González., (2015).
- La determinación de sólidos totales se efectuaron mediante refractómetro, expresando los resultados en porcentaje o °Brix., además de pH y acidez titulable este último expresado en porcentaje de ácido cítrico (AOAC, 2005).
- La determinación de polifenoles totales se realizó mediante el método de Folin Ciocalteu expresando los resultados en mg/100 equivalente ácido gálico (Stanisavjevic, et. Al, 2014) y la concentración de Antocianinas totales mediante el método diferencial de pH, expresando los resultados en mg/g equivalente cianidina-3glucósido (Wang et al., 2013).
- La determinación de capacidad antioxidante se realizara mediante el método del DPPH (1,1-difenil-2-picril-hidrazilo), expresado en mg equivalentes trolox por 100 g de acuerdo a lo descrito por Brand-Williams (1995).

- La determinación de compuestos monoméricos de antocianinas se realizó mediante cromatografía de alta eficiencia (HPLC-DAD) de acuerdo a la metodología propuesta por Tanaka et al., (2013), usando como fase estacionaria una columna RP C-18, con elución en gradiente la fase móvil A es ácido trifluoroacético al 0.3% y la fase móvil B es Acetonitrilo. El flujo se fijó en 0.7 ml/min. La longitud de onda de detección fue de 520 nm y la columna se mantuvo a 30 °C. Para la extracción de las antocianinas en las muestras de maqui se utilizó la metodología de Bligh & Dyer (1959), optimizándola debido a que la estabilidad de las antocianinas es mayor a pH bajos cercanos a 1 se utilizó agua acidificada al 0,01% con HCl y metanol acidificado al 0,01% con HCl.
- La determinación de Fibra Dietética se efectuó mediante el método descrito en AOAC 991.43, (2000).
- 

**2.-** Para el desarrollo del equipo crioconcentrador asociados al objetivo específico N° 2 y resultado esperado N° 2, se utilizó la siguiente metodología:

- El diseño y construcción del equipo concentrador por congelación escala laboratorio semi-continuo (prototipo), se tomaron en cuenta los factores de volumen de los cachos o tubos contenedores, las revoluciones por minuto del rotor, la temperatura de proceso y la forma de recolección del concentrado. Se trabajó con todas estas variables de tal forma que se logró construir el equipo, ahora se está trabajando en conseguir las condiciones adecuadas de operación.
- Para determinar las condiciones adecuadas de operación del prototipo de crioconcentración se tomaron como parámetros los rpm y tiempo de centrifugación, y parámetro de control como la medición de los ° Brix obtenidos en el hielo y en el crioconcentrado, previa congelación del extracto de maqui a  $-20 \pm 2^\circ\text{C}$  por un tiempo mínimo de 5 horas, en los tubos de 100 ml diseñados para este efecto.

**3.-** Para el desarrollo de equipo de secador por aspersion (spray) escala laboratorio asociado al objetivo específico N° 3 y resultado esperado N° 3, se utilizó la siguiente metodología:

- El diseño y construcción del equipo de secado por aspersion se tuvo presente las siguientes variables, volumen a secar, °Brix del concentrado a secar, diámetro de los poros de la boquilla de aspersion, velocidad y temperatura del ciclón de secado (80 a 180 °C), temperatura del evaporador y receptor del polvo (60 a 120 °C).
- Los parámetros considerados para determinar las mejores condiciones de operación del secador por aspersion (microencapsulador) fueron: temperatura de entrada 130, 150 y 170 ° C, y sus respectivas temperaturas de salida (60, 70 y 80 ° C), flujo de aire 600 l/h y velocidad de alimentación 1,08 l/h. Los dos últimos parámetros se mantuvieron constantes.

4.- Para la obtención del micronecapsulado de extracto de maqui en polvo y caracterización físico química, contenido polifenoles, antocianinas y actividad antioxidante del concentrado microencapsulado de antocianinas en polvo, asociada al objetivo 4 y resultado esperado N° 4 y 5, se utilizó la siguiente metodología

- Como agentes encapsulantes, fueron utilizados los siguientes:
  - Maltodextrina GLUCIDEX® IT 19 de productos ROQUETE ( ) (DE ≤ 19)
  - Goma arábica INSTANTGUM BB.
- Las proporciones utilizadas fueron tres combinaciones, denominadas con letras mayúsculas: A) maltodrextina 50% : goma arábica 50%; B). Maltodrextina 30% : goma arábica 70% y C) 100% goma arábica. No se utilizaron mayores concentraciones de maltodrextina porque se observó que durante el proceso de secado el material a microencapsular se pagaba en mayor proporción en las paredes del ciclón de secador, probablemente a proceso de caramelización.
- Para la prueba preliminar de determinación de la las mejores condiciones de operación del secador por aspersión (microencapsulador), se utilizó la combinación A (maltodrextina 50% : goma arábica 50%).
- Para seleccionar la mejor temperatura de trabajo se tendrán en cuenta los resultados que tengan mayores contenidos de polifenoles totales, antocianinas totales y actividad antioxidante, probando las tres mezclas de gomas propuestas en el punto anterior. Finalmente se seleccionara la mejor mezcla de acuerdo a los resultados.
- Para la caracterización físico química contenidos de polifenoles totales, antocianinas y capacidad antioxidantes, se utilizaron las mismas metodologías descritas en punto N°1.

5.- La obtención del porcentaje de rendimiento del polvo fue determinado de acuerdo a la ecuación siguiente:

$$\text{Rendimiento (\%)} = \frac{m_p}{m_e} * 100$$

Dónde:

$m_p$ : masa obtenida después del proceso de secado, esto es, el polvo microencapsulado (g)

$m_e$ : masa de sólidos de la solución de alimentación (g).  $m_e$  es obtenida a partir de los sólidos solubles que presenta la solución de alimentación y el peso de la solución de alimentación.

5.- Para el estudio de mercado asociado al objetivo específico N° 6 y resultado esperado N° 7, se utilizó la siguiente metodología:

- Para desarrollar adecuadamente el estudio de mercado se establecieron las etapas sugeridas por la literatura. Cada una de estas etapas son secuenciales y relacionadas, la aplicación y resultados obtenidos en una etapa permiten el desarrollo exitoso de la

siguiente. Las etapas definidas son i) Revisión bibliográfica para la selección de la metodología más adecuada; ii) Diseño y elaboración de las preguntas a aplicar en la entrevista inicial a las empresas; iii) aplicación de las entrevistas a las empresas y sistematización de la información recogida; iv) diseño, elaboración y aplicación de la encuesta a las empresas; v) tabulación de encuestas, análisis de los resultados y elaboración del informe final. Para la Evaluación Económica de producir este producto a mayor escala, se comenzó con la descripción de las etapas del proceso productivo, la identificación de los elementos de costo del proceso, tales como; materia prima directa (MPD), mano de obra (MOD) y costos indirectos de fabricación (CIF), seguido por el cálculo del costo a través de los métodos de costeo directo y costeo absorbente y finalmente, presupuestar el costo a gran escala del producto del polvo microencapsulado de maqui. La metodología de la investigación es de tipo cualitativa, con observación directa y encuesta a los involucrados en el proceso. Con esto resultados se determinan la TIR; VAN y PRK con un horizonte de 5 años.

- Principales problemas metodológicos enfrentados.

A la fecha no se han presentado mayores problemas con la metodología implementadas para la ejecución del proyecto.

- Adaptaciones o modificaciones introducidas.

No se han realizado adaptaciones y modificaciones dentro de lo propuesto.

### 3.- Descripción de las principales actividades del proyecto:

Carta Gantt asociada a objetivos y actividades programadas de la propuesta y ejecutada, los cambios de lo propuesto se explican en nota bajo la Carta Gantt y con color diferente:

N° Objetivo	Actividad	Año 2015											
		Trimestre											
		Ene-Mar			Abr-Jun			Jul-Sept			Oct- Dic		
1	Iniciación y coordinación de proyecto, regularización adquisición primera cosecha de maqui, para actividades 1er. Año.												
1	Caracterización físico-química, proximal, actividad antioxidante, y antocianinas en maqui fresco.												
2	Desarrollo y puesta en marcha de equipo concentrador por congelación.												
3	Desarrollo y puesta en marcha de equipo de secado por aspersión y microencapsulador												
1 al 6	Lanzamiento del proyecto*												
6	Desarrollo del estudio de mercado de producto en polvo de maqui												

Nota: Lanzamiento programado para mes de junio. Se aplazó para el mes de agosto, por demora en firma convenio y realizar el lanzamiento en conjunto con los otros dos proyectos FIA adjudicado por la UBB.

N° Objetivo	Actividad	Año 2016											
		Trimestre											
		Ene-Mar			Abr-Jun			Jul-Sept			Oct- Dic		
2	Desarrollo y puesta en marcha de equipo concentrador por congelación.	■	■										
1 al 6	Desarrollo del estudio de mercado de producto en polvo de maqui	■	■	■									
3	Desarrollo y puesta en marcha de equipo de secado por aspersión y microencapsulador.	■	■		■	■	■						
4 al 5	Adquisición de cosecha de macal 2016	■	■										
4 al 5	Encontrar condiciones óptimas de operación en la concentración por congelación y microencapsulado por aspersión de jugo de maqui fresco				■	■	■	■	■	■			
4 al 5	Obtención microencapsulado en polvo a partir de jugo de maqui fresco 1ra. temporada de producción							■	■	■	■	■	■
1 al 6	Avance proyecto (Estudio de Mercado producto de Maqui en polvo)											■	
4	Caracterizar físico-química, proximal, actividad antioxidantes, y antocianinas de maqui microencapsulado 1ra. temporada (comparación con maqui fresco)							■	■	■	■	■	■

Nota: Por diferentes motivos explicado en su oportunidad se solicitó aplazamiento del cumplimiento de esta actividad, la cual fue autorizada en UPP-A- N° 1459 del 2016.

N° Objetivo	Actividad	Año 2017											
		Trimestre											
		Ene-Mar			Abr-Jun			Jul-Sept			Oct- Dic		
4	Caracterizar físico-química, proximal, actividad antioxidantes, y antocianinas de maqui microencapsulado 1ra. temporada (comparación con maqui fresco)	■	■	■									
4 al 5	Adquisición de cosecha de macal 2017	■	■	■									
4 al 5	Obtención microencapsulado en polvo a partir de jugo de maqui fresco 2da. temporada de producción				■	■	■	■	■	■			
4	Caracterizar físico-química, proximal, actividad antioxidantes, y antocianinas en polvo microencapsulado de maqui 2da. temporada de producción (comparación con maqui fresco)							■	■	■	■	■	■
5	Determinar rendimiento producto microencapsulado							■	■	■	■	■	■
6	Evaluación económica del producto obtenido				■	■	■	■	■	■	■	■	■

Nota: No hubieron cambio en lo programado.

N° Objetivo	Actividad	Año 2018											
		Trimestre											
		Ene-Mar			Abr-Jun			Jul-Sept			Oct- Dic		
6	Evaluación económica del producto obtenido												
1 al 6	Compilación de los resultados y elaboración de informe final del proyecto												
1 al 6	Seminario de Clausura												
1 al 6	Caracterizar físico-química, proximal, actividad antioxidantes, y antocianinas en polvo microencapsulado de maqui 2da. temporada de producción (comparación con maqui fresco)												
5	Determinar rendimiento producto microencapsulado												
6	Evaluación económica del producto obtenido												

## 4.- Resultados del Proyecto

### 4.1. Resultado asociados al objetivo N° 1

Lo primero que se realizó fue dar respuesta al objetivo N°1 "Caracterización físico química, contenido y actividad antioxidante de los frutos frescos obtenidos del cultivar domesticado". Para ello, el fruto fresco fue procesado en una pulpadora Phillips HR-1832, con la finalidad de extraer su jugo, al efectuar el cálculo de rendimiento se pudo determinar que este era muy bajo alcanzando solo el 36,1%, siendo mayor el rendimiento del bagazo, sumado a ello que este quedaba muy coloreado lo que indica que aún le queda mucho contenido de polifenoles (Fig. 4.1 A). De acuerdo a este resultado se decide realizar una doble extracción acuosa 1:1 p/v con agitación. Posterior a esto se logró incrementar ostensiblemente el rendimiento a un 69% de extracto y el bagazo solo a un 23% (Tabla 1.2), además que el residuo queda decolorado (Fig. 4.1 B). Una vez obtenidos estos resultados se procede a continuar con la caracterización de los productos.

**Tabla 1.1** Determinación del rendimiento promedio del jugo de maqui

PARÁMETROS	RENDIMIENTO (% ± DS)
Jugo	36,13 ± 1,14
Bagazo (residuo)	48,28 ± 1,19
Desecho post extracto	6,09 ± 0,44
Pérdidas por proceso	8,11 ± 2,59



**Figura 4.1.** Bagazos obtenidos luego de la elaboración de jugo y extracto de maqui; **Figura 4.1-A.** Bagazo obtenido luego de la elaboración de jugo fresco de maqui y **Figura 4.1- B.** Bagazo obtenido luego de la elaboración de extracto de maqui.

**Tabla 1.2** Determinación del rendimiento promedio del extracto acuoso (1:1 p/v) de maqui

PARÁMETROS	RENDIMIENTO (% ± DS)
Jugo	69,05 ± 2,07
Bagazo (residuo)	23,33 ± 1,05
Desecho post extracto	3,30 ± 0,07
Pérdidas por proceso	1,67 ± 0,52

En la caracterización físico química contenido y actividad antioxidante del maqui se debe aclarar que esto se realizó en dos temporadas de producción 2016 y 2017, lo anterior para ver cuál es la homogeneidad de la producción ya que los frutos provienen de un macal único domesticado ubicado en la comuna de Coihueco de 1 ha con 4 años de antigüedad. El análisis químico proximal del fruto fresco y extracto de maqui de la temporada 2016 se puede observar en la Tabla 4.3 se puede observar que el contenido de humedad para el extracto obtenido fue estadísticamente mayor (85.5%) en comparación al jugo fresco (67.1%); el contenido de cenizas, proteínas, son estadísticamente menores en el extracto obtenido, siendo similares a los reportados por Araneda et al., (2014). En relación a los parámetros físico y químicos efectuados el contenido de sólidos solubles en el extracto de maqui fue estadísticamente menor al jugo en fresco el cual presentó un valor de 34,7°Brix, en relación al pH este no presenta una variación significativa en las muestras analizadas, este es un indicador importante ya que las antocianinas son más estables a pH bajos, la acidez titulable, es estadísticamente menor en el extracto obtenido, siendo similares a lo informado por Araneda et al., (2014). Respecto al color las coordenadas colorimétricas CIELab Anexo 1, Tabla 4.4 se observan que todos los parámetros de color analizados, presentan diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) entre el jugo del fruto y el extracto obtenido, debido a la adición de agua al fruto para la extracción de sus componentes, sin embargo, cabe señalar que al observar visualmente ambas muestras estas no presentan diferencias entre ellas.

**Tabla 4.3** Análisis proximal y físico-químico de fruto fresco, extracto de maqui 2016

Parámetros	Fruto fresco (% ± d.s)	Extracto (% ± d.s)
Humedad (%)	59,02 ± 0,24 <sup>a</sup>	85,50 ± 1,96 <sup>c</sup>
Cenizas (%)	3,22 ± 0,03 <sup>a</sup>	0,44 ± 0,02 <sup>c</sup>
Lípidos (%)	4,46 ± 0,071 <sup>a</sup>	0,07 ± 0,02 <sup>c</sup>
Proteínas (%)	2,11 ± 0,06 <sup>a</sup>	0,30 ± 0,03 <sup>c</sup>
Fibra cruda (%)	21,68 ± 0,23 <sup>a</sup>	0,028 ± 0,002 <sup>c</sup>
Carbohidratos totales*	18,19	13,66
Sólidos solubles (°Brix)	35,2 ± 2,47 <sup>a</sup>	15,9 ± 0,15 <sup>b</sup>
pH	4,17 ± 0,05 <sup>a</sup>	4,12 ± 0,09 <sup>a</sup>
Acidez titulable**	1,33 ± 0,056 <sup>a</sup>	0,56 ± 0,03 <sup>b</sup>

\*Obtenido por diferencia

\*\*Expresada en mg de ácido cítrico por cada 100 g o mL de fruto, jugo o extracto.

<sup>(a-c)</sup> superíndices con letras minúsculas distintas en una misma fila indican diferencias significativas entre las medias de las muestras con un 95% de confianza de acuerdo a test Tukey.

**Tabla 4.4** Parámetros de color del jugo y extracto acuoso (1:1 p/v) de maqui

PARÁMETROS	JUGO MAQUI	EXTRACTO MAQUI
L*	0,023 ± 0,005	0,14 ± 0,04
a*	0,03 ± 0,008	0,113 ± 0,03
b*	0,017 ± 0,005	-0,10 ± 0,008
Hab*	28,94 ± 4,11	-41,47 ± 4,59
Cab*	0,034 ± 0,006	0,152 ± 0,004
ΔE	0 ± 0	0,186 ± 0,017

Superíndices con letras minúsculas distintas dentro de un mismo parámetro indican diferencias significativas entre las medias de las muestras con un 95% de confianza de acuerdo a test Tukey.

Al analizar los resultados de la caracterización físico química de la temporada 2017 (Fig. 4.4), se puede observar que existen diferencia en su composición de los diferentes parámetros en relación al fruto del maqui temporada 2016, sobre esta variabilidad pueden estar relacionado a múltiples factores como son la madures del fruto González et al. (2015), la heterogeneidad de la planta (Santibáñez, 2008), sector de recolección, clima, suelo, etc. (Cruzat & Barrios, 2009).

Sin embargo, lo que llama la atención que los parámetros de pH y acidez del fruto no tiene mayor variación en las dos temporadas analizadas, probablemente relacionado con las características propias de esta baya.

**Tabla 4.4** Análisis proximal y físico-químico de fruto fresco, y extracto de maqui 2017

Parámetros	Fruto fresco	Extracto
Humedad (%)	63.06 ± 0.29 <sup>a</sup>	89.03 ± 0.03 <sup>b</sup>
Cenizas (%)	1.00 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.27 ± 0.006 <sup>b</sup>
Lípidos (%)	2.22 ± 0.06 <sup>a</sup>	0.03 ± 0.007 <sup>b</sup>
Proteínas (%)	1.51 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.058 ± 0.012 <sup>b</sup>
Fibra cruda (%)	10.28 ± 0.20 <sup>a</sup>	0.043 ± 0.001 <sup>b</sup>
Carbohidratos totales*	20.07	10.57
Sólidos solubles (°Brix)	48.8 ± 1.87 <sup>a</sup>	11.4 ± 0.36 <sup>b</sup>
pH	4.05 ± 0.04 <sup>a</sup>	3.88 ± 0.03 <sup>b</sup>
Acidez titulable**	1.40 ± 0.056 <sup>a</sup>	0.46 ± 0.005 <sup>b</sup>

\*Obtenido por diferencia

\*\*Expresada en mg de ácido cítrico por cada 100 g o mL de fruto, jugo o extracto.

<sup>(a-c)</sup> superíndices con letras minúsculas distintas en una misma fila indican diferencias significativas entre las medias de las muestras con un 95% de confianza de acuerdo a test Tukey.

En relación a los polifenoles totales presente en el fruto fresco y extracto obtenido a partir del maqui se observan en la Tabla 4.5. En particular los contenidos de los polifenoles totales del fruto fresco en la temporada 2016 respecto a la 2017 no presentaron diferencia significativa, esto estaría indicando que existe una cierta homogeneidad en el macal donde se recolecto el fruto en ambas temporada resultado interesante no informado en otros

estudios, ya que es el primero ser informado de un macal domesticado. Las concentraciones de polifenoles encontradas en la presente investigación son similares a lo encontrado por Fredes et al. (2014) en la región de O'Higgins y la Araucanía, e inferiores a lo informado por Rodríguez et al. (2016) en la región de Los Lagos. Las variaciones observadas entre el contenido de polifenoles totales presentes en las distintas investigaciones mencionadas anteriormente y a lo señalado en el este estudio, probablemente se deben a factores que afectan el contenido y biosíntesis de fitoquímicos en los frutos, como son por ejemplo el genotipo, el medio ambiente y la etapa de madurez de estos (Fredes et al., 2014 & Wang et al., 2009), así como también las condiciones de cultivo, tales como luz, temperatura, altitud, tipo de suelo y la disponibilidad de agua durante la maduración del fruto (Fredes et al, 2012; Fredes et al., 2014; Schreckinger et al., 2010). Respecto a los extractos la concentración de polifenoles va a depender de la dilución, es por ello que el 2016 presenta menor contenido de polifenoles que el fruto, en cambio el 2017 presenta valores muchos más bajo ya que tiene una doble dilución.

**Tabla 4.5** Contenido de polifenoles totales en los frutos fresco, y extracto de maqui temporadas 2016 y 2017

<b>Muestras</b>	<b>Polifenoles Totales* 2016</b>	<b>Polifenoles Totales * 2017</b>
Fruto Fresco	1143,5 ± 72,5 <sup>a</sup>	1417.5 ± 128.2 <sup>a</sup>
Extracto	1093,8 ± 17,8 <sup>a</sup>	267.9 ± 6.68 <sup>b**</sup>

\*Valores expresados en mg equivalentes de ácido gálico (EAG) por 100 g o ml de muestra fresca.

\*\*Doble dilución del extracto

El contenido de antocianinas totales presente en el fruto y extracto de maqui de las temporadas 2016 y 2017 se aprecian en la Tabla 4.6. Al comparar las concentraciones de las antocianinas totales presente en los frutos en las dos temporadas no presentaron diferencias significativas resultados similares a lo encontrado con los polifenoles, esto viene en confirmar la homogeneidad del macal de donde se obtuvieron los fruto, resultado promisorio para el futuro de la explotación de esta plantación. Estos resultados son similares a lo informado por Fredes et al. (2014) para maqui provenientes de las Regiones de Valparaíso, O'Higgins y Araucanía, a diferencia de Rodríguez et al. (2016) que encontró concentraciones mayores en maqui colectado en la Región de Los Ríos, al igual que Brauch et al. (2016) en la Región de Aysén. La variación que se presenta en el contenido de antocianinas se ha asociado a al factor ambiental (Downey et al., 2006), al grado de madurez del fruto, ya que a mayor madurez aumenta significativamente el contenido de antocianinas Fredes et al. (2012). También la concentración de antocianinas en los frutos se ha relacionado al sitio de colecta del fruto y el genotipo de la planta tienen gran influencia en el nivel de antocianinas Fredes et al. (2014). Respecto al extracto del jugo de maqui la temporada 2016 presente aproximadamente el 50% de antocianinas que del fruto debido a que por efecto de la extracción se diluyo una vez, en cambio para la temporada 2017 se realizó una doble extracción para mejorar la eficiencia de extracción de los compuestos bioactivos, es por ello que presenta valores menos de antocianinas totales.

**Tabla 4.6** Contenido de antocianinas totales en los frutos frescos, y extracto de maqui temporadas 2016 y 2017

Muestras	Antocianinas Totales* 2016	Antocianinas Totales * 2017
Fruto Fresco	8,02 ± 0,4 <sup>a</sup>	7.88 ± 0.13 <sup>a</sup>
Extracto	4,86 ± 0,02 <sup>b</sup>	1.67 ± 0.03 <sup>b**</sup>

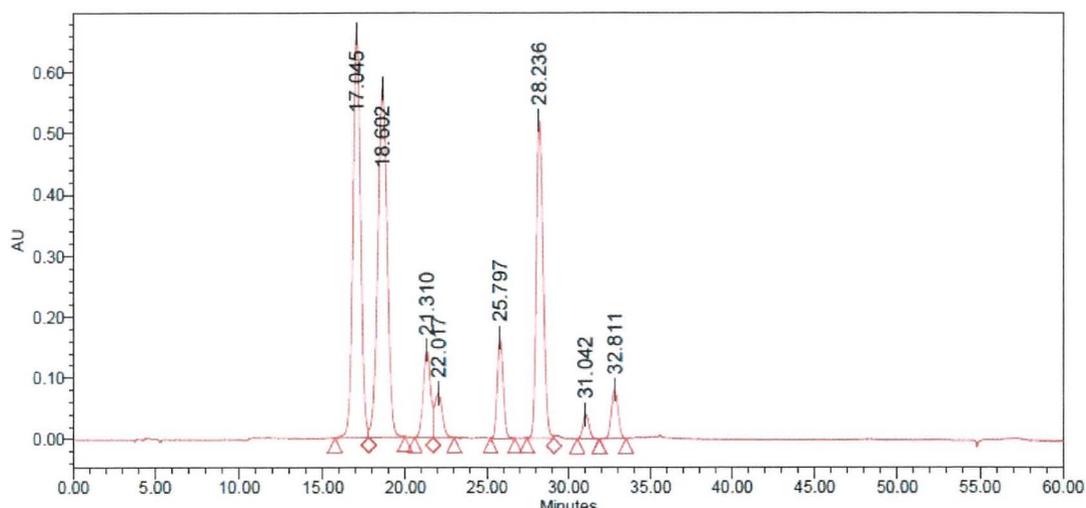
\* Valores expresados en mg de cianidina 3 glucósidos por g o ml de muestra.

\*\*Doble dilución del extracto

Otro punto de importancia fue la identificación de antocianinas monoméricas por HPLC, tiempo de retención, además, del cálculo de cada antocianina en relación al total expresado como mg de cianidina 3 glucósido/100 ml de las temporadas 2016 y 2017. Al efectuar el análisis se pudo comprobar que las antocianinas monoméricas identificadas en el fruto como en los extractos de maqui fueron Delphinidin 3-sambubioside 5-glucoside, Delphinidin 3-5 diglucoside, Cyaniden 3- sambubioside 5-glicoside, Cyaniden 3-5 diglucoside, Delphinidin 3-sambubioside, Delphinidin 3-diglucoside, Cyaniden 3- sambubioside, y Cyaniden 3- glicoside, con sus respectivos tiempos de retención (Tabla 4.7) y cromatograma de identificación Fig. 4.2. Para ambas temporadas se pudo comprobar que no existen cambios en la presencia de antocianinas monoméricas, es más tampoco hubo mayor cambio en la concentración de cada una de las antocianinas identificada para ambas temporadas como se puede apreciar en la Tabla 4.8, esto nuevamente viene a ratificar la homogeneidad del macal de donde se obtuvieron los frutos. Sin embargo, si se suman los derivados de delphinidinas y cianidinas existe una diferencia entre temporadas, para el año 2016 los derivados de delphinidinas corresponde a un 86,3% respecto a un 79,8% del 2017, y para los derivados de cianidinas es un 13,7% para el 2016 versus un 20,2% para el 2017. Esto puede estar asociado a las condiciones de luz, temperatura, altitud, tipo de suelo y la disponibilidad de agua durante la maduración del fruto (Fredes et al, 2012; Fredes et al., 2014; Schreckinger et al., 2010). Resultados similares en proporción encontró Brauch et al. (2016) donde los derivados de delphinidina (73%) predominaron sobre los derivados de cianidina (37%).

**Tabla 4.7:** Tiempo de retención e identificación de la correspondiente antocianina del jugo de maqui

Tipo de antocianina	Tiempo de retención (min)
Delphinidin 3-sambubioside 5-glucoside	17.045
Delphinidin 3-5 diglucoside	18.602
Cyaniden 3- sambubioside 5-glicoside	21.310
Cyaniden 3-5 diglucoside	22.017
Delphinidin 3-sambubioside	25.797
Delphinidin 3-diglucoside	28.236
Cyaniden 3- sambubioside	31.042
Cyaniden 3- glicoside	32.811



**Figura 4.2:** Cromatograma de maqui fresco tiempo de retención en la identificación de las distintas antocianinas descritas en Tabla 4.7

**Tabla 4.8.** Análisis de Antocianinas Monoméricas expresadas en cianidina 3 glucosido temporada 2016 y 2017

<b>ANTOCIANINA MONOMÉRICA*</b>	<b>Fruto Fresco 2016**</b>	<b>Fruto Fresco 2017**</b>
Delphinidin 3-sambubioside5-gl	2,32	2,52
Delphinidin 3.5-diglucoside	2,46	2,09
Cyanidin 3.5-diglucoside	0,49	0,83
Cyanidin 3-sambubioside-5-gluc	0,26	0,38
Delphinidin 3-sambubioside	0,47	0,33
Delphinidin 3-glucoside	1,67	1,35
Cyanidin 3-sambubioside	0,11	0,12
Cyanidin 3-glucoside	0,24	0,26
<b>Antocianinas Totales</b>	<b>8,02</b>	<b>7,88</b>

\*Expresadas en (mg equivalentes de cianidina 3 glucósido/g). \*\*Expresados en Base Húmeda.

