



Continuación de programa de domesticación de *Aristotelia chilensis* (maqui) para uso agroindustrial, a partir de material genético previamente recolectado en todo el territorio productivo nacional, seleccionado y desarrollándose en campo experimental”

PYT-2012-0101

ANTECEDENTES GENERALES

- Código:PYT-2012-0101
- Nombre del Proyecto: Continuación de programa de domesticación de *Aristotelia chilensis* (maqui) para uso agroindustrial, a partir de material genético previamente recolectado en todo el territorio productivo nacional, seleccionado y desarrollándose en campo experimental”
- Región o Regiones de Ejecución: IX región de La Araucanía
- Agente Ejecutor: Procesos Naturales Vilkun S.A.
- Agentes Asociados: Valles del Sur SpA. – Hortifrut Chile S.A.
- Coordinador del Proyecto: Sebastián Mönckeberg Vergara
- Costo Total:
- Aporte del FIA:
- Período de Ejecución: 48 meses

I. RESUMEN EJECUTIVO

El aumento en la demanda de productos saludables con propiedades más allá de las nutricionales posiciona *Aristotelia chilensis* maqui como uno de los frutales de mayor proyección comercial, su elevada concentración de polifenoles totales y los beneficios de su consumo para la salud se han demostrado en numerosas publicaciones. Hoy todos los productos que se elaboran y consumen de maqui provienen de materia prima de recolección silvestre la cual es de baja calidad y heterogénea y la industria se enfrenta a la incertidumbre de los volúmenes disponibles y el precio en cada temporada como factor crítico. En Procesos Naturales Vilkun S.A. el desafío de la domesticación comienza con la colección de accesiones promisorias entre la IX región de La Araucanía y XI región de Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo, la cuales fueron establecidas en un huerto piloto de 3 hectáreas en IX región de La Araucanía, Comuna de Vilcún. Durante el periodo de ejecución del proyecto un periodo de 4 años en todas las accesiones se realizó seguimiento y evaluación para encontrar los mejores individuos respecto a parámetros de alto impacto para la agroindustria: rendimiento por planta, calibres de frutos, peso de frutos, contenido de polifenoles, contenido de pulpa también aspectos fenológicos como épocas de floración y el proceso de maduración de frutos que permitiera establecer los primeros indicadores de cosecha para la especie. Se realizaron ensayos de propagación, requerimientos nutricionales, seguimiento nutricional, distancia de plantación, podas y cosechas con el fin de establecer las bases para el manejo agronómico de la especie. La validación de materia prima obtenida desde el huerto piloto se realizó mediante la elaboración de nuevos procesos y tres productos nuevos para Procesos Naturales Vilkun S.A.

II. INFORME TÉCNICO

1. Objetivos del Proyecto:

Desarrollar el cultivo de *Aristotelia chilensis* maqui como materia prima para la industria fue el objetivo general de la propuesta, este fue alcanzado mediante el desarrollo de 3 objetivos específicos 1) seleccionar material vegetal silvestre de características agronómicas y funcionales de valor para la agroindustria, 2) Definir el manejo técnico agronómico inicial para la especie con la ejecución de cinco ensayos agronómicos y 3) desarrollar productos de maqui a partir de las tecnologías disponibles en Procesos Naturales Vilkun S.A. Las actividades enfocadas en el logro de los objetivos permitió resultados que se dirigen hacia la domesticación de la especie y la obtención de materia prima de, calidad, homogénea, trazable, inocua desde cultivos rentables y sustentables.

2. Metodología del Proyecto

La metodología del proyecto se elaboró en base a los objetivos específicos. Para el objetivo específico 1 consideró 2 etapas:

Etapa 1: Selección primaria de genotipos:

En la colección de plantas de maqui establecida el 2011 en San José Farms, se evaluaron y seleccionaron de acuerdo a su productividad, tamaño de frutos, cantidad de pulpa de los frutos y concentración de polifenoles por accesión. La concentración de polifenoles se midió mediante la metodología de Folin-Ciocalteu. La selección ranking se realizó en base a una ponderación de cada variable la cual corresponde a productividad 40%, tamaño de frutos 30%, cantidad de semillas en frutos 10%, contenido de polifenoles 20%.

La propagaron por estacas de las selecciones superiores inicia en instalaciones de San José Farms, el vivero, se sometió a un protocolo fitosanitario (preventivo-curativo), riego a capacidad de campo, registros de temperatura y % de sobrevivencia de plantas por accesión. También por medio de contratos con servicio externos la propagación se realizó en el vivero Agromillora Sur ubicado en Río Claro Curicó – VII Región igualmente en la Universidad de Talca. De todo el material en propagación se elaboró un ranking y se seleccionó los mejores materiales en base a las variables mencionadas.

Etapa 2: Selección secundaria

El diseño preliminar de las parcelas piloto tipo comercial fue en bloques al azar con un número de plantas a establecer de 1620 donde corresponde a 36 plantas x 15 selecciones superiores x 3 bloques. Las parcelas se ubicaran en dos zonas agroecológicas, precordillera (General López, San José Farms (Fundo Santa Elena) y valle central (Gorbea, San José Farms). Al no existir aun suficiente conocimiento técnico-teórico de la polinización de la especie se consideró la utilización de plantas machos en la parcela piloto como polinizantes. En las parcelas piloto tipo comercial, se evaluó el crecimiento y desarrollo vegetativo de las accesiones por medio de fichas de caracterización agronómica y se evaluó el potencial productivo mediante la evaluación del componente de rendimiento.

El objetivo específico 2 consistía en el desarrollo del manejo agronómico estándar donde para la preparación de suelo mediante rastraje y formación de camellón con el uso de una malla anti malezas del tipo *weedmat* de color negro del ancho del camellón para el control de malezas, la distancia de plantación de 3 metros entre hilera y 1,5 metro sobre la hilera (4,5 m²/planta), las plantas fueron regadas por goteo a capacidad de campo utilizando una línea de riego con goteros a 40 cm, de una descarga de 2 L/hora. La fertilización al hoyo de plantación con fertilizantes potásicos, magnésicos y fosfóricos de acuerdo a los análisis de suelo del lugar. El seguimiento nutricional fundamentado en el análisis de soluciones de suelo, extraídas con sondas de succión se realizó con la empresa AGQ Labs con la finalidad de comenzar a generar los estándares nutricionales para el maqui.

Para la descripción de plagas y enfermedades y la elaboración de un programa integrado fitosanitario preliminar se monitoreó la presencia y daños de plagas y/o enfermedades, de requerirse, mediante análisis fitopatológicos, se identificara especies y/o cepas. Los métodos de control se establecieron por los asesores en entomología y fitopatología. El monitoreo general se focalizó en la identificación de especies de plagas y enfermedades de potencial importancia económica. Como mantención de un huerto productivo comercial se realizaron controles de malezas mediante controles químicos, manuales y/o mecánico. La estructura de planta de las parcelas piloto es de "vaso arbustivo" el cual consiste despeje basal y cortes de aclareo orientado a cosecha mecanizada y/o semimecanizada.

Por medio de seguimiento fotográfico desde brotación a madurez de frutos, se identificaron ecotipos tempranos y tardíos, parámetros e índices de cosecha y la fenología de la especie. Al término del proyecto en las parcelas piloto tipo comercial se realizó una evaluación económica preliminar para estimar el potencial de rentabilidad y competitividad de cultivo del maqui. Para ello, se implementaron registros de los costos de inversión y operación del piloto productivo.

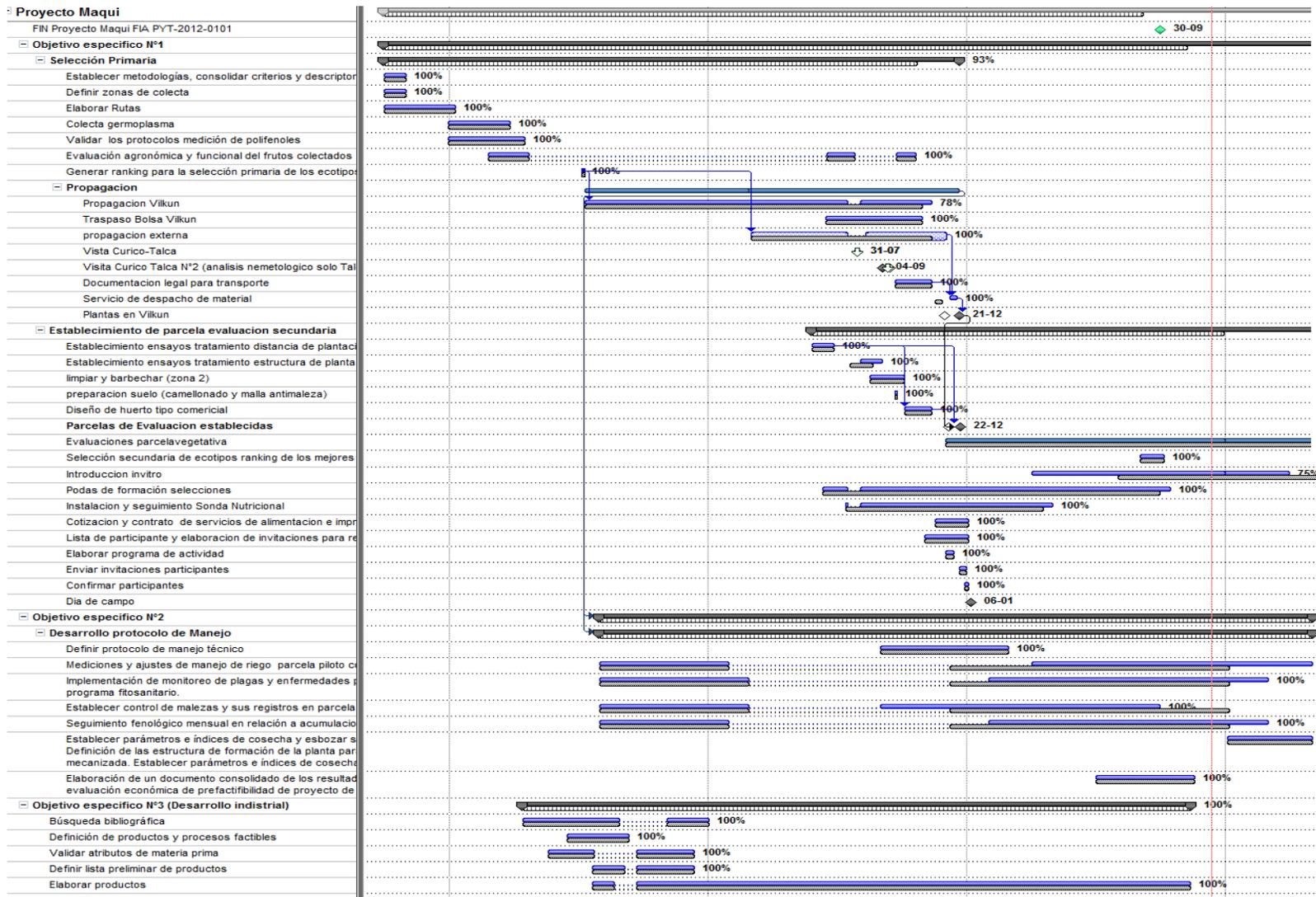
Para el objetivo específico 3 el desarrollo de productos de maqui en base a tecnologías disponibles en Vilkun; se realizó una revisión del estado del arte donde se estudió el estatus de: mercado, competencias, clientes, investigaciones y patentes que involucren el maqui, en base a este se definió el marco donde Procesos Naturales Vilkun S.A. puede desarrollarse. Se previó, a lo menos obtener 3 productos de maqui enfocados al rubro de Vilkun berries, productos como deshidratados, liofilizados, polvos, ente otros. Se realizaron las pruebas con la fruta obtenida de la cosecha de la colección de plantas de San Jose Farms el 2011, de no ser suficiente fruta se utilizó materia prima disponible en Vilkun.

Procesos Naturales Vilkun S.A. se encuentra desarrollando un proyecto de producción de maqui en polvo a partir de maqui secado a través de liofilización.

Las dificultades metodológicas enfrentadas fueron no prever el grado de influencia climática en el desarrollo de las actividades en terreno y no contar con metodologías y actividades alternativas inmediatas que mitigaran el retraso y/o la incertidumbre asociada a la actividad en particular. Los mayores cambios metodológicos se asociaron a la propagación vegetativa, donde por causas que no lograron definirse con claridad se presentaron altos niveles de contaminación de las estacas y pese a los numerosos intentos y cambios en la metodología

empleada no se logró obtener la cantidad y calidad de plantas deseadas en la fecha estipulada. La solución fue externalizar el servicio de propagación que nos asegure la disponibilidad de las plantas para la continuidad de las actividades sin embargo ello provocó el retraso de una temporada en el establecimiento de las parcelas piloto tipo comercial. Para el seguimiento nutricional se realizó el control de la absorción y asimilación de los elementos por parte de la planta, basándose en el estudio de la dinámica de iones a lo largo del perfil radicular, así como su relación con la composición química de órganos vegetales como hoja y frutos durante su estados fenológicos, este se lleva a cabo mediante el análisis y estudio de las soluciones de suelo extraídas con sondas de succión a tres profundidades del perfil radicular.