**Tabla 4.9:** Capacidad antioxidante (DPPH) en fruto fresco y extracto temporadas 2016 y 2017

Muestras	Capacidad antioxidante* 2016	Capacidad antioxidante* 2017
Fruto Fresco	1925.6 ± 28.2	3344.18 ± 193.98
Extracto	1417.9 ± 13.2	1002.2 ± 45.33

\* Valores expresado en mg equivalentes trolox por 100 g o ml de muestra

\*\*Doble dilución del extracto

En relación a la capacidad antioxidante de los frutos fresco y extracto de maqui de las temporadas 2016 y 2017 se observan en la Tabla 4.9, donde la temporada 2017 presento mayores valores que la temporada 2016. Este resultado llama la atención, ya que los contenidos de polifenoles y antocianinas totales no tuvieron mayor relevancia, sin embargo, la temporada 2017 presento mayor porcentajes de antocianinas derivadas de la cianidina. En relación a los extracto la capacidad antioxidante es menor pero solo por efecto de dilución. Estos valores se encuentran dentro del rango de capacidad antioxidante informada por Rodríguez et al. (2016) en frutos de maqui provenientes de Valdivia, a diferencia de González et al. (2015) que informo valores inferiores en maqui proveniente de la Región del Maule.

#### **4.2. Resultado asociados al objetivo N° 2**

Con la finalidad de dar cumplimiento a este objetivo se dividió en tres etapas: primero la de diseño, segundo construcción y pruebas preliminares teniendo en cuenta los factores de volumen de los capachos contenedores, las revoluciones por minuto del rotor, la temperatura de proceso y la forma de recolección del concentrado, y como tercera etapa conseguir las condiciones adecuadas de operación para la obtención del crioconcentrado a partir de los extracto de maqui

Después de un sin número de pruebas con distintos rotores, cúpula receptora del crioconcentrado, forma de drenaje del crioconcentrado, distintos tipos de tubos crioconcentradores entre otras variables se logró tener terminado el prototipo del equipo crioconcentrador de jugo de maqui como se observa en la Fig. 4.3 cumpliendo con las especificaciones técnicas de 220 V; hasta 5.000 rpm; y de 0 °C a temperatura ambiente. Una su vez logrando el **“Hito de Obtención de la maquina concentradora por congelación”**, en este punto se debe destacar que este es el primer prototipo de estas característica, ya que la crioconcentración por fuerza centrífuga se realizaba en pruebas de laboratorio en centrifugas normales con sus respectivos tubo. Entre los problemas complejos de solucionar fue el diseño de los tubos crioconcentradores lográndose finalmente después de innumerables prueba de diseño y materiales logran un prototipo de Technyl de 100 ml, en la Fig. 4.4 se aprecia el tubo abierto, las tapas de estos tubos presenta perforaciones de 0,1 mm con la finalidad de dejar salir liquido más los compuestos solido producto de la fuerza centrífuga los que son recibidos en la cúpula y que finamente drena por la manguera de salida donde es recolectado el crioconcentrado. En la Fig. 4.5 se muestra el rotor con los cuatro tubos de 100 ml. La Fig. 4.6 muestra la cúpula receptora del equipo posterior a la extracción del crioconcentrado donde se indica el surco de drenaje por

donde sale el líquido crioconcentrado. El diagrama del proceso de crioconcentración se observa en la Fig. 4.6 Posterior al proceso queda el residuo de hielo en el tubo (Fig. 4.7), y finalmente en la Fig. 4.8 se observa la comparación entre el jugo fresco, extracto y crioconcentrado de maqui, siendo este último de un color más intenso

El proceso de crioconcentración semi-continuo fue aplicado el sistema en bloques de acuerdo a lo descrito por Boaventura et al., 2013. La técnica de crioconcentración en bloques se basa en 2 etapas: la primera es el congelamiento total de la solución de alimentación, seguida por un procedimiento de descongelamiento parcial en virtud de la separación gravitacional simple, etapa en la cual se originan dos fracciones: el fluido crioconcentrado como se muestra en la Fig. 4.6. Posterior al proceso se realiza el balance de masa, el que sirve para calcular el producto crioconcentrado obtenido y la pérdida durante el proceso. En la Tabla 4.10 se aprecia que el proceso es poco eficiente ya que existe una pérdida de aproximadamente un 25%, lo que es alto especialmente si se trata de un proceso de producción a alta escala. Por lo anterior, se propone pasar desde el proceso semi-continuo a batch o lote en su sistema cerrado para lo cual se deben diseñar y construir nuevos tubos de crioconcentración, esta idea fue propuesta a FIA la cual fue autorizada por el Jefe Unidad de Programas y Proyectos. Con esta nueva iniciativa se espera mejorar significativamente la pérdida de proceso y hacerlo más eficiente.

De esta manera se procedió a efectuar un rediseño en la cual se optó por cambiar desde un proceso semi-continuo a uno de batch o lote, para lo cual se diseñaron tubos con doble tapa, donde una de ella es perforada y la otra reciba el producto crioconcentrado, y de esa forma mejorar significativamente la eficiencia del proceso. En la Fig. 4.9 se aprecia el diseño de los nuevos tubos de plástico de alta resistencia no tóxico. Con estos tubos se logró que en solo 5 min a 3700 rpm se concentrara de 11.4 °Brix a 41.2 °Brix (Tabla 4.11), lográndose concentrar casi cuatro veces el extracto de maqui. Por otra parte, al realizar el cálculo de eficiencia se logra determinar que el rendimiento es de aproximadamente un 98%, con una pérdida que no supera 2.4% (Tabla 4.12), lo que hace que el proceso sea altamente eficiente ya que cambio de una pérdida de proceso de un 25%, a menos de un 3%, por lo que el cambio desde un proceso semi-continuo a proceso por lote cumplió su objetivo. En la Fig. 4.10 se observa cómo queda el hielo posterior al proceso de crioconcentración.

Si comparamos los resultados de crioconcentración del presente estudio con otros similares realizado a la fecha se tiene que Petzold et al., (2013), evaluaron el proceso de crioconcentración utilizando como método de separación de solutos la centrifugación, logrando un porcentaje de rendimiento de un 73,1%, otros resultados obtenidos por Hernández et al., (2010) lograron una eficiencia entre un 40 a 70% ambos resultados inferiores a los logrados en esta propuesta.

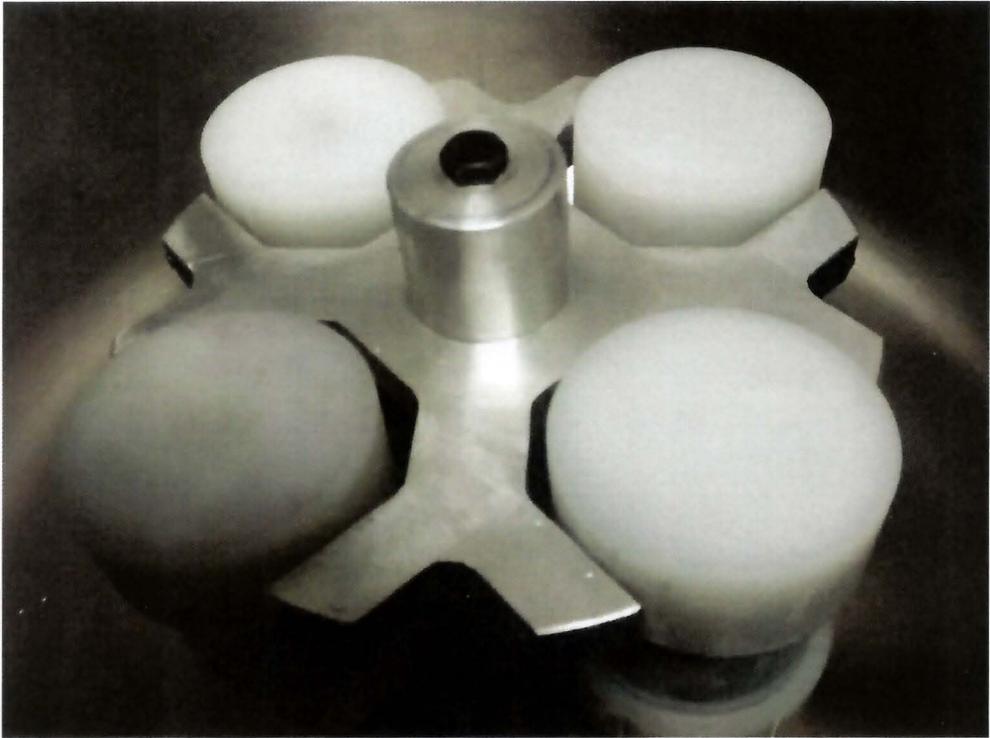
Por último, se debe aclarar que el equipo construido es un prototipo el cual tiene ser mejorado en diversos aspectos, desde incorporar controles automáticos, mayor estabilidad en las rpm, entre otros aspectos. **Sin embargo, lo más relevante en este objetivo, a parte de los resultados de la eficiencia del proceso, es que se ingresó de registro de patente a INAPI del diseño de los tubos de crioconcentración, N° número 2018-1410.**



Figura 4.3: Vista general de Crioconcentrador de acuerdo a especificaciones técnicas.



**Figura 4.4:** Tubo Crioconcentrador de 100 ml de capacidad abierto



**Figura 4.5:** Rotor con los cuatro Tubo Crioconcentradores



Figura 4.6: Cúpula del equipo después de la extracción del crioconcentrado (la flecha indica el surco de drenaje del crioconcentrado)

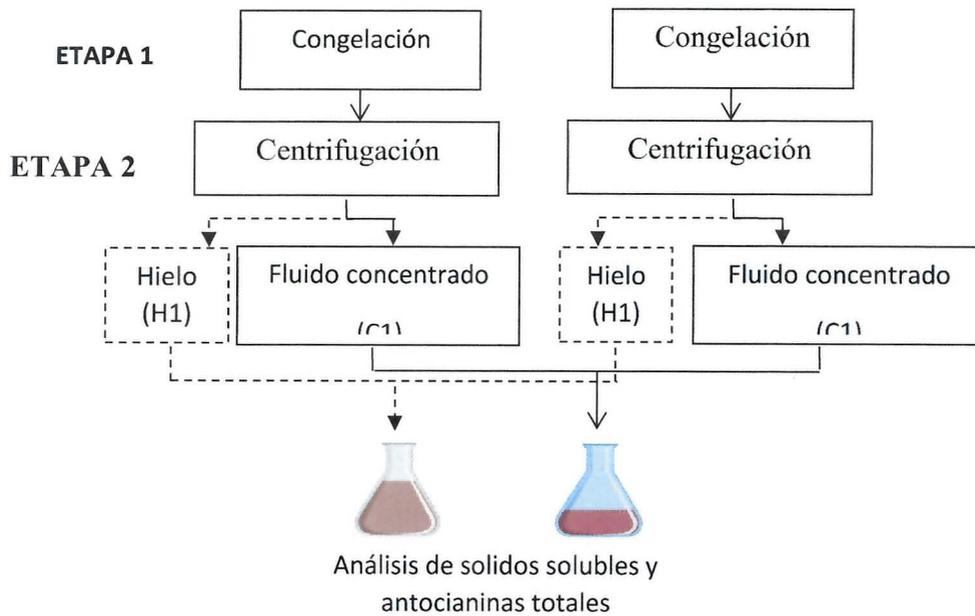
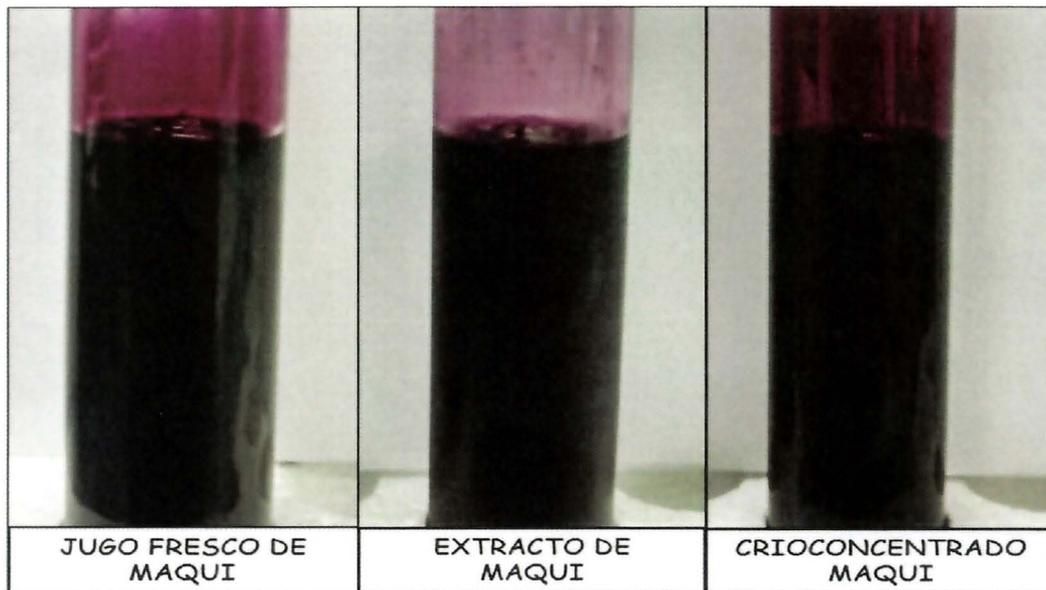


Figura 4.7: Diagrama del proceso de crioconcentración aplicado al extracto de maqui

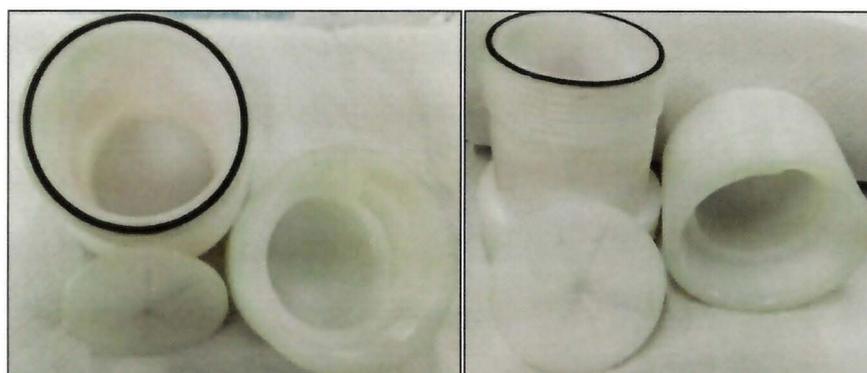


**Figura 4.8:** Comparación entre el jugo fresco, extracto y crioconcentrado de maqui

**Tabla 4.10:** Porcentajes de rendimiento y pérdida de proceso en el balance de masa

RPM	% Crioconcentrado	% Hielo	% Perdidas en el proceso
3738,33 ± 17,56	23,71 ± 1,44 <sup>a</sup>	52,32 ± 3,85 <sup>a</sup>	23,97 ± 2,69 <sup>a</sup>
3833,33 ± 73,71	22,42 ± 1,12 <sup>a</sup>	50,94 ± 4,38 <sup>a</sup>	26,63 ± 3,26 <sup>a</sup>

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



**Figura 4.9:** Tubos de crioconcentración con doble tapa, una perforada

**Figura 4.11:** Contenido de sólidos solubles presentes en jugo, extracto y productos crioconcentrados de maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol). Stuntz) cosecha 2017

Parámetros/ Producto	Tiempo descong. (min)	Tiempo centrifug. (min)	Velocidad centrifug. (rpm)	°Brix inicial	°Brix del concentrado	°Brix del hielo
Extracto	20 min	10	3700	11.4 ± 0.36	35.4 ± 1.61	0.62 ± 0.02
Extracto	20 min	5	3700	11.4 ± 0.36	41.2 ± 1.05	0.96 ± 0.05

**Figura 4.12:** Rendimiento y perdida de proceso, extracto y productos crioconcentrados de maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol). Stuntz) cosecha 2017

Parámetros / Producto	Tiempo descong. (min)	Tiempo centrifug. (min)	Velocidad centrifug. (rpm)	Rendimiento Proceso (%)	Pérdidas Proceso (%)	Volumen obtenido tubo (ml)
Extracto	20 min	10	3700	98.8 ± 0.59	0.62 ± 0.02	24.5 ± 0.5
Extracto	20 min	5	3700	97.6 ± 0.31	2.40 ± 0.31	21.8 ± 1.1

### 4.3. Resultado asociados al objetivo N° 3

Para un mejor cumplimiento del objetivo el trabajo se dividió en tres etapas: primero diseño del secador por aspersión teniendo presente variables de volumen a secar, diámetro de la boquilla de aspersión, velocidad y temperatura del ciclón de secado, temperatura del evaporador y receptor del polvo, la segunda etapa la de construcción y tercera etapa conseguir las condiciones adecuadas de operación para la obtención del microencapsulado en polvo a partir del extracto de maqui e hidrocoloides.

La primera etapa de diseño se cumplió en su totalidad, y se procedió a la construcción considerados los parámetros establecidos durante el diseño, además de las variables como: volumen a secar, °Brix del concentrado a secar, diámetro de la boquilla de aspersión (0,5 mm), velocidad y temperatura del ciclón de secado (80 a 180 °C), temperatura del evaporador y receptor del polvo (60 a 100 °C).

La construcción presentó diferentes inconvenientes como es de esperar en el desarrollo de un equipo de estas características principalmente por lo complejo del tipo de piezas que lo componen lo cual debió sortear el fabricante que se detallan a continuación: 1) Primero no consideró que al estar simultáneamente desarrollando y construyendo en forma simultánea dos equipos complicarían su ejecución. Es así que se optó en el mes de enero del 2016 año focalizar todos los esfuerzos en tener terminada y funcionando en las mejores condiciones el equipo de crioconcentración ya que de acuerdo al proceso propuesto, primero se debe crioconcentrar y posteriormente microencapsular. 2) De igual forma siguió construyendo el equipo de aspersión, pero a medida que se avanzaba se encontraban nuevos problemas, uno de ellos fue con la fabricación de la torre o cúpula de secado y extractor de vapor de agua de vidrio con la finalidad de ir observando el proceso, se hicieron

consulta en diversas fábricas de instrumentos de vidrios pero todos después de un tiempo de analizar y estudiar la factibilidad respondían que no lo podían hacer de acuerdo a diseño propuestos con la consiguiente pérdida de tiempo, finalmente a mediados de mayo del 2016 respondió un fabricante “**Caltest**” con un valor superior a lo presupuestado, por lo cual se reestudio y se optó por hacerlo en acero inoxidable. Una vez montado las otras parte como el calentador o soplador térmico que genera el torbellino que ingresa a la torre para secar el producto, el compresor que es el que ingresa aire forzado previo a la boquilla para producir al aspersión e instalación de la bomba peristáltica que es la que impulsa el líquido a la boquilla para la aspersión, se detectó que la bomba peristáltica adquirida estaba sobredimensionada para el volumen del equipo, por lo cual se buscó una adecuada no encantándose en el mercado nacional por lo cual se está importando y llegara en la primera quincena de junio del 2016, y por último se instalaron los sensores y controladores de temperatura los cuales se ubicaran una vez instalada la parte eléctrica.

De acuerdo a lo descrito anteriormente, se atrasó la entrega del secador por aspersión para el microencapsulado para la primera quincena de julio lo cual fue justificado y autorizado por FIA. Como la actividad de la determinación de las condiciones óptimas de operación para la obtención del microencapsulado en polvo a partir del extracto de maqui e hidrocoloides se consideraron para el septiembre, se cumplió con la fecha estipulada en la carta Gantt.

El prototipo de secador por aspersión (microencapsulador) se puede controlar la temperatura de entrada con sus respectivas temperaturas de salida, flujo de aire y velocidad de alimentación del fluido a microencapsular. En la Fig. 4.10 se puede observar la vista general del equipo, con su boquilla atomización es de 0,5 mm, panel de control y cúpulas de secado y salida del microencapsulado de acero inoxidable. En la Fig. 4.11 el panel de control donde están los comando de la regulación de la temperatura, Flujo de aire y velocidad de alimentación. Posteriormente se trabajó para encontrar las mejores condiciones de operación, considerando parámetros de temperatura de entrada, flujo de aire y velocidad de alimentación descritos en punto N° 3 de Métodos. Las condiciones de operación encontradas fueron temperatura de entrada de 100°C a 180°C, temperatura de salida de 100 °C a 55 °C. Flujo de aire 600 l/h y velocidad de alimentación 1,08 l/h. De esta forma se cumple el **hito de la construcción del equipo**. Es así, como se inicia la siguiente etapa y objetivo que es encontrar las condiciones óptimas de operación del proceso de micoencapsulación.

Por último, el equipo al ser un prototipo de laboratorio presenta algunos inconvenientes que tendrán que ser mejorados más adelante como son: su operación manual por lo que cuesta mucho lograr las temperaturas de trabajos y mantener las condiciones contacte, esto podría superarse si se pudiese disponer de tableros digitales programados. Sin embargo, se puede operar el equipo esperando los tiempos necesarios para su estabilización. Otro inconveniente, es que se tendrá que mejorar el sistema de la resistencia que permite lograr las temperaturas de trabajo, ya que se alcanzó a terminar el trabajo programado y se quemó, de igual forma se reparó pero se tendrá que revisar la parte de calefacción.



**Figura 34.10:** Vista general del equipo Prototipo Secador por Aspersión (microencapsulador)



**Figura 4.11:** Comando de control de equipo Prototipo Secador por Aspersión (microencapsulador)

#### **4.4. Resultado asociados al objetivo N° 4**

En relación al objetivo N° 4 de la obtención y caracterización físico química y actividad antioxidante del concentrado microencapsulado en polvo, se tienen dos resultados esperado, uno es obtener el microencapsulado en polvo de maqui, y el otro es lograr la caracterización físico química y actividad antioxidante del concentrado microencapsulado en polvo.

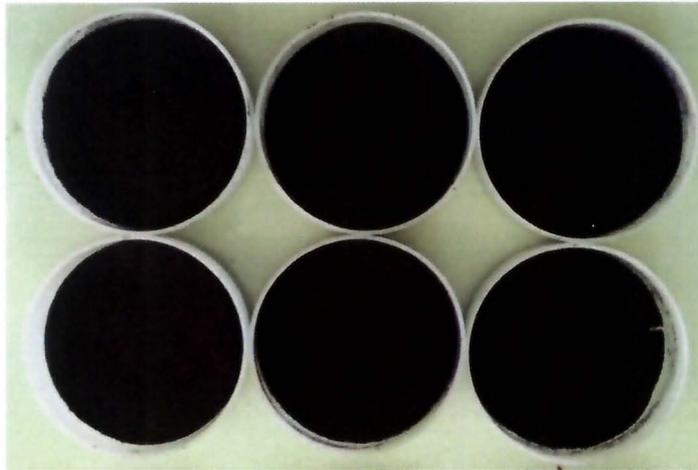
Para obtener el microencapsulado en polvo se realizaron una serie de pruebas preliminares hasta que se logró tener las condiciones de operación adecuadas. Para la preparación de los extracto se utilizó los crioconcentrado obtenidos en el resultado N° 2, y los encapsulatos utilizados para el proceso de microencapsulación se utilizaron maltodextrina y goma arábica descrito en el punto 4 en Métodos. Se eligió a la maltodextrina por su baja

higroscopicidad, alta solubilidad en agua fría y su bajo costo de adquisición, además Tanon et. Al. (2009) determinó que este compuesto derivado del almidón presento mejor retención de antocianinas. La goma arábica se seleccionó porque es altamente soluble, es inodora, presenta acción emulsificante y estabilizante, posee baja viscosidad en solución, lo que facilita el proceso de atomización. Con el crioconcentrado se preparó un extracto de maqui a 8 ° Brix, ya que se comprobó que con concentraciones superiores se producía proceso de caramelización con el consiguiente deterioro y pérdida por el contenido de azúcares del extracto de maqui, para su preparación se empleó agua destilada, mezclando en un agitador magnético con placa calefactora Dragon Lab MS-H-S, luego se pesó 93 gramos de extracto por cada 100 ml de solución de alimentación y posteriormente se pesaron los agentes encapsulantes goma arábica y maltodextrina 3,5 gramos de cada uno por cada 100 ml de solución de alimentación (7% solidos), esto con el objetivo de determinar la mejor temperatura para el secado por aspersión. Los agentes encapsulantes se adicionan al extracto cuando este presenta  $23 \pm 2$  ° C sobre la placa del agitador magnético. Las temperaturas de entrada en el secado por aspersión fueron 130 °C; 150 °C y 170°C. En la Tabla 4.13, se presentan los resultados de los diferentes tratamientos, donde se observa que el aumento de la temperatura del aire de entrada causó una reducción en la humedad y actividad de agua ( $a_w$ ). Esto está directamente relacionado con la mayor temperatura de entrada, debido a que la tasa de transferencia de calor a la partícula es mayor, lo que proporciona una mayor fuerza motriz para la evaporación del agua. El análisis estadístico nos muestra que hubo diferencia significativa entre los diferentes tratamientos, siendo los valores de humedad y  $a_w$  menores a mayor temperatura. El producto en polvo microencapsulado se puede observar en la Fig. 4.12. Así también, en la Tabla 4.13 se puede apreciar que el aumento de la temperatura produce mayores diámetros promedio de las microcápsulas, se debe a que hay un menor encogimiento porque el secado es más rápido. Para reafirmar lo anterior podemos observar en la Fig. 4.13 un microfotografía electrónica de barrido (SEM) en la cual se pueden apreciar en forma clara las microparticulas esférica de la encapsulación del extracto de maqui, donde se puede ver que presentan una forma esférica y tamaños diversos, con diámetros medio que oscilan de 4,7 a 6,3  $\mu\text{m}$ , por lo tanto, se pueden clasifican como microcápsula. De acuerdo a este resultado podemos decir que se logró el objetivo de obtener las microcápsulas a partir del extracto de maqui.

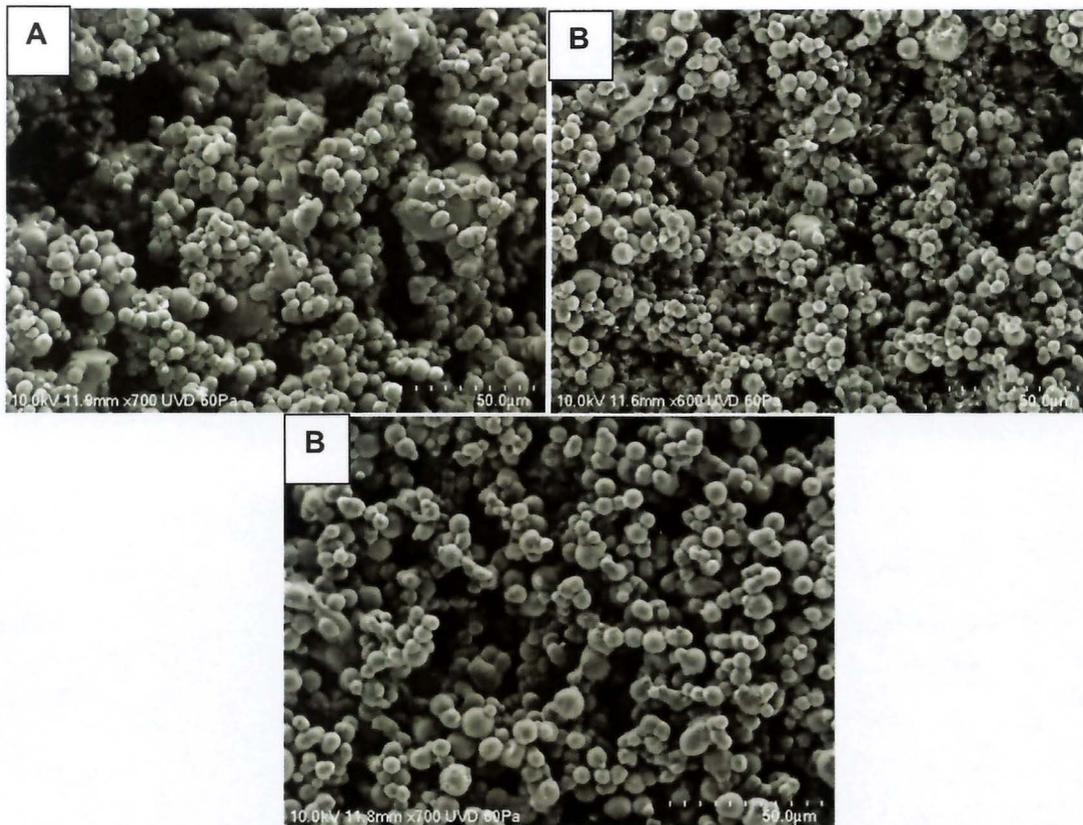
**Tabla 4.13:** Comparación de la humedad, actividad de agua y el diámetro medio de partícula de los diferentes tratamientos

Temperatura de entrada (° C)	Humedad (%)	Actividad de agua	Diámetro medio partícula ( $\mu\text{m}$ )
130	$3,43 \pm 0,625$ c	$0,24 \pm 0,01$ c	$4,71 \pm 1,6$ a
150	$2,41 \pm 0,26$ b	$0,19 \pm 0,00$ b	$5,17 \pm 2,0$ b
170	$1,61 \pm 0,23$ a	$0,15 \pm 0,00$ a	$6,25 \pm 1,9$ c

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



**Figura 4.12:** Fotografía de los polvos a diferentes temperaturas de entrada (130, 150 y 170 °C)



**Figura 4.13:** Microscopía electrónica de barrido (SEM) de las partículas de maqui de los diferente tratamientos A: 130 °C; B: 150 °C y C: 170 °C.

La actividad antioxidante del concentrado microencapsulado en polvo se aprecia en Tabla 4.14, donde el aumento de la temperatura de secado trae consigo un microencapsulado en polvos con mayor contenido de polifenoles y antocianinas totales, en particular el contenido de polifenoles totales no presenta diferencia significativa entre las temperaturas de 150 y 170 °C, en cambio las antocianinas totales son mayores a 170 °C, presentando diferencias significativas a las otras dos temperaturas ensayadas, la posible explicación a esta premisa es que los tipos de secado a mayores temperaturas son menores. Respecto a la actividad antioxidante es mayor a 170 °C lo que se condice con el mayor contenido de antocianinas totales. En relación al color con el parámetro L\*, que mide luminosidad (blanco /negro), se observa que a mayor temperatura de entrada de secado disminuye la luminosidad, lo que indica que la muestra es más oscura, en cuanto al croma (Cab\*) presenta diferencia significativa a las tres temperatura de trabajo, para los valores de tono (H°), los polvos microencapsulados a las tres temperaturas de trabajo presentaron diferencia significativa, pero todos los valores obtenidos pertenecen al cuarto cuadrante del plano cartesiano, correspondiente al color rojo-purpura, característico de las antocianinas que contribuyen a esa tonalidad, de acuerdo a estos resultados a la temperatura de 170 °C disminuye la luminosidad y el tono obteniendo polvos microencapsulados más oscuros (Tabla 4.15). Estos resultados coinciden con Tonon et al., (2008), donde se confirmó que al aumentar la temperatura de entrada se obtienen polvos de acaí con menor luminosidad, lo que puede estar relacionado a la mayor pérdida de agua (menor humedad), que resulta en productos un poco más concentrados y, consecuentemente más oscuros. En resumen el polvo microencapsulado a 170 °C fue el que presento los mejores parámetros en relación a polifenoles y antocianinas totales, capacidad antioxidante y color, por lo cual será la temperatura de trabajo seleccionada.

**Tabla 4.14:** Contenido de polifenoles totales, antocianinas totales y capacidad antioxidante de los diferentes tratamientos.

Temperatura de entrada (° C)	Polifenoles totales (mg AG/100 gr)	Antocianinas (mg Cianidina3-glucosido/100 g)	Capacidad antioxidante (%inhibición DPPH )
130	1595,64 ± 33,91 b	1585,97 ± 5,39 c	70,72 ± 2,02 c
150	2129,42 ± 143,83 a	1871,58 ± 21,68 b	74,37 ± 0,76 b
170	2267,65 ± 62,87 a	2111,73 ± 55,78 a	85,76 ± 2,22 a

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

**Tabla 4.15:** Contenido de polifenoles totales, antocianinas totales y capacidad antioxidante de los diferentes tratamientos

Temperatura de entrada/ salida (° C)	L*	Croma (Cab*)	Tono (H°)
130/75	13,55 ± 0,21 <sup>a</sup>	14,45 ± 0,18 <sup>c</sup>	356,54 ± 0,66 <sup>a</sup>
150/75	12,91 ± 0,10 <sup>ab</sup>	16,17 ± 0,47 <sup>a</sup>	356,94 ± 0,29 <sup>a</sup>
170/75	11,60 ± 0,20 <sup>c</sup>	15,39 ± 0,37 <sup>b</sup>	349,33 ± 0,21 <sup>b</sup>

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

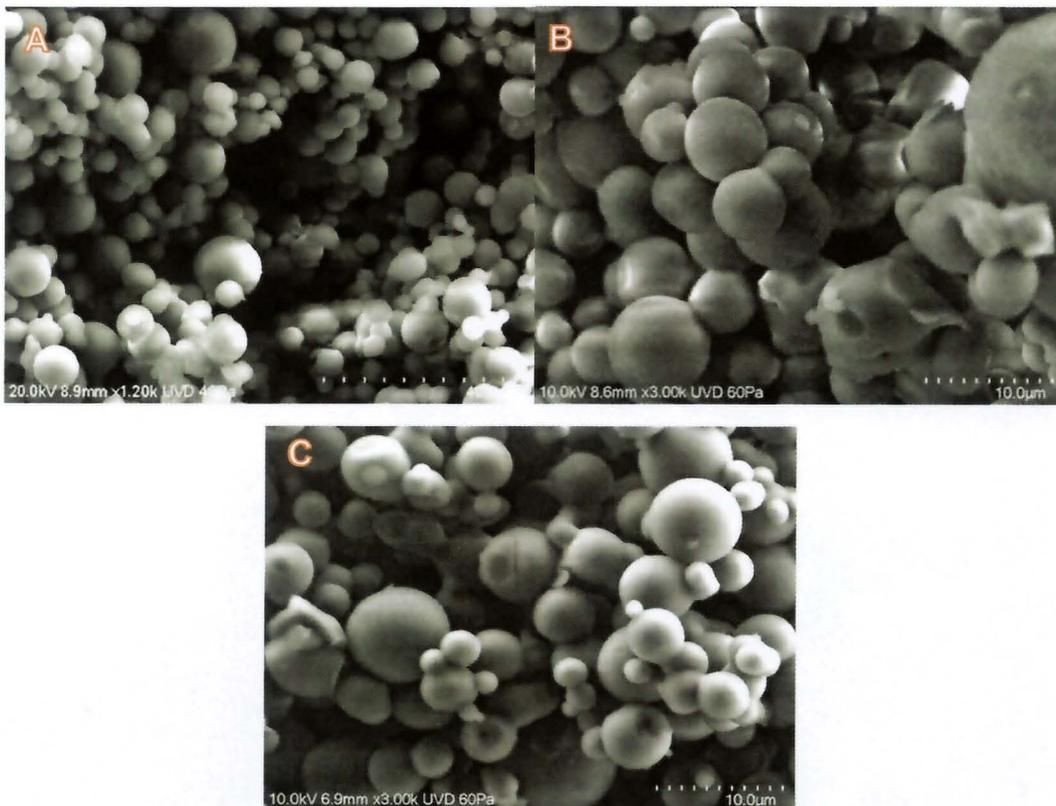
De acuerdo a lo resultados previos, se eligió como temperatura de trabajo 170° para seleccionar cuál de las tres mezclas de agentes encapsulantes se comporta mejor en la obtención del polvo microencapsulado a partir del extracto de maqui. La concentración de agentes encapsulantes fue establecida en pruebas preliminares siendo estas: M-1 que corresponde a la formulación con 100% de goma arábica, M-2 a la formulación que tiene 70% de goma arábica y 30% de maltodextrina y M-3 con 50% de goma arábica y 50% de maltodextrina. Una vez obtenidos los polvos microencapsulados a partir de las tres formulaciones, las que presentaron menores valores de humedad y  $a_w$  fueron M-1 y M-2 sin diferencias significativas entre ellos (Tabla 4.16), cuyos valores se encuentran por debajo de los parámetros de seguridad para la estabilidad microbiológica del producto. Respecto a la solubilidad las tres mezclas superaron el 90% no existiendo diferencias significativas entre ellas, resultado que se considera muy bueno. Los polvos microencapsulados que presentaron mayor higroscopicidad fueron M-1 y M-2 sin diferencia significativa entre ellos, en cambio la formulación M-3 fue menor lo cual está directamente relacionado al mayor contenido de humedad del polvo de esta mezcla (Tabla 4.16).

**Tabla 4.16:** Porcentaje de humedad, actividad de agua y solubilidad de las diferentes formulaciones

Formulación	Humedad (%)	Actividad de agua ( $a_w$ )	Solubilidad (%)	Higroscopicidad (%)
M-1	3,52 ± 0,24 <sup>b</sup>	0,22 ± 0,00 <sup>b</sup>	91,22 ± 1,11 <sup>a</sup>	24,42 ± 0,27 <sup>a</sup>
M-2	3,79 ± 0,25 <sup>ab</sup>	0,22 ± 0,01 <sup>b</sup>	91,23 ± 1,97 <sup>a</sup>	24,13 ± 0,24 <sup>a</sup>
M-3	4,36 ± 0,76 <sup>a</sup>	0,24 ± 0,02 <sup>a</sup>	91,62 ± 2,94 <sup>a</sup>	23,19 ± 0,57 <sup>b</sup>

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

Respecto al efecto del agente encapsulante sobre la microencapsulación se observa en las micrografías obtenidas por SEM que las microcápsulas presentan forma esférica y lisa (Fig. 4.14), lo que es un muy buen indicador de proceso en relación al secado y temperatura utilizada. Por otra parte, es posible observar que las microcápsulas formadas solamente con goma arábica (M-1), presentan un menor diámetro en comparación a las otras formulaciones que presentan mayor proporción maltodextrina, siendo las formulaciones M-2 y M-3 las que presenta el mayor diámetro promedio, pero como se observa en la Tabla 4.17 existe una amplia variabilidad en el tamaño de las microcápsulas que es una característica común cuando se emplea el secado por aspersion, en este caso en particular los diámetros fluctúan desde 5,79  $\mu\text{m}$  hasta 5,59  $\mu\text{m}$ .



**Figura 4.14:** Microscopia electrónica (SEM) de la muestra M-1 (A); muestra M-2 (B) y muestra M-3 (C).

**Tabla 4.17:** Diámetro medio de las diferentes formulaciones

Formulación	Diámetro medio ( $\mu\text{m}$ )
M-1	5,79 $\pm$ 1,35 <sup>a</sup>
M-2	6,59 $\pm$ 1,69 <sup>b</sup>
M-3	6,55 $\pm$ 1,64 <sup>b</sup>

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

El efecto del agente encapsulante sobre los parámetros de color, se puede observar en la Tabla 4.18 los parámetros de color, la mayor luminosidad  $L^*$  presentó la muestra que presenta solamente goma arábica y la menor luminosidad la muestra que tiene mayor contenido de maltodextrina, es decir, a medida que disminuye la proporción de goma arábica existe una disminución de la luminosidad. En relación al parámetro  $a^*$  se observa que no existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ) entre la formulación M-1 y M-2, la disminución de este parámetro nos indica una disminución de la tonalidad roja y el valor de  $b^*$  se incrementa señalando disminución de la tonalidad azul. El croma ( $Cab^*$ ) presenta la misma tendencia que  $a^*$ , disminuye según el ángulo de tono ( $H^\circ$ ) las muestras están próximos a  $360^\circ$ , es decir se ubican en el cuarto cuadrante, valor que indica una tonalidad roja-purpura, característico de las antocianinas las cuales contribuyen a esa tonalidad.

**Tabla 4.18:** Parámetros de color de las diferentes formulaciones

Formulación	$L^*$	$a^*$	$b^*$	$Cab^*$	$H^\circ$
M-1	34,17 $\pm$ 0,74 <sup>a</sup>	10,19 $\pm$ 0,17 <sup>a</sup>	-1,11 $\pm$ 0,09 <sup>b</sup>	10,26 $\pm$ 0,18 <sup>a</sup>	353,78 $\pm$ 0,45 <sup>b</sup>
M-2	33,87 $\pm$ 0,49 <sup>ab</sup>	9,85 $\pm$ 0,44 <sup>a</sup>	-0,95 $\pm$ 0,25 <sup>b</sup>	9,89 $\pm$ 0,46 <sup>a</sup>	354,53 $\pm$ 1,23 <sup>b</sup>
M-3	33,09 $\pm$ 0,99 <sup>b</sup>	9,15 $\pm$ 0,24 <sup>b</sup>	-0,34 $\pm$ 0,15 <sup>a</sup>	9,15 $\pm$ 0,25 <sup>b</sup>	357,88 $\pm$ 0,88 <sup>a</sup>

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

Sobre el efecto del agente encapsulante en los compuestos bioactivos y actividad antioxidante se puede observar en la Tabla 4.19 que el análisis estadístico indica que no existen diferencias significativas ( $p < 0.05$ ) en el contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante en las diferentes formulaciones. Pero, en relación al contenido de antocianinas se observa que la formulación M-2, presenta el mayor contenido de antocianinas totales, formulación que presenta 70% de goma arábica y 30% de maltodextrina en lo referente a la proporción de agente encapsulante empleado. Finalmente, se determinaron los contenidos de las antocianinas monoméricas las cuales presentaron mayor contenido las mezclas M-1 y M-2 sin mayores diferencias significativas entre ellas como se puede observar en la Tabla 4.20, en contraste con la M-3 que presenta menores contenidos. Uno de los cromatogramas obtenidos en la determinación de las antocianinas se observa en la Fig. 4.15.

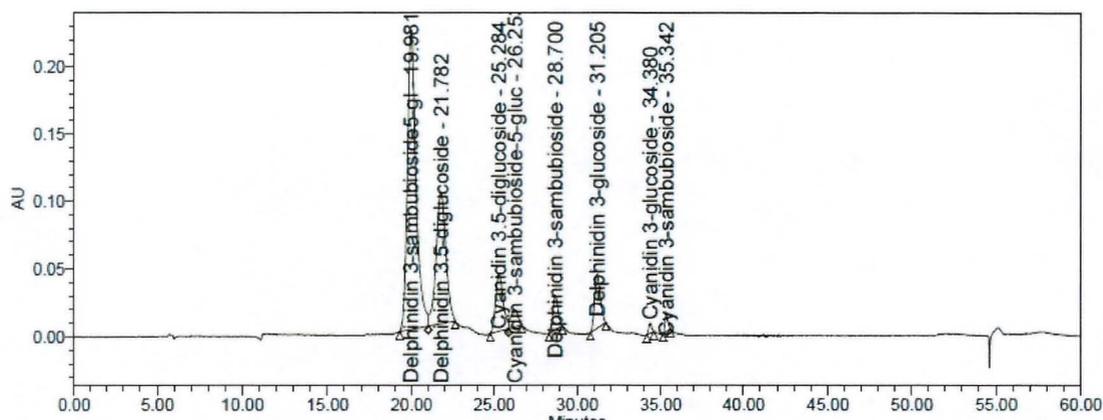
**Tabla 4.19:** Contenido de los componentes bioactivos de los polvos microencapsulados de las diferentes formulaciones expresados en base seca

Formulación	Polifenoles totales	Antocianinas	Actividad
	mg EAG/100 g	mg Cianidina-3-glucosido/ 100 g	antioxidante mg de ET/100g
M-1	2088,72 ± 133,96 <sup>a</sup>	1689,70 ± 70,87 <sup>b</sup>	5260,44± 127,01 <sup>a</sup>
M-2	2206,34 ± 63,21 <sup>a</sup>	1796,71 ± 113,63 <sup>a</sup>	5327,3 ± 247,39 <sup>a</sup>
M-3	2069,54 ± 129,08 <sup>a</sup>	1714,64 ± 49,05 <sup>ab</sup>	5345,42 ± 96,21 <sup>a</sup>

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

**Tabla 4.20:** Contenido de antocianinas monoméricas (mg/g) determinado por HPLC de las tres mezclas utilizadas

Antocianinas Monómericas	Tiempo (Días)		
	M-1	M-2	M-3
Delfinidina 3-sambubiósido 5-glucosido	8.6 ± 0.36 <sup>a</sup>	8,5 ± 0.26 <sup>a</sup>	8.0 ± 0.29 <sup>b</sup>
Delfinidina 3,5 di-glucósido	4.2 ± 0.22 <sup>a</sup>	4.0 ± 0.13 <sup>a</sup>	3.7 ± 0.19 <sup>b</sup>
Cianidina 3,5 di-glucósido	1.4 ± 0.07 <sup>a</sup>	1.2 ± 0.03 <sup>b</sup>	1.1 ± 0.08 <sup>cl</sup>
Cianidina 3 sambubiósido 5-glucosido	0.4 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.4 ± 0.03 <sup>a</sup>	0.3 ± 0.08 <sup>b</sup>
Delfinidina 3 sambubiósido	0.6 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.8 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.6 ± 0.02 <sup>c</sup>
Delfinidina 3 glucósido	1.1 ± 0.08 <sup>b</sup>	1.3 ± 0.04 <sup>a</sup>	1.1 ± 0.03 <sup>b</sup>
Cianidina 3 sambubiósido	0.2 ± 0.02 <sup>a</sup>	0.2 ± 0.01 <sup>a</sup>	0.1 ± 0.005 <sup>b</sup>
Cianidina 3 glucósido	0.1 ± 0.05 <sup>b</sup>	0.1 ± 0.04 <sup>b</sup>	0.2 ± 0.008 <sup>a</sup>

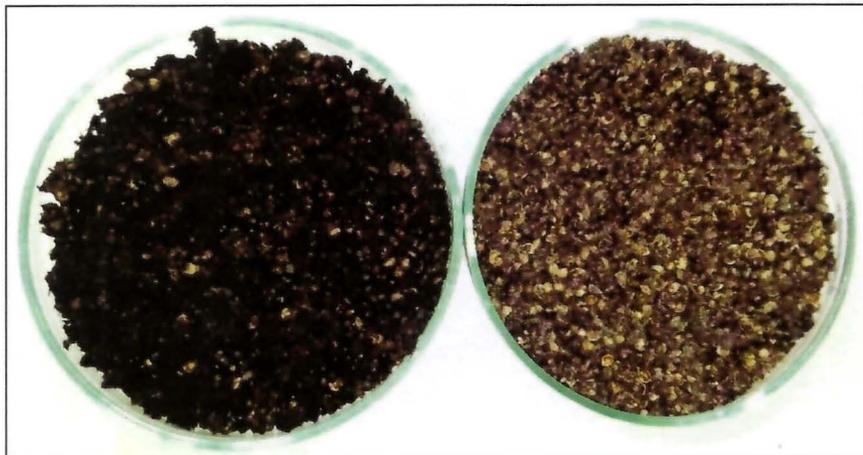


**Figura 4.15:** Cromatograma obtenido por HPLC) de las antocianinas monoméricas de la formulación M-1

En resumen en relación al extracto de maqui microencapsulado de la primera temporada se determinó que las muestras producidas con mayor proporción de maltodextrina presentan mayor humedad y actividad de agua, por lo tanto menor higroscopicidad. El rendimiento y los parámetros de color fueron superiores en los polvos producidos con mayor proporción de goma arábica, las muestras presentan tonalidades más purpuras. Respecto a la solubilidad no existe diferencia significativa ( $p < 0,05$ ) en las tres mezclas (M-1; M-2; M-3). En relación a la morfología todas las muestras son esféricas y lisas y un tamaño variable pero en el rango para ser consideradas microcapsulas. De acuerdo a la proporción del contenido de polifenoles totales y actividad antioxidante no existe diferencia significativa ( $p < 0.05$ ), pero si en cuanto al contenido de antocianinas totales se encontró que la formulación M-2 presenta el mayor contenido, al igual que antocianinas monomericas, esto último en conjunto con la formulación M-1. Por lo cual, las dos formulaciones con mejor comportamiento serían la M-1 y M-2, sin embargo, se selecciona como mejor a la formulación M-2 que contiene 70% de goma arábica y 30% maltodextrina teniendo un menor costo de producción, en relación a la formulación M-1 es 100% goma arábica que encarece su producción.

#### **Resultados de microencapsulación de la 2da temporada de cosecha de maqui (2017)**

Durante este periodo se trabajó en la obtención del microencapsulado del extracto de maqui de la segunda temporada de producción. Lo primero que se realizo fue la caracterización de la materia prima y del extracto de maqui, es así que nos encontramos que una variabilidad en su composición química pero en relación a los compuesto bioactivos no hay mayo diferencia con la cosecha 2016, esto se trató en los resultados del objetivo N°1. Para el caso del extracto de maqui de la cosecha 2017 se debió hace doble extracción, por lo que la humedad aumento, y todos los otros parámetros disminuyeron como se observa en la Tabla 4.4, a diferencia de la cosecha 2016 (Tabla 4.3). En relación a los sólidos solubles (°Brix) en el fruto de maqui aumentaron casi un 30% los de la cosecha 2017 respecto al 2016, Tabla 4.3 y 4.4 respectivamente, pero en el extracto disminuyo ya que esta diluido al doble para realizar una mejor extracción de los compuesto que quedan en el bagazo del fruto. Respecto al pH y acidez no sufrieron cambios mayores tanto para el fruto como el jugo de ambas cosechas. En relación al contenido de antocianinas totales y polifenoles totales, como observamos en la Tabla 4.5 y 4.6 no presentaron difrencias significativas en ambas temporadas de cosecha, sin embargo en el extracto se observa una gran diferencia asociado principalmente a la doble extracción que se le hizo al bagazo posterior a la extracción de jugo con la finalidad de que quedaras el mínimo de compuesto pigmentados (antocianinas) en el residuo, como se puede observar en la Fig. 4.16. Por otra parte el maqui de ambas temporadas presenta una buena capacidad antioxidante (Tabla 4.9).



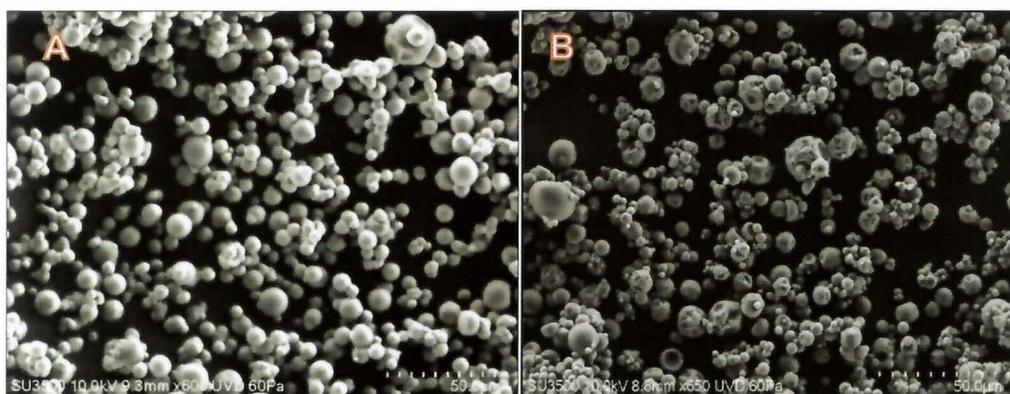
**Figura 4.16:** Extremo izquierdo bagazo con una extracción, extremos derecho bagazo con dos extracciones

En relación a la microencapsulación de la producción 2017, se iniciaron las pruebas a partir de los mejores resultados obtenidos de la temporada 2016 (Tabla 4.19), eligiendo la formulación M-2 correspondiente a 70% (7g en 100 ml) de goma arábica y 30% (3 g en 100 ml) de maltodextrina en lo referente a la proporción de agente encapsulante. Se realizaron otras pruebas con cambiando las condiciones de temperatura, subiendo a 180°C la temperatura de entrada y 95/90°C de salida y 170°C la temperatura de entrada y 95/90°C de salida, con una mezcla de gomas de 7,5% goma arábica con 2,5% de maltodextrinas, manteniendo el extracto de maqui a 8°Brix, con estas condiciones de trabajo se obtuvieron excelentes resultados como se refleja en la Tabla 4.21, donde los contenidos de polifenoles totales son mayores a 170°C, en cambio las antocianinas totales y capacidad antioxidante no presentan diferencias significativas ( $p < 0,05$ ) respecto a las dos temperaturas ensayadas. Al analizar la microscopia electrónico de barrido (SEM) de los polvos obtenidos a las dos temperaturas (Fig. 4.17) se pudo comprobar que se formaron microcapsulas lisas y esféricas, presentando un diámetro medio aproximado de 7,5  $\mu\text{m}$  y que no arrojo diferencia significativa entre las dos temperaturas ensayada, sin embargo, al observar la Fig. 4.17A que corresponde a las microcapsulas del polvo de maqui obtenido a 180°C las microcapsulas se aprecian con una forma más irregular, lo más probable por efecto de la temperatura. Considerando todos los resultados mencionados anteriormente y los obtenidos durante los ensayos del 2016, se decidió que la mejor mezcla de gomas y temperatura de trabajo es 7,5% goma arábica con 2,5% de maltodextrinas y 170°C la temperatura de entrada y 95/90°C de salida. Con los polvos obtenidos bajo estas condiciones se procedió a realizarles las pruebas físicas y contenido de antocianinas monomericas y totales.

**Tabla 4.21:** Contenido de los componentes bioactivos y capacidad antioxidante de los polvos microencapsulados a dos temperaturas

Formulación	Temperaturas °C	Polifenoles Totales*	Antocianinas Totales**	Capacidad Antioxidante***
M - 2	180-90/95	1414,7 ± 52,3 <sup>b</sup>	9,56 ± 0,24 <sup>a</sup>	5081,6 ± 331,17 <sup>a</sup>
M - 2	170-90/85	1650,5 ± 54,3 <sup>a</sup>	9,81 ± 0,24 <sup>a</sup>	4803,9 ± 422,1 <sup>a</sup>

\*mg EAG/100 g o ml; \*\* mg equivalentes de cianidina 3 glucósido/g; \*\*\* mg equivalentes de trolox/100 g o ml. (a-b) Letras diferentes en una misma columna indican que hubo diferencia significativa entre las muestras ( $p < 0,05$ ).



**Fig. 4.17:** Micrografía SEM microcapsula polvo de maqui obtenidos a 170°C entarada y 95/90°C de salida (A) y 178°C entarada y 95/90°C de salida (B)

Analizado el polvo de maqui obtenido bajo los parámetros descritos anteriormente los resultados físicos referente al contenido de humedad, actividad de agua ( $a_w$ ), solubilidad e higroscopicidad (Tabla 4.22), todos ellos resultaron ser mejores que los obtenidos en el polvo obtenido en la temporada 2016 (Tabla 4.16), esto confirma que tanto la mezcla de gomas elegida y las temperaturas de trabajo fueron las adecuada. Respecto a las antocianinas monomericas se encontraron las ocho que posee el fruto presentando los mismos tiempos de retención como se puede observar en la Tabla 4.23 tanto del fruto como solución de alimentación y polvo de maqui microencapsulado. En la Fig. 4.18 se muestra el cromatograma obtenido de las antocianinas presente en el polvo microencapsulado de maqui confirmando con ello que el proceso no altera la proporción de las antocianinas. Por otra parte en la Tabla 4.24 se puede observar el contenido de antocianinas monomericas y total expresado en mg de cianidina 3 glucósido, donde se confirma que el polvo microencapsulado de maqui presenta mayo concentración de antocianinas que el fruto considerando que la solución de alimentación era un extracto diluido a partir del fruto fresco, esto viene a confirma que este proceso es eficiente considerando que el producto obtenido se elabora a partir de extracto del fruto, esto se considera un muy buen resultado ya que en balance general de la producción por cada Kg de maqui fresco se obtendrán as del doble de polvo microencapsulado en relación al contenido de antocianinas, este puntos se considera para su discusión del objetivo N° 5 relacionado con el rendimiento del producto.