3. Actividades del Proyecto



En Gantt, barras grises representan línea base de la planificación y en azul la ejecutada. Es posible ver que el establecimiento de las parcelas secundarias tipo comercial tuvo un retraso de 1 temporada debido a que la propagación fue externalizada con el objetivos de obtener la cantidad y calidad de plantas necesarias para el establecimiento. Así también por razones de concentrar las evaluaciones y mantener control de los ensayos solo se estableció la localidad de Vilcún (Precordillera).

4. Resultados del Proyecto

I.- Selección de material vegetal promisorio

En la temporada 1 (2013-14) se seleccionó 80 accesiones, en la temporada 2 (2014-15) se seleccionó 32 accesiones y, en temporada 3 (2015-16) se seleccionó 15 accesiones superiores de maqui de la colección, basados en 4 criterios agroindustriales: Rendimiento kg/planta, Calibre de la fruta en mm en 30 frutos/planta, Peso de frutos 30 frutos/planta, Polifenoles Totales (mg EAG/g peso fresco), contenido en la relación Pulpa/semilla y 2 ejemplares machos basados en diferentes épocas de floración, temprano y tardío. El material no seleccionado se conserva en el jardín de Vilcun con el fin del resguardo de material genético y posible uso en un futuro para cruzamientos dirigidos.

En tabla 1, los resultados de las 15 selecciones durante el seguimiento de las 3 temporadas

2013-14 (cosecha enero 2014)

ID	Calibre (mm)	Relación Pulpa-Semilla	Polifenoles Totales (mgAGE/g pf)	Rendimiento (g)
MQSJF-102	7,0	2,07	18,2	321
MQSJF-103	5,7	1,88	10,0	474
MQSJF-36	6,0	2,21	10,7	452
MQSJF-38	5,9	1,92	6,8	347
MQSJF-45	5,2	1,12	11,2	982
MQSJF-47	6,6	1,94	7,8	411
MQSJF-53	6,7	2,07	18,5	1.430
MQSJF-6	6,9	1,40	9,6	270
MQSJF-67	7,4	2,26	13,7	1.001
MQSJF-79	6,8	2,28	8,4	635
MQSJF-86	6,9	1,63	19,7	1.067
MQSJF-88	7,2	1,66	11,8	290
MQSJF-89	7,3	2,21	13,4	306
MQSJF-95	5,8	1,05	9,6	435
MQSJF-96	6,5	1,74	18,9	270

2014-15 (cosecha 2015)

ID	Peso 30 frutos (g)	Relación Pulpa-Semilla	Polifenoles Totales (mgAGE/g pf)	Rendimiento (g)
MQSJF-102	6,3	1,94	22,4	14.127
MQSJF-103	5,1	2,13	11,3	16.862
MQSJF-36	5,1	2,13	23,4	6.898
MQSJF-38	6,3	2,33	24,4	7.200
MQSJF-45	4,2	1,50	17,6	8.882
MQSJF-47	5,5	2,13	22,2	25.456
MQSJF-53	6,4	2,57	22,3	6.523
MQSJF-6	5,2	1,63	27,5	6.111
MQSJF-67	5,8	3,55	21,3	7.903
MQSJF-79	4,2	2,13	23,8	10.769
MQSJF-86	4,7	1,27	18,4	12.755
MQSJF-88	5,8	1,94	21,1	19.004
MQSJF-89	5,3	1,78	21,7	13.802
MQSJF-95	3,3	1,00	27,7	7.335
MQSJF-96	5,6	1,78	15,8	11.586

2015-16 (cosecha 2016)

ID	Peso 30 frutos (g)	Relación Pulpa-Semilla	Polifenoles Totales (mgAGE/g pf)	Rendimiento (g)
MQSJF-102	10,1	3,6	10,73	2.722
MQSJF-103	6,2	3,4	10,76	477
MQSJF-36	8,4	3,3	9,70	4.270
MQSJF-38	8,9	6,8	13,41	2.007
MQSJF-45	5,7	3,0	10,52	3.132
MQSJF-47	7,4	1,5	15,65	3.459
MQSJF-53	7,4	2,9	13,59	3.815
MQSJF-6	6,1	3,2	11,84	1.472
MQSJF-67	6,7	4,0	9,71	4.738
MQSJF-79	7,4	4,2	11,98	4.217
MQSJF-86	8,2	2,4	9,40	806
MQSJF-88	9,5	2,8	10,65	1.181
MQSJF-89	9,5	2,9	11,04	1.592
MQSJF-95	6,3	0,8	10,86	1.177
MQSJF-96	6,5	3,8	10,69	1.247

Tabla 1: Seguimiento de 3 temporadas en 15 selecciones

El rendimiento es la característica de mayor importancia para la agroindustria ya que se traduce en kilos de Materia Prima para la industria de proceso. Es por ello que los rendimientos de las 15 accesiones es el parámetro de mayor importancia. Se cotejaron las 15 selecciones en base a su estabilidad productiva y rendimiento acumulado en tres temporadas. En Tabla 2 detalle de los rendimientos en las 3 temporadas que corresponde a temporada 1 (2013-14), temporada 2 (2014-15) y temporada 3 (2015-16).

ID	Rend. T1 (Kg)	Rend. T2 (Kg)	Rend. T3 (Kg)	Rendimiento Acumulado (kg)
MQSJF-47	0,41	25,46	3,46	29,33
MQSJF-88	0,29	19,00	1,18	20,47
MQSJF-103	0,47	16,86	0,48	17,81
MQSJF-102	0,32	14,13	2,72	17,17
MQSJF-89	0,31	13,80	1,59	15,70
MQSJF-79	0,64	10,77	4,22	15,62
MQSJF-86	1,07	12,76	0,81	14,63
MQSJF-67	1,00	7,90	4,74	13,64
MQSJF-96	0,27	11,59	1,25	13,10
MQSJF-45	0,98	8,88	3,13	13,00
MQSJF-53	1,43	6,52	3,82	11,77
MQSJF-36	0,45	6,90	4,27	11,62
MQSJF-38	0,35	7,20	2,01	9,55
MQSJF-95	0,43	7,34	1,18	8,95
MQSJF-6	0,27	6,11	1,47	7,85

Tabla 2: Rendimientos y rendimiento acumulado de las 15 selecciones superiores.

El stock de plantas disponibles para el establecimiento de la parcela secundaria se obtuvo desde las plantas entregadas por Agromillora sur, la Universidad de Talca y la sobrevivencia de propagación Vilkun. En Tabla 3 cantidad y origen del stock de plantas terminadas para el establecimiento de la parcela secundaria.

ID	U. Talca	Agromillora	VILKUN	Stock de plantas terminadas ¹
MQSJF-79	10	20	30	60
MQSJF-36	24	41	22	87
MQSJF-67	21	50	15	86
MQSJF-38	33	50	8	91
MQSJF-95	31	60	3	94
MQSJF-103	24	70	12	106
MQSJF-47	38	68	4	110
MQSJF-89	61	47	3	111
MQSJF-53	44	70	8	122
MQSJF-86	45	60	9	114
MQSJF-6	54	60	7	121
MQSJF-45	83	42	0	125
MQSJF-102	49	79	0	128
MQSJF-96	74	60	0	134
MQSJF-88	45	104	1	150
TOTAL				1639

Tabla 3: Cantidad y origen del stock de plantas terminadas para el establecimiento de la parcela secundaria

Así para determinar las selecciones apropiadas para los requerimientos de agroindustria también deben ser selecciones que demuestren un apropiado desarrollo en campo.

Cómo primer indicador de evaluó la sobrevivencia en campo de las 15 selecciones establecidas a noviembre, 2015 a Septiembre, 2016. En tabla 4, detalle de número de plantas establecidas en noviembre 2015 y N° de plantas vivas a septiembre 2016.

¹*Stock excedente se utilizó para ensayos plantación de otoño e invierno. Detalle en ensayos agronómicos.

ID	N° de plantas establecidas en Nov 2015				N° de plantas vivas en Sep, 2016*				% sobrevivencia
	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Total plantado	Bloque 1	Bloque 2	Bloque 3	Total contabilizado	
MQSJF-47	20	20	20	60	19	20	20	59	98%
MQSJF-88	20	20	20	60	13	18	18	49	82%
MQSJF-103	20	20	20	60	9	10	15	34	57%
MQSJF-102	20	20	20	60	10	12	13	35	58%
MQSJF-89	20	20	20	60	3	15	17	35	58%
MQSJF-79	20	20	20	60	7	5	10	22	37%
MQSJF-86	20	20	20	60	12	16	18	46	77%
MQSJF-67	20	20	20	60	4	10	7	21	35%
MQSJF-96	20	20	20	60	17	18	20	55	92%
MQSJF-45	20	20	20	60	16	15	19	50	83%
MQSJF-53	20	20	20	60	19	15	18	52	87%
MQSJF-36	20	20	20	60	15	8	12	35	58%
MQSJF-38	20	20	20	60	12	11	10	33	55%
MQSJF-95	20	20	20	60	14	9	12	35	58%
MQSJF-6	20	20	20	60	14	16	17	47	78%
Total				900				608	68%

Tabla 4: Desempeño de selecciones en parcelas secundarias.

Es así como se eligió 10 selecciones definitivas de alto rendimiento con las cuales se pretende continuar el trabajo de desarrollo de variedades. En tabla 5 selecciones definitivas.

Tabla 5. Selecciones definitivas.

<u>ID</u>
MQSJF-102
MQSJF-103
MQSJF-45
MQSJF-47
MQSJF-53
MQSJF-67
MQSJF-79
MQSJF-88
MQSJF-89
MQSJF-96

*Detalles del manejo agronómico aplicado y posibles causas de la mortalidad de plantas en desarrollo de objetivo específico 2.

Parte de la pérdida de plantas se presume fue provocada por problemas en la plantación, raíces expuestas, y enrolladas que impidió su buen establecimiento (Foto 1).



Foto 1: Plantas muertas

II.- Fenología

El conocimiento de la fenología del maqui, es requisito básico para un manejo eficiente del huerto, conocimiento tanto en época como en duración. En Figura 1 el ciclo fenológico del maqui en la zona de precordillera de la IX región. La brotación se observa en la semana 38, aproximadamente cerca de la quincena de septiembre con una duración de 4 semanas. Luego continua con la floración donde se observó que existió un 80% de flor abierta en la semana 42 que corresponde a quincena de octubre, los primeros frutos son visibles a fines de noviembre, el inicio de coloración en frutos (pinta) inicia en semana 51 prolongándose aproximadamente por 5 semanas.

La cosecha se inicia con frutos 100% negros y con $>25^{\circ}$ brix, comenzando a mediados de enero.

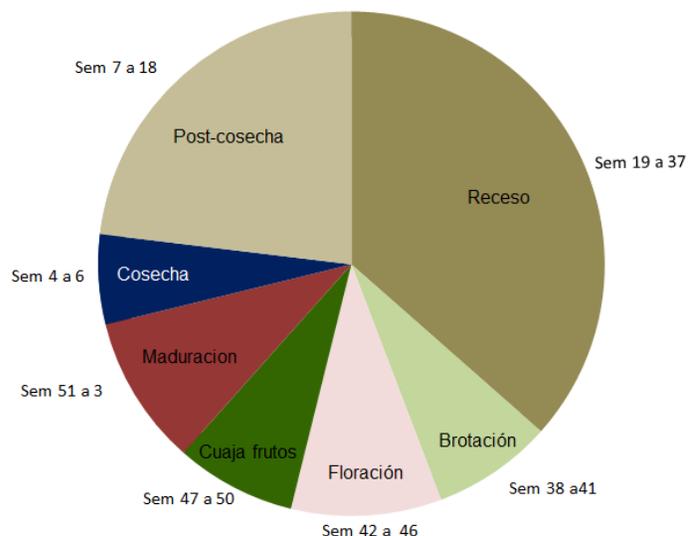


Figura 1: Ciclo fenológico del Maqui en la zona de Vilcún

En Figura 2 y 3 el ciclo fenológico de plantas macho de maqui en la zona de precordillera de la IX región. En el caso de MQSJF-248 considerada como un polinizante temprano la brotación se observa en la semana 38, aproximadamente cerca de la quincena de septiembre con una duración de 4 semanas. Luego continúa con la floración en flor abierta semana 45 se observó que existió un 85% de flor abierta, para luego observar la caída de flores.