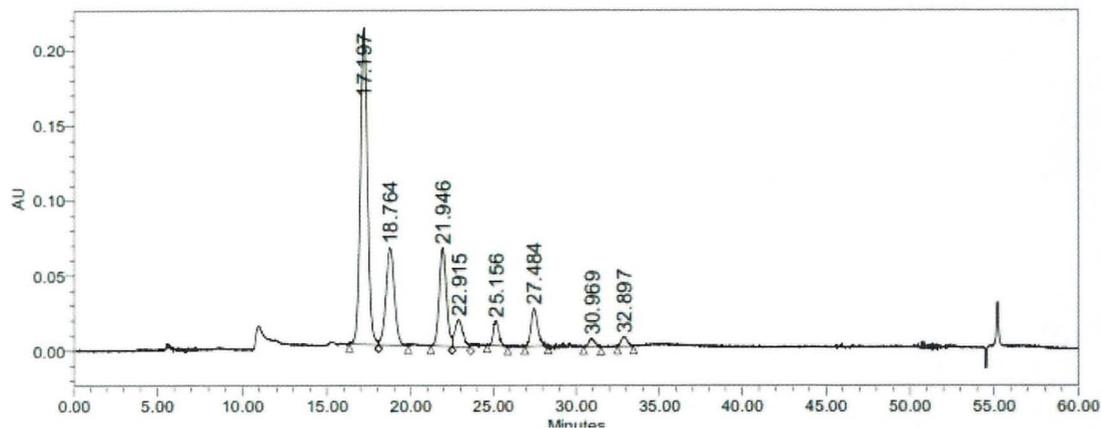
Al analizar el color del polvo obtenido donde L\* que corresponde a la luminosidad representa un valor bajo indicando que el polvo es oscuro, además que los otros parámetros se ubican en el cuarto cuadrante del plano cartesiano, correspondiente al color rojo-purpura, característico de las antocianinas que contribuyen a la tonalidad del fruto, como se aprecia en la Tabla 4.25. El color del final del polvo microencapsulado de maqui se puede observar en la Fig. 19, donde se refleja el color típico del fruto de maqui.

**Tabla 4.22:** Porcentaje de humedad, actividad de agua y solubilidad e higroscopicidad del polvo microencapsulado de maqui 170°C entrada salida 95/90°C

Determinaciones	Promedio ± D.S
Humedad (%)	2.49 ± 0.14
Actividad de Agua	0,213 ± 0,003
Solubilidad (%)	96.87 ± 1.45
Higroscopicidad (%)	16.07 ± 0.14

**Tabla 4.23.** Tiempos de retención de antocianinas monoméricas del fruto de maqui, solución alimentación y polvo obtenido producción año 2017.

Tiempo de retención para cada antocianina monomérica (Min)	Fruto Fresco **	Solución de Alimentación**	Microcápsulas de Maqui
Delphinidin 3-sambubioside5-gl	16,6 ± 0,3	17,1 ± 0,0	17,3 ± 0,1
Delphinidin 3.5-diglucoside	18,0 ± 0,3	18,7 ± 0,0	18,9 ± 0,1
Cyanidin 3.5-diglucoside	21,2 ± 0,3	21,9 ± 0,0	22,1 ± 0,1
Cyanidin 3-sambubioside-5-gluc	22,1 ± 0,3	22,9 ± 0,0	23,0 ± 0,1
Delphinidin 3-sambubioside	24,2 ± 0,3	25,1 ± 0,0	25,3 ± 0,1
Delphinidin 3-glucoside	26,5 ± 0,3	27,4 ± 0,1	27,6 ± 0,1
Cyanidin 3-sambubioside	29,9 ± 0,4	30,9 ± 0,1	31,0 ± 0,0
Cyanidin 3-glucoside	31,8 ± 0,4	32,8 ± 0,1	33,0 ± 0,1



**Figura 4.18:** Cromatograma obtenido por HPLC) de las antocianinas monomericas del polvo microencapsulado de maqui temporada 2017

**Tabla 4.24.** Contenido de Antocianinas Monoméricas expresadas en mg cianidina 3 glucósido polvo microencapsulado de maqui temporada 2017

ANTOCIANINA MONOMÉRICA*	Fruto Fresco **	Solución de Alimentación**	Microcápsulas de Maqui
Delphinidin 3-sambubioside5-gl	2,52 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,70 ± 0,00 <sup>c</sup>	4,90 ± 0,01 <sup>d</sup>
Delphinidin 3.5-diglucoside	2,09 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,25 ± 0,00 <sup>b</sup>	1,80 ± 0,01 <sup>c</sup>
Cyanidin 3.5-diglucoside	0,83 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,23 ± 0,00 <sup>d</sup>	1,53 ± 0,01 <sup>e</sup>
Cyanidin 3-sambubioside-5-gluc	0,38 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,06 ± 0,00 <sup>b</sup>	0,45 ± 0,02 <sup>c</sup>
Delphinidin 3-sambubioside	0,33 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,04 ± 0,00 <sup>c</sup>	0,33 ± 0,01 <sup>a</sup>
Delphinidin 3-glucoside	1,35 ± 0,01 <sup>a</sup>	0,08 ± 0,00 <sup>b</sup>	0,57 ± 0,02 <sup>c</sup>
Cyanidin 3-sambubioside	0,12 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,01 ± 0,00 <sup>b</sup>	0,11 ± 0,01 <sup>a</sup>
Cyanidin 3-glucoside	0,26 ± 0,00 <sup>a</sup>	0,02 ± 0,00 <sup>b</sup>	0,13 ± 0,00 <sup>c</sup>
<b>Antocianinas Totales</b> (mg equivalentes de cianidina 3 glucósido/g)	7.88 <sup>a</sup>	1.40 <sup>b</sup>	9.81 <sup>c</sup>

\*Expresadas en (mg equivalentes de cianidina 3 glucósido/g). \*\*Expresados en Base Húmeda. Letras diferentes en una misma columna indican que hubo diferencia significativa entre las muestras ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 4.25.** Coordenadas colorimétrica Cielab, del polvo microencapsulado de maqui temporada 2017

Parámetros	Extracto
L*	29.84 ± 0.96
a*	27.26 ± 0.30
b*	-9.25 ± 0.15
H°ab	322.5 ± 0.29
Cab*	28.8 ± 0.36



**Figura 4.19.** Color característico del polvo microencapsulado de maqui

#### **4.5. Resultado asociados al objetivo N° 5**

Para dar cumplimiento al objetivo N° 5 sobre realizar el cálculo de porcentaje de rendimiento del microencapsulado se utilizó la fórmula descrita en el punto N° 5 de Método. El primer cálculo de rendimiento se realizó con el polvo microencapsulado de maqui obtenido en la temporada 2016 como se detalla en la Tabla 4.26 se puede observar el rendimiento de las diferentes formulaciones, donde los mejores rendimientos lo presentaron las formulaciones M-1 y M-2 las cuales no presentaron diferencia significativas entre ellas, y el más bajo rendimiento del microencapsulado de extracto de maqui en polvo es el que usa como una mayor concentración de maltodextrina, logrando un rendimiento de  $21,57 \pm 7,18$  %. Sin embargo, este cálculo de rendimiento se parte de una concentración de extracto de maqui 8°Brix, pero el contenido de sólidos solubles del extracto de maqui como se ve en la Tabla

4.3 es de 15,9°Brix, por lo cual tiene una dilución de dos, por lo que el resultado real aplicando el factor de dilución sería el doble de los que se presenta en la Tabla 4.26

**Tabla 4.26:** Resultados del rendimiento de las diferentes formulaciones año 2016

FORMULACION:	RENDIMIENTO
M-1 (100 % GOMA)	26,41 ± 2,62 <sup>b</sup>
M-2 (70% GOMA : 30 matodrextina)	25,28 ± 5,17 <sup>b</sup>
M-3 (50 GOMA : 50 MALTODEXTRINA)	21,57 ± 7,18 <sup>a</sup>

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

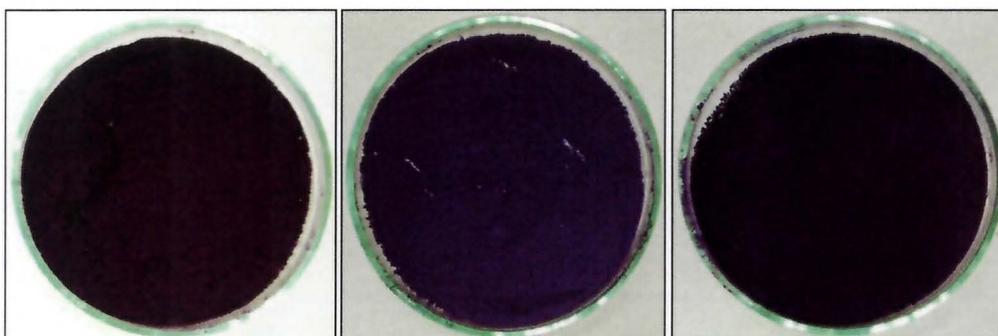
Con la producción de la segunda temporada de maqui (2017) se está trabajando con la finalidad de mejorar el rendimiento del microencapsulado, para ello se utiliza la mejor formulación obtenida de acuerdo a los resultados y que corresponde a la M-2 (70% goma arábica : 30% maltodrextina). Así se realizaron diferentes pruebas con distintas temperaturas de entrada y salida como se observa en la Tabla 4.27, cuando se usan temperaturas muy altas el producto en polvo obtenido sale quemado o muy granuloso (Fig. 4.20), pero si mantenemos la temperatura de 170°C utilizada en la temporada 2016 y aumentamos a 95 la temperatura de salida se tiene un polvo fino con un rendimiento aproximado al 50%, resultado considerado bueno.

Una vez obtenida la mejor formulación correspondiente a la mezcla de 70% goma arábica con 30% de maltodextrinas y 170°C la temperatura de entrada y 95/90°C de salida y efectuada diferentes replicas, se procedió a efectuar el cálculo final del rendimiento del producto. Primero se determinó cual era el rendimiento en la producción del polvo microencapsulado a partir del extracto de maqui de doble extracción, se trabajó con el mismo porcentaje de gomas y se utilizaron dos temperaturas de secado de entrada en la aspersión 180°C y 170°C de proceso. Como se observa en la Tabla 4.28 a ambas temperaturas se tiene un igual rendimiento de aproximadamente 46% no existiendo diferencias significativas entre ella resultado muy similar a las pruebas preliminares que se realizaron en el tercer trimestre del 2017. Con este resultado de rendimiento y los resultados de la selección de la temperatura de trabajo de 170 ° C se concluyó en el objetivo, y se procedió a hacer el cálculo de rendimiento del polvo microencapsulado del maqui en relación al fruto y el contenido de compuestos bioactivos del mismo. Es así como podemos observar en la Tabla 4.29 el rendimiento del polvo microencapsulado es en relación al fruto del maqui es prácticamente 100%, es decir que por cada kilo de maqui se obtiene kilo de polvo, en este punto se debe considerar que en peso final del polvo microencapsulado está incluido el peso de los encapsulantes. Por otra parte el rendimiento obtenido del proceso es de un 46%, pero en este punto se debe considerar que no se parte del jugo sino del extracto en el cual está diluido dos veces por lo cual este rendimiento puede ser mayor. Por otra parte al analizar el rendimiento de los compuestos bioactivos presentes en el polvo respecto al fruto del maqui se aprecia un aumento de un 17% en el contenido de polifenoles totales, un 25% en el contenido de antocianinas totales y un 44% en la capacidad antioxidante (Tabla 4.30). De acuerdo a este último resultado se puede concluir que el polvo microencapsulado de maqui presenta mayores concentraciones de polifenoles, antocianina que el fruto fresco al

igual que su capacidad antioxidante, por lo cual la elaboración de microencapsulación de extracto de maqui es un proceso eficiente, logrando con ello el objetivo propuesto del presente estudio.

**Tabla 4.27:** Resultados del rendimiento formulación M-2 (70% GOMA : 30 matodrextina) año 2017

Parámetros/ Producto	Temperatura a entrada (°C)	Temperatura salida (°C)	Rendimiento (%)	Observación
Polvo 1	200	100	48.8	Polvo quemado
Polvo 2	200	95	51.45	Granuloso
Polvo 3	170	95	50.25	Polvo delgado de buen color



**Figura 4.20:** Diferentes polvos de obtenidos con distintas temperaturas de prueba producción 2017, A: 200/100; B 200/95; C: 200/95

**Tabla 4.28:** Rendimiento de polvos obtenidos a partir de extracto acuoso de maqui.

Muestra	Temperatura de entrada / Temperatura de salida (°C)	Rendimiento (%)
M - 2	170°C*/90-85°C**	46,07 ± 2,39 <sup>a</sup>
M - 2	180°C*/95-90°C**	46,47 ± 3,48 <sup>a</sup>

\*Temperatura de entrada; \*\* Temperatura de salida. (a) Letras diferentes en una misma columna indican que hubo diferencia significativa entre las muestras ( $p < 0,05$ ).

**Tabla 4.29.** Rendimiento de polvo microencapsulado de maqui en relación a fruto fresco.

Fruto Fresco (g)	Rendimiento del microencapsulado (%)	Polvo microencapsulado de maqui (g)	Porcentaje rendimiento a partir de fruto (%)
1000	46,07 ± 2,39	969,92 ± 8,6	96,99 ± 0,86

**Tabla 4.30.** Rendimiento de compuestos bioactivos en el polvo microencapsulado de maqui en relación a fruto fresco.

Muestras	Polifenoles Totales (mg EAG)	Antocianinas Totales (mg cianidina 3 glucósido)	Capacidad Antioxidante (mg ET)
Fruto Fresco (Kg)	14175 ± 1280,2	7460,0 ± 100,0	33442,0 ± 1939,8
Polvo microencapsulado (0,9699 Kg)	16008,5 ± 430,0	9514,9 ± 190,0	46593,9 ± 4094,0
Aumento de compuestos bioactivos (%)	16,85 ± 6,76	24,48 ± 0,99	43,50 ± 4,31

#### 4.5. Resultado asociados al objetivo N° 6

Para dar respuesta al objetivo N° 6 relacionado con **Estudio de Mercado**, se solicitó entrevista con empresario que trabajan en el rubro del maqui, con toda la información recopilada en el cuestionario aplicado a las 12 empresas contactadas de un total de 15 (80%) se diseñó y construyó la encuesta final que se aplicó a la totalidad de las empresas que participaron en la primera ronda, el instrumento se adjunta en el **Anexo 1**.

En base a las preguntas realizadas y las escalas implementadas en la encuestas, se realizaron análisis estadísticos (usando una escala de 1 a 7) Análisis de la Varianza (ANOVA), para cuantificar las respuestas obtenidas por parte de las empresas. En la Tabla 1 Anexo A-1 **Sobre los desafíos para potenciar la disponibilidad de maqui**, se consideran como clave en potenciar la disponibilidad de maqui y estos son: Disponer información precisa sobre el rendimiento de los cultivos de maqui, Potenciar domesticación de macales y Buscar alternativa de mecanización de la cosecha. En relación a las **Acciones a realizar para mejorar el proceso de recolección** (Tabla 2 Anexo A-2), se puede observar que las tres principales acciones están asociadas a la capacitación y formación de los recolectores de maqui en las zonas en donde se produce la cosecha, donde se hace necesaria la vinculación con los municipios para establecer programas de capacitación. La Tabla 3 Anexo A-3 **Determinantes para potenciar la demanda de maqui**, se puede apreciar que los dos principales determinantes de la demanda de maqui de los mercados

internacionales están relacionados con acciones de Marketing y definición clara de nichos de mercado. El tercer determinante tiene que ver con la solución de aspectos legales que son un freno para el desarrollo en los mercados potenciales, dentro de lo principal a destacar. Respecto a las **Acciones para aumentar el nivel de internacionalización del maqui** (Tabla 4 Anexo A-4), la internacionalización está asociada a realizar campañas de Marketing internacional y dar a conocer los estudios científicos sobre las propiedades del maqui. Llama la atención es que la tercera acción que las empresas consideran que se puede realizar es establecer un espacio de trabajo común entre empresas y Universidades, espacio deben ser propiciadas por agencias del gobierno como FIA, Ministerio de Agricultura o ProChile. Sobre la **Problemática actual del mercado del maqui** (Tabla 5 Anexo A-5) y **Problemática futura del mercado del maqui** (Tabla 6 Anexo A-6), se puede observar claramente que las empresas consideran que actualmente y en el futuro el problema del sector estará enfocado en la oferta. Al analizar **Mercados con el mayor potencial de crecimiento para el Maqui en los próximos años** (Tabla 7 Anexo A-7), se puede observar que las empresas consideran a Estados Unidos y algunos países de Asia como Japón y Corea del Sur como los que tienen el mayor potencial de crecimiento para el maqui durante los próximos años. Respecto a **Perfiles de consumidores que demandarán Maqui en los próximos años en los mercados internacionales** (Tabla 8 Anexo A-8), son las personas con estilos de vida saludables los que son percibidos como los mayores consumidores de maqui, seguido del grupo ABC1. Dentro de los Principales frutos competidores del maqui (Tabla 9 Anexo A-9), están el acaí (asaí) seguido del calafate, el primero no es producido en el país, el segundo sí en forma silvestre en el Sur del país. Al efectuar la consulta de **Cuál es la forma de comercialización del maqui mercados internacionales** (Tabla 10 Anexo A-10), las empresas mencionaron que el producto liofilizado tiene la mayor posibilidad y es el más adecuado para el maqui seguido del concentrado. Cuando se analiza los **Atributos que se deben destacar en el envase del producto del maqui** (Tabla 11 Anexo A-11), los atributos más importantes están relacionados con las propiedades antioxidantes, seguido de beneficios para la salud y aspectos nutracéutico del producto. **Al realizar la consulta sobre Valoración de las instituciones en el apoyo a la industria** (Tabla 12 Anexo A-12), los resultados muestran que son las Universidades las que más han apoyado, seguido de ProChile y a continuación FIA.

Una vez realizado el estudio de mercado, y después de analizar las valoraciones que entregaron los gerentes comerciales de las empresas que participan actualmente en el mercado del maqui, se puede observar que este sector en general presenta importantes problemas que ponen en riesgo su desarrollo y potencial. Se pueden descartar el problema de disponibilidad de la fruta, capacitación recolectores desconocimiento sobre los costos reales de la domesticación y la cosecha que se puede lograr, desarrollo e implementación de estrategias de Marketing y participación en ferias internacionales: Por último, la percepción que tienen las empresas sobre el apoyo que les otorga los diferentes organismos Públicos indican que no están adaptados a las reales necesidades de las empresas, y de este estudio se concluye que el apoyo del Sector Público debe ser triple, por un lado, ayudar a mejorar los problemas de recolección del fruto y de capacitación de personas; por otro lado, apoyar en dar a conocer el producto en los mercados internacionales; y por último, generar los espacios para agrupar a las empresas en Chile para que coordinen acciones en conjunto.

Todos estos resultados fueron presentados y discutidos el 29 de noviembre del 2016 de acuerdo a lo programado en la carta Gantt con todos los actores del presente estudio y otros empresarios invitados, en el Seminario de **Avance del Proyecto con Estudio de Mercado del maqui**. La invitación se encuentra Fig. 6.1 y el listado de asistente en Fig. 6.2. Adicionalmente se está trabajando en la posibilidad de sacar un libro digital con el Estudio de Mercado del Maqui.

**El informe completo del estudio de mercado se hizo llegar al Jefe Unidad de Programas y Proyectos con carta conductora fechada 18 de agosto de 2016.**

**Por último se debe destacar que este estudio permitió editar el libro digital titulado “Perspectiva del Mercado Internacional para el desarrollo de la industria del maqui: Un análisis de las empresas en Chile”, ISBN: 978-956-9275-63-0. Este libro se encuentra disponible en la página Web de la UBB y FIA.**

En relación a la Evaluación Económica del polvo microencapsulado de maqui lo primero que se realizó fue la descripción de la línea de proceso de producción en el laboratorio y posteriormente se procede a efectuar el **costeo directo** de la producción a escala laboratorio, aquí se asume todos aquellos “costos” visibles en el producto final, como lo es la materia prima directa y asume como “gastos” del periodo tanto la remuneración del operario calificado, como los costos indirectos de fabricación. Con este método, los 250 gramos de polvo de maqui poseen un costo de fabricación de \$9.403 como se puede observar en la Tabla 4.31. A modo proporcional y para determinar el formato de venta se detalla en la Tabla 4.32, el costo que tiene producir 1 gramo de polvo de maqui en el proceso realizado en laboratorio (\$37,61).

**Tabla 1.31:** Costeo directo en la producción de 250 gramos de polvo microencapsulado de maqui en laboratorio

Elemento de costo	Costo
MPD	\$ 9.403
MOD	\$ -
CIF	\$ -
<b>Total</b>	<b>\$ 9.403</b>

**Tabla 4.32:** Costo directo de producción de un gramo de polvo microencapsulado de maqui en laboratorio

Cantidad de polvo	Costo
<b>250 gramos</b>	\$ 9.403
<b>1 gramo</b>	\$ 37,61

Posteriormente se realizó el cálculo del **costeo absorbente** donde fueron sumados todos aquellos elementos del costo presentes en el proceso realizado en laboratorio como lo es materia prima directa, mano de obra directa y costos indirectos de fabricación en una proporción que responde a un día de trabajo para la producción máxima en laboratorio. Siento un total de \$41.689 de costo para producir 250 gramos de polvo de maqui como se detalla en la Tabla 4.33. Para una mejor visualización y comparación de los costos actuales

y futuros se calculó el costo de producir 1 gramo de polvo de maqui en laboratorio, obteniendo un costo de **\$166,76** como se puede observar en la Tabla 4.34.

**Tabla 4.33:** Costeo absorbente en la producción de 250 gramos de polvo microencapsulado de maqui en laboratorio

Elemento de costo	Costo
MPD	\$ 9.403
MOD	\$ 27.573
CIF	\$ 4.714
<b>Total</b>	<b>\$ 41.689</b>

**Tabla 4.34:** Costo directo de producción de un gramo de polvo microencapsulado de maqui en laboratorio

Cantidad de polvo	Costo
<b>250 gramos</b>	\$ 41.689
<b>1 gramo</b>	\$ 166,76

A continuación se realizó el costo de proceso a escala industrial, para este caso el costeo directo del proceso los 9.375 gramos de polvo de maqui poseen un costo de fabricación de \$311.698 como se puede observar en la Tabla 4.35. A modo proporcional y para determinar el precio por gramo y ser comparable con el proceso en laboratorio, se muestra en la Tabla 3.36 lo que sería el costo directo de producir 1 gramo en proceso industrial, obteniendo un valor de \$33,25.

**Tabla 4.35:** Costeo directo en la producción de 9.375 gramos de polvo microencapsulado de maqui en proceso industrial

Elemento de costo	Costo
MPD	\$ 311.698
MOD	\$ -
CIF	\$ -
<b>Total</b>	<b>\$ 311.698</b>

**Tabla 4.36:** Costeo directo de producción de 9.375 gramos de polvo microencapsulado de maqui en proceso industrial

Cantidad de polvo	Costo
<b>9.375 gramos</b>	<b>\$ 311.698</b>
<b>1 gramo</b>	<b>\$ 33,25</b>

Según el costeo absorbente, el total para producir 9.375 gramos de polvo de maqui es de \$432.169 de como muestra en la Tabla 4.37. Para una mejor visualización y comparación de los costos actuales y futuros, se calculó el costo de producir 1 gramo de polvo de maqui en el proceso industrial, poseyendo un costo de **\$46,1** como se puede observar en la Tabla 4.38.

**Tabla4.37: Costeo absorbente en la producción de 9.375 gramos de polvo microencapsulado de maqui en proceso industrial**

Elemento de costo	Costo
MPD	\$ 311.698
MOD	\$ 85.337
CIF	\$ 35.134
<b>Total</b>	<b>\$ 432.169</b>

**Tabla 4.38: Costeo absorbente por cantidad de maqui en proceso industrial**

Cantidad de polvo	Costo
<b>9.375 gramos</b>	<b>\$ 432.169</b>
<b>1 gramo</b>	<b>\$ 46,1</b>

En resumen, se puede decir que el costo de producir un gramo de polvo microencapsulado bajo estas condiciones de proceso a escala laboratorio que incluya todos los insumos, mano de obra y costos indirectos es de **\$166.76** por cada gramo. En cambio al hacer este mismo calcula a escala industrial el valor baja significativamente a **\$46,1** por cada gramo producido, esto está relacionado con el volumen de producción, ya que a mayor producción los valores son menores.

El flujo de caja neto adjunto en la Tabla 4.39, realizado a partir del proyecto de creación de una empresa dedicada a la producción industrial de polvo microencapsulado de maqui,

muestra índices positivos en su proyección a cinco años como se puede observar en detalle en la Tabla 4.39. Cabe considerar que el flujo implicó un margen de utilidad del 300%, esto dado a que el valor actual neto calculado para el proyecto se hace cero con un 214% de margen de utilidad. Mientras que con un 300% de margen de utilidad se sitúa a valor de mercado, tomando como referencia que actualmente se comercializan los 60 gramos de polvo de maqui liofilizado a \$8.000. A demás en los ingresos anuales se consideró la venta total de la producción, considerando el creciente mercado de éste tipo de productos en Norteamérica, Asia y Oceanía (Romo y col., 2018). Para el segundo año se optó por la compra de una segunda maquinaria de secado por aspersión, con motivo de que éste tipo de productos tienen un 3,8% de crecimiento de demanda anual, y para comenzar a posicionarse se optó por adquirir una maquinaria que incrementará la producción anual de polvo microencapsulado y podría hacer frente a dicha demanda creciente.

**Tabla 4.39: Flujo de caja neto**

Detalle	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5
Ingresos		318.215.069	318.215.069	330.307.241	342.858.917	355.887.555
CF	-	45.576.274	45.576.274	45.576.274	45.576.274	45.576.274
CV	-	79.553.767	79.553.767	82.576.810	85.714.729	88.971.889
Gastos financieros	-	12.420.932	10.456.409	8.260.859	5.807.111	3.064.803
Depreciación	-	5.591.845	5.591.845	5.591.845	5.591.845	5.591.845
Amortización GPM	-	89.542	89.542	89.542	89.542	89.542
Utilidad antes de Impuesto	-	174.982.709	176.947.232	188.211.912	200.079.416	212.593.203
Impuesto	-	47.245.331	47.775.753	50.817.216	54.021.442	57.400.165
Utilidad después de Impuesto	-	127.737.378	129.171.479	137.394.696	146.057.973	155.193.038
Depreciación		5.591.845	5.591.845	5.591.845	5.591.845	5.591.845
Amortización GPM		89.542	89.542	89.542	89.542	89.542
<b>FLUJO OPERACIONAL</b>	<b>-</b>	<b>133.418.764</b>	<b>134.852.866</b>	<b>143.076.082</b>	<b>151.739.360</b>	<b>160.874.424</b>
Préstamo	105.620.168					
Inversión GPM	-	447.709				
Inversión Inicial	-	105.620.168	60.000.000			
Amortizaciones		16.705.125	18.669.647	20.865.198	23.318.945	26.061.253
Capital de Trabajo	-	272.638.795				
<b>FLUJO DE CAPITALES</b>	<b>-</b>	<b>273.086.503</b>	<b>16.705.125</b>	<b>78.669.647</b>	<b>20.865.198</b>	<b>23.318.945</b>
<b>FLUJO DE CAJA NETO</b>	<b>-</b>	<b>273.086.503</b>	<b>116.713.640</b>	<b>56.183.218</b>	<b>122.210.884</b>	<b>134.813.171</b>

El valor actual neto del proyecto da como resultado la cifra de \$95.923.787 en el horizonte de cinco años, con una tasa interna de retorno del 28% y un periodo de recuperación de 3 años. Según los criterios de decisión de los indicadores calculados, el proyecto puede ser aceptado por el inversionista dado que es económicamente viable en el horizonte de cinco años.

**Tabla 2: Indicadores para la toma de decisiones**

Indicador	Valor
<b>VAN</b>	95.918.680
<b>TIR</b>	28%
<b>Periodo de Recuperación</b>	3

## 5.- Ficha Técnica y Análisis Económico:

**Ficha Técnica:** Polvo microencapsulado a partir de extracto del fruto de maqui fresco. El formato de comercialización puede ser según conveniencia, pero se puede recomendar frascos ámbar con 30 g de producto pensando el consumo de 1 g por día, serviría para un mes.

**Costo del producto:** El costo por gramo de producción industrial es de \$46.1, por lo que el valor bruto de los 30 g sería de \$1.383.

**Análisis económico actualizado comparado:** Actualmente no se comercializa un producto similar en el mercado, lo más próximo es el polvo liofilizado a partir del fruto del maqui, el cual tiene un precio aproximado en el mercado de \$8.000 los 60 g. Si se compara el precio de este producto con el valor neto obtenido del polvo microencapsulado de maqui, puede ser una buena alternativa rentable de competencia.

**Análisis de la perspectiva del rubro:** Actualmente se está terminando de redactar la presentación de protección industrial del proceso de obtención del polvo microencapsulado a partir del maqui para ser presentado al Instituto Nacional de Protección Industrial (INAPI). Una vez efectuado esta etapa se ofrecerá esta licencia a los interesados, de los cuales ya existen interesado como son un grupo de agricultores de Chillán y Los Angeles que tiene plantaciones de maqui en desarrollo.