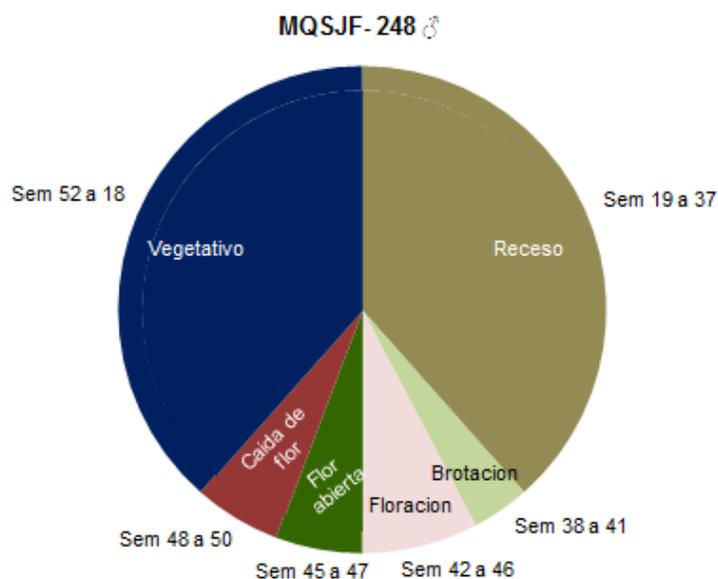


Figura 2: Ciclo fenológico del Maqui macho 1 en la zona de Vilcún

En el caso de MQSJF- 130 polinizante tardío este floreció en semana 45, con una diferencia de 3 semanas, en el caso de plena flor esta selección presentó 2 semanas de flor abierta.

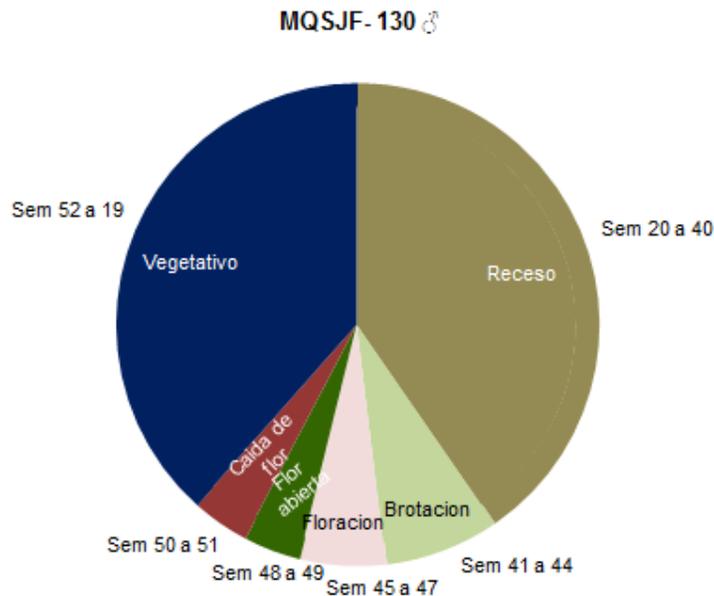


Figura 3: Ciclo fenológico del Maqui macho 2 en la zona de Vilcún

Se espera en un futuro, el estudio de la viabilidad polínica de las plantas machos y receptividad del estigma en caso de plantas hembra, para lograr definir número de polinizantes por hectárea, tipo de polinización, diseño de huertos, entre otros.

III.- Resultados ensayos agronómicos

Para los ensayos agronómicos se agrupó en 3 *subsitios* dentro de la superficie total siendo a) Plantas adultas o plantas madres en caso de corresponder a una selección superior b) parcela secundaria establecida en Nov, 2015 y c) Plantación de otoño-invierno.

Fue así como los ensayos agronómicos realizados a las a) Plantas adultas fueron:

Propagación

Estacas: El enraizamiento de estacas es un método fácil y económico, los porcentajes de éxito fluctuaron alrededor del 30-40% acorde a la experiencia Vilcún, donde por causas que no lograron definirse con claridad se presentaron altos niveles de contaminación de las estacas y pese a los numerosos intentos no se logró obtener la cantidad y calidad de plantas deseadas. (Foto 2) La externalización de la propagación en la Universidad de Talca y Agromillora sur, logró porcentajes de éxito entre los 70% y 85% de las 15 selecciones. La rápida oxidación de los tejidos, la posible contaminación de hongos desde la planta madre, la época adecuada para la propagación, el tejido apropiado, el sustrato, como la concentración apropiada de hormonas de enraizamiento, son algunos factores que aún no se logran resolver para conseguir mayor porcentaje de éxito.

Pese al mayor control de humedad y riego, las estacas se necrosaron y posteriormente murieron



Foto 2: Muerte de estacas propagación Vilkun

In vitro: Uno de los tantos factores a considerar para el establecimiento de huertos comerciales exitosos de maqui es la sanidad vegetal de las plantas y la pureza genética. En ese contexto la multiplicación por ésta vía parece ser la más adecuada para obtener la cantidad y calidad de plantas que satisfaga los requerimientos futuros. La principal dificultad es desarrollar el protocolo de introducción *in vitro* para la especie y futuras variedades, es por ello en el marco de un convenio de trabajo entre Vilkun S.A e INIA Carillanca, se logró la introducción de 10 selecciones superiores, el trabajo continua en desarrollo y se espera que a Julio, 2017 se obtenga 500 plantas (10 selecciones X 50 plantas c/u), también se contempla el seguimiento de cada selección para determinar “*facilidad*” de propagación como criterio de selección. (Anexo 1)

Poda

El vigor es una de las característica de la especie, por lo cual, mantener el balance entre el crecimiento vegetativo y productivo es una prioridad.

Las plantas madres se podaron post cosecha Temporada 2 (2014-15), los cuales fueron los primeros intentos de control de vigor, la poda intervino la planta liberando la base disminuyendo la altura con el objetivo de permitir el paso de una cosechadora mecánica, y una poda de aclareo en el centro de la canopia con el fin de lograr mayor luminosidad y buscar la forma de exponer los frutos hacia el exterior de la planta.

Riego

Las plantas adultas se regaron desde SEM 42 hasta SEM 52, con frecuencia de 2 horas cada lunes, miércoles, viernes.

Requerimientos nutricionales

Se realizaron 9 muestreos de Sondas de succión (3 profundidades) y de hoja en la temporada 3 (agosto, 2015- abril, 2016) en un sector de las plantas adultas la dinámica foliar de la temporada muestra un aumento de requerimiento de nitrógeno entre cuaja y comienzo de cosecha, mientras que el fosforo y potasio muestran un comportamiento estable en la temporada. El calcio comienza con niveles altos hasta cuaja, donde disminuye y se estabiliza la absorción en hoja, según el requerimiento dado por otros tejidos de la planta.

En la época de floración comienza un mayor requerimiento de nutrientes y un mayor crecimiento de raíces, por lo tanto, es el momento adecuado para comenzar con fertilización dado los requerimientos que hemos visto que presenta una planta de maqui productiva. En postcosecha se muestra una baja de fosforo, por lo que se postula la aplicación de fosforo en la época.

En figura 4, la dinámica foliar mineral en hojas de maqui por la temporada N° 3

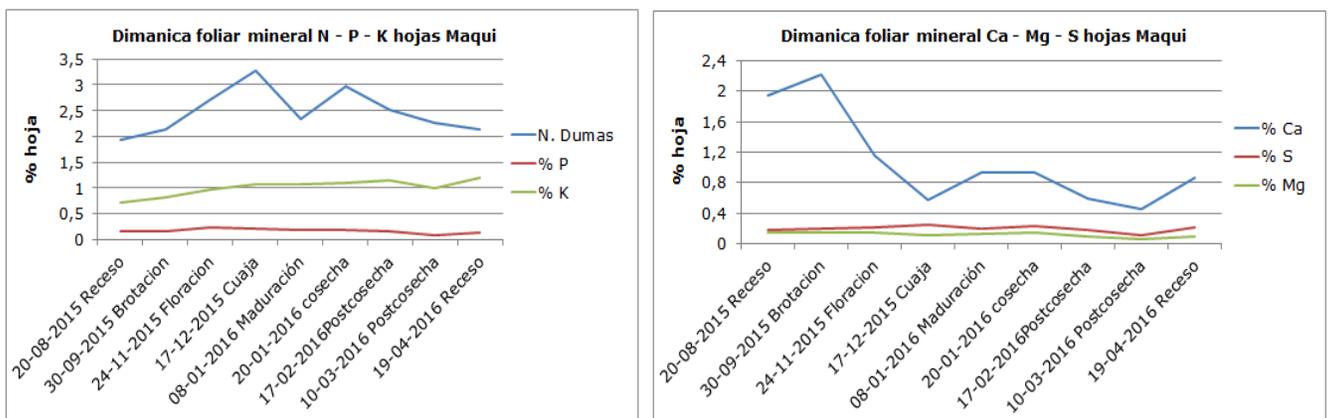


Figura 4: Dinámica foliar mineral en hojas de maqui.

Contenido mineral maqui: La extracción de plantas completas es el método adecuado para medir la demanda de nutrientes en cultivos leñosos, como en los árboles frutales. El procedimiento implica excavar y arrancar árboles completos y separar en raíz, tallo, hoja y fruto en diferentes épocas o estados fenológico a través del año y determinar la cantidad total de biomasa y nutrientes en esos árboles. La diferencia en la cantidad del nutriente entre cada fecha de arranque, indicaría la cantidad que es necesario ir aplicando. Si bien es un procedimiento complicado, sería una buena manera experimental de aproximarse a los requerimientos reales de cada especie o variedad frutal.

Hay bastante información en relación a los requerimientos nutricionales de muchos frutales como el manzano, vid, duraznero y kiwi, esta situación es distinta para el caso del Maqui, dado su reciente expansión como rubro frutícola en Chile. Considerando la importancia que ha ido tomando el Maqui como proyecto en la zona centro y centro-sur del país, la obtención

de información que permita “estimar” la demanda de nutrientes por parte de la planta, permitirá elaborar programas de fertilización más eficientes en términos de cantidad de productos empleados, mejorar distribución de fertilizantes, y aumento de calidad del producto.

En figura 5 contenidos minerales de plantas de 1 año en dos épocas del año y diferentes estados fenológicos, donde se puede ver que la distribución mineral de los elementos se concentra generalmente en las raíces y madera cuando la planta se encuentra en receso, donde mantiene niveles sobre 30% en general para los elementos presentados. En el caso de brotación esta relación se invierte, teniendo una mayor concentración de elementos en las hojas y ramillas de un año, llegando a niveles sobre el 40% en general para los elementos presentados. Frente lo anterior podemos concluir que este cambio en los contenidos se debe a la movilidad de estos elementos desde las raíces y madera hacia las hojas y ramilla del año. La relación al detalle de cada elemento en informe AGQ (Anexo 2)

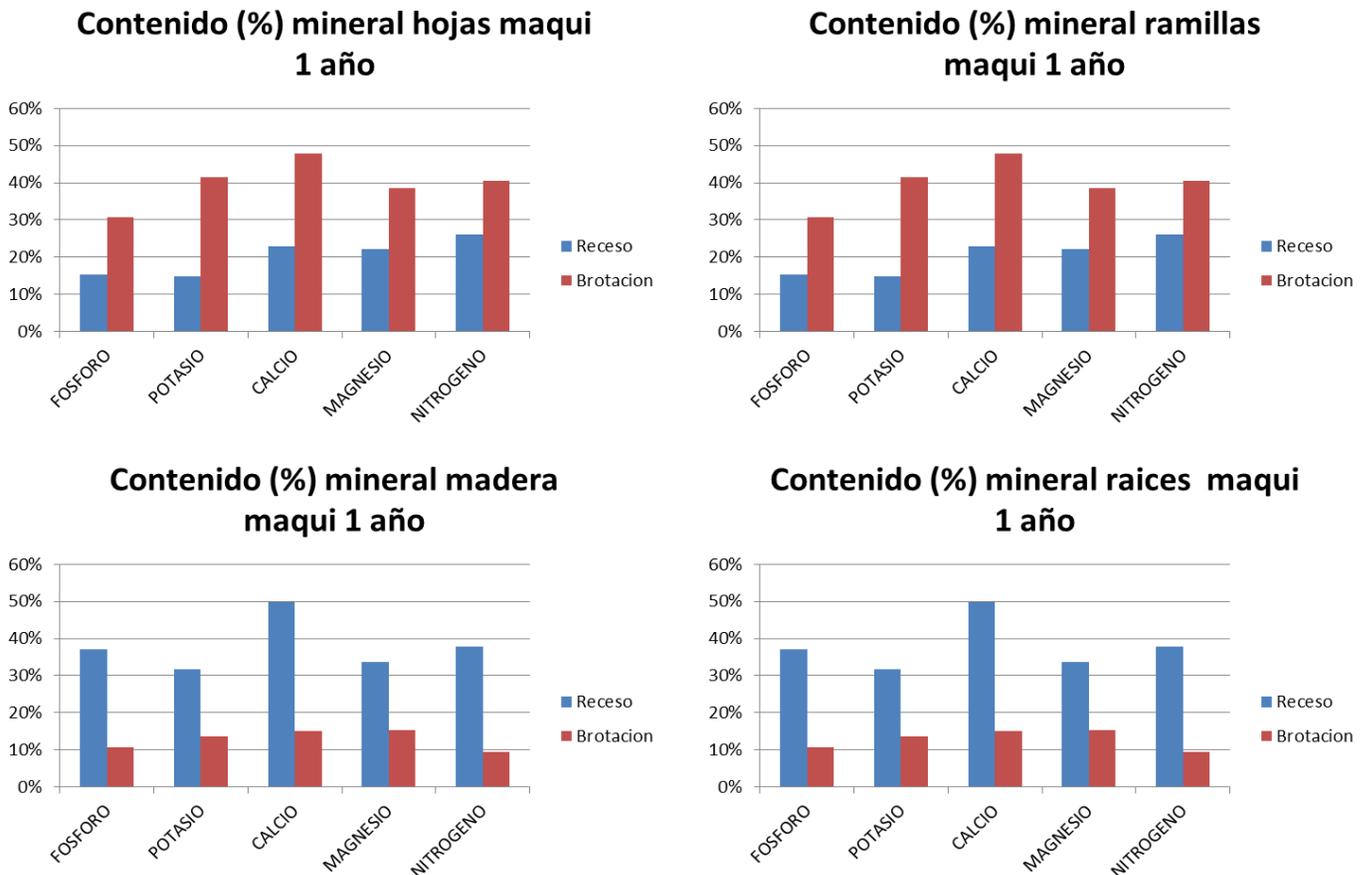
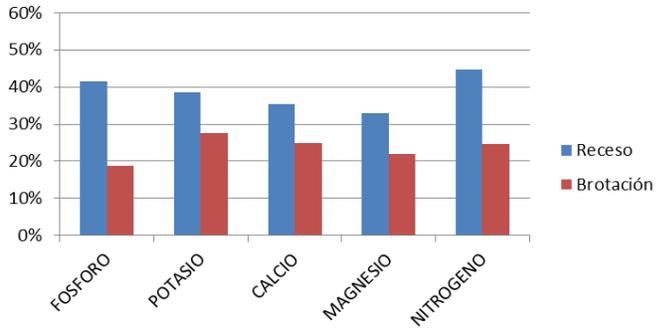
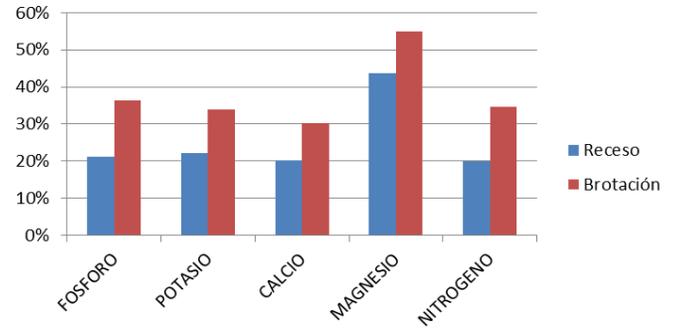


Figura 5: Contenidos minerales de plantas de 1 año.

**Contenido (%) mineral en hojas
maqui 5 años**



**Contenido (%) mineral ramillas
maqui 5 años**



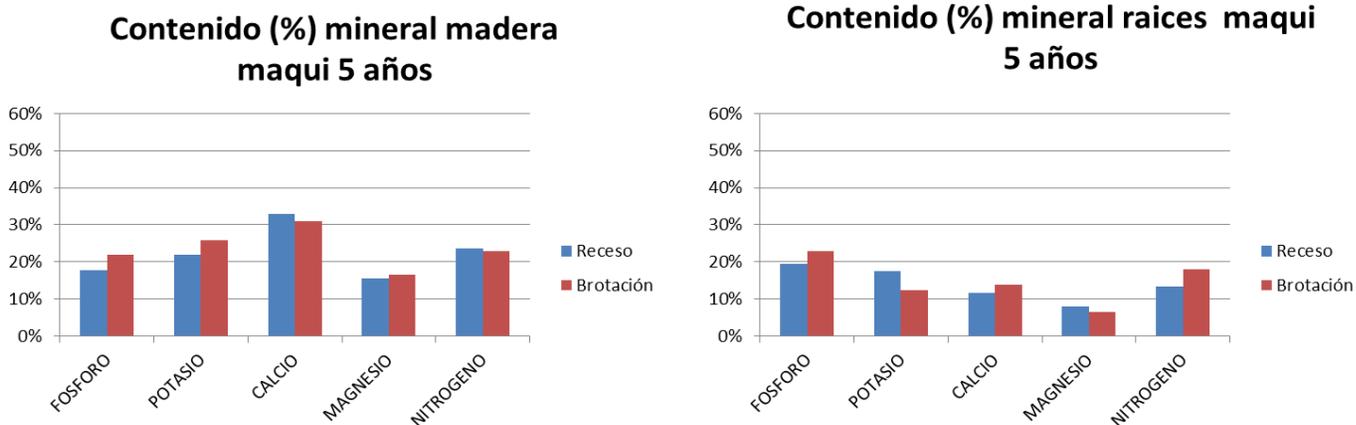


Figura 6: Contenido mineral plantas adultas de 5 años

En figura 6 contenido mineral plantas adultas de 5 años se puede ver que la distribución mineral de los elementos se concentra generalmente en las hojas cuando la planta se encuentra en receso, donde mantiene niveles sobre 30 - 40% en general para los elementos presentados. Pero esta diferencia con brotación es menor que en las plantas de 1 año, presentando en este caso poca a baja diferencia entre ambos estados fenológicos.

La disminución más clara entre estados ocurre en hojas, lo cual se relaciona además con un aumento en el número y longitud de ramillas. La relación al detalle de cada elemento en informe AGQ (Anexo 2)

Ensayos de cosecha

Manual: Durante las dos primeras temporadas se cosecho de forma manual las selecciones de maqui, donde los rendimientos obtenidos fueron de 0,8 kg/hora/hombre.

Mecanizada: Cosechadora de arándano Oxbo 8000: La prueba consistió cosechar una hilera completa, el tiempo en realizar la "pasada" fue de 00:04:38 minutos donde se logró extraer 3,8kg, la estructura de la planta maqui soporto la vibración y golpe de las varillas, pese a la altura y el gran diámetro de la canopia, no hubo desganche, ni destace de las plantas. La fruta ubicada en el exterior al alcance de las varillas se desprendió sin mayor dificultad, mientras que la fruta ubicada en el interior quedo en el árbol por el limitado alcance de las varillas, y

frutos que a pesar de la vibración completa del árbol no cayeron al suelo. Cálculos preliminares nos indican que se logró cosechar solo el 20% por planta. (Foto 4)



Foto 4 Cosechadora Oxbo 8000 en maqui

Cosechadora de Olivos Olivion T220: Este equipo permite el alcance de fruta en altura $>1,70$ y al interior de la planta, por medio de un bastón y varillas vibratoras los frutos caen al suelo, por lo cual se debe colocar una lona, debido al tamaño del fruto y su bajo peso, la lona debió sobrepasar por lo menos en $+2,3$ metros el diámetro de la planta. Se extrajo un total de $2,7$ kg de maqui en $8:00$ min, sin considerar que se debe levantar el maqui de la lona y limpiar de hojas. (Foto 5).

Los resultados del tiempo de cosecha con el equipo Olivion T220/300 y tiempo de recolección en tabla 4

Resultados de ensayo

Tiempo de cosecha		Recolección de frutos	
Tiempo (minutos)	8	Tiempo (minutos)	3
kg/8min	2,5	kg/3min	2,5
kg/min	0,31	kg/min	0,83

Tabla 4: Resultados de ensayo cosecha



Foto 5. Cosecha de maqui con Olivion T220.

Al momento de los ensayos de cosecha los indicadores para la iniciar la cosecha fueron °brix >25, bayas color (al menos 90% de los frutos) Chart FAN 4 Black Group 202 A, color en base a la tabla de colores Royal Horticultural Society RHS Color. Foto 6



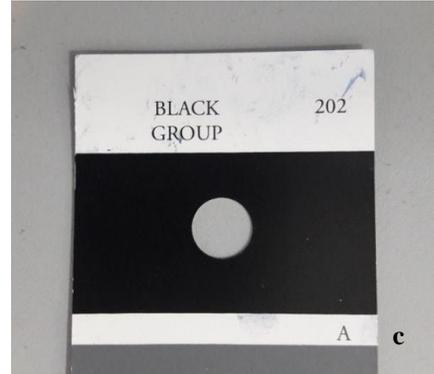


Foto 6: a) Royal Horticultural Society RHS Color Chart; b) FAN 4; c) Black Group 202 A

Los pesos registrados en los frutos de maqui han sido menores a 0,2g/fruto en estos ensayos. Lo que no fue impedimento para que la fruta fuera botada del árbol, teóricamente a mayor peso de frutos mayor facilidad de caída por lo cual se ha intentado aumentar peso y calibre mediante podas de formación. En cuanto a la resistencia del pedúnculo (fuerza necesaria para desprender los frutos) es una característica desconocida por el momento, sin embargo, hemos determinado preliminarmente que la abscisión en el maqui se presenta en dos puntos (Foto 7), el primero en la unión entre el fruto y el pedúnculo y el segundo ente el pedúnculo y la ramilla. Donde la mayor fuerza de tensión se encuentra en la primera, ello observado en la proporción de fruta caída cosechada (al menos un 65%) con pedúnculo. Cabe mencionar que esto obliga a requerimientos de un pretratamiento de despallado para el ingreso a procesos agroindustrial, lo cual implica costo adicional y maltrato de la fruta.

Así además se puede indicar que, sí se divide el tiempo de cosecha en percentiles se obtiene que el mayor porcentaje de fruta cosechada cae en el 50% del primer tiempo ello dado a la ubicación de la fruta, en un futuro los trabajos de poda y forma de conducción de la planta podría optimizar el tiempo de cosecha para no incurrir en costos adicionales.



Foto 7: Puntos de abscisión del maqui.

Estos resultados nos indican que es posible cosechar maqui en forma mecanizada, sin embargo será importante trabajar la arquitectura de la planta para poder llevarlo a cabo,

intervenir la ubicación de la fruta con podas de aclareo y establecer el momento de cosecha óptima.

Seguimiento fitosanitario

En el control de malezas las especie de mayor persistencia son las familias de las Asteraceas con la presencia de Achicoria (*Cichorium intybus* L.), Margarita amarilla (*Colestephus myconis*), y hierba del chanco (*Hypochaeris radicata*), Brassicaceae con la especie yuyo (*Brassica rapa*) y Polygoneceae (*Polygonum perscaria*). Respecto a la familia de las Polygoneceae ésta es hospedero de la avispa barrenadora de los brotes (Fam: Hymenoptero) *Amestastegia glabrata* para el control de malezas se ha optado por control mecánico entre camellón y químico periódico con orilla camellón.

Control de insectos: Se han identificado presencia de *Amestastegia glabrata* la avispa barrenadora de los brotes, *Agrotis Ipsilon* y *Peridroma saucia* el gusano cortador, *Orgyia antiqua* el gusano de los penachos y *Hylamorpha elegans* el San Juan verde en estado de larva (Foto 8). De los cuales no se constatado y/o evaluado daños significativo (genere perdida de algún tipo) en la especie maqui. Como agente polinizador la presencia de abejorros (*Bombus sp.*) y abejas (*Apis mellífera*).



Foto 8: Larva de *Hylamorpha elegans* en raíces de maqui

Daño de heladas debido al vigor de la especie maqui se ha manifestado un constante crecimiento de yemas apicales y laterales independientes de la época del año. Ello ha provocado la exposición del tejido tierno y succulento a las heladas generando daño en ápices,

el daño provocado por las bajas temperaturas (daño que se restablece), es punto de entrada para enfermedades de la madera que una vez ingresando a la planta es imposible de controlar. (Foto 9)



Foto 9: Brotes afectados y no afectados por las heladas

Los ensayos agronómicos realizados en la parcela secundaria piloto comercial:

El establecimiento de la parcela secundaria piloto comercial se realizó en Noviembre de 2015 en 3 bloques al azar con la cantidad de plantas indicada en tabla 4.

En Foto 10 emplazamiento de los bloques al azar en el Fundo Santa Elena, donde la superficie de cada bloque es de bloque 1: 0,25ha, bloque 2: 0,25ha, y bloque 3: 0,27ha. conformando una superficie total de 0,77 ha.



Foto 10: Vista satelital de Google Earth

Sitio de plantación

Las características edafoclimáticas de la zona de precordillera en La Araucanía no presentaron impedimento para el establecimiento de un huerto piloto de la especie maqui. No obstante se debe considerar la disponibilidad de agua para riego y evitar sectores con fuertes vientos que provoquen el quiebre de ramas y destace de las plantas.

Preparación de suelo

No hay evidencia de restricción de suelos para la especie, se puede mencionar que la limpieza de malezas con un barbecho químico, labores de suelo para un suelo mullido, uso de rastra para eliminar terrones y emparejar la superficie del suelo, son labores básicas para el establecimiento de toda especie frutal

Orientación

La plantación consideró una orientación norte-sur para permitir ventilación y exposición solar uniforme en todas las plantas, durante todo el año.