## 6.- Impactos y Logros del Proyecto

### *Impactos Productivos, Económicos y Comerciales*

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Caracterización fisicoquímica, composición polifenoles, antocianinas y capacidad antioxidante de macal domesticado	0	1	1
Dispositivo (tubo) para crioconcentrar jugo	0	2	2
Polvo microencapsulado de maqui	0	1	1
Caracterización fisicoquímica composición polifenoles, antocianinas y capacidad	0	1	1

antioxidante de polvo microencapsulado de maqui			
Rendimiento de la producción de maqui en polvo	0	46,07%	46,07%
Libro "Perspectiva del Mercado Internacional para el desarrollo de la industria del maqui: Un análisis de las empresas en Chile"	0	1	1
Valor del costo de producción industrial del gramo del polvo microencapsulado de maqui	0	\$46,1	\$46,1

### **Impactos Sociales**

**No corresponde a este tipo de proyecto**

<b>Logro</b>	<b>Al inicio del Proyecto</b>	<b>Al final del proyecto</b>	<b>Diferencial</b>
Nivel de empleo anual			
Nuevos empleos generados			
Productores o unidades de negocio replicadas			

### **Impactos Tecnológicos**

<b>Logro</b>	<b>Numero</b>			<b>Detalle</b>
	<b>Nuevo en mercado</b>	<b>Nuevo en la empresa</b>	<b>Mejorado</b>	
Producto: polvo microencapsulado de maqui	1	---	---	Producto nuevo en el mercado
Proceso: de producción de polvo microencapsulado de maqui	1	---	---	Descripción del proceso de producción
Servicio				

Propiedad Intelectual	Número	Detalle
Patentes		
Solicitudes de patente	1	Se ingresó a INAPI solicitud de patente de dispositivo para crioconcentrar jugo N°2018-01410, con fecha 25-05-2018 (Anexo A-13)
Intención de patentar	1	Se está redactando presentación de protección industrial del proceso de obtención del polvo microencapsulado a partir del maqui para ser presentado a INAPI a más tardar en el mes de julio del presente año. (Anexo A-14).
Secreto industrial		
Resultado no patentable		
Resultado interés público		

Logro	Número	Detalle
Convenio o alianza tecnológica	0	
Generación nuevos proyectos	0	

### **Impactos Científicos**

Logro	Número	Detalle ( <i>Citas, título, descripción</i> )
Publicaciones	1	Libro: Romo-Muñoz Rodrigo; José Miguel Bastías-Montes; Rodrigo Monje_Snahueza; Felipe Campos-Muñoz. (2018). "Perspectiva del Mercado Internacional para el desarrollo de la industria del maqui: Un análisis de las empresas en Chile". Editores. José Miguel Bastías-Montes y Rodrigo Romo-Muñoz. Ed. Universidad del Bío Bío. 70 pp. Versión Digital. ISBN: 978-956-9275-63-0. (portada en Anexo A-15)
(Por Ranking)		

Eventos de divulgación científica	6	<ul style="list-style-type: none"> <li>• J. Bastías; C. Vidal; F. Barrientos; D. Parra. Obtención de harina a partir del residuo de la producción de jugo de maqui (<i>Aristotelia chilensis</i> (Mol.) Stuntz) con potencial uso en alimentos funcionales. XXI Congreso Chileno de Ciencias y Tecnología de Alimentos. Santiago, Chile, 22 al 24 de mayo, 2017. (Anexo A-16)</li> <li>• J. Bastías; C. Vidal. Evaluación de color, contenido de compuestos bioactivos y capacidad antioxidante de crioconcentrado de jugo de maqui (<i>Aristotelia chilensis</i> (Mol.) Stuntz). XXI Congreso Chileno de Ciencias y Tecnología de Alimentos. Santiago, Chile, 22 al 24 de mayo, 2017. (Anexo A-17)</li> <li>• José Miguel Bastías Montes. Efecto de la temperatura de secado sobre el contenido de compuestos bioactivos y morfología de los polvos de maqui (<i>Aristotelia chilensis</i> (Mol.) Stunz) obtenidos por aspersión. 7° Congreso Latinoamericano y del Caribe de Profesionales y Estudiantes de Ciencia y Tecnología en Alimentos. Cartagena de Indias, Colombia, 10 al 14 de octubre, 2017. (Anexo A-18)</li> <li>• Bastías-Montes J.M.; Choque M. y Vidal-San-Martín C. Efecto de la temperatura de aspersión sobre las propiedades físicas y morfológicas del polvo microencapsulado obtenido a partir del jugo de maqui (<i>Aristotelia chilensis</i> (Mol.) Stunz). 3er. Congreso Chileno de Berries. Pontificia Universidad Católica, Campus Sn Joaquín, Santiago, Chile. 28 y 29 de noviembre, 2017. (Anexo A-19)</li> <li>• Bastías-Montes J.M. y Vidal-San-Martín C. Efecto de la concentración por congelación y evaporación sobre el contenido de compuestos bioactivos presentes en el fruto de maqui (<i>Aristotelia chilensis</i> (Mol.) Stuntz). 3er. Congreso Chileno de Berries. Pontificia</li> </ul>
-----------------------------------	---	---

		<p>Universidad Católica, Campus Sn Joaquín, Santiago, Chile. 28 y 29 de noviembre, 2017. (Anexo A-20)</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• José Miguel Bastías Montes. Desarrollo de productos con alto potencial funcional a partir del maqui (<i>Aristotelia chilensis</i> (Mol.) Stunz) la “super-fruta” nativa de Chile. XX Seminario Latinoamericano y del Caribe de Ciencia y Tecnología de Alimentos. Panamá, Panamá, 7 al 09 marzo, 2018. (Anexo A-21)</li> </ul>
Integración a redes de investigación		

### **Impactos en Formación**

<b>Logro</b>	<b>Numero</b>	<b>Detalle (Título, grado, lugar, institución)</b>
Tesis pregrado		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Fernanda Barriento y Dafne Parra. Caracterización química, contenido de polifenoles totales y capacidad antioxidante de harina maqui (<i>Aristotelia chilensis</i> (mol.) Stunz). Tesis para optar título Ingeniero en Alimentos, Universidad del Bío-Bío. Prof. Guía Dr. José Miguel Bastías Montes. 2016. (Anexo A-22)</li> <li>• Maria Fernanda Orrego y Francisca Ortiz. Formulación y elaboración de un galletón fortificado con harina de maqui, como una buena fuente de fibra dietética (<i>Aristotelia Chilensis</i> (Mol.) Stunz). Tesis para optar título Ingeniero en Alimentos, Universidad del Bío-Bío. Prof. Guía Dr. José Miguel Bastías Montes. 2017. (Anexo A-23)</li> </ul>
Tesis postgrado		<ul style="list-style-type: none"> <li>• Karen Monterrosa. Caracterización físico-química de aceite de semilla de maqui (<i>Aristotelia chilensis</i> [Mol.] Stunz) obtenido mediante dos métodos extractivos: Tesis para optar al grado de Magister en Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Prof. Guía Dr. José Miguel Bastías Montes. 2017. (Anexo A-24).</li> </ul>

		<ul style="list-style-type: none"> <li>Mónica Choque. microencapsulación por secado por aspersión del extracto crioconcentrado de maqui (<i>Aristotelia chilensis</i> (Mol.) Stunz) con alto contenido de antocianinas empleando la combinación de diferentes agentes encapsulantes. Tesis para optar al grado de Magister en Ciencia e Ingeniería en Alimentos. Prof. Guía Dr. José Miguel Bastías montes. 2017. (Anexo A-25)</li> </ul>
Pasantías		
Cursos de capacitación		

## 7.- Problemas enfrentados durante el proyecto

- **Legales:** Durante el desarrollo del proyecto no se presentaron problemas legales.
- **Técnicos:** Los principales problemas técnicos que encontramos en el transcurso del desarrollo del proyecto fue durante la construcción de los equipos. En el caso de equipo crioconcentrados el problema lo tuvimos cuando realizamos las prueba de eficiencia del proceso semi-continuo que se había propuesto y se determinó que había un perdida de un 25%, con la finalidad de mejorar esta propuesta se propuso pasar de un proceso semi-continuo a un proceso en batch o lote para lo cual se diseñaron nuevos tubos crioconcentradores con doble tapa, una de las cuales era perforada y la otra recibe el criconcentrado, con esta mejora el proceso se hizo altanamente eficiente con un rendimiento de 98% y una pérdida de proceso que no supera el 2,4%. Para el equipo microencapsulador (secador por aspersión) el primer problema fue que en un momento se estaba construyendo los dos equipos simultáneamente por lo cual se priorizo el crioconcentrador, sin dejar de lado la construcción del secador, el mayor problema se presentó con la o cúpula de secado y extractor de vapor de agua de vidrio con la finalidad de ir observando el proceso, se hicieron consulta en diversas fábricas de instrumentos de vidrios pero todos después de un tiempo de analizar y estudiar la factibilidad respondían que no lo podían hacer de acuerdo a diseño propuestos con la consiguiente pérdida de tiempo, finalmente después de una larga pérdida de tiempo un fabricante respondió pero con un valor superior a lo presupuestado, por lo cual se reestudio y se optó por hacerlo en acero inoxidable, además que también se tuvo problemas en encontrar algunos accesorio en el mercado nacional, pero finalmente se superaron los problemas y se cumplió con el cronograma establecido.
- **Administrativos:** El principal problema de esta índole está relacionado con proceso de compra que tenemos como Universidad Pública como toda entidad fiscal, ya que cuenta con muchos paso con la consiguiente demora en los procesos de adquisiciones, esto se trató de solucionar teniendo reuniones con la unidad de adquisiciones obteniendo una mejora dentro de lo posible. Otro problema, fue con los proveedores ya que algunos de ellos se demoraban en despachas los insumos, incluso algunos eran de importación por lo que se demoraban más en llegar, igual las empresas informaban para tomar las medidas de resguardo, por último algunas

empresas se demoraban en facturar lo que atrasaba el proceso de pago. Todo lo anterior, de una u otra forma repercutió en el atraso de hacer las declaraciones de gasto en línea a comienzo de cada mes pasando esos gastos para la próxima declaración. Sin embargo, para el cierre del proyecto se trató de tener todo declarado antes de la fecha estipulada de cierre de proyecto.

- **Gestión:** En general durante el desarrollo del proyecto no se presentaron problemas de esta índole, ya que se contó con un excelente equipo técnico que apoyo durante todo el desarrollo del proyecto, al igual que Unidad de Proyecto de la Dirección de Innovación, de la Vicerrectoría de Investigación y Postgrado de la UBB.

#### **8.- Otros aspectos de interés**

En general el proyecto se desarrolló en forma normal, lo que permitió ir cumpliendo con los diferentes objetivos planteados en las fechas establecida, lo anterior por contar un excelente equipo técnico que posee una buena experiencia en sus respectivas áreas de competencia, lo que aseguró el logro del 100% los objetivos del proyecto. Por lo que es importante considerar que los proyecto cuenten con un buen equipo técnico ya que con ello se asegura dar cumplimiento a los objetivos propuestos.

#### **9.- Conclusiones y Recomendaciones**

Desde el punto de vista:

- **Técnico:** Una vez terminado el proyecto y haciendo una revisión de su ejecución se puede concluir y a la vez recomendar en este aspecto que si se van a construir dos equipos se tomen las medidas de resguardo en cuanto a su ejecución ya que puede traer problemas en la construcción de los mismo, como se mencionó en los problemas técnico. Por lo cual se puede optar por darse más tiempo en la construcción entre un equipo y otro, o sí la empresa tiene poca capacidad de respuesta, enviar a construir los equipos a empresas distintas.
- **Económico:** El principal problema que se presentó en este ítem fue que no se consideró al hacer el presupuesto el alza que tienen los reactivos e insumos de laboratorio ya que la mayoría de ello las empresas proveedoras lo importan y en lo tres años de ejecución esto repercutió en ese ítem, y gracias a que quedo dinero en otros ítems se tuvo que solicitar la reitemización. Por lo anterior, al momento de hacer la valorización de materiales e insumos de laboratorio se debe considerar un alza de aproximadamente un 10%, de acuerdo a la experiencia en el presente proyecto.
- **De gestión:** Como se mencionó anteriormente, se debe contar con un buen equipo técnico y una buena Unidad de Proyecto, para lograr una excelente Gestión durante el desarrollo del proyecto.

#### **IV. INFORME DE DIFUSIÓN**

##### **Presentación en Congresos o Seminarios**

- Lo relacionado con estas actividades se describió y detallaron el punto de **Impacto científicos**, y los respectivos resumen y certificados están detallados en el Anexo A-16 al A-21.

##### **Organización de Seminario y Talleres**

- Lo primero que se organizó como actividad fue el **Lanzamiento del Proyecto**. Esta actividad se coordinó en conjunto con los otros dos proyectos FIA adjudicado también por la UBB, es decir el PYT-2015-0218 y PYT-2015-0220. Esta actividad se realizó el 28 de agosto del 2015 a partir de la 10:30 en el Salón Arturo Prat de la Gobernación Provincial de Ñuble, Chillán, con la asistencia de autoridades del FIA, Gubernamentales, Universitaria, agricultores empresarios académicos profesionales, estudiante y público en general. Las evidencias se adjuntan en el Anexo A-26 invitaciones, Anexo A-27 Pendón y trípticos difusión, Anexo A-28 Lista asistencia y Nota de prensa diario el Sur Anexo A-29.
- El segundo lugar se realizó el **Seminario de Avance del Proyecto**, en el cual estaban considerados invitar a representantes del FIA, representantes de la UBB, asociados al proyecto, equipo técnico, empresarios relacionados a la comercialización del maqui, estudiantes de pregrado y postgrado. Esta actividad se desarrolló el día martes 29 de noviembre, a las 15:00 horas, en el salón Ramón Vinay del Gran Hotel Isabel Riquelme, de la ciudad de Chillán. Las evidencias de esta actividad se presenta en el Anexo A-30 invitación, lista de asistencia Anexo A-31, y Nota prensa página Web UBB Anexo A-32.
- La última actividad realizada fue el Seminario de Clausura, este se realizó el miércoles 16 de mayo, a las 15:00 horas, en el salón Claudio Arrau del Gran Hotel Isabel Riquelme, de la ciudad de Chillán. Conto con la asistencia de personeros del FIA, autoridades de la UBB, agricultores empresarios académicos profesionales, estudiante y público en general. Las evidencias de la actividad se adjuntan en Anexo A-33 invitaciones, Díptico con programa Anexo A-34, Lista de asistencia Anexo A-35, Nota de prensa página Web UBB Anexo A-36, Nota prensa diario Crónica Chillán Anexo A-37.

##### **Publicaciones científicas**

- Como también se detalló en Impacto Científicos como parte del proyecto se editó el Libro: "Perspectiva del Mercado Internacional para el desarrollo de la industria del maqui: Un análisis de las empresas en Chile". Autores Romo-Muñoz Rodrigo; José Miguel Bastías-Montes; Rodrigo Monje\_Sanhueza; Felipe Campos-Muñoz. (2018). Editores. José Miguel Bastías-Montes y Rodrigo Romo-Muñoz. Ed. Universidad del Bío-Bío. 70 pp. Versión Digital. ISBN: 978-956-9275-63-0. (portada en Anexo A-15). Este libro es digital de libre acceso y fue enviado en forma digital formato PDF a todos los asistentes, además está alojado en la página Web de la UBB <http://vrip.ubiobio.cl/vrip/index.php/2018/05/25/perspectivas-del-mercado-internacional-para-el-desarrollo-de-la-industria-del-maqui/> . También se ubicara en página Web de FIA.

### Artículos en Prensa

- Las notas de prensa asociadas al proyecto fueron mencionadas en la parte de Organización de Seminarios y Talleres y corresponde a un artículo publicado en el Diario el Sur el 31 de Agosto del 2015 Anexo A-29 y artículo publicado el 10 de junio en el diario Crónica Chillán Anexo A-36.

### Página Web

- En relación a publicaciones en la página Web, con fecha 06 de Junio de 2018 se publica un artículo relacionado con la culminación exitosa del proyecto en la página Web de Chillán on Line, cuyo link es <http://portal.chillanonline.cl/investigadores-ubb-culminan-con-exito-proyecto-fia-para-la-obtencion-de-microencapsulado-de-antocianinas-a-partir-de-maqui/> la imagen de esta nota se muestra en el Anexo A-38. Otra nota relacionada con el proyecto fue publicada en la página Web Lignum del Grupo Editorial Editec con fecha 19 de junio de 2018, su link es <http://www.lignum.cl/2018/06/05/investigadores-ubb-apuntan-obtencion-microencapsulado-antocianinas-partir-maqui/> la imagen de esta nota se observa en el Anexo A-39.

### V. PRODUCTORES PARTICIPANTES.

#### ESTE ÍTEM NO CORRESPONDE AL PERFIL DEL PRESENTE PROYECTO

#### Antecedentes globales de participación de productores:

REGIÓN	TIPO PRODUCTOR	GÉNERO FEMENINO	GÉNERO MASCULINO	ETNIA (SI CORRESPONDE)	TOTALES
	PRODUCTORES PEQUEÑOS				
	PRODUCTORES MEDIANOS				
	PRODUCTORES GRANDES				

#### Antecedentes específicos de participación de productores:

NOMBRE	UBICACIÓN PREDIO			Superficie Hà.	Fecha ingreso al proyecto
	Región	Comuna	Dirección Postal		

## VI. ANEXOS.

### Anexo 1 Encuesta perspectivas de mercado del maqui

Buenos días / Buenas tardes, la Universidad del Bío-Bío está desarrollando un estudio sobre las perspectivas de mercado del maqui. **El objetivo de esta encuesta es definir específicamente las tendencias que tendrá el sector de producción y de comercialización de maqui y el conjunto de factores de mercado que incidirían en la industria dentro de los próximos años.** Por esta razón le pedimos si sería tan amable de responder a una breve encuesta. La información que nos proporcione será utilizada solo con fines de investigación y le aseguramos la total confidencialidad de los datos que nos pueda aportar.

Número de encuesta: \_\_\_\_\_

#### Parte I: Perspectivas sobre la oferta y demanda de maqui.

1. En una escala de 1 a 7, donde 1 significa “no conozco nada” y 7 significa “tengo un gran conocimiento” podría valorar el nivel de conocimiento que usted tiene sobre la industria del maqui en Chile.

Puntuación

2. Podría indicar los años de experiencia que usted tiene trabajando en empresas que se dediquen al procesamiento y comercialización de maqui u otro tipo de Berry (incluir meses si corresponde).

Años de experiencia

3. En una escala de 1 a 7 donde 1 significa “no hay disponibilidad” y 7 significa “hay una gran disponibilidad”, podría indicar la valoración que realizaría usted a la disponibilidad de fruta de maqui que hay en Chile en estos momentos.

Puntuación

4. En una escala de 1 a 7 donde 1 significa “no hay demanda” y 7 significa “existe una gran demanda”, podría indicar la valoración que realizaría usted a la demanda de productos procesados de maqui que hay actualmente en los mercados internacionales.

Puntuación

5. En una escala de 1 a 7 donde 1 significa “no hay internacionalización” y 7 significa “existe una gran internacionalización”, podría indicar la valoración que realizaría al nivel de internacionalización que actualmente tiene el maqui producto procesado.

Puntuación

6. En una escala de 1 a 7 donde 1 significa que “no es importante” y 7 que “es muy importante”, podría valorar **cada uno** de los siguientes desafíos que, de acuerdo a su experiencia, considera que podrían **potenciar la disponibilidad de maqui** como materia prima.

Desafíos	Puntuación
Evitar cortar las ramas durante la cosecha	<input type="text"/>
Potenciar la domesticación de macales	<input type="text"/>
Aumentar el número de recolectores que participen durante la época de cosecha	<input type="text"/>

Identificar a nivel nacional las zonas específicas en donde se encuentran las plantas de maqui	
Disponer de la información precisa sobre los costos reales para desarrollar macales domesticados	
Buscar una alternativa de mecanización de la cosecha	
Disponer de la información precisa sobre el rendimiento que puede tener un cultivo de maqui	
Desarrollar diferentes variedades de maqui	

7. En una escala de 1 a 7 donde 1 significa que “no es importante” y 7 que “es muy importante”, podría valorar **cada uno** de las siguientes acciones que se deberían realizar para aumentar el nivel de internacionalización del maqui.

Acciones	Puntuación
Acciones realizadas por entidades gubernamentales para dar a conocer las propiedades de esta fruta	
Realizar campañas de marketing sectorial <b>a nivel nacional</b> entre las empresas participantes en la industria	
Realizar campañas de marketing sectorial <b>a nivel internacional</b> entre las empresas participantes en la industria	
Dar a conocer a las empresas extranjeras que son potenciales compradores de productos en base a maqui los estudios científicos que respaldan las propiedades que posee el maqui	
Fomentar a nivel nacional la creación de asociaciones gremiales entre las empresas que participan en la industria	
Generar un espacio de trabajo común entre el gobierno, las empresas y las universidades para realizar acciones que den a conocer el maqui en los mercados internacionales	
Otra ¿Cuál?	

8. En una escala de 1 a 7 donde 1 significa que “no es importante” y 7 que “es muy importante”, podría valorar **cada uno** de los siguientes factores que, de acuerdo a su experiencia, **son determinantes para potenciar la demanda en los mercados internacionales** durante los **próximos años**.

Factores	Puntuación
Definir de forma adecuada los nichos de mercado en donde posicionar el maqui y los productos procesados	
Realizar envases atractivos en donde se pueda resaltar los atributos del maqui	
Resaltar algunos atributos del producto los beneficios para la salud alimento de pueblos originarios alimento exótico	
Abordar la problemática legal que existe en Europa para el ingreso de	

productos en base a maqui (normativa de “novel food”)	
Resaltar el maqui como un producto gourmet	
Aumentar la participación de las empresas en las ferias internacionales con una estrategia de marketing definida previamente	
Otro ¿Cuál?	

9. En una escala de 1 a 7 donde 1 significa que “no es importante” y 7 que “es muy importante”, podría valorar **cada uno** de las siguientes acciones que, de acuerdo a su experiencia, se deberían realizar durante los **próximos años** para **mejorar el proceso de recolección del fruto**.

Acciones	Puntuación
Realizar capacitación a los recolectores	
Establecer por norma las exigencias que se piden en la cosecha a las empresas orgánicas (30% de la fruta debe quedar en el árbol)	
Desarrollar un programa de educación estatal o municipal para mejorar la forma de cosecha	
Concientizar a los recolectores sobre la importancia de las cosechas futuras que se pueden realizar a la plantas de maqui	
Desarrollar alguna tecnología que permita mecanizar la cosecha	
Establecer alguna “certificación” para los recolectores de maqui	
Incentivar con campañas de educación a los consumidores para que estos exijan producción sustentable del maqui	
Otra ¿Cuál?	

10. De acuerdo a su experiencia, y utilizando una escala de 1 a 7, donde 1 es la menor puntuación y 7 es la mayor puntuación, en donde considera que se encuentra **la mayor problemática del sector del maqui actualmente**.

Problemática	Puntuación
Oferta (disponibilidad de la materia prima y de productos procesados en base a maqui)	
Demanda (compra de productos procesados en base a maqui por parte de las empresas y consumo por parte de las personas)	

11. De acuerdo a su experiencia, y utilizando una escala de 1 a 7, donde 1 es la menor puntuación y 7 es la mayor puntuación, en donde considera que se encuentra **la mayor problemática del sector del maqui en los próximos años**.

Problemática	Puntuación
Oferta (disponibilidad de la materia prima y de productos procesados en base a maqui)	

Demanda (compra de productos procesados en base a maqui por parte de las empresas y consumo por parte de las personas)	
--	--

**Parte II: Perspectivas sobre las características del mercado del maqui.**

12. En una escala de 1 a 7, donde 1 es la menor puntuación y 7 es la mayor puntuación, podría valorar **cada uno** de los siguientes países que, de acuerdo a su experiencia, son los que tienen más potencial de crecimiento en las ventas **en los próximos años** para el maqui y los productos procesados de esta fruta.

Países	Puntuación
Estados Unidos	
Canadá	
Brasil	
Corea del Sur	
Japón	
China	
Australia	
Nueva Zelanda	
Alemania	
España	
Francia	
Inglaterra	
Italia	
Otro país ¿Cuál?	

13. En una escala de 1 a 7 donde 1 es la menor puntuación y 7 es la mayor puntuación, valore los perfiles de consumidores que usted considera que son aquellos en donde el maqui y los productos procesados a partir de esta fruta tendrán una mayor demanda en los mercados internacionales **en los próximos años**.

Perfil de consumidor	Puntuación
Deportistas	
Adulto mayor	
Profesionales exitosos jóvenes	
Personas con estilos de vida saludable	
Personas de un nivel Socio-económico ABC1	
Otro ¿Cuál?	

14. En una escala de 1 a 7 donde 1 es la menor puntuación y 7 es la mayor puntuación, podría valorar cada uno de los siguientes frutos que usted considera que son **los principales sustitutos del maqui** como fuente de antioxidante.

Producto	Puntuación
Calafate	
Acerola	
Grosella	
Noni	
Arándanos	
Murtilla	
Asái	
Cranberries	
Mora	
Boysenberries	

Goji	
Granada	
Rosa Mosqueta	

15. Podría indicar cuál es el precio promedio por kilo (en dólares) de exportación de maqui en sus diferentes formatos que usted realiza a los mercados internacionales e indicar en qué porcentaje puede variar el precio en los próximos años (**la variación del precio puede ser positiva o negativa**).

Formato	Precio promedio US\$	% de variación del precio en próximos años
Congelado		
Deshidratado		
En polvo		
Liofilizado		
Concentrado		
Extracto en polvo		

16. Podría mencionar, en orden de importancia, los 5 tipos de formato que usted considera que son de mayor interés para comercializar el maqui **en los próximos años** (por ejemplo, fresco, congelado, en polvo, etc.).

Formato de comercialización	Orden de importancia
	1
	2
	3
	4
	5

17. De un total del 100%, ¿qué porcentaje de importancia le asignaría usted a **cada uno** de los formatos de comercialización que acaba de mencionar?

Formato de comercialización	Porcentaje asignado (%)

18. En una escala de 1 a 7 donde 1 es la menor puntuación y 7 es la mayor puntuación, podría valorar **cada uno de los siguientes atributos** que usted considera que son los más relevantes de destacar en el envase de los productos procesados a base de maqui.

Atributos	Puntuación
Capacidad antioxidante	
Aspectos nutraceuticos del maqui	
Beneficios para la salud (cardioprotector, antiglicémico, neuroprotector)	
Características ancestrales del maqui	
Alimento de pueblos originarios	

Fruta exótica (vinculado a un país exótico como Chile)	
Alimento proveniente del fin del mundo	
Otro atributo ¿Cuál?	

**Parte III: Entorno competitivo futuro.**

19. Considerando el potencial que tiene el maqui y los productos procesados que se pueden elaborar a partir de esta fruta, ¿Qué tan importante puede ser este potencial en la posibilidad de atraer **inversiones o inversionistas internacionales a Chile en los próximos años** para potenciar esta industria? Ordenar jerárquicamente, donde 1 es la mayor jerarquía y 5 es la menor jerarquía **(Respuesta abierta)**

Razones	Jerarquía
	1
	2
	3
	4
	5

20. Podría mencionar, en orden de importancia, los tres países que usted considera que podrían estar interesados en realizar inversiones en Chile para participar de la industria del maqui **en los próximos años**.

Países	Importancia
	1
	2
	3

21. Centrándonos en la misma temática de la pregunta anterior, qué tipo de **empresas nacionales** considera que estarían interesadas en realizar inversiones **en los próximos años** para ingresar a la industria del maqui para potenciar la industria? Ordenar jerárquicamente, donde 1 es la mayor jerarquía y 5 es la menor jerarquía **(Respuesta abierta)**

Tipo de empresa	Jerarquía
	1
	2
	3
	4
	5

22. Podría mencionar, en orden de jerarquía, los tres aspectos que usted considera más relevantes en donde se deben focalizar las investigaciones asociadas al maqui que las empresas y Universidades deben realizar para potenciar la industria **en los próximos años**.

Aspectos	Jerarquía
	1
	2
	3
	4
	5

23. De acuerdo a su experiencia, cuáles cree usted que son las estrategias de internacionalización más adecuadas que las empresas chilenas de maqui deben adoptar en los próximos años para introducirse y penetrar en los mercados internacionales (ordenar por jerarquía, donde 1 es la mayor jerarquía y 5 es la menor jerarquía)

Estrategia	Jerarquía

	1
	2
	3
	4
	5

24. En una escala de 1 a 7 donde 1 significa “no han entregado apoyo” y 7 significa “han entregado mucho apoyo”, podría valorar cada una de las instituciones públicas que se presenta a continuación en relación al apoyo que han entregado para potenciar las investigaciones y el desarrollo de la industria del maqui en Chile.