Camellonado

La utilización de camellones favorece el desarrollo de las raíces y mejora el drenaje. Las dimensiones utilizadas fueron 60-80 cm de ancho por 50 cm de alto. Sin embargo, para suelos trumaos con alto porcentaje de materia orgánica >14%, alta porosidad (50%-60%) y densidad aparente de 0,66g/mL, la fuerte influencia de vientos durante todo el año el uso de camellón favorece el destace de las plantas.

Marco de plantación

Se establecieron 3 metros entre hilera x 1,5 metros sobre la hilera.

Época de plantación

El establecimiento de la parcela secundaria piloto comercial Vilkun fue en Noviembre, 2015 (Foto 11) con plantas de estructura herbácea y crecimiento activo. En mayo donde comienza la baja de las temperaturas junto con la lenta lignificación de tallos es posible hayan provocado heridas por los cuales el ingreso de hongos oportunistas provocó la muerte progresiva de plantas. Detalle de % sobrevivencia en tabla 4.



Foto 11: Establecimiento de parcela secundaria noviembre 2015

Poda

Durante los primeros meses no hubo intervención de poda. El mes de febrero, 2016 se comenzó con las podas de formación con el objetivo de formar una estructura de planta para la cosecha mecanizada. Se eliminaron los brotes basales optando por la formación de monoeje, que en un futuro favorezca el ingreso de máquinas cosechadoras, también se “pellizcó” los ápices de cada ramilla con el objetivo de multiplicar yemas vegetativas. Se consideró la desinfección de tijeras y el uso de productos sellantes con fungicidas en los cortes para reducir el posible ingreso de patógenos.

Riego.

Para el cálculo de riego se utilizó el ESTUDIO FAO RIEGO Y DRENAJE 56, el cual desarrolla un programa de riego acorde a las “pérdidas de agua” del cultivo generados por la evapotranspiración. La especie que se utilizó de referencia fue el Olivo debido a que ambos son perennes, y similares en cuanto a estructura de la canopia del árbol utilizando el coeficiente de cultivo (Kc) y duración de las etapas de crecimiento del cultivo del frutal Olivo

Así desde el sitio web de Agromet se obtuvieron registros de evapotranspiración correspondiente a la estación Carillanca durante 2 temporadas. Tabla 5

MESES	ETo (mm) 2015-16	ETo (mm) 2016-17	Etapas del cultivo
Agosto	33,6	31,1	Inicio
Septiembre	44,3	54,7	Desarrollo
Octubre	76,4	71,1	Desarrollo
Noviembre	88,2	99,6	Desarrollo
Diciembre	119,5	112,5	Desarrollo
Enero	134,1	132,8	Desarrollo
Febrero	108,5	95,6	Final
Marzo	62,7	29,9	Final
Abril	38,8		Final

Tabla5: Evapotranspiración estación meteorológica Carillanca dos temporadas.

Es así como basados en la fórmula de $Kc \times Eto = Etc$. Se calculó el Etc durante las temporadas

Kc: Coeficiente del cultivo
 Eto: evapotranspiración
 Etc: evapotranspiración del cultivo

En las etapas de desarrollo y final se consideró la evapotranspiración más alta registrada en la estación meteorológica.

Temporada	Kc	Eto	Etc
2015-16	0,65	33,6	21,84
	0,70	134,1	93,87
	0,70	108,5	75,95
2016-17	0,65	31,1	20,215
	0,70	132,8	92,96
	0,70	95,6	66,92

Considerando el sistema de riego por goteo instalado en el huerto, se utilizaron los siguientes datos:

Superficie huerto ha	Eficiencia riego por goteo	Caudal litros/hora cinta de riego
2,8	0,9	2

Así el cálculo Etc por la superficie del huerto, dividido por la eficiencia del riego por el caudal de salida de la cinta, se obtiene las horas de riego totales por cada etapa del cultivo, luego con el cálculo del número semanas en cada etapa, se obtuvo el tiempo de riego a la semana. Detalle es Tabla 6.

Temporada	Etapas	Días duración etapas	Tiempo total riego por etapa (Hrs)	semanas de etapas cultivo (N°)	Tiempo de riego por semana (hrs)
2015-16	Inicio	20	34	3	12
	Desarrollo	150	146	21	7
	Final	90	118	13	9
2016-17	Inicio	20	31	3	11
	Desarrollo	150	145	21	7
	Final	90	104	13	8

Tabla 6: Horas de riego semanal durante 2 temporadas.

En cada etapa se distribuyeron homogéneamente durante la semana en detalle en Tabla 7

	N° de días en la semana	horas/día	días
2015-16	3	4	Lunes- Miércoles- Viernes
	3	2	Martes -Jueves-Sábado
	3	3	Lunes- Miércoles- Viernes
2016-17	3	4	Martes -Jueves-Sábado
	3	2	Lunes- Miércoles- Viernes
	3	3	Martes -Jueves-Sábado

Tabla 7: días y horas al día de riego por 2 temporadas.

Ensayo distancia de plantación:

En Foto 12 de ensayo distancia de plantación, respecto al sitio de plantación, preparación de suelo, orientación, camellonado, riego y podas se realizó las mismas prácticas usadas en la parcela secundaria piloto comercial Vilkun.



Foto 12: Ubicación de ensayo distancia de plantación

Marco de plantación

Se estableció 3 marcos de plantación 3x1, 3x1,5 y 3x2, aun no es posible determinar la densidad apropiada para la especie, ya que se realiza un ensayo en paralelo de formación de la estructura adecuada para el manejo agronómico y la cosecha mecanizada.

Época de plantación

Se realizó dos épocas de plantación la primera en mayo 2015, con plantas *excedentes* de la propagación propia Vilkun mantenidas en maceta bajo sombreadero hasta su establecimiento.

La segunda época fue junto a la parcela secundaria piloto comercial Vilkun en Noviembre, 2015 con plantas de estructura herbácea y crecimiento activo.

Como conclusión de este ensayo es posible inferir plantas endurecidas con lignificación del eje central presentan mayor éxito de sobrevivencia respecto a plantas con tallos herbáceos.

Hay evidencia de ataque de liebres y conejos que rompen y quiebran las plantas en la base del tallo se utilizó una malla protectora en la base de las plantas.

Caracterización Fenotípica de las accesiones superiores

En la primera temporada de la parcela secundaria piloto comercial Vilkun no se caracterizó fenotípicamente las accesiones debido a que no existen los descriptores para la especie. Los esfuerzos se enfocaron en la elaboración de la ficha, así, basados en los descriptores publicados por *Bioversity International: research for development in agricultural and tree biodiversity* de las publicaciones de *Descriptors for Coffee*, *Descriptor Tropical Fruit*, *Descriptors for Grapevine* y

Descriptors for avocado se realizó una lista de características posibles de utilizar en maqui durante la temporada 2 2017-18 (mayo, 2017- abril, 2018)

1 DESCRIPTORES VEGETATIVOS

1.1 Hábito de la planta

1.1.1 Arbusto (<5 m - sin tronco distinto)

1.1.2 Arbusto o árbol pequeño (<5 m - uno o más troncos)

1.1.3 Árbol (> 5 m - tronco sencillo)

1.2 Altura del tronco [cm]

Medido en el tronco más alto, desde el nivel del suelo hasta la parte superior.

Especifique la edad aproximada del árbol

1.3 Diámetro del tronco [cm]

Medido a 5 cm del nivel del suelo

Especifique la edad aproximada del árbol

1.4 Color principal tronco

Base tabla de colores Royal Horticultural Society RHS Color.

1.4.1 Grupo grises (FAN 4)

1.4.2 Grupo amarillo-verde (FAN 3)

1.5 Apariencia general

1.5.1 Cónica

1.5.2 Alargada

1.5.3 Piramidal

1.5.4 Globoso

1.7 Patrón de ramificación

1.7.1 Extensivo

Cada rama sale abajo del ápice del vástago en cada flujo de crecimiento

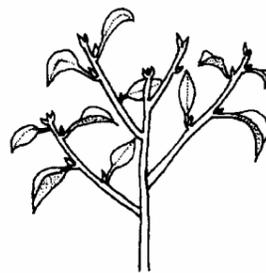
1.7.2 Intensivo

varias ramas salen abajo del ápice del vástago en cada flujo de crecimiento

1.7.3 Ambos registre el predominante



a



b

1.8 Distribución de las rama

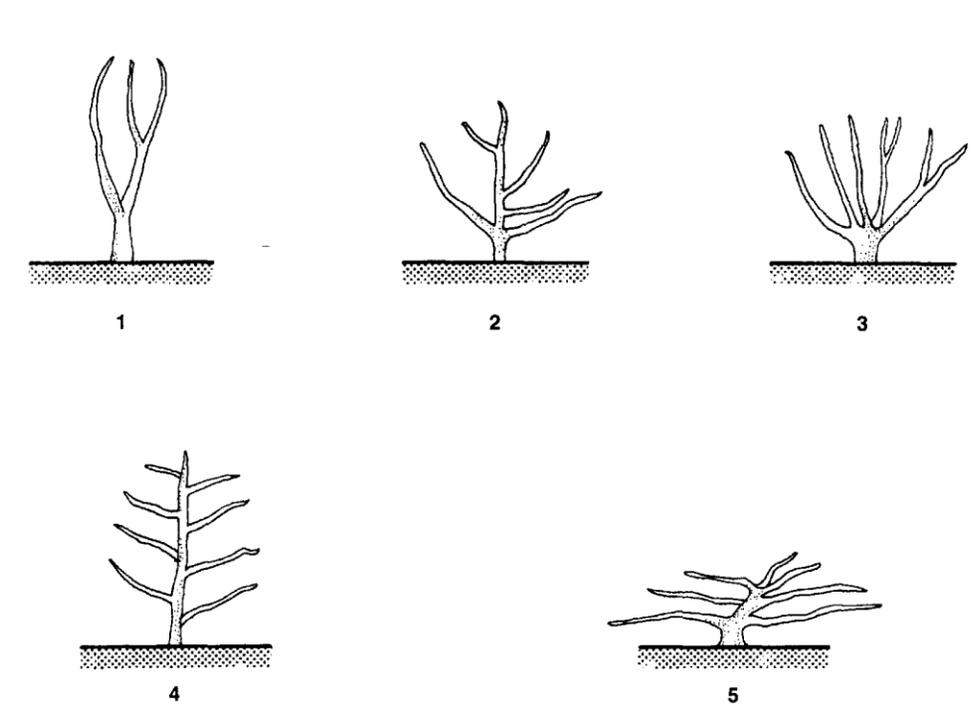
1.8.1 Ascendente (1)

1.8.2 Irregular (2)

1.8.3 Verticilada (3)

1.8.4 Axial (4)

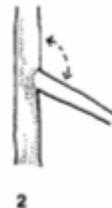
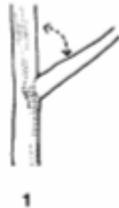
1.8.15 Horizontal (5)



1.9 Angulo de inserción de la rama

1.9.1 Agudo 90° (1)

1.9.2 Obtuso $>90^\circ$ (2)



1.10 Color rama joven menores 1 año.

Base tabla de colores Royal Horticultural Society RHS Color. (FAN 3)

1.10.1 Grupo azul-verde

1.10.2 Grupo verde

1.10.3 Grupo amarillo - verde

1.10.4 Otro grupo

1.11 FORMA DE HOJA

La forma de la hoja de árboles maduros

1.11.1Ovala

1.11.2Lanceolada

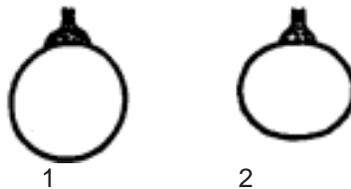
1.11.3Oblongo lanceoladas

1.11.4Estipuladas

1.11.5Deltoides

1.11.6Ovaladas

- 1.11.7Elípticas
- 1.11.8Oblongas
- 1.12 Longitud de la hoja [mm]
Promedio de cinco hojas maduras (bajo el tercer brote terminal), medido desde el pecíolo hacia el ápice
- 1.13 Ancho de la hoja [mm]
Promedio de cinco hojas maduras (bajo la tercera yema terminal), medido en la parte más ancha
- 1.14 Longitud del pecíolo de la hoja [mm]
Promedio de cinco hojas de un año, medido desde la base hasta inserción en la lamina
- 1.15 Color del pecíolo de la hoja
Base tabla de colores Royal Horticultural Society RHS.
 - 1.15.1 Grupo verde (FAN 3)
 - 1.15.2 Grupo rojo (FAN 2)
 - 1.15.3Otros Grupos
- 2 CRECIMIENTO Y VIGOR
- 2.1 Capacidad para producir crecimiento vegetativo
 - 2.1.1Débil
 - 2.1.2Medio
 - 2.1.3Fuerte
- 3 FLOR Y FRUTO
- 3.1 Posición de la inflorescencia
 - 3.1.1Terminal
 - 3.1.2Subterminal
 - 3.1.3Axilar
- 3.2 Número de días desde la brotación hasta la floración
- 3.3 Color de la flor
Base tabla de colores Royal Horticultural Society RHS Color
 - 3.3.1Grupo amarillo (FAN1)
 - 3.3.2Grupo verde (FAN 3)
 - 3.3.3Grupo grises (FAN 4)
 - 3.3.4Otro grupo
- 3.4 Numero de flores por inflorescencia
- 3.5 Numero de ramificaciones de la inflorescencia
- 3.6 Longitud eje principal inflorescencia
- 3.7 Duración de la fructificación [d]
- 3.8 Número de días entre la floración y la primera cosecha.
- 3.9 Color de la fruta
Observado en frutas maduras sin deshidratación con 25° brix Base tabla de colores Royal Horticultural Society RHS Color
- 3.10 Forma de la fruta
Promedio de cinco frutos maduros normales
 - 3.10.1Redondo (1)
 - 3.10.2ovalado (2)