Institución	Nota
Corfo	
Innova Chile	
ProChile	
Sercotec	
Fundación para la Innovación Agraria (FIA)	
Servicio Agrícola Ganadero (SAG)	
Ministerio de Agricultura	
Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA)	
Instituto de Desarrollo Agropecuario (INDAP)	
Universidades	
Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica (Conicyt)	
Otro ¿Cuál?	

Por último, le pedimos que nos indique alguna información de la empresa:

Información	Respuesta
Años totales de operación	
Número de trabajadores	
Localización de la empresa	

Le agradecemos su tiempo y el interés que ha tenido en contestar esta encuesta. Espero que las preguntas no le hayan generado ningún tipo inconveniente. La información que nos ha proporcionado es muy valiosa para nosotros y nos permitirá obtener conclusiones muy importantes. Muchas gracias.

## Anexo A-1

**Tabla 1:** Análisis sobre los desafíos para potenciar la disponibilidad de maqui

Desafíos para potenciar la disponibilidad	Puntuación media	Desviación estándar	Significatividad
Disponer información precisa sobre el rendimiento de los cultivos de maqui	6,25	1,22	0,579
Potenciar domesticación de macales	6,17	1,80	0,672
Buscar alternativa de mecanización de la cosecha	5,50	1,93	0,767
Aumentar el número de recolectores	5,42	1,88	0,474
Disponer de información precisa sobre los costos reales para desarrollar macales domesticados	5,42	1,38	0,579
Evitar cortar ramas durante la cosecha	5,36	2,29	0,890
Identificar zonas donde se encuentran los macales	5,08	1,56	0,386
Desarrollar diferentes variedades de maqui	4,75	1,86	0,202
Anova de un factor considerando clasificación entre empresas de Santiago y Regiones			

**Fuente:** Elaboración propia

## Anexo A-2

**Tabla 2:** Acciones a realizar para mejorar el proceso de recolección

Acciones a realizar	Puntuación media	Desviación estándar	Significatividad
Realizar capacitación a los recolectores de maqui	6,60	,516	,077
Concientizar a los recolectores sobre la importancia de las cosechas futuras que se pueden realizar a las plantas de maqui	6,40	,516	,486
Desarrollar un programa de educación estatal o municipal para mejorar la forma de cosecha	6,10	,738	,629
Establecer por norma las exigencias que se piden en la cosecha a las empresas orgánicas	5,56	1,509	,754
Desarrollar alguna tecnología que permita mecanizar la cosecha	5,20	2,486	,962
Establecer alguna certificación para los recolectores de maqui	5,10	2,132	,332
Incentivar con campañas de educación a los consumidores para que estos exijan producción sustentable de maqui	4,60	2,011	,860
Anova de un factor considerando clasificación entre empresas de Santiago y Regiones			

**Fuente:** Elaboración propia

### Anexo A-3

**Tabla 3:** Determinantes para potenciar la demanda de maqui

Determinantes	Puntuación media	Desviación estándar	Significatividad
Aumentar la participación de las empresas en las ferias internacionales con una estrategia de marketing definida previamente	6,33	1,435	0,791
Definir de forma adecuada los nichos de mercado en donde posicionar el maqui y los productos procesados de esta fruta	6,08	1,782	0,915
Abordar la problemática legal que existe en Europa para el ingreso de productos en base a maqui (normativa novel food)	6,08	1,975	0,435
Resaltar algunos atributos del producto, beneficios para la salud	5,50	1,624	0,725
Realizar envases atractivos en donde se pueda resaltar los atributos del maqui	5,42	1,832	0,677
Resaltar el maqui como producto gourmet	4,25	2,094	0,785
Anova de un factor considerando clasificación entre empresas de Santiago y Regiones			

Fuente: Elaboración propia

### Anexo A-4

**Tabla 4:** Acciones para aumentar el nivel de internacionalización del maqui

Acciones	Puntuación media	Desviación estándar	Significatividad
Realizar campañas de marketing sectorial a nivel internacional por las empresas participantes en la industria	6,33	0,333	0,742
Dar a conocer a las empresas extranjeras que son posibles compradores, los estudios científicos que respaldan las propiedades que tiene el maqui	6,08	0,288	0,160
Generar un espacio de trabajo común entre el gobierno, las empresas y las universidades para realizar acciones que den a conocer el maqui en los mercados internacionales	6,00	0,444	1,000
Fomentar a nivel nacional la creación de asociaciones gremiales entre las empresas que participan en la industria	5,50	0,469	0,477
Acciones realizadas por entidades gubernamentales para dar a conocer las propiedades de esta fruta	5,25	0,861	1,000
Realizar campañas de marketing sectorial a nivel nacional por las empresas participantes en la industria	4,67	0,527	0,460
Anova de un factor considerando clasificación entre empresas de Santiago y Regiones			

Fuente: Elaboración propia

### Anexo A-5

**Tabla 6.5:** Problemática actual del mercado del maqui

Perspectiva	Puntuación media	Desviación estándar	Significatividad
Oferta	5,25	1,658	0,730
Demanda	5,08	1,782	0,668

Anova de un factor considerando clasificación entre empresas de Santiago y Regiones

Fuente: Elaboración propia

### Anexo A-6

**Tabla 6:** Problemática futura del mercado del maqui

Perspectiva	Puntuación media	Desviación estándar	Significatividad
Oferta	5,5	1,382	0,401
Demanda	4,67	1,923	0,262

Anova de un factor considerando clasificación entre empresas de Santiago y Regiones

Fuente: Elaboración propia

### Anexo A-7

**Tabla 7:** Mercados con el mayor potencial de crecimiento para el Maqui en los próximos años

Países	Puntuación media	Desviación estándar	Significatividad
Estados Unidos	6.20	1,033	0,486
Japón	6.20	,919	0,432
Corea del Sur	5.70	1,567	0,649
Australia	5.20	1,398	0,610
Italia	5.20	1,398	0,339
Alemania	5.10	1,792	0,212
China	5.00	1,826	0,746
Nueva Zelanda	5.00	1,414	1,000
Canadá	4.70	1,703	0,115
Inglaterra	4.60	2,066	0,161
Francia	4.50	2,121	0,393
España	4.20	2,044	0,341
Brasil	3.00	2,160	0,581

Anova de un factor considerando clasificación entre empresas de Santiago y Regiones

Fuente: Elaboración propia

### Anexo A-8

**Tabla 8:** Perfiles de consumidores que demandarán Maqui en los próximos años en los mercados internacionales

Perfiles de consumidores	Puntuación media	Desviación estándar	Significatividad
Personas con estilos de vida saludables	6.73	0,467	0,152
Personas con nivel socio-económico ABC1	6.27	0,786	0,498
Deportistas	6.00	1,000	0,227
Profesionales exitosos jóvenes	5.64	1,286	0,251
Adulto mayor	5.55	1,864	0,371
Anova de un factor considerando clasificación entre empresas de Santiago y Regiones			

Fuente: Elaboración propia

### Anexo A-9

**Tabla 9:** Principales frutos competidores del maqui

Fruto	Puntuación media	Desviación estándar	Significatividad
Asaí	5,73	1,794	0,335
Calafate	5,20	2,700	0,793
Murtilla	4,10	2,331	0,143
Arándanos	3,80	1,989	0,812
Goji	3,70	2,359	0,578
Cranberries	3,60	2,319	0,919
Rosa mosqueta	3,50	2,173	0,146
Granada	3,40	2,011	0,860
Noni	3,20	2,201	0,747
Boysenberries	3,00	1,944	0,539
Mora	2,90	1,792	0,419
Acerola	2,78	1,922	0,498
Grosella	2,33	1,581	0,898
Anova de un factor considerando clasificación entre empresas de Santiago y Regiones			

Fuente: Elaboración propia

### Anexo A-10

**Tabla 10:** Forma de comercialización del maqui mercados internacionales

Formato	% relativo de importancia
Liofilizado	40
Concentrado	35
Congelado	11
Producto procesado	13
Fresco	1

Fuente: Elaboración propia

### Anexo A-11

**Tabla 6.11:** Atributos que se deben destacar en envase producto del maqui

Fruto	Puntuación media	Desviación estándar	Significatividad
Capacidad antioxidante	7,00	0	0
Aspectos nutraceutico del maqui	6,60	0,516	0,645
Beneficios para la salud	6,60	0,699	0,857
Características ancestrales del maqui	5,30	1,418	0,335
Fruta exótica	4,80	1,398	0,857
Alimento de pueblos originarios	4,70	1,703	0,118
Alimento proveniente del fin del mundo	4,60	1,578	0,464
Anova de un factor considerando clasificación entre empresas de Santiago y Regiones			

**Fuente:** Elaboración propia

### Anexo A-12

**Tabla 12:** Valoración de las instituciones en el apoyo a la industria

Institución	Puntuación media	Desviación estándar	Significatividad
Universidades	5,13	1,553	0,907
ProChile	4,89	1,965	0,663
FIA	4,33	3,162	0,685
Corfo	4,11	2,667	0,029
INIA	4,00	2,976	0,807
Innova Chile	3,67	2,598	0,104
Conicyt	3,14	2,478	0,491
Sercotec	2,89	2,261	0,503
Ministerio de Agricultura	2,75	2,315	0,875
SAG	2,67	2,179	0,553
INDAP	2,50	2,138	0,646
Anova de un factor considerando clasificación entre empresas de Santiago y Regiones			

**Fuente:** Elaboración propia

### Anexo A-13

**Solicitud de patente de dispositivo para crioconcentrar jugo**





## FPI - 41

(19)

### HOJA TÉCNICA (RESUMEN)

(12) TIPO DE SOLICITUD

INVENCIÓN	*	MODELO DE UTILIDAD	(51) Int. Cl.
-----------	---	--------------------	---------------

(21) Número de Solicitud

(22) Fecha de Solicitud

(30) Número de Prioridad (País, N° y Fecha)

(72) Nombre inventor(es) (Incluir Dirección)

José Miguel Bastias Montes

(71) Nombre Solicitante (Incluir Dirección y Teléfono)

Universidad del BíoBío

(74) Representante (Incluir Dirección y Teléfono)

Ximena Sepúlveda Barrera;

(54) Título de la invención. (Máximo 350 caracteres)

Dispositivo para crioconcentrar jugos.

(57) Resumen (Máximo 1000 caracteres)

Se presenta un dispositivo para crioconcentrar jugos, que se encuentra confeccionado en policarbonato u otro polímero de grado alimenticio, de preferencia technyl, y comprende un cuerpo principal, una tapa interna y una tapa externa. Donde el cuerpo principal es un cilindro hueco en el cual va depositado el jugo en forma líquida, la tapa interna está compuesta por un disco que presenta microporos que permite la separación del concentrado, y la tapa externa permite la acumulación del soluto concentrado, el cual es removido por un orificio presente en esta tapa. Además se presenta el proceso para su funcionamiento y su uso.

Firma Solicitante o Aposeado

[www.inapi.cl](http://www.inapi.cl)

LLENAR POR COMPUTADOR O MAQUINA DE ESCRIBIR

**Anexo A-14**  
**Proceso Protección Industrial de obtención del polvo microencapsulado a partir del maqui**

**Ordinario Interno N°11OTL/2018**

Ant. :

Mat. : Propiedad Industrial Proyecto FIA PYT –  
2015-0219

CONCEPCIÓN, 15 de junio de 2018.

De : Coordinadora de Oficina de Transferencia y Licenciamiento.

Para : José Miguel Bastías Montes – Director Proyecto FIA PYT – 2015- 0219

---

La Oficina de Transferencia y Licenciamiento de la Universidad del Bío-Bío (OTL-URBB) deja constancia que don **José Miguel Bastías Montes**, director proyecto FIA PYT – 2015-0219 denominado “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”, se encuentra en proceso de protección industrial del segundo resultado de investigación que tiene ver con la obtención del polvo microencapsulado de maqui, el cual será presentado al Instituto Nacional de Propiedad Industrial - INAPI.

Lo anterior para ser presentado en informe de cierre proyecto FIA PYT – 2015-0219.

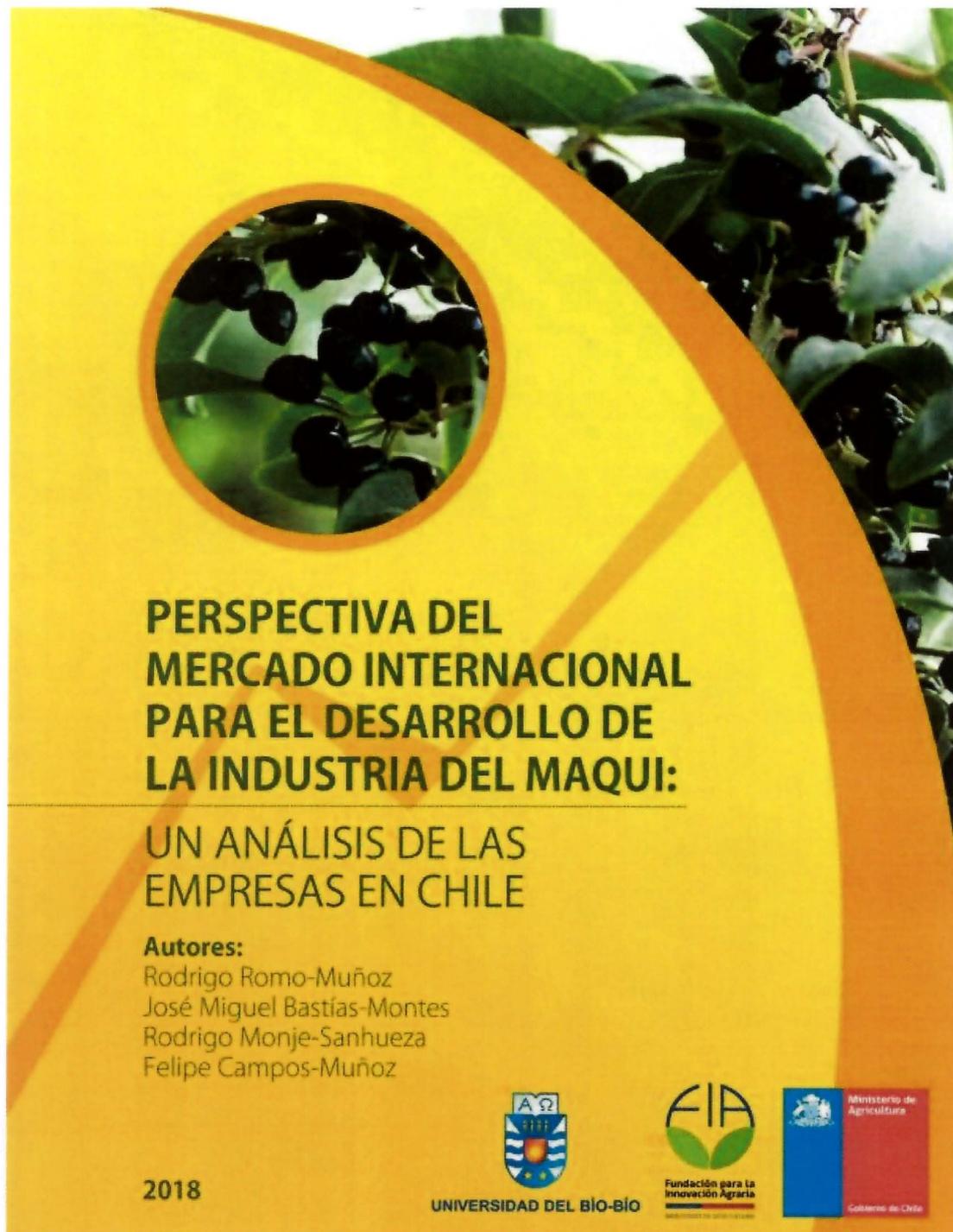
  
**ANDREA BUSTOS RIVERA**  
Coordinadora  
Oficina de Transferencia y Licenciamiento

ABR/abr

Adj.:

C c : Archivo Dirección de Innovación

Anexo A-15  
Portada del Libro editado como parte Estudio de Mercado



**PERSPECTIVA DEL  
MERCADO INTERNACIONAL  
PARA EL DESARROLLO DE  
LA INDUSTRIA DEL MAQUI:**

**UN ANÁLISIS DE LAS  
EMPRESAS EN CHILE**

**Autores:**

Rodrigo Romo-Muñoz  
José Miguel Bastías-Montes  
Rodrigo Monje-Sanhueza  
Felipe Campos-Muñoz

2018



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO



Fundación para la  
Innovación Agraria



Ministerio de  
Agricultura

Gobierno de Chile

Anexo A-16  
Resumen trabajo Científico Asociado a Proyecto



Universidad de los Andes > ESCUELA DE NUTRICIÓN Y DIETÉTICA



XXI CONGRESO CHILENO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

**OBTENCIÓN DE HARINA A PARTIR DEL RESIDUO DE LA PRODUCCIÓN DE JUGO DE MAQUI (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) CON POTENCIAL USO EN ALIMENTOS FUNCIONALES**

J. Bastías<sup>1,2</sup>; C. Vidal<sup>1</sup>; F. Barrientos<sup>1</sup>; D. Parra<sup>1</sup>.

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería en Alimentos, Universidad del Bío-Bío

<sup>2</sup> Laboratorio de experimentación, control y certificación de la calidad de los alimentos, LECYCA, Universidad del Bío-Bío

*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz conocido como "maqui", es un arbusto nativo de Chile que crece en forma silvestre desde la Región de Coquimbo por el norte, hasta la Región de Aisén por el sur. Este arbusto, produce bayas de color azul oscuro intenso de 5 mm de diámetro, las que en los últimos años han generado gran impacto mundial nunca antes visto en otros frutos nativos, debido a que posee compuestos que generan efectos positivos para la salud, siendo denominada por ello como una "súper fruta". Dentro de las propiedades beneficiosas aparte de su potencial antioxidante, se encuentra su efecto antiinflamatorio y cardioprotector, puede prevenir diversos tipos de cáncer y es capaz de retrasar la aparición de enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer. El objetivo fue determinar las características físico-químicas y contenido de compuestos bioactivos en residuos obtenidos de la producción de jugo de maqui. Se utilizó frutos de maqui provenientes de la comuna de Coihueco, el cual fue higienizado y procesado en pulpadora para la separación del jugo del residuo del fruto (semillas y piel). El residuo fue secado a 60°C por 24 horas y se separó en residuo completo con piel y semillas (RCS) y residuo sin semillas (RSS). En ambos productos se realizó análisis proximal (humedad, cenizas, lípidos, proteína, fibra cruda y ENN), fibra dietética (AOAC, 2003), polifenoles totales (Folin-ciocalteu), antocianinas totales (Diferencial de pH) y capacidad antioxidante (% inhibición radical DPPH y ORAC). Los resultados muestran que RSS poseen una rica fuente de compuestos bioactivos como polifenoles y antocianinas totales con 630.2 mg EAG/100g y 17.8 mg cianidina 3 glucósido/100 g respectivamente y alta capacidad antioxidante (56.7% inhibición radical DPPH y 362.9 µM eq. Trolox/g muestra), mientras que RCS destacan por su alto contenido de fibra dietética total con 36.7 g/100g, de la cual 31.1 g/100 g corresponde a fibra dietética insoluble. Se concluye que ambos residuos demuestran gran potencial para su utilización en la industria alimentaria, ya sea con alto contenido de fibra dietética para su uso en cereales o derivados o bien con alta capacidad antioxidante dado su alto nivel de compuestos bioactivos.

**Palabras claves:** *Aristotelia chilensis*, maqui, alimentos funcionales, compuestos bioactivos, fibra dietética.

**Agradecimientos:** Grupo de Investigación en Control, Toxicología e Inocuidad Alimentarias de la Universidad del Bío-Bío.

Temática: Compuestos funcionales y bioactivos



Universidad de  
**los Andes**

*J. Bastías, C. Vidal, F. Barrientos y D. Parra*

*han participado con su trabajo en formato póster*

**“OBTENCIÓN DE HARINA A PARTIR DEL RESIDUO DE LA PRODUCCIÓN DE JUGO DE MAQUI  
(*Aristotelia chilensis (mol.) stuntz*) CON POTENCIAL USO EN ALIMENTOS FUNCIONALES”**

*en el XXI Congreso Chileno de Ciencia y Tecnología de Alimentos organizado por la Escuela de Nutrición y  
Dietética de la Facultad de Medicina de la Universidad de los Andes  
los días 22, 23 y 24 de mayo de 2017.*

*Santiago de Chile, 24 de mayo de 2017*

Rommy Zúñiga  
**Presidente Comité Científico**  
SOCHITAL 2017

Javier Enrione  
**Presidente**  
SOCHITAL 2017



Certificado de presentación Trabajo Científico en Congreso

Anexo A-17  
Resumen trabajo Científico Asociado a Proyecto



XXI CONGRESO CHILENO DE CIENCIAS Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS

**EVALUACIÓN DE COLOR, CONTENIDO DE COMPUESTOS BIOACTIVOS Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE CRIOCONCENTRADO DE JUGO DE MAQUI (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz)**

J. Bastías <sup>1,2</sup>; C. Vidal <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería en Alimentos, Universidad del Bío-Bío

<sup>2</sup> Laboratorio de experimentación, control y certificación de la calidad de los alimentos, LECYCA, Universidad del Bío-Bío

"Maqui" (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) baya silvestre de Chile son rica fuente de antioxidantes naturales que reducen el daño oxidativo celular y el causado por dietas ricas en ácidos grasos y contaminación ambiental. Se ha sabe que posee efectos sobre la salud como antidiabético, cardioprotector, inhibe la adipogénesis e inflamación, previene trastornos digestivos y reduce el riesgo o retrasa la aparición de enfermedades neurodegenerativas. El objetivo fue determinar el efecto de la crioconcentración de extracto de maqui sobre el color, capacidad antioxidante, polifenoles y antocianinas totales y monoméricas en relación a concentración por evaporación. Se utilizó frutos de maqui de la comuna de Coihueco, el cual fue procesado en pulpadora para obtener extracto acuoso 1:1 p/v. El crioconcentrado (C) se obtuvo por congelación del extracto en tubo falcon (-30°C), siendo. El concentrado se obtuvo por centrifugado a 4000 rpm por 10 min, el que fue nuevamente congelado y centrifugado para la obtención del crioconcentrado final. Los concentrados por evaporación se obtuvieron por rotavapor a 70 y 80°C hasta alcanzar la concentración de sólidos soluble del C. Se determinó el contenido de polifenoles totales (PT) (Folin-ciocalteu), antocianinas totales (AT) (Diferencial de pH), antocianinas monoméricas (AM) (HPLC), capacidad antioxidante (CA) (% inhibición radical DPPH) y color (Coordenadas CIELAB). Se encontró que ambos métodos elevan el contenido de compuestos bioactivos, no obstante, el crioconcentrado, mostró color característico del fruto y mayor contenido PT, AT y CA (3592.7 mg EAG/100 mL, 169.1 mg eq cianidina 3 glucósido/mL y 89% inhibición radical), en comparación a los evaporados donde su color tendió al color café y el contenido de compuestos bioactivos fue menor, principalmente en el contenido de AT donde hubo una reducción entre 55-60%. En el C se identificaron 8 AM (delfinidina-3-sambubiósido-5- glucósido, delfinidina-3,5-diglucósido, cianidina-3,5-diglucósido, cianidina-3-sambubiósido-5-glucósido, delfinidina-3-sambubiósido, delfinidina-3-glucósido, cianidina-3-sambubiósido, cianidina-3-glucósido) siendo delfinidina la que se encontró en mayor proporción. En los evaporados a 70 y 80°C, no se detectó la presencia de cianidina-3,5-diglucósido, probablemente debido al efecto de la temperatura. Se concluye que la crioconcentración permite obtener un producto de color similar al fruto con mayor capacidad antioxidante y contenido de compuestos bioactivos.

Temática: Ingeniería de procesos y Tecnologías emergentes



Universidad de  
**los Andes**

*J. Bastías y C. Vidal*

*han participado con su trabajo en formato póster*

**“EVALUACIÓN DE COLOR, CONTENIDO DE COMPUESTOS BIOACTIVOS Y CAPACIDAD  
ANTIOXIDANTE DE CRIOCONCENTRADO DE JUGO DE MAQUI (*Aristotelia chilensis* (mol.)  
stuntz)”**

*en el XXI Congreso Chileno de Ciencia y Tecnología de Alimentos organizado por la Escuela de Nutrición y  
Dietética de la Facultad de Medicina de la Universidad de los Andes  
los días 22, 23 y 24 de mayo de 2017.*

*Santiago de Chile, 24 de mayo de 2017*

Rommy Zúñiga  
Presidente Comité Científico  
SOCHITAL 2017

Javier Enrione  
Presidente  
SOCHITAL 2017



Certificado de presentación Trabajo Científico en Congreso

## Anexo A-18

### Resumen trabajo Científico Asociado a Proyecto

#### EFFECTO DE LA TEMPERATURA DE SECADO SOBRE EL CONTENIDO DE COMPUESTOS BIOACTIVOS Y MORFOLOGIA DE LOS POLVOS DE MAQUI (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) OBTENIDOS POR ASPERSION

**José Miguel Bastías; Mónica Choque; Carla Vidal San Martín**

Departamento de Ingeniería en Alimentos, Universidad del Bío-Bío

*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz conocido como "maqui", arbusto nativo de Chile que crece en forma silvestre produciendo bayas que destacan por presentar alto contenido de compuestos bioactivos que poseen diversos efectos sobre la salud como antiinflamatorio, cardioprotector, gastroprotector, efectos potenciales en la prevención de cáncer, prevenir o retardar la aparición de enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer, entre otras. El objetivo de esta investigación fue evaluar el efecto de la temperatura de secado sobre el contenido de compuestos bioactivos y morfología de los polvos de maqui obtenidos por aspersión. Se utilizó frutos de maqui el cual fue higienizado y procesado en pulpadora para la obtención de extracto acuoso el que fue mezclado con maltodextrina y goma arábiga como agentes encapsulantes, siendo secado por aspersión a 130,150 y 170°C. Se determinó la humedad, actividad de agua, contenido de polifenoles totales, antocianinas totales, capacidad antioxidante y el diámetro medio de las partículas del polvo de maqui por SEM. Los resultados mostraron que de las tres temperaturas de secado ensayadas, 170°C fue la que obtuvo menor contenido de humedad (1.61%) y actividad de agua (0.15) y a su vez logró mayor contenido de polifenoles (2267.7 mg EAG/100g) y antocianinas totales (2111.7 mg cianidina 3 glucósido /100g), presentando una alta capacidad antioxidante (93.4% inhibición radical DPPH). Además, las partículas del polvo presentaron forma esférica y lisa con un diámetro medio de 62.6 µm permitiéndola clasificar como microcápsulas.

**Palabras claves:** Secado por aspersión, extracto acuoso, maqui, compuestos bioactivos.

**Agradecimientos:** Grupo de Investigación en Control, Toxicología e Inocuidad Alimentarias de la Universidad del Bío-Bío. Proyecto|FIA PYT2015-0219.

Temática: Nuevas tecnologías, aditivos e ingredientes a disposición de la gastronomía gourmet y la Industria.



LA ASOCIACION COLOMBIANA DE PROFESIONALES Y ESTUDIANTES  
DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS - ACOPECTA  
Y  
LA ASOCIACION CUBANA DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS  
ACTAC



**CERTIFICA QUE:**

**JOSE MIGUEL BASTIAS MONTES**

Participo en calidad de Ponente en Modalidad ORAL con el trabajo  
Efecto De La Temperatura De Secado Sobre El Contenido De Compuestos  
Bioactivos Y Morfología De Los Polvos De Maqui (*Aristotelia Chilensis*  
(Mol.) Stuntz) Obtenidos Por Aspersion

**7° CONGRESO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE PROFESIONALES  
Y ESTUDIANTES DE CIENCIA Y TECNOLOGIA DE ALIMENTOS Y GASTRONOMIA**

Realizado en Cartagena de Indias, Colombia del 10 al 14 de Octubre de 2017

**CARLOS RUIZ GALVAN**  
Presidente ACOPECTA

**JESUS YANEZ QUEREJETA**  
Presidente ACTAC



Certificado de presentación Trabajo Científico en Congreso

## Anexo A-19 Resumen trabajo Científico Asociado a Proyecto



28 y 29 de Noviembre  
3<sup>er</sup> CONGRESO CHILENO DE Berries

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATOLICA - CAMPUS SN. JOAQUIN - SANTIAGO

**Efecto de la temperatura de aspersión sobre las propiedades físicas y morfológicas del polvo microencapsulado obtenido a partir del jugo de maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stunz)**  
**Bastías-Montes J.M.<sup>1\*</sup>; Choque M.<sup>1</sup> y Vidal-San-Martín C.<sup>1</sup>**

Departamento de Ingeniería en Alimentos, Facultad de Ciencias de la Salud y de los Alimentos, Universidad del Bío-Bío

El maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stunz), es una baya nativa de Chile la cual se destaca por presentar el más alto contenido en antioxidantes en comparación a otros frutos. Los antioxidantes prevendrían las enfermedades crónicas no transmisibles que más afectan a la población mundial. Estos compuestos bioactivos son mayoritariamente polifenoles y antocianinas, los cuales son relativamente inestables y bastante susceptibles a la degradación durante su procesamiento y almacenamiento, lo cual se podría prevenir por microencapsulación. Se planteó como objetivo estudiar el efecto de la temperatura de aspersión sobre las propiedades físicas y morfológicas del polvo microencapsulado obtenido a partir del jugo de maqui. Para lo anterior se procedió a la extracción del jugo de maqui, el cual se mezcló con maltodextrina y goma arábiga en igual proporción (1:1) como agentes encapsulantes, para posteriormente ser secado en aspersor (Lab Scale Spray YC-1500) a temperaturas de 130, 150 y 170°C. Al polvo obtenido se le determinó humedad, actividad de agua ( $a_w$ ), solubilidad, higroscopicidad, diámetro medio de partícula y morfología por microscopía electrónica de barrido (SEM). La menor humedad y  $a_w$  se obtuvo a 170°C (Tabla 1), respecto a la mejor solubilidad se logró en aquellos polvos que se secaron a las mayores temperaturas (150 y 170°C) las cuales no presentaron diferencia significativa entre ellas ( $p < 0,05$ ) (Tabla 2). En relación a la higroscopicidad (Tabla 2), fue mayor a medida que aumentó la temperatura lo que a su vez se relaciona con su menor contenido de humedad. El diámetro medio de las partículas del polvo de maqui en todas las temperaturas de trabajo fue inferior a 5000  $\mu\text{m}$ , por lo cual se pueden clasificar como microcápsulas; en particular, la que presentó mayor diámetro medio fue la tratada a 170 °C (Tabla 3), puesto que el secado más rápido promueve la formación más inmediata de una estructura, evitando, que las partículas encojan durante el secado. La morfología obtenida de las microcápsulas del polvo de maqui son esféricas y lisas, lo que es característico de las partículas producidas por el proceso de secado por aspersión, como se observa en micrografía por SEM en la Fig. 1. De acuerdo a los resultados obtenidos la mejor temperatura de trabajo en la obtención de polvo de maqui por aspersión sería 170°C.

**Agradecimientos:** Proyecto FIA PYT-2015-0219 y Grupo Investigación CATOXINAL GI 172122/VC Universidad del Bío-Bío.

## Certificado de presentación Trabajo Científico en Congreso



PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE  
FACULTAD DE AGRONOMÍA E INGENIERÍA FORESTAL

### CERTIFICADO

Marina Gambardella C., profesora y miembro del Comité Organizador del 3º Congreso de Chileno Berries, certifica que el Sr. José Miguel Bastías, participó los días 28 y 29 de noviembre de 2017 en dicho Congreso, organizado por la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

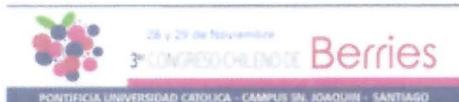
Se deja constancia que el Sr. Bastías presentó en modalidad oral el trabajo "Efecto de la temperatura de aspersión sobre las propiedades físicas y morfológicas del polvo microencapsulado obtenido a partir del jugo de maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stunz)", de los autores Bastías-Montes, José Miguel; Choque, Mónica y Vidal-San-Martín, Carla.

Se extiende el presente certificado a petición del interesado para los fines que estime conveniente.

**Marina Gambardella**  
Comité organizador  
3º Congreso Chileno de Berries

Santiago, diciembre 05 de 2017

## Anexo A-20 Resumen trabajo Científico Asociado a Proyecto



### EFFECTO DE LA CONCENTRACIÓN POR CONGELACIÓN Y EVAPORACIÓN SOBRE EL CONTENIDO DE COMPUESTOS BIOACTIVOS PRESENTES EN EL FRUTO DE MAQUI (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz).

Bastías-Montes J.M.<sup>1</sup>; Vidal-San-Martín, C.<sup>1\*</sup>

<sup>1</sup> Departamento de Ingeniería en Alimentos, Universidad del Bío-Bío

*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz conocido comúnmente como "maqui", es un arbusto nativo de Chile que crece en forma silvestre desde la Región de Coquimbo por el norte, hasta la Región de Aisén por el sur. Este arbusto produce bayas de color azul oscuro, que poseen compuestos **bioactivos** que generan efectos positivos para la salud del consumidor, siendo denominada por ello como "súper fruta". Entre las propiedades beneficiosas están su gran potencial antioxidante, su efecto antiinflamatorio y **cardioprotector**, contribuir a reducir el riesgo de padecer diversos tipos de cáncer y retardar la aparición de enfermedades neurodegenerativas como el Alzheimer. El objetivo de esta investigación fue determinar el efecto de la concentración por congelación y evaporación sobre los compuestos **bioactivos** presentes en el fruto de maqui. El jugo y extracto acuoso del fruto de maqui se obtuvo mediante una **pulpadora** (domestica), evaluando el rendimiento del proceso. Posteriormente el producto obtenido (jugo o extracto) fue colocado en tubos de centrifuga **Amicon Ultra 15**, los cuales fueron congelados a -30°C y posteriormente centrifugados a 4000 rpm por 10 min, obteniendo así el **crioconcentrado** (concentrado por congelación). Para la obtención del concentrado por evaporación, 100 ml de muestra se colocaron en balones que se acoplaron a un **rotavapor BÜCHI**, siendo concentrados a 80°C hasta que el contenido de sólidos solubles igualara al del **crioconcentrado**. Se determinó en el fruto, extracto y concentrados el contenido de **polifenoles** totales (Método de **Folin-Ciocalteu**), antocianinas totales (Método diferencial de pH), capacidad antioxidante (Inhibición del radical DPPH) e identificación de antocianinas **monoméricas** mediante cromatografía líquida (HPLC). Los resultados demostraron que los frutos de maqui poseen una reducida cantidad de pulpa y alto contenido de semillas generando bajo rendimiento de jugo (36.1%), donde los desechos y pérdidas por proceso superan el 60%, mientras que en el extracto el rendimiento aumenta significativamente a 69.3%, siendo una materia prima potencial para la elaboración de concentrados de maqui a pesar de su menor contenido de compuestos **bioactivos** (Tabla 1). El **crioconcentrado** obtenido a partir del extracto, presentó un elevado contenido de **polifenoles**, antocianinas y capacidad antioxidante, a diferencia del concentrado por evaporación a 80°C (Tabla 1). Además, en el **crioconcentrado** se logró identificar ocho **antocianos monoméricos**, siendo de mayor a menor porcentaje **delfinidina 3-sambubiósido-5-glucósido**, **delfinidina 3,5 diglucósido**, **cianidina 3,5 diglucósido**, **cianidina 3-sambubiósido-5-glucósido**, **delfinidina 3-sambubiósido**, **delfinidina 3-glucósido**, **cianidina 3-sambubiósido** y **cianidina 3-glucósido**, donde los derivados de **delfinidina** predominaron por sobre los de **cianidina**, mientras que en el concentrado obtenido por evaporación no se logró identificar **cianidina 3,5 diglucósido** como antocianina **monomérica** (Fig. 1 y Tabla 2). Se concluye que la **crioconcentración** es una buena tecnología emergente que preserva y concentra los compuestos **bioactivos** presentes en las frutas.

**Agradecimientos:** Proyecto FIA PYT-2015-0219, Grupo de Investigación CATOXICAL GI 172122/VC de la Universidad del Bío-Bío

## Certificado de presentación Trabajo Científico en Congreso



### PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE FACULTAD DE AGRONOMÍA E INGENIERÍA FORESTAL

#### CERTIFICADO

Marina Gambardella C., profesora y miembro del Comité Organizador del 3º Congreso Chileno Berries, certifica que la Sra. (Srta.) Carla Vidal, participó los días 28 y 29 de noviembre de 2017 en dicho Congreso, organizado por la Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal de la Pontificia Universidad Católica de Chile.

Se deja constancia que la Sra. (Srta.) Vidal presentó en modalidad poster el trabajo "Efecto de la concentración por congelación y evaporación sobre el contenido de compuestos bioactivos presentes en el fruto de maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz)", de los autores Bastias-Montes, José Miguel y Vidal-San-Martín, Carla.

Se extiende el presente certificado a petición del interesado para los fines que estime conveniente.

**Marina Gambardella**  
Comité organizador  
3º Congreso Chileno de Berries

Santiago, diciembre 05 de 2017

## Anexo A-21 Resumen trabajo Científico Asociado a Proyecto

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

José Miguel Bastías-Montes\*

\*Departamento de Ingeniería en Alimentos, Facultad de Ciencias de la Salud y de los Alimentos, Universidad del Bío-Bío.

**Palabras claves:** maqui, superfruta, crioconcentrado de maqui, harina de maqui y microencapsulado de maqui.

*Aristotelia chilensis* ((Mol.) Stunz) nombre común maqui es un árbol nativo de los bosques subantárticos de Chile que crece en forma silvestre desde el Limarí por el norte hasta Aisén por el sur, este produce una baya de 5 mm de diámetro de color azul oscuro intenso, que posee de 2 a 5 semillas. Diversas investigaciones han logrado demostrar que el fruto presenta un alto contenido en polifenoles y antocianinas (mayoritariamente delfinidina), poseyendo una actividad antioxidante 70% superior a sus más cercanos competidores. A La fecha, se ha logrado demostrar diversas propiedades beneficiosas para la salud como son su alto potencial antioxidantes, su efecto hipoglucemiante, antiinflamatorio, cardioprotector, antiagregación plaquetaria, gastroprotector, efectos preventivos para diversos tipos de cáncer, retrasar la aparición de enfermedades neurodegenerativas tipo Alzheimer, entre otras, lo que ha permitido al maqui ser llamado la "Supe-Fruta". Lo anterior, ha llevado a incentivar el desarrollo de diversos productos a partir del maqui, como es la obtención e crioconcentrado a partir del extracto del fruto del maqui, obtención de harina de maqui y polvo microencapsulado a partir del jugo del maqui. En particular en relación al crioconcentrado de maqui se puede se puede decir que se obtuvo un producto concentrado 3 veces superior al extracto de maqui, con un alto contenido de compuestos bioactivos como  $2634,56 \pm 103,08$  mg EAG/100 ml de polifenoles totales y  $3797,89 \pm 52,98$   $\mu$ moles eg.Trolox/L de capacidad antioxidante (ORAC), además que el 85% de las antocianinas presente correspondieron a derivados de delfidina. 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 (37,7 g/100g), correspondiendo 31,1 g/100g a fibra insoluble y 6,6 g/100g a fibra soluble. Finalmente el polvo microencapsulado de maqui obtenido por aspersión del jugo de maqui mezclado con maltodextrina y goma arábiga en igual proporción (1:1) como agentes encapsulantes, permitió obtener un producto con altos contenidos de compuestos bioactivos, con una muy baja humedad ( $1,61 \pm 0,19\%$ ), actividad de agua ( $a_w$   $0,15 \pm 0,01$ ), excelente solubilidad sobre el 90%, higroscopicidad de aproximadamente 20%, y morfología de las partículas del polvo esférica y lisa de un diámetro medio de  $62,58 \pm 19,17$   $\mu$ m permitiendo clasificarlas como microcapulas. De acuerdo a todos los resultados obtenidos se puede concluir que los productos desarrollados a partir del fruto de maqui son una alternativa de obtener excelentes productos con alto potencial funcional.

**Agradecimiento:** Proyecto FIA PYT-2015-0219 y Grupo Investigación CATOXINAL GI 172122/VC Universidad del Bío-Bío.

**Area Temática 4.** Alimentos autóctonos con potencial de industrialización



XX SEMINARIO LATINOAMERICANO Y DEL CARIBE DE CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS  
IV SIMPOSIO PANAMEÑO DE INOCUIDAD DE ALIMENTOS - SPIA

**ASOCIACIÓN LATINOAMERICANA Y DEL CARIBE DE  
CIENCIA Y TECNOLOGÍA DE ALIMENTOS - ALACCTA**

Otorga el presente Reconocimiento como Expositor a:

**JOSÉ MIGUEL BASTÍAS**

Por su participación con la conferencia “Desarrollo de productos con alto potencial funcional a partir del maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol) Stunz) la SUPER FRUTA nativa de Chile”

09 de Marzo del 2018 Panamá, Panamá

Omaris Vergara  
Presidente XX Seminario ALACCTA

Rodrigo Morán  
Presidente COPCYTA

Certificado de presentación Trabajo Científico en Congreso

**Anexo A-22**  
**Tapa tesis de Pregrado Ingeniería en Alimentos**

REPUBLICA DE CHILE  
UNIVERSIDAD DEL BÍO - BÍO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y LOS ALIMENTOS  
ESCUELA DE INGENIERÍA EN ALIMENTOS



UNIVERSIDAD DEL BÍO - BÍO

CARACTERIZACIÓN QUÍMICA, CONTENIDO DE POLIFENOLES TOTALES Y CAPACIDAD ANTIOXIDANTE DE

HARINA MAQUI (*Aristotelia chilensis* (mol.) Stunz).

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL

DE INGENIERO EN ALIMENTOS

Alumnos : Srta. Fernanda Barrientos C.  
Srta. Dafne Parra L.

Profesor Guía : Dr. José Miguel Bastías Montes.

Chillán, 2016

**Anexo A-23**  
**Tapa tesis de Pregrado Ingeniería en Alimentos**

REPUBLICA DE CHILE  
UNIVERSIDAD DEL Bío - Bío  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y LOS ALIMENTOS  
ESCUELA DE INGENIERIA EN ALIMENTOS



UNIVERSIDAD DEL Bío - Bío

Formulación y elaboración de un galletón fortificado con harina de maqui, como una buena fuente de fibra dietética  
*(Aristotelia Chilensis (Mol.) Stunz)*.

TESIS PARA OPTAR AL TÍTULO PROFESIONAL  
DE INGENIERO EN ALIMENTOS

Alumnos : Srta. María Fernanda Orrego Aguilera  
Srta. Francisca J. Ortiz Espinoza

Profesor Guía : Dr. José Miguel Bastías Montes.

Chillán, 2017

Anexo A-24

Tapa tesis de Postgrado Magister en Ciencia e Ingeniería en Alimentos

REPUBLICA DE CHILE  
UNIVERSIDAD DEL BÍO - BÍO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y LOS ALIMENTOS  
MAGISTER EN CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS



PROYECTO DE TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER

“Caracterización físico-química de aceite de semilla de maqui (*Aristotelia chilensis*  
[Mol.] Stuntz) obtenido mediante dos métodos extractivos”.

Alumna : Karen Monterrosa

Profesor(es)Guía : Dr. José Miguel Bastías

Chillán, 2017

**Anexo A-25**

**Tapa tesis de Postgrado Magister en Ciencia e Ingeniería en Alimentos**

REPUBLICA DE CHILE  
UNIVERSIDAD DEL BÍO - BÍO  
FACULTAD DE CIENCIAS DE LA SALUD Y LOS ALIMENTOS  
MAGISTER EN CIENCIAS E INGENIERÍA EN ALIMENTOS



**TESIS PARA OPTAR AL GRADO DE MAGISTER**

**“MICROENCAPSULACIÓN POR SECADO POR ASPERSIÓN DEL EXTRACTO  
CRIOCONCENTRADO DE MAQUI (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stunz) CON ALTO  
CONTENIDO DE ANTOCIANINAS EMPLEANDO LA COMBINACIÓN DE  
DIFERENTES AGENTES ENCAPSULANTES”**

**Alumna** : Mónica Consuelo Choque Chávez

**Profesor Guía** : José Miguel Bastias Montes

**Chillán, 2017**

## Anexo A-26

### Invitación al Lanzamiento de los tres proyectos FIA PYT-2015-0218; PYT2015-0219 y PYT 2015-0220

1



*Dr. Héctor Gaete Feres, Rector de la Universidad del Bío-Bío, y Sr. Héctor Echeverría Vásquez, Director Ejecutivo de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), invitan a usted al lanzamiento de los siguientes Proyectos de Innovación Agraria impulsados por FIA:*

- *Desarrollo de una nano-emulsión basada en compuestos naturales extraídos de desechos agroindustriales para prevenir la partidura en cerezas y mantener su calidad en postcosecha.*
- *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*
- *Obtención de un alimento funcional a partir de arándanos parcialmente deshidratados (Secado) utilizando previamente un tratamiento con tecnología de ultrasonido como una alternativa de generar valor agregado para la exportación.*

*La actividad se realizará el viernes 21 de agosto, a las 10:30 horas, en el salón Arturo Prat de la Gobernación Provincial de Ñuble, Chillán.*

*Agradecemos su asistencia, la que contribuirá a dar un mayor realce a esta ceremonia.*

## Anexo A-27

Pendón y Tríptico de difusión correspondiente al lanzamiento del proyecto



**Proyecto FIA PYT-2015-0219**  
Desarrollo de nuevo método para la obtención de concentrado microencapsulado de antocianinas a partir de maqui (*Aristoteliachilensis*) para la obtención de un deshidratado con alto contenido de compuestos funcionales.

 Ministerio de Agricultura  
 FIA  
Fondación para la Innovación Agraria  
 UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

Empresas asociadas: **Nativ** for Life  Sociedad Inmobiliaria e Inversiones **LAS PATAGUAS S.A.**

**PROGRAMA DEL EVENTO**

**10:30** - Palabras de bienvenida  
Héctor Gaete Feres, Rector Universidad del Bío-Bío  
Héctor Echeverría Vásquez, Director Ejecutivo Fundación para la Innovación Agraria

**10:45** Presentación Proyecto FIA PYT-2015-0219: Desarrollo de nuevo método para la obtención de concentrado microencapsulado de antocianinas a partir de maqui (*Aristoteliachilensis*) para la obtención de un deshidratado con alto contenido de compuestos funcionales.  
Dr. José Miguel Bastias Montes.

**11:00** Presentación Proyecto FIA PYT-2015-0218: Desarrollo de una nano-emulsión basada en compuestos naturales extraídos de desechos agroindustriales para prevenir la partidura en cerezas y mantener su calidad en postcosecha.  
Dr. Ricardo Villalobos Carvajal.

**11:15** Presentación Proyecto FIA PYT-2015-0220: Obtención de un alimento funcional a partir de arándanos parcialmente deshidratados (tiernizado) utilizando previamente un tratamiento con tecnología de ultrasonido como una alternativa de generar valor agregado para la exportación.  
Dr. Guillermo Petzold Maldonado.

**11:30** Cierre ceremonia

Cóctel



**Lanzamiento de tres Proyectos Innovación Agraria 2014 - 2015 de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) adjudicados por la Universidad del Bío-Bío.**



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO



**Proyecto FIA PYT-2015-0219: Desarrollo de nuevo método para la obtención de concentrado microencapsulado de antocianinas a partir de maqui (*Aristoteliachilensis*) para la obtención de un deshidratado con alto contenido de compuestos funcionales.**



**Coordinador Principal:** Dr. José Miguel Bastias Montes, Departamento Ingeniería en Alimentos, Grupo de Investigación en Calidad, Toxicología e Inocuidad Alimentaria, Facultad de Ciencias de la Salud y de los Alimentos, Universidad del Bío-Bío.

**Objetivo:** Obtención de un concentrado microencapsulado de antocianinas mediante el uso de un nuevo método a partir de maqui (*Aristoteliachilensis*) para el desarrollo de un deshidratado con alto contenido de compuestos funcionales.

**Reseña:** Mediante la utilización de métodos combinados se pretende obtener en una primera etapa y concentrado del jugo de maqui mediante congelación, para posteriormente el crococoncentradomicroencapsulatio y secado con la finalidad de conseguir un producto con una alta estabilidad de las antocianinas que contiene al estar protegidas por las microcapsulas y a un costo menor que el proceso de liofilización que se utiliza hoy en día para obtener productos de similares características a partir del maqui.

**Empresas Asociadas:** Comercial GoodfoodU Ltda. (Nativ for Life), y Sociedad Inmobiliaria e Inversiones La Patagosa SA.



**Proyecto FIA PYT-2015-0218: Desarrollo de una nano-emulsión basada en compuestos naturales extraídos de desechos agroindustriales para prevenir la partidura en cerezas y mantener su calidad en postcosecha.**



**Coordinador Principal:** Dr. Ricardo Villalobos Carvajal, Departamento Ingeniería en Alimentos, Grupo de Investigación de Bioprospecto en Alimentos, Facultad de Ciencias de la Salud y de los Alimentos, Universidad del Bío-Bío.

**Objetivo:** Desarrollar nano-emulsiones utilizando compuestos cuticulares extraídos desde desechos de tomates para prevenir la partidura en cerezas y mantener su calidad en postcosecha.

**Reseña:** La partidura (cracking) que puede sufrir la cereza (*Prunus avium*) previo a su cosecha, genera un impacto económico significativo en los productores como también en la industria nacional de cerezas, debido a que éstas pierden su valor comercial para el mercado de exportación en fresco y sólo pueden ser destinadas al mercado local, o a la industria procesadora. El presente proyecto pretende desarrollar una solución innovadora, que pueda reducir de forma efectiva el fenómeno de la partidura en las cerezas, y que permita aumentar su cantidad exportable. Asegurando una fruta de alta calidad que contribuya a su posicionamiento en los nuevos mercados asiáticos.

**Empresas Asociadas:** Sugal Chile Ltda. y Sociedad Agrícola Millahue Ltda.



**Proyecto FIA PYT-2015-0220: Obtención de un alimento funcional a partir de arándanos parcialmente deshidratados (tiernizado) utilizando previamente un tratamiento con tecnología de ultrasonido como una alternativa de generar valor agregado para la exportación.**



**Coordinador Principal:** Dr. Guillermo Petzold Maldonado, Departamento Ingeniería en Alimentos, Grupo de Investigación Tecnologías Emergentes y Componentes Bioactivos en Alimentos, Facultad de Ciencias de la Salud y de los Alimentos, Universidad del Bío-Bío.

**Objetivo:** Innovar en la producción y comercialización de un producto comercial en base a arándano deshidratado (tiernizado) rico en antioxidantes, considerando que el arándano en fresco posee importantes componentes con un alto poder antioxidante, los que se son cuantificados con los actuales procesos de deshidratación.

**Reseña:** La técnica pretende preservar por mayor tiempo las propiedades del arándano fresco, cualidades altamente valoradas por los consumidores de los mercados internacionales, en atención a sus propiedades antioxidantes. Las innovaciones en la cadena productiva de los alimentos actualmente están alineadas con los requerimientos de los consumidores, donde las tendencias predominantes son el consumo de alimentos saludables y que contengan características funcionales.

**Empresas Asociadas:** Sociedad Agrícola, Ganadera y de Transportes Lomas de Quinchamal Ltda.



Anexo A-28  
Lista de asistencia al lanzamiento del proyecto



**LISTA DE ASISTENCIA**  
**Lanzamiento Proyecto FIA Convocatoria 2014-2015**

LUGAR: SALÓN PRAT, DE LA GOBERNACIÓN PROVINCIAL DE ÑUBLE, EDIFICIOS PÚBLICOS, AVENIDA LIBERTAD S/N (PLAZA DE ARMAS), CHILLÁN.  
Viernes 21 de agosto de 2015

N	NOMBRE	RUT	CARGO/INSTITUCIÓN	E-MAIL	FIRMA
1	Edwin Maeri Squis		Ing Agrónomo Intercalar		
2	Ximena Sanchez		FACSA		
3	Sergio Aguilar N.		UBB / DI		
4	Fabida Cepeda del		UBB / docente		
5	Ricardo Latorre P.		Intercalar		
6	CHARLES L. CASTAÑEDA A		UBB / FAc. CIENCIAS		
7	Glaucy Bustos		UBB		
8	Luisa Huayade		UBB		
9	Fernando Gálvez		UBB		
10	José C. Espinoza V		Comis. Agr. y Ganadería		
11	Fernanda Barrios C.		Alumna Intercalar		
12	William Cuervo		Intercalar Biotechnology		



N	NOMBRE	RUT	CARGO/INSTITUCIÓN	E-MAIL	FIRMA
13					
14	JUNO JUNO		DOCENTE UBB		
15	ABUER NAVARRETE		INVI (D) NAVARRETE LIS		
16	RODOLFO PENA		UBB		
17	Javier Leiva U-		Alumno UBB		
18	Mario González		Academico UBB		
19	Sergio Valdes		Alumno de Ingeniería		
20	Erick Jara		Alumno UBB		
21	Luis Pizarro		Impulsor Proyecto UBB		
22	Pamela Zúñiga H.		UBB		
23	Claudia Lugo		FIA		
24	Daniilo Phillipi		FIA		
25	Doha Parra		Alumna asistente UBB		
26	Paola Beltrones		Alumna asistente		
27	Camilo Cortés J		Estudiante Doct Ing Agr		
30	Fernando Guo		UBB		



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

**LISTA DE ASISTENCIA**  
**Lanzamiento Proyecto FIA Convocatoria 2014-2015**

LUGAR: SALÓN PRAT, DE LA GOBERNACIÓN PROVINCIAL DE ÑUBLE, EDIFICIOS PÚBLICOS, AVENIDA LIBERTAD S/N (PLAZA DE ARMAS), CHILLÁN.  
 Viernes 21 de agosto de 2015

N	NOMBRE	RUT	CARGO/INSTITUCIÓN	E-MAIL	FIRMA
1	Patricia Ormazabal		Estudiante Patricias		
2	Mónica Choque		Estudiante Doctorado		
3	Zola Flores Hernandez		Estudiante N. Bio Bio		
4	Kristen Cavajal A		Departamento		
5	Leticia J. Ferrer		Estudiante Magister		
6	Marilisa Giannelli		Inv. Oliveros		
7	Noel D. Fin		Dir. Inv.		
8	José Carlos Polanco		Dir.		
9	Sergio Acosta		Dir.		
10	Dominico García B		Dir. Inv.		
11	Fred García		Dir. Inv.		
12	Dagoberto Pérez		Dir. Inv.		



N	NOMBRE	RUT	CARGO/INSTITUCIÓN	E-MAIL	FIRMA
13					
14	Susana Lobos Garcia		Ingeniera Biotecnología		
15	Cecilia Videla San		Ingeniería en Alimentos		
16	Dicranado Villalón				
17	José M. Brulín				
18	Guillermo Pérez				
19	Julia Durcon				
20	Kenio Moreno				
21	José Moreno				
22	Gipsy Trillo				
23					
24					
25					
26					
27					
30					



## Anexo A-30 Invitación Seminario de Avance



Fundación para la  
Innovación Agraria



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO

### INVITACIÓN

La directora ejecutiva de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), María José Etchegaray y el rector de la Universidad del Bío-Bío, Héctor Gaete Feres, invitan a usted al seminario de avance del proyecto FIA: **“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”**. En esta actividad se presentarán los resultados de:

- **Perspectiva del Mercado Internacional para el desarrollo de la industria del maqui: Un análisis de las empresas en Chile.**
- **Muestra preliminar de productos obtenidos.**

La actividad se realizará el martes 29 de noviembre, a las 15:00 horas, en el salón Ramón Vinay del Gran Hotel Isabel Riquelme, Chillán.