- 4 SEMILLAS
- 4.1 N° de semillas
 - En 5 frutos maduros por accesión*
- 4.2 Color de la semillas
 - Con un 11% de humedad, Base tabla de colores Royal Horticultural Society RHS Color*
 - 4.2.1 Grupo amarillo (FAN 1)
 - 4.2.2 Grupo gris (FAN 4)
 - 4.2.3 Grupo verde (FAN 3)
 - 4.2.4 Otro grupo
- 4.3 Forma de la semilla
 - 4.3.1 Angular
 - 4.3.2 Ovalada
 - 4.3.3 Redonda

Condiciones climáticas

En la zona, el parámetro que estimamos tiene la mayor influencia en la zona son la ocurrencia de heladas primaverales las que pueden afectar el desarrollo de las flores y la cuaja de los frutos. En figura 7, se presenta un detalle de las temperaturas y fechas de las heladas durante las 3 temporadas de evaluación de las selecciones de Maqui en Vilcún entre los meses de Septiembre y Diciembre de cada año. En las temporadas 1 y 3 se presentaron un total de 15 heladas con temperaturas bajo los 0°C, mientras que en la temporada 2 hubo solo 11 heladas temperaturas bajo 0°C. En cuanto a las temperaturas mínimas registradas las temporadas 1 y 3 hubo un descenso de hasta -3,5°C y en la temporada 2, temperatura mínima registrada fue de -1,5°C.

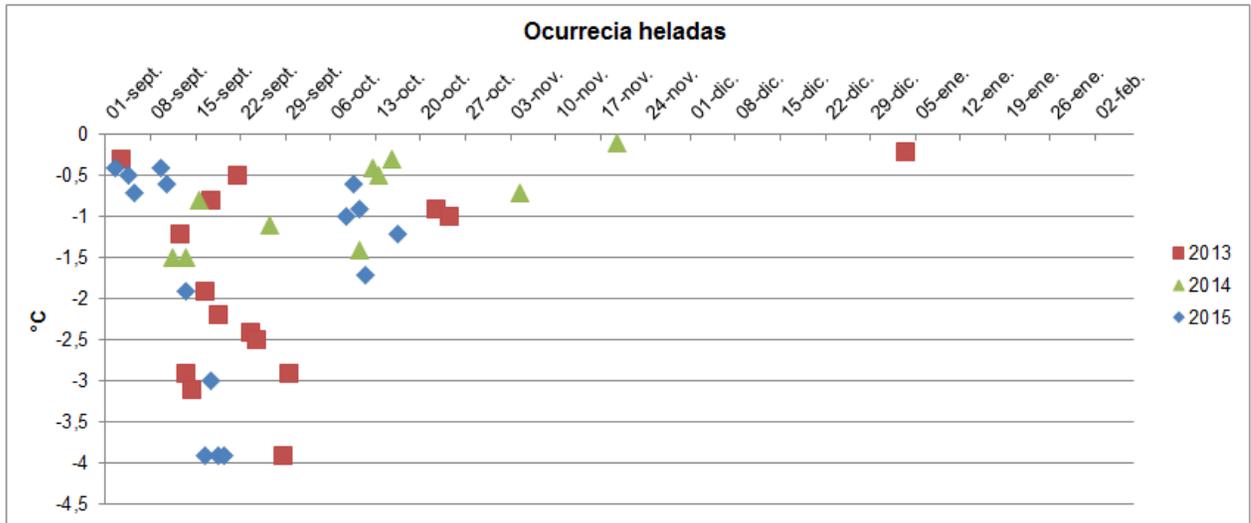


Figura 7: Ocurrencia heladas durante las 3 temporadas

Grados día (GDA): La temperatura controla la tasa de desarrollo de organismos que requieren de la acumulación de cierta cantidad de calor para pasar de un estado en su ciclo de vida a otro, de manera que para completarse una etapa fenológica es necesario la acumulación del Requerimiento Térmico, RT; este se mide en grados-días sobre la temperatura base en caso del maqui se realizó el seguimiento de Grados día base 10°C. En el año 2016 desde agosto hasta 30 septiembre hubo una acumulación de 25,6.

La relación de los GDA y la fecha de cosecha estimada para maqui donde se registra °brix >25 y >90% bayas color Chart FAN 4 Black Group 202 A son con ~310 GDA (base 10°)

	2012-13	2013-14	2014-15	2015-16
Vilkun	602,7	583	581,8	619,1

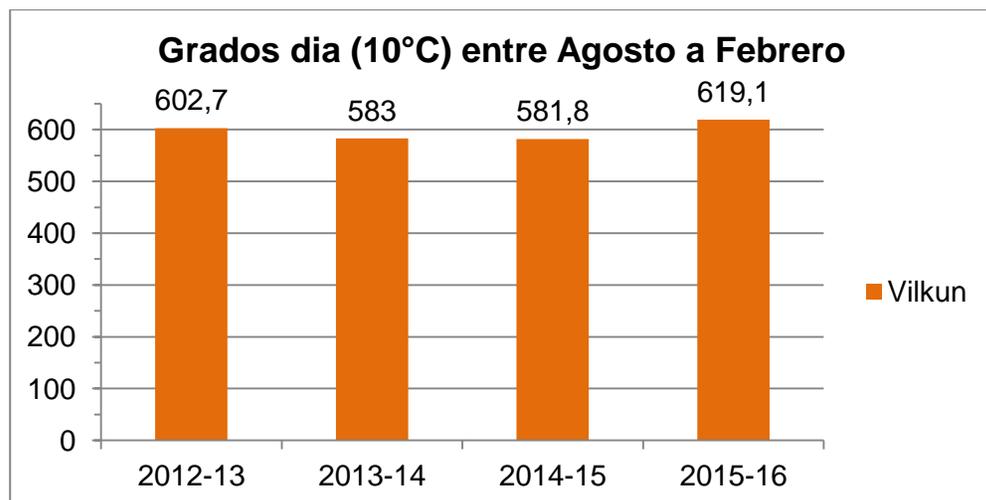


Figura 8: Grados día base 10°C

Horas frío: El maqui es una especie perenne por lo cual no requeriría de un número de horas frío determinado, sin embargo a la escasa información de la especie y al desconocimiento de la influencia climática se registró las horas frío desde mayo a julio durante 5 años

	2012	2013	2014	2015	2016
Vilkun	825	749	784	759	851

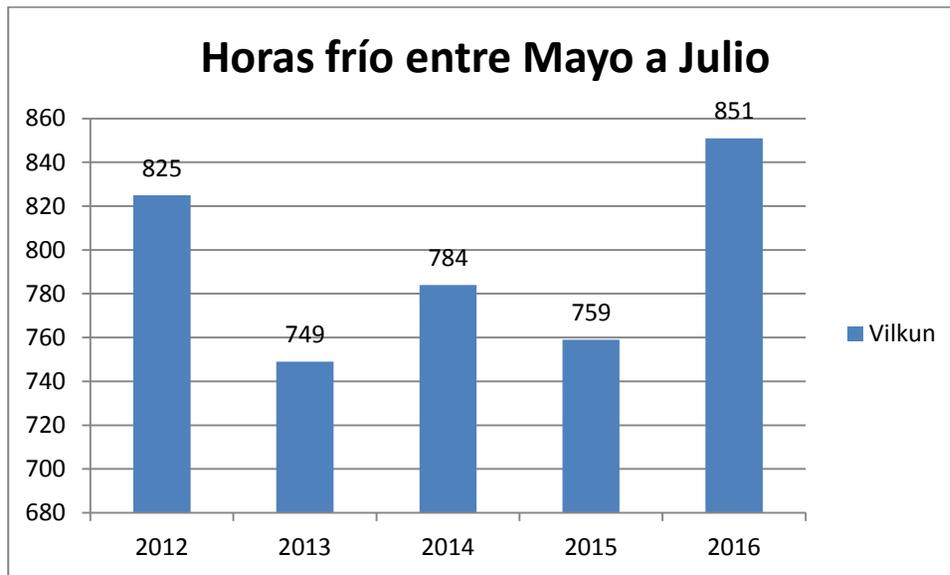


Figura 9: Horas frío

Los resultados en el desarrollo de nuevos productos y/o procesos. Procesos Naturales Vilkun posee un negocio funcional sobre productos factibles de maqui:

- Maqui infundido
- Maqui liofilizado
- Maqui liofilizado en polvo

El estado comercial de los productos es posible ver en Tabla 5, donde el maqui infundo es el principal producto al ser el primero desarrollado. Así también la estandarización y ventas del nuevo producto como maqui Liofilizado en polvo.

Líneas de Negocios	Estado Comercial
Maqui infundido	Ventas estables desde hace 3 años
Maqui Seco (deshidratado sin infusión)	Prospección de mercados de interés
Maqui Liofilizado en polvo	Primeras ventas en Asia.

Tabla 5: Status comercial líneas de maqui en procesos naturales Vilkun S.A.

El maqui infundido se elabora mediante el deshidratado osmótico y posteriormente secado. No se añaden preservantes, saborizantes ni colorantes. En Figura 9 detalles de la etiqueta nutricional con la cual es presentado el producto Maqui infundido.

NUTRITIONAL INFORMATION (Nutrient per 100g):

Energy (Kcal)	308
Protein (g)	3,6
Total Fat (g)	4,8
Saturated Fat (g)	0,7
Monounsaturated Fat (g)	2,1
Polyunsaturated Fat (g)	2,0
Available Carbohydrate (g)	54,9
Sugars (g)	49
Fiber (g)	23,6
Sodium (mg)	21,4

Figura 9: Información nutricional Maqui infundido

También es comercializado en un mix en la línea retail llamada Andes Secret. (Foto 10, Foto 11)



Foto 10: Línea de productos retail

El maqui seco o deshidratado se obtiene por deshidratación por convección forzada, no se añaden preservantes, aromas o colorantes. En figura 10, detalle de la composición nutricional del producto. Hemos tenido algunos requerimientos que no se han traducido en venta para este formato.

NUTRITIONAL INFORMATION (Nutrient per 100g):

Energy (Kcal)	306
Protein (g)	6,87
Total Fat (g)	1,29
Available Carbohydrate (g)	66,69
Fiber (g)	11,10
Sodium (mg)	117

Figura 10. Información nutricional Maqui seco

El maqui liofilizado en polvo, la materia prima congelada es liofilizada temperatura muy baja por un corto tiempo, para molerlo en seco, con el fin mantener sus características nutricionales intactas, así como su sabor y aromas; no se añaden preservantes, aromas o colorantes. En Figura 11, detalle de la composición nutricional del producto.

NUTRITIONAL INFORMATION:

	100g	20g / bag
Energy (Kcal)	335,5	67,1
Proteins (g)	5,83	1,166
Total Fat (g)	8,56	1,712
Saturated Fat (g)	1,49	0,298
Monounsaturated Fat (g)	2,93	0,586
Polyunsaturated Fat (g)	3,93	0,786
Available Carbohydrates (g)	58,78	11,756
Sugar (g)	29,20	5,84
Crude Fiber (g)	20,43	4,086
Sodium (mg)	7,85	1,57

Figura 11: Información nutricional liofilizado polvo



Foto 11: Packaging de línea Reatil Andes Secret y polvo maqui liofilizado

En cuanto a los contenidos de polifenoles y ORAC en nuestros productos se han realizado análisis externos donde poseemos un promedio mayores a 5000 mg EAG/100 g mta.

Tipo Muestra	Maqui Liofilizado Polvo		
Muestra	LA2-1096	LA2-1097	LA2- 1098
Polifenoles Totales (mg EAG/100 g mta)	4.042	5.887	5.894
ORAC (Umoles ET/100 g mta)	43.839	61.939	61.166

En comparación a los reportado en el portal de antioxidantes del INTA (figura 11), poseemos un mayor contenido de polifenoles como de ORAC, atribuible posiblemente a la calidad de la materia prima y el proceso al que es sometida.

MQF	Maqui, fresco	ORAC	μmol ET/100 g pf	19850
		ORAC	μmol ET/100 g ps	37174
		PFT	mg EAG/100 g pf	1664
		PFT	mg EAG/100 g ps	3116

Figura 11: contenidos de ORAC y polifenoles en maqui fresco

Con el fin de caracterizar nuestros productos de maqui se analizó el contenido mineral y vitamínico del Maqui Liofilizado Polvo en tabla 6 detalle del resultado.

Laboratorio	Eurofins
Tipo Muestra	QFD Maquiberry Powder
VI 268 Calcio	235,0 mg/100g
VI 319 Magnesio	79,8 mg/100g
VI 295 Hierro	64,1 mg/100g
Vi 605 Vitamina C	ND mg/100g
Vi 604 Vitamina E	1,01 mg/100g
Vi 01A Vitamina A	
Vitamina A	953 IU/100g
Vitamina A (B-Caroteno)	152 ug/100g
Vitamina A (Retinol equivalente)	261 ug/100g

Tabla 6: Contenido mineral y vitamínico de la muestra de Maqui Liofilizado Polvo

Durante el 2016 se efectuaron las primeras ventas del nuevo producto maqui liofilizado en polvo, con 6 mil kilos con destino a Asia. La producción de nuevos y mejores productos se encuentra limitado por los volúmenes de maqui disponible junto con la calidad y homogeneidad baja. Los requerimientos de materia prima de calidad, homogénea, trazable, inocua, desde huertos comerciales sustentables y rentables son cada vez más alto para la industria alimenticia.

5. Fichas Técnicas y Análisis Económico:

Establecimiento

Plantación	\$
Preparación y limpieza de suelo	\$ 200.000
Insumos Químicos	\$ 500.000
Formación de camellón	\$ 200.000
Postura de mallas y Plantación	\$ 1.500.000
TOTAL	\$ 2.400.000

Activos

	\$
Preparación de suelo y camellonado	\$ 2.400.000
Sistema de riego	\$ 3.900.000
Plantas 2.220 plantas/ha (\$1000c/u)	\$ 2.200.000
Embalaje Bins	\$ 1.035.000
Material Mulch y Grampones	\$ 2.500.000
Total	\$12.035.000

Mantención

Costos directos	Cantidad	Unidad/año	Precio \$/Un	Valor (\$)
Mano de obra				
Fertirrigación y control de goteros	20	JH	18.000	360.000
Poda de invierno y poda verano	2.222	Planta	200	444.400
Aplicación de pesticidas	7	JH	18.000	126.000
Control de malezas	12	JH	18.000	216.000
Cosecha Desde año 3	30	JH	18.000	540.000
Arriendo suelo	1	año	500.000	500.000
Total mano de obra				2.186.400
Maquinaria				
Aplicaciones de pesticidas	1	ha	20.000	20.000
Cosecha mecanizada (Arriendo)		Kg		
año 3	11.110	Cosechados	500	5.555.000
Flete de insumos	1	ha	300.000	300.000
Total maquinaria				5.875.000
Insumos				
Fertilizantes:	150	kg	400	60.000
Agroquímicos	30	L	8.000	240.000
Otros:				
Electricidad	2.800	KW	130	364.000
Análisis foliar	1	Unidad	22.000	22.000
Análisis de suelo	1	Análisis	32.000	32.000
Total insumos				718.000
Total costos directos				8.779.400

Costos indirectos

Item	Cantidad	Unidad	Precio(\$/un)	Valor (\$)
Imprevistos	5%	%		438.970
Materiales y herramientas	1	año	1.000.000	1.000.000
Total costos indirectos				1.438.970
TOTAL COSTOS				10.218.370

Costos há

Costos	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6-20
Costos Directos		2.684.400	4.566.900	4.890.900	4.890.900	4.890.900	4.890.900
Costos indirectos		1.244.545	1.244.545	1.244.545	1.244.545	1.244.545	1.244.545
Total (1 ha)	-	3.928.945	5.811.445	6.135.445	6.135.445	6.135.445	6.135.445

Rendimiento

Plantas/ha	2222						
kg/planta	5						
% Producción	0%	0%	0%	30%	60%	80%	100%
Superficie plantada (ha)	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6-20
1	0	0	0	3.333	6.666	8.888	11.110
costos Kg producido	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6-20
				1.841	920	690	552

Las proyección del cultivo del maqui trae consigo agregar valor a la materia prima, transformándola en deshidratados, el desarrollo de nuevas líneas de proceso como polvos de maqui logrando posicionar en el mercado un producto nuevo y novedoso único en el mundo con identidad nacional. Las accesiones (plantas) superiores seleccionadas como valor patrimonial genético nacional cabe mencionar que actualmente casi en un total el sector frutícola de Chile depende del mercado de variedades extranjeras donde, en un futuro la incorporación de maqui como un nuevo frutal fortalece hacia una fruticultura más sostenible y sustentable económica y ambientalmente, así también el cultivo comercial acarrea mayores requerimientos en personal de temporada, capacitación en nuevas estrategias productivas, capacitación en tecnología como la mecanización de algunas labores, como principal beneficios sociales.

En un mediano plazo el cultivo comercial de Maqui agregará valor al territorio, usando suelos no aptos para otras especies, no se pondrá en peligro reservorios naturales y conservará el patrimonio nacional, la identidad cultural y ancestral de la especie, capturando nuevos agricultores, proporcionará la posibilidad de nuevos cultivo altamente rentables a los

pequeños agricultores de la zona, creando nuevos y un mayor número de empleos para el sector agrícola e industrial, desarrollando competencias laborales en nuevas áreas tecnológicas como la cosecha mecanizada, promoviendo equidad e inclusión social hacia todos los sectores y actores involucrados y a su vez preservaría los recursos fitogenéticos fomentando la conservación y la utilización sostenible del recurso en pro de la alimentación y la agricultura del país.

6. Impactos y Logros del Proyecto:

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Formación de empresa o unidades de negocio	No aplica	No aplica	No aplica
Producción (<i>por producto</i>)	0	3	+3 productos de maqui disponibles: Maqui infundido, Maqui seco y Maqui Liofilizado en polvo
Costos de producción	No aplica	No aplica	No aplica
Ventas y/o Ingresos	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Nacional</i>	No aplica	No aplica	No aplica
<i>Internacional</i>	No aplica	No aplica	No aplica
Convenios comerciales	No aplica	No aplica	No aplica

Impactos Sociales

Logro	Al inicio del proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Nivel de empleo anual	No aplica	No aplica	
Nuevos empleos generados	No aplica	No aplica	
Productores o unidades de negocio replicadas	No aplica	No aplica	

Impactos Tecnológicos

Logro	Número			Detalle
	Nuevo en mercado	Nuevo en la empresa	Mejorado	
Producto	1	1	0	Maqui Liofilizado en polvo
Proceso	No aplica	No aplica	1	Incorporación de sistema deshielo (resistencias) al

				proceso liofilizado.
Servicio	No aplica	No aplica	No aplica	No aplica

Propiedad Intelectual	Número	Detalle
Patentes	0	
Solicitudes de patente	0	
Intención de patentar	>1	Derechos de obtentor en selecciones superiores de maqui
Secreto industrial	0	
Resultado no patentable	1	Bases manejo técnico especie nativa maqui
Resultado interés público	0	

Logro	Número	Detalle
Convenio o alianza tecnológica	1	Convenio de introducción a propagación <i>invitro</i> INIA Carillanca-Vilkun
Generación nuevos proyectos	0	

Impactos Científicos

Logro	Número	Detalle (<i>Citas, título, descripción</i>)
Publicaciones	0	
(<i>Por Ranking</i>)	0	
Eventos de divulgación científica	1	II Congreso Chileno de <i>Berries</i> , Universidad de La Frontera. 13 y 14 de Agosto, 2016, Temuco, Chile.
Integración a redes de investigación	0	

Impactos en Formación

Logro	Número	Detalle (<i>Título, grado, lugar, institución</i>)
Tesis pregrado	0	
Tesis postgrado	0	
Pasantías	0	
Cursos de capacitación	0	

7. Problemas Enfrentados Durante el Proyecto:

- Legales: N/A
- Técnicos: N/A

- Administrativos: N/A
- Gestión: N/A
- Medidas tomadas para enfrentar cada uno de ellos: N/A

8. Otros Aspectos de Interés

9. Conclusiones y Recomendaciones

El maqui (*Aristotelia chilensis*), posee características únicas, debido a su alto contenido de antocianinas y polifenoles, lo que lo convierte en el fruto conocido con mayor nivel de antioxidantes. Estudios han demostrado que tendría un gran potencial para ayudar a detener o prevenir el alzheimer, por su impacto a nivel de los neurotransmisores. Gracias a su potencial y beneficios para la salud ha adquirido gran notoriedad en Estados Unidos y en otras partes del mundo, lo que se traduce en un aumento exponencial, este incremento hizo notar una de las falencias principales del maqui: al ser una especie que sólo existe en forma silvestre, no se puede garantizar un producto de calidad homogénea y tampoco se puede predecir con cuánta fruta se contará en cada cosecha, además de arriesgarse su sustentabilidad por sobreexplotación y daños a las plantas, la forma de recolección actual no es sustentable, ya que para alcanzar los volúmenes necesarios de maqui se corta completa la rama que contiene la carga frutal. Y hay que considerar que esa rama se demora tres años, en promedio, en volver a crecer y dar frutos.

Existe gran potencial para domesticación de maqui ya que sus características de rusticidad, resiliencia y eficiencia, lograría diversificar los sistemas productivos tradicionales y actividades agrícolas, rescatando patrimonio nacional, protegiendo los bosques nativos y agregando valor a productos, como un frutal con identidad nacional con propiedades y atributos inigualables, por ello transformar éste fruto silvestre en un cultivo comercial, crearía una alternativa productiva futura frente a los nuevos escenarios climático en pro del desarrollo frutícola de Chile con base científica y tecnológica desarrollado en Chile y por chilenos.

III. INFORME DE DIFUSIÓN

Se realizaron 2 instancias de difusión de los avances del proyecto:

- 1.- Presentación en el II Congreso Chileno de *Berries*, Universidad de La Frontera, el 13 y 14 de Agosto, 2016, Temuco, Chile. (Anexo 3)
- 2.- Día de campo en Procesos Naturales Vilkun S.A. General López Km. 7 Fundo Santa Elena, Comuna de Vilcún, el 05 enero, 2016. (Anexo 4)

IV. ANEXOS

ANEXO I

PRIMER INFORME PROPAGACIÓN MAQUI CONVENIO INIA – PROCESOS NATURALES VILKUN

OBJETIVO DEL CONVENIO

INIA Carillanca mediante un convenio se compromete propagar in vitro de 10 accesiones de Maqui (*Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz) de la Empresa Procesos Naturales Vilkun.

INTRODUCCIÓN

El cultivo in vitro permite el crecimiento y desarrollo de material vegetal en recipientes que lo separan del ambiente exterior y lo mantienen en condiciones controladas y asépticas. Entre las diversas técnicas de cultivo in vitro, la micropropagación consiste en la producción clonal de vegetales a partir de ápices o explantes nodales de una planta madre.

El maqui, *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz (Medel, 1987), es una planta nativa de Chile que se encuentra desde la Región de Coquimbo (IV Región) hasta la Región del General Carlos Ibáñez del Campo (XI Región), tanto en el valle central como en los faldeos cordilleranos, desde cerca del nivel del mar hasta los 2.500 m de altitud como también en el Archipiélago de Juan Fernández y en Argentina.

La formación de plántulas de maqui, por medio de la propagación de cultivo de tejidos, es un buen método de obtener cantidad y calidad de plantas, logrando las características que se desean de forma homogénea.

La parte de la planta que se usa para iniciar el proceso se llama explante (usualmente microestaca) siendo la unidad básica en la propagación por cultivo de tejidos (Figura 1).



Figura 1. Segmento nodal (explante) utilizado en micropropagación.

Hartmann & Kester (1992) explican que este tipo de propagación consiste en aislar el explante de la planta Madre por medio de una escisión, para cultivarlo en un medio nutritivo y en condiciones de asépticas liberándolo de todo tipo de agentes contaminantes. Además, consideran importante asegurar la obtención de plantas uniformes y perfectamente iguales a la planta madre.

MATERIALES Y MÉTODOS

Colecta de material. Se extrajeron ramillas de diez ecotipos de Maqui (Tabla 1), provenientes de la Empresa Procesos Naturales Vilkun, ubicado en General López, comuna de Vilcún, Region de La Araucanía (Figura 2).



Figura 2. Obtención de ramillas provenientes de 10 ecotipos de Maqui

IDENTIFICACIÓN ECOTIPOS MAQUI

N°	ECOTIPO	FECHA ESTABLECIMIENTO
1	MQ SJF 53	31-ago-16
2	MQ SJF 47	01-sep-16
3	MQ SJF 45	02-sep-16
4	MQ SJF 102	05-sep-16
5	MQ SJF 96	06-sep-16
6	MQ SJF 103	07-sep-16
7	MQ SJF 89	12-sep-16
8	MQ SJF 88	13-sep-16
9	MQ SJF 67	14-sep-16
10	MQ SJF 79	15-sep-16

El material fue colectado durante el mes de septiembre, se obtuvieron brotes terminales proveniente de ramillas del año de 15 a 20 cms de longitud, los cuales permanecieron envueltos en papel absorbente húmedo dentro de cooler hasta su traslado al laboratorio de cultivo in vitro de INIA Carillanca donde se segmentaron en pequeños trozos binodales o miniestacas de 2 cms de longitud, eliminando las hojas y dejando parte del pecíolo para evitar dañar las yemas. (Figura 3A).