Confirmar asistencia

**Anexo A-31**  
**Lista de asistencia Seminario de Avance**

**LISTA DE ASISTENCIA SEMINARIO AVANCE**

**PROYECTO PYT-02015-0219**

Lugar: Gran Hotel Isabel Riquelme, Chillán Fecha: 29-11-2016 Hora de inicio: \_\_\_\_\_ Hora término: \_\_\_\_\_

#	Nombre y apellido	Institución	Firma
1	Andrés Pinto	OTL-UBB	
2	RODRIGO VERGARA G.	UBB	
3	Ayill Hueichapán Velozquez	Proceso Nativos Vilkun	
4	Julio Alarcón Enos	UBB	
5	José Miguel Baeza	UBB	
6	Fernando May Colvin	fundo las pataguas	
7	René Montorell	FIS	
8	Isabel Lecaros	NATIVEORUTE	
9	Domingo SAEZ B	UBB	
10	Gustavo Petzold	UBB	
11	Fernando May Bault	"	
12	Rodrigo Nery	UBB	
13	Laura Elena Flores	UBB	
14	WERNER KOENIGAMPEFF	KUGAR-EXPORT	
15	Amelia Guzmán	UBB	
16	José Luis Rubio	chileno vico	
17	ABNER NAUARETE JAGS	INGENIO S.P.A	
18	Claudia Suro C	FIA	
19	Ximena Saurhudo	FACSA-UBB	

Laura Clara Flores	UBB	
Laura Vidal San Martín	UBB	
Fernanda Orrego Ayubera	UBB	
Florencia Ortiz Espinoza	UBB	
Lorena Llanos Alvarado	UBB	
Mónica Choque Chávez	UBB	
Karen Manterrosa	UBB	

## Anexo A-32

### Nota de prensa Seminario Avance Web UBB

Investigadores UBB expusieron avances de proyecto FIA para la obtención de microencapsulado de antocianinas a partir de maqui

<http://noticias.ubiobio.cl/2016/12/02/investigadores-ubb-expusieron-avances-proyecto-fia-la-obtencion-microencapsulado-antocianinas-partir-maqui/>

**El proyecto se desarrolla a través de los aportes de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), en el marco de la Convocatoria Nacional de Estudios y Proyectos de Innovación Agraria 2014-2015. El equipo de investigadores de la UBB está compuesto por el director Dr. José Miguel Bastías Montes, el Dr. Jorge Moreno Cuevas como director alterno, y por los co investigadores Dr. Guillermo Petzold Maldonado, Dr. Rodrigo Romo Muñoz, Dr. Julio Alarcón Enos y Dr. Carlos L. Céspedes Acuña.**



El seminario se desarrolló en el Salón Claudio Arrau del Hotel Isabel Riquelme de Chillán y fue presidido por la decana (S) de la Facultad de Ciencias de la Salud y de los Alimentos, Ximena Sanhueza Riquelme, junto a la directora del Departamento de Ingeniería en Alimentos, Dra. María Pía Gianelli Barra; el director del proyecto Dr. José Miguel Bastías Montes; el ejecutivo de innovación de FIA y supervisor del proyecto, René Martorell Velasco; la representante de la oficina regional de FIA de la Región del Biobío, Claudia Suazo Contreras; la gerente de operaciones de Nativ for life, Isabel Lecaros; y los representantes de Inmobiliaria Las Pataguas, Fernando May Didier y Fernando May Boullon, académicos y estudiantes de pre y postgrado.

En dicho marco, el Dr. José Miguel Bastías, director del proyecto FIA PYT 2015-0219, denominado "Desarrollo de un 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", dio cuenta de los principales avances logrados durante este año.

El proyecto busca desarrollar nuevos equipos y procesos para la obtención de un concentrado microencapsulado de antocianinas de maqui, un producto muy valorado en atención a sus propiedades antioxidantes.

## Anexo A-33 Invitación Seminario de Clausura



### INVITACIÓN

El director ejecutivo de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), Álvaro Eyzaguirre Pepper y el rector de la Universidad del Bío-Bío, Héctor Gaete Feres, invitan a usted al seminario de clausura del proyecto FIA: "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". En documento adjunto se detalla programa a desarrollar

El Seminario se realizará el miércoles 16 de mayo, a las 15:00 horas, en el salón Claudio Arrau del Gran Hotel Isabel Riquelme, Chillán.

*Confirmar asistencia*

## Anexo A-34 Díptico de Difusión con Programa Seminario de Clausura

Seminario de Clausura del Proyecto FIA PYT-2015-0219:  
"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"



Ministerio de Agricultura  
Chile



Fundación para la Innovación Agraria



UNIVERSIDAD DEL BÍO-BÍO



28 Mayo, 2018  
Chillán - Chile









**Objetivo Proyecto:**  
Obtención de un concentrado microencapsulado de antocianinas mediante el uso de un nuevo método a partir de maqui (*Aristotelia chilensis*) para el desarrollo de un deshidratado con alto contenidos de compuestos funcionales.

**Resumen resultados:**  
En la primera etapa del proyecto se desarrolló un equipo que incluyó el diseño de tubos especiales que están en etapa de planteamiento, mediante los cuales se obtuvo un concentrado del jugo de maqui mediante congelación con altas concentraciones de compuestos bioactivos y capacidad antioxidantes. Posteriormente con el extracto de maqui crioconcentrado obtenido se logró producir un polvo de maqui microencapsulado el que presenta una elevada concentración de antocianinas y excelente capacidad antioxidante, este producto puede ser utilizado en forma directa o servir para el desarrollo de productos funcionales. Actualmente, se está en la etapa de licenciamiento del proceso de producción del polvo microencapsulado a partir del extracto de maqui. Además de los resultados anteriores, con el bagazo que queda de la extracción del jugo del maqui se desarrolló harina de maqui rica en fibra dietética, y la obtención y caracterización del aceite a partir de las semillas del maqui.

**Empresas Asociadas al Proyecto:** Comercial Goodfood4U Ltda. (Nativ for Life), y Sociedad Inmobiliaria e Inversiones La Pataguas S.A.

**PROGRAMA**

15:00 Palabras de bienvenida

**Héctor Gaete Feres**, Rector Universidad del Bío-Bío

**Álvaro Eyzaguirre Pepper**, Director Ejecutivo Fundación para la Innovación Agraria.

15:30 Conferencia: "Los compuestos polifenólicos, antioxidantes en frutas y su importancia en los frutos nativos de Chile".  
**Dr. Lilia Masson**, Profesora Emérita Universidad de Chile, Presidenta del Capítulo Chileno de Composición en Alimentos (CAPCHICAL).

16:15 Presentación de resultados y alcances del Proyecto FIA PYT-2015-0219: **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.**

**Dr. José Miguel Bastias M.**, Coordinador del Proyecto, Académico del Departamento de Ingeniería en Alimentos, Director Grupo de Investigación en Calidad, Toxicología e Inocuidad Alimentaria, Facultad de Ciencias de la Salud y de los Alimentos, Universidad del Bío-Bío.

16:45 Lanzamiento del Libro: **Perspectiva del Mercado Internacional para el desarrollo de la industria del maqui: Un análisis de las empresas en Chile.**  
**Dr. Rodrigo Romo Muñoz**, Co-investigador Proyecto. Académico Departamento de Gestión Empresarial, Director Alterno Grupo Investigación en Agronegocio y Jefe Departamento de Investigación, Universidad del Bío-Bío.

17:00 Muestra de productos y Cóctel de Cierre







Ubicación del Evento:  
Gran Hotel Isabel Riquelme

Anexo A-35  
Lista Asistencia Seminario de Clausura



LISTA DE ASISTENCIA SEMINARIO DE CLAUSURA

PROYECTO PYT-02015-0219

Lugar: Gran Hotel Isabel Riquelme, Chillán. Fecha: 28-05-2018 Hora de inicio: 15:00 Hora término: 17:30

#	Nombre y apellido	Institución	Firma
1	Humberto Felici ✓	DATA ATYAH	
2	Gonzalo Rueda	FA	
3	Marcela Torres	U de Concepción	
4	Toni Coronado	U. de Concepción	
5	Daute Barbatol	CIDERE BIOBIO	
6	Fátima Cerdas	UBB	
7	Juan Carlos Reyes	UBB	
8	Martín Plaza M.	INIA	
9	Julio Alarcón Enos	UBB	
10	Domingo Baez P.	UBB	
11	José Valdés P.	UBB	
12	Alonso María Peña	Asoc. de Agricultores	
13	Rodrigo Lemus S.	UBB	
14	Liziana Nasson	Comunista	
15	Audrey Sepura	UBB	
16	Jairo Dole Pardo	UBB	
17	José José González	Lemurante Hdo	
18	Laura Elena Flores	UBB	
19	Mónica Bardenas Valencia	UBB	
20	THARCELA SOUS	UBB	

21	Fernando Hoy		
22	Fernando Hoy BOULLON	ferry & shot ml	
23	Liba Venegas A.		
24	Guise Sáez Trujillo	UBB	
25	Patricia Berón Rivera	OTL-UBB	
26	Wes Davis	UBB	
27	Alejandro Ortiz Romero	Part	
28	Rodrigo Ortiz	Los Angeles	
29	Fernando Ortiz	Los Angeles	
30	Spencer Gayley Soto	Los Angeles	
31	Constanza Pareto	UBB	
32	Barbara Farias	UBB	
33	Fernando Soto Selaya C.	UBB	
34	Tania Trujillo	UBB	
35	Yanira Cepeda Betancourt	UBB	
36	Kathico Diaz A.	UBB	
37	Eugenio Smith C	CHILLAN	
38	Mario Cordero	CHILLAN	
39	Felipe Torri	CEAP	
40	Shuman Thorne	GT Jene	
41	PATRICIO SOTO	SURFUT	
42	Daniel Ortiz Rendón	UBB	
43	Osvaldo Juez N	UBB	
44	Carla Vohal SA	UBB	
45	José R. Barrios L	UBB	
46	Patricio Rendón N	UBB	

## Anexo A-36

### Difusión nota prensa página Web UBB Seminario de Clausura

<http://noticias.ubiobio.cl/2018/06/01/investigadores-ubb-culminan-con-exito-proyecto-fia-para-la-obtencion-de-microencapsulado-de-antocianinas-a-partir-de-maqui/>

## Investigadores UBB culminan con éxito proyecto FIA para la obtención de microencapsulado de antocianinas a partir de maqui

Publicado el 01/Jun/2018 por Cristian Villa Rodríguez Comentarios: 0 Etiquetas: Alimentos, ciencia, FACSAs, Innovación, Investigación, Postgrados



El Seminario de Clausura del Proyecto FIA PYT-2015-0219 denominado "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", dio cuenta de los principales logros obtenidos por el equipo de investigadores liderados por el Dr. José Miguel Bastias Montes, del Departamento de Ingeniería en Alimentos de la Universidad del Bio-Bio.



El equipo también estuvo integrado por el director alterno Dr. Jorge Moreno Cuevas y por los co investigadores Dr. Guillermo Petzold Maldonado, Dr. Rodrigo Romo Muñoz, Dr. Julio Alarcón Enos y el Dr. Carlos Céspedes Acuña.

"Se cumplió a cabalidad el objetivo general que era obtener un concentrado microencapsulado de antocianinas, mediante el uso de un nuevo método a partir de maqui (*Aristotelia chilensis*) para el desarrollo de un deshidratado con altos contenidos de compuestos funcionales", expresó el Dr. José Miguel Bastias.

El Dr. Bastias aseguró que los resultados demuestran que es factible obtener polvo microencapsulado a partir del extracto acuoso del fruto de maqui, de excelente calidad, con altos contenidos de antocianinas y buena capacidad antioxidante.

La idea es que el concentrado de microencapsulado de antocianinas, pueda emplearse en la elaboración de alimentos funcionales y productos nutracéuticos.

### NOTICIAS RECIENTES >>



**Estudio UBB de accesibilidad de los centros poblados de la Región de Ñuble constata frágil red de infraestructura vial**

Publicado el 19/Jun/2018



**Nueva generación de estudiantes de la sede Concepción finalizó con éxito diplomados de formación integral**

Publicado el 18/Jun/2018



**Senador Navarro reconoció conducción universitaria y aporte UBB a la región y el país**

Publicado el 18/Jun/2018



**Académico UBB profundizará investigaciones sobre preeclampsia junto a equipos de Reino Unido y Suecia**

Publicado el 18/Jun/2018



**La práctica en la formación del profesorado fue el eje temático que abordaron especialistas en Seminario Internacional de Formación Docente UBB**

Publicado el 18/Jun/2018

# Anexo A-37

## Difusión nota prensa Diario la Crónica Chillán Seminario de Clausura

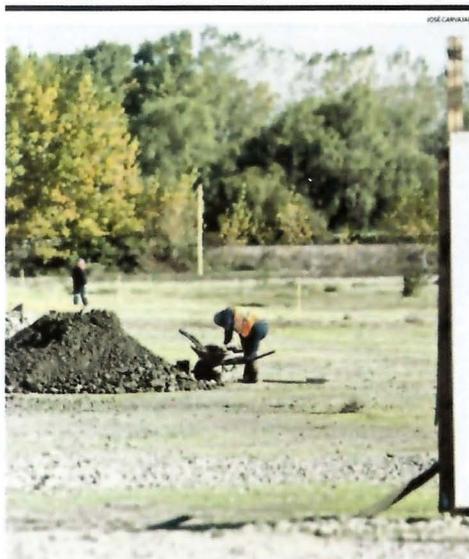
CRÓNICA CHILLÁN | Domingo 10 de junio de 2018 | 3

**2015** febrero

el proyecto fue ingresado por primera vez al Servicio de Evaluación Ambiental (SEA). En aquella oportunidad, y en una segunda, el Sistema de Evaluación de Impacto Ambiental (SEIA) lo desestimó.

**28** de abril de este año

fue puesta, de manera simbólica, la primera piedra de la construcción, ubicada en la Panamericana a la altura del 3.660. La obra debiese ser entregada durante 2019.



JOSE CARVAL

### CARACTERÍSTICAS

**Superficies**  
El total del terreno suma una superficie de 54.036 m<sup>2</sup>, de los cuales serán edificados 8.637. La construcción constará de dos plantas (pisos); la primera concentrará 8.237 m<sup>2</sup>. La altura alcanza los doce metros.

**Instalaciones**  
El nuevo terminal, propiedad de Agrochillán S.A., contempla una construcción de dos pisos que albergará un galpón con 76 locales y bodegas. Para el transporte, dispondrá de 91 estacionamientos: 45 para camioneros y 46 para vehículos de menor tamaño.

**Inversión y durabilidad**  
El nuevo complejo, que se completará en sólo una etapa, tiene una inversión inicial de US\$ 3,5 millones más de \$2.100 millones. Por otro lado, según se estipula en la justificación del informe, la vida útil del espacio será de 50 años (aunque se estima que puede superar holgadamente esa cantidad indicada).



CRISTIAN VILLA

EQUIPO DE INVESTIGADORES LOGRÓ IMPORTANTES DESCUBRIMIENTOS.

## Investigadores UBB culminan con éxito proyecto FIA

**AGRO.** Para la obtención de microencapsulado de antocianinas a partir de maqui

El Seminario de Clausura del Proyecto FIA PCT-2015-0219 denominado "Desarrollo de nuevo método para la obtención de concentrado de microencapsulado de antocianinas a partir de maqui (Aristotelia chilensis) para la obtención de un deshidratado con alto contenido de compuestos funcionales", dio cuenta de los principales logros obtenidos por el equipo de investigadores liderados por el Dr. José Miguel Bastías Montes, del Departamento de Ingeniería en Alimentos de la Universidad del Bío-Bío.

El equipo también estuvo integrado por el director alterno Dr. Jorge Moreno Cuevas y por los co-investigadores Dr. Guillermo Retzlaff Maldonado, Dr. Rodrigo Romo Muñoz, Dr. Julio Alarcón Enos y el Dr. Carlos Céspedes Acuña. "Se cumplió a cabalidad el objetivo general que era obtener un concentrado microencapsulado de antocianinas, mediante el uso de un nuevo método a partir de maqui (Aristotelia chilensis) para el desarrollo de un deshidratado con alto contenido de compuestos funcionales", expresó el Dr. José Miguel Bastías.

El Dr. Bastías aseguró que los resultados demuestran que es factible obtener polvo microencapsulado a partir del extracto acuoso del fruto de maqui, de excelente calidad, con altos contenidos de antocianinas y buena capacidad antioxidante.

La idea es que el concentrado de microencapsulado de antocianinas, pueda emplearse en la elaboración de alimentos funcionales y productos nutraceuticos.

Según se indicó, el maqui chileno (Aristotelia chilensis), es destacado por los especialistas debido a sus múltiples características como alimento

funcional y su utilidad en la prevención de enfermedades cardíacas y envejecimiento, ayudando también a disminuir los niveles de azúcar en la sangre y controlar el peso. Con esta razón ha comenzado a ser sindicado como un "Súper alimento".

"A partir de este proyecto damos curso a dos procesos de patentamiento. Primeramente, ideamos un prototipo de un dispositivo crítico concentrador de jugo de maqui, como asimismo, obtenimos un producto en polvo microencapsulado con altos contenidos de antocianinas, pero además podemos precisar las concentraciones de los niveles de antocianinas y alcanzar una capacidad antioxidante homogénea", aseveró el investigador UBB.

El Dr. Bastías Montes explicó que también se obtuvo la composición físico-química del maqui fresco así como del extracto, al igual que la composición del microencapsulado obtenido del extracto de maqui.

"En la experimentación obtenimos un producto final con casi un 25% más de concentración de antocianinas que el fruto, y una capacidad antioxidante sobre el 40% más que el maqui natural", señaló.

"Este producto es completamente diferente a lo que hoy se encuentra en el mercado. Actualmente, lo usual es que se licfia el fruto completo y luego se muele, dando como resultado un polvo que incluye la cáscara, parte de la semilla y parte de la pulpa del fruto que es donde se encuentran los antioxidantes. En nuestro caso, extremos del fruto todos los compuestos solubles, donde están los compuestos bioactivos, por lo tanto, lo que microencapsulamos es mucho más puro, porque no contiene semillas o bagaza", ilustró el Dr. Bastías Montes. CS



CRÓNICA CHILLÁN

HAZ 60 AÑOS SE INSISTE EN QUE EL MERCADO LIBRE DE CHILLÁN TIENE UN "COLA PISO" DE TRÁNSITO.

una comuna que está creciendo, que empieza ya a ocupar su verdadero sitio en el conector nacional", en ese sentido, creemos que un nuevo terminal nos da la posibilidad de mejorar la oferta hortofrutícola, mejorando sin duda las condiciones de nuestros comerciantes y el abastecimiento de la ciudad".

### VALORAN NUEVA INFRAESTRUCTURA

Así también la apertura que tendrá el terminal en los próximos meses ha sido valorada a nivel nacional, en especial por el gremio de los productores de fruta, por el oxígeno que significará su habilitación en una de las zonas estratégicas de la actividad dentro de Chile.

"Los mercados van siendo abarzados por la ciudad, y según

tengo entendido, en Chillán hoy día tienen bastantes dificultades con la llegada de los camioneros que abastecen de productos a los locatarios. Por supuesto que un proyecto nuevo, a la salida de la carretera, siempre es bueno, es tener una oportunidad. Es lo que sucedió, por ejemplo en Santiago: antes solo se compraba con La Vega y el Mercado Central, y hoy a la salida de la ciudad está Lo Valledor, concentrando muchísima actividad", comentó Luis Schmidt de la Federación de Productores de Fruta de Chile (Fedefruta).

En extensión, el terreno ubicado en los cantoneros citadinos abarca 54.036 metros cuadrados (m<sup>2</sup>) de los cuales 8.637 serán construidos, repartiéndose, a su vez, en una edificación de dos pisos tendrá 12 metros de altura.

Además, el grupo controlador indicó que la obra se ejecutará en una etapa, por lo que, a priori, no deberá sufrir mayores retrasos en el plazo de entrega. En tanto, la vida útil del recinto se fijó en 50 años.

"Es un mercado que propende a solucionar una problemática y siempre es bueno tener mercados para llegar y salir con los productos", agregó el mandamante de Fedefruta.

### EXPANSIÓN

"En el futuro los productores de fruta, y hortalizas debieran aumentar, no solo pensando en el mercado local. Nuestros productos debieran abastecer mercados mayores como Concepción, y de la zona central. La pequeña agricultura debe

## Anexo A-38

Nota de prensa en Web Chillán on Line relacionada con proyecto <http://portal.chillanonline.cl/investigadores-ubb-culminan-con-exito-proyecto-fia-para-la-obtencion-de-microencapsulado-de-antocianinas-a-partir-de-maqui/>



CONTRATA  
TU SEGURO  
SOAP ONLINE

CLICK AQUI  
WWW.COPELEC.CL/SEGUROS



PORTADA

COMUNA

REGIÓN ÑUBLE

REGIÓN BIOBÍO

NACIONAL

DEPORTES

MAGAZINE

MISCELÁNEOS

TURISMO



### Investigadores UBB culminan con éxito proyecto FIA para la obtención de microencapsulado de antocianinas a partir de maqui

Jun 06, 2018



El Seminario de Clausura del Proyecto FIA PYT-2015-0219 denominado "Desarrollo de nuevo método para la obtención de concentrado microencapsulado de antocianinas a partir de maqui (*Aristotelia chilensis*) para la obtención de un derivado de alta potencia de compuestos bioactivos" dio cuenta de los científicos de la

#### LO MÁS VISTO



Explora Maule abre postulaciones para sus Congresos Provinciales de Ciencia Escolar

Jun 19, 2018



Cuatro Centros Deportivos Vecinales reciben mejoras en sus canchas

Mar 06, 2017



Académico UBB lidera capítulo iberoamericano de consorcio de Colaboración Global en el Embarazo, CoLab

Mar 07, 2017



## Anexo A-35

Nota de prensa en Web Lignum relacionada con proyecto

<http://www.lignum.cl/2018/06/05/investigadores-ubb-apuntan-obtencion-microencapsulado-antocianinas-partir-maqui/>

The screenshot shows the Lignum website interface. At the top, there is a navigation bar with the Lignum logo and the tagline "Bosque - Madera & Tecnología". The main content area features a large image of three glass vials containing different colored liquids, with a sign that says "ACE" in the background. Below the image is the article title "Investigadores UBB apuntan a obtención de microencapsulado de antocianinas a partir de maqui" and a short paragraph of text. To the right of the article, there are several advertisements, including one for "DIPLOMADO EN DIRECCIÓN COMERCIAL & MARKETING INDUSTRIAL" and another for "EDITEC". The website also has a search bar, social media icons, and a menu with categories like "INICIO", "NEGOCIOS E INDUSTRIA", "SUSTENTABILIDAD", etc.

Grupo Editorial Editec: Revistas, Medios Digitales, Conferencias & Ferias, Estudios y Compendios

Martes 19 de junio, 2018

Exportaciones de madera aserrada creciendo, pero aún lejos de su peak

INGRESE AQUÍ

ACE

Foto: Universidad del Bío Bío

### Investigadores UBB apuntan a obtención de microencapsulado de antocianinas a partir de maqui

Publicado el 5 De Junio Del 2018

Resultados demuestran que es factible obtener polvo microencapsulado a partir del extracto acuoso del fruto de maqui, de excelente calidad, con altos contenidos de antocianinas y buena capacidad antioxidante.

Compartir: [Facebook](#) [Twitter](#) [Google+](#) [LinkedIn](#) [WhatsApp](#)

PUBLICIDAD: Cree el perfil de su empresa SIN COSTO

PUBLICIDAD: DIPLOMADO EN DIRECCIÓN COMERCIAL & MARKETING INDUSTRIAL

PUBLICIDAD: EDITEC VEA AQUÍ

NOTAS RELACIONADAS: CLARIVATE ANALYTICS 24-05-2018 "Revista Maderas: Ciencia y Tecnología" de la UBB es destacada en ranking internacional

OUTRUN DÉJELOS A TODOS ATRÁS. APRENDE MÁS >

JOHN DEERE

## VII. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA.

- AOAC. (2000). Official methods of analyses of the Association of Analytical Chemists (17th ed). Washinton, DC, USA.
- AOAC. (2005). Official methods of analyses of the Association of Analytical Chemists (18th ed). Washinton, DC, USA.
- Araneda, X; Quilaman, E; Martinez, M. y Morales, D. (2014) Elaboración y evaluación de jugo de maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) por arrastre de vapor. *Scientia Agropecuaria* [online], vol.5, n.3, pp. 149-156. ISSN 2077-9917.
- Boaventura, B. C. B., Murakami, A. N. N., Prudêncio, E. S., et al. (2013). Enhancement of bioactive compounds content and antioxidant activity of aqueous extract of mate (*Ilex paraguariensis* A. St. Hil.) through freeze concentration technology. *Food Research International*, 53, 686–692.
- Brand-Williams, W., Cuvelier, C. Berset. (1995). Use of a free radical method to evaluate antioxidant activity. *LWT-Food science and Technology*. 28 (1): 25-30.
- Brauch, J., Buchweitz, M., Schweiggert, R., Carle, R. (2016). "Detailed analyses of fresh and dried maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) Berries and juice". *Food Chemistry* 190, pp: 308-316.
- Coronel-Aguilera, C., & San Martín-González, M. (2015). Encapsulation of spray dried b-carotene emulsion by fluidized bed coating technology. *LWT - Food Science and Technology*, 62 (1), 187 - 193.
- Cruzat, R. & Barrios, E. (2009) Resultados y Lecciones en Productos Agroindustriales Ricos en Antioxidantes, a Base de Berries Nativos Serie experiencias de innovación para el emprendimiento agrario. Fundación para la Innovación Agraria, Ministerio de Agricultura. pág. 24.
- Downey, MO, NK Dokoozlian, y MP Krstic. (2006). Prácticas culturales y ambientales impactos en la composición de flavonoides de la uva y del vino: Una revisión de investigaciones recientes. *American Journal of Enología y Viticultura* 57: 257-268.
- Fredes, C., Montenegro, G., Zoffoli, J. P., Gomez, M., & Robert, P. (2012). Polyphenol content and antioxidant activity of maqui (*Aristotelia chilensis* [Molina] Stuntz) during fruit development and maturation in central Chile. *Chilean Journal of Agricultural Research*, 72, 582-589.
- Fredes, C., Yousef, G. G., Robert, P., Grace, M. H., Lila, M. A., Gomez, M., et al. (2014). Anthocyanin profiling of wild maqui berries (*Aristotelia chilensis* [Mol.] Stuntz) from different geographical regions in Chile. *Journal of the Science of Food and Agriculture*, 94, 2639-2648.
- González, B., Vogel, H., Razmilic, I., Wolframc, E. (2015). Polyphenol, anthocyanin and antioxidant content in different parts of maqui fruits (*Aristotelia chilensis*) during ripening

- and conservation treatments after harvest. *Industrial Crops and Products* 76 (2015) 158–165.
- Rodríguez, K., Ah-Hen, K., Vega-Galvez, A., Vasquez, V., Quispe-Fuentes, I., Rojas, P., Lemus-Mondaca, R. (2016). Changes in bioactive components and antioxidant capacity of maqui, *Aristotelia chilensis* [Mol] Stuntz, berries during drying. *LWT - Food Science and Technology* 65 537-542.
- Romo-Muñoz Rodrigo; José Miguel Bastías-Montes; Rodrigo Monje\_Snahueza; Felipe Campos-Muñoz. (2018). *Perspectiva del Mercado Internacional para el desarrollo de la industria del maqui: Un análisis de las empresas en Chile*. Editores. José Miguel Bastías-Montes y Rodrigo Romo-Muñoz. Ed. Universidad del Bío Bío. 70 pp. Versión Digital. ISBN: 978-956-9275-63-0.
- Santibañez, C., (2008). "Variación poblacional del contenido de antocianinas en bayas de maqui, *Aristotelia chilensis* (Mol) Stunz". Universidad de Talca. P.p 6-10.
- Schreckinger M, Lotton J, Lila M, de Mejia E. (2010). Berries from South America: a comprehensive review on chemistry, health potential, and commercialization. *J Med Food* 13(2):233-46.
- Stanisavjevic, N.; J. Samardzic; T. Jankovic; K. Savikin; M. Mojsin; V. Topalovic; M. Stevanovic. (2014). Antioxidant and antiproliferative activity of chokeberry juice phenolics during in vitro simulated digestion in the presence of Food matrix. *Food Chemistry*, 175: 516-522.
- Takana, J. Ogawa, K. Hitoe, S. Shimoda, H. Hara, H (2013). Maqui berry (*Aristotelia chilensis*) and the constituent delphinidin glycoside inhibit photoreceptor cell death induced by visible light. *Food Chemistry*, 139, 1-4, 129-137.
- Tonon, R. V., Brabet, C. y Hubinger, M. D. (2008). Influence of process conditions on the physicochemical properties of açai (*Euterpe oleracea* Mart.) powder produced by spray drying. *Journal of Food Engineering*, 88(3), 411- 418.
- Wang, H.; W. Fan; H. Li; J. Yang; J. Huang; P. Zhang. (2013). Functional characterization of dihydroflavonol-4-reductase in anthocyanin biosynthesis of purple sweet potato underlies the direct evidence of anthocyanins function against abiotic stresses. *PLoS one*. 8 (11): e78484.
- Wang, S. Y., Chen, C. T., & Wang, C. Y. (2009). The influence of light and maturity on fruit quality and flavonoid content of red raspberries. *Food Chemistry*, 112, 676-684.