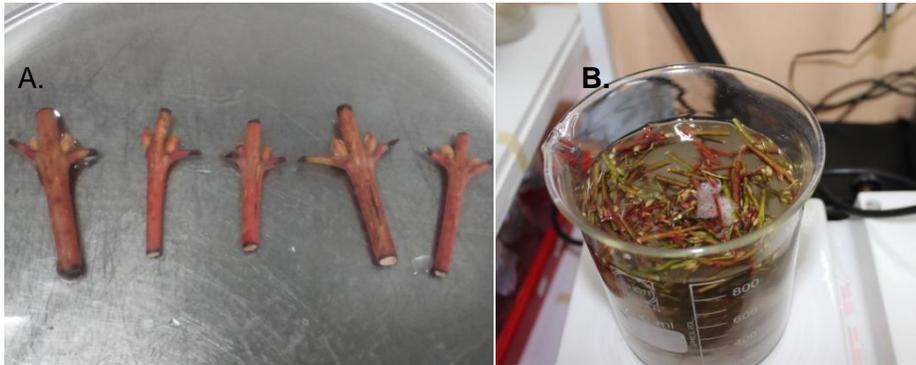


Figura 3. Etapa de corte y desinfección de explantes

La propagación considerará etapas de desinfección, establecimiento y proliferación de explantes y aclimatación de plantulas. Según el cronograma establecido en el presente informe se entregan los resultados preliminares de las dos primeras etapas.

Desinfección de explantes. Para efectuar el procedimiento de desinfección superficial, las miniestacas son llevadas a un vaso precipitado, sobre un agitador magnético, donde se lavan durante 1 hora con agua destilada en agitación permanente con 2 gotas de tween 20. (Figura 3B). Luego se les aplica una solución de fungicida de contacto y un fungicida bactericida sistémico los que posteriormente son eliminados con varios lavados y abundante agua. Posteriormente el material desinfectado es trasladado a la cámara de flujo laminar para dar inicio a su propagación in vitro.

El material desinfectado es depositado en una placa Petri sobre papel filtro esterilizado para su mantención mientras se establece en el medio de cultivo (Figura 4).



Figura 4. Microestacas estériles en cámara de flujo Laminar

Establecimiento in vitro El establecimiento in vitro se realizó en frascos esteriles conteniendo 30 ml de medio nutritivo suplementado con sacarosa y soluciones antioxidantes según protocolo establecido en el laboratorio de cultivo in vitro de INIA Carillanca. Bajo condiciones esteriles se establecieron dos explantes por frascos los que fueron sumergidos en el medio, en posición vertical (Figura 5). Para cada ecotipo se establecieron 100 explantes.

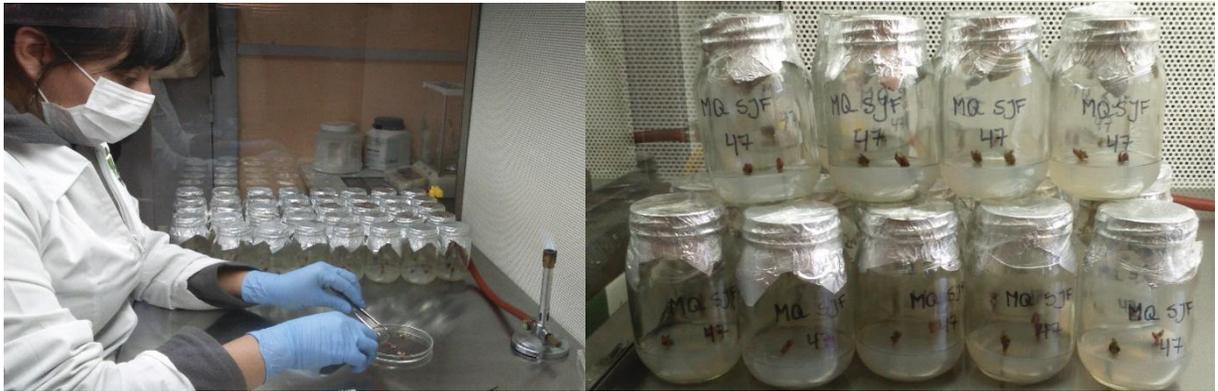


Figura 5. Establecimiento de explantes de Maqui en medios de propagación in vitro según protocolo establecido en INIA Carillanca

Los frascos fueron llevados a incubación en una cámara de crecimiento a una temperatura de 24° C, con fotoperiodo de 16 horas Luz y 8 Horas de oscuridad, con intensidad lumínica de 2000 lux (Figura 6).



Figura 6. Cámara de crecimiento laboratorio de cultivo in vitro INIA Carillanca

RESULTADOS

Todos los materiales fueron evaluados cinco días después del establecimiento in vitro. Uno de los principales problemas detectados fue la contaminación donde se pudo identificar preliminarmente hongos, bacterias y levaduras (Figura 7).

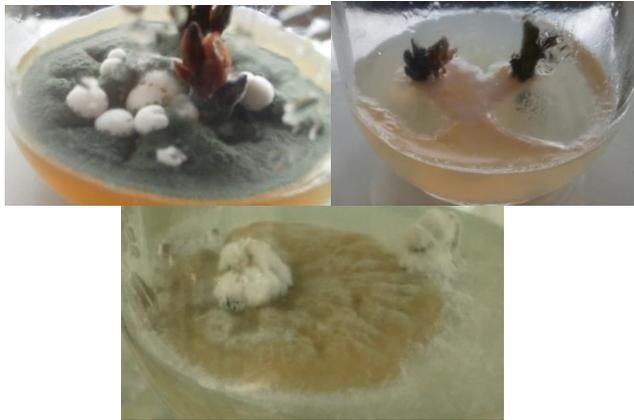


Figura 7. Contaminación en explantes de Maqui establecidos in vitro

Como es de esperar no todos los ecotipos respondieron de igual forma al establecimiento in vitro. Cabe destacar que los explantes que respondieron mejor al establecimiento fueron los provenientes de las plantas madres identificadas como MQ SJF 102 Y MQ SJF 47, los cuales iniciaron su brotación a los 15 días de establecidos y sin mayores problemas de contaminación (Figura 8). Otro resultado importante es que el protocolo utilizado no evidencia signos de oxidación de explantes lo cual es muy importante mas aun tratandose de una especie que se caracteriza por altos contenidos de polifenoles los que usualmente se manifiestan en forma adversa al momento de propagar material in vitro.



Figura 8. Ecotipo de Maqui MQ SJF 102 establecido in vitro

Futuras acciones

Se solicitará a la Empresa aplicar productos de desinfección a las plantas madres mantenidas en el huerto para atenuar la contaminación al momento de la propagación in vitro.

Se realizará una segunda etapa de establecimiento con nuevos explantes obtenidos del huerto en el mes de octubre.

ANEXO II

ANÁLISIS DESTRUCTIVO MAQUI

Preparada para:

Procesos naturales Vilkun S.A.

Por:

**AGQ CHILE S.A.
Daniel Vargas Campos
Ing. Agrónomo**

Responsable:

Ayill Hueichapán

Octubre del 2016



INTRODUCCIÓN

Según Weinbaum *et al.*(2001), la extracción de plantas completas es el método adecuado para medir la demanda de nutrientes en cultivos leñosos, como en los árboles frutales, si bien parece algo difícil, es el único método preciso para estudiar el ritmo y la magnitud de la extracción de macronutrientes.

El procedimiento implica excavar y arrancar árboles completos y separar en raíz, tallo, hoja y fruto en diferentes épocas o estados fenológico a través del año y determinar la cantidad total de biomasa y nutrientes en esos árboles. La diferencia en la cantidad del nutriente entre cada fecha de arranque, indicaría la cantidad que es necesario ir aplicando. Si bien es un procedimiento complicado, sería una buena manera experimental de aproximarse a los requerimientos reales de cada especie o variedad frutal (Weinbaum *et al.*, 2001).

Los árboles frutales requieren de 13 elementos minerales esenciales, de los cuales seis son macroelementos, por ser utilizados en grandes cantidades, pero de estos, 5 son los más requeridos por la planta: el nitrógeno, fósforo, potasio, calcio y magnesio (Marschaner, 1995). El otro macroelemento es el azufre, siendo los restantes siete los microelementos que las plantas utilizan en magnitudes mucho más pequeñas: hierro, manganeso, zinc, cobre, boro, cloro y molibdeno (Razeto, 2009). Una cantidad insuficiente o excesiva de algún elemento, podría causar problemas fisiológicos en el crecimiento y en la producción, para evitar esta situación se regula la fertilización (Razeto, 2006). La fertilización en frutales es uno de los factores determinantes para el crecimiento y desarrollo. En la actualidad hay tendencia a una aplicación adecuada, debido a los altos costos del insumo y a la preocupación por evitar contaminaciones debido a un uso excesivo.

Una adecuada aplicación influye positivamente en las distintas etapas del desarrollo de la planta como la floración, fructificación y maduración (Holland *et al.*, 2009). Para realizar una fertilización eficiente es necesario establecer un equilibrio en la dosis de fertilizantes por medio de un balance nutricional (Silva y Rodríguez, 1995), lo que está determinado por la acumulación que realizan las raíces, la estructura permanente, los brotes, las hojas y los frutos, que condicionan los rendimientos esperados.

Si bien hay bastante información en relación a los requerimientos nutricionales de muchos frutales como el manzano, vid, duraznero y kiwi, esta situación es distinta para el caso del Maqui, dado su reciente expansión como rubro frutícola en Chile.

Considerando la importancia que ha ido tomando el Maqui como proyecto en la zona centro y centro-sur del país, la obtención de información que permita “estimar” la demanda de nutrientes por parte de la planta, permitirá elaborar programas de fertilización más eficientes en términos de cantidad de productos empleados, mejorar distribución de fertilizantes, y aumento de calidad del producto.

RESULTADOS

1. Contenido mineral (%) de los elementos en plantas de un año

En las plantas de un año se puede ver que la distribución mineral de los elementos se concentra generalmente en las raíces y madera cuando la planta se encuentra en receso, donde mantiene niveles sobre 30% en general para los elementos presentados. En el caso de brotación esta relación se invierte, teniendo una mayor concentración de elementos en las hojas y ramillas de un año, llegando a niveles sobre el 40% en general para los elementos presentados. Frente lo anterior podemos concluir que este cambio en los contenidos se debe a la movilidad de estos elementos desde las raíces y madera hacia las hojas y ramilla del año, en relación al detalle de cada elemento:

N-P-K: En receso la distribución de estos elementos es la que se muestra en las figuras 1-4, la mayor proporción se encuentran en raíces y madera, seguida por hojas y ramilla del año, lo cual cambia en brotación dado que hubo una disminución del nitrógeno en raíces y madera pero con aumento en ramilla del año y foliar. Este movimiento del nitrógeno a la ramilla del año se explica básicamente por el cambio de estructuras “poco lignificadas” a madera propiamente tal. Situación similar ocurre las raíces fibrosas, ya que gran parte de ellas pasa a transformarse en “raíces” más estructurales a final de la temporada.

Contenido (%) mineral hojas maqui 1 año

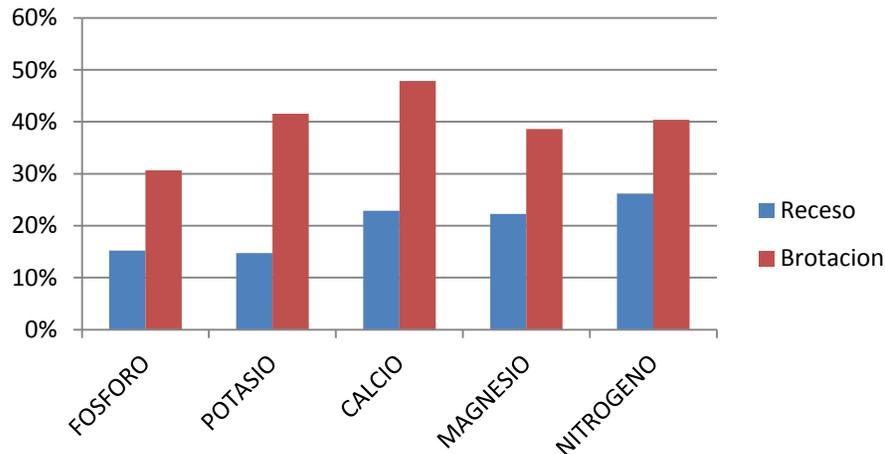


Figura 1. Contenido mineral (%) en hojas de planta de 1 año

Contenido (%) mineral ramillas maqui 1 año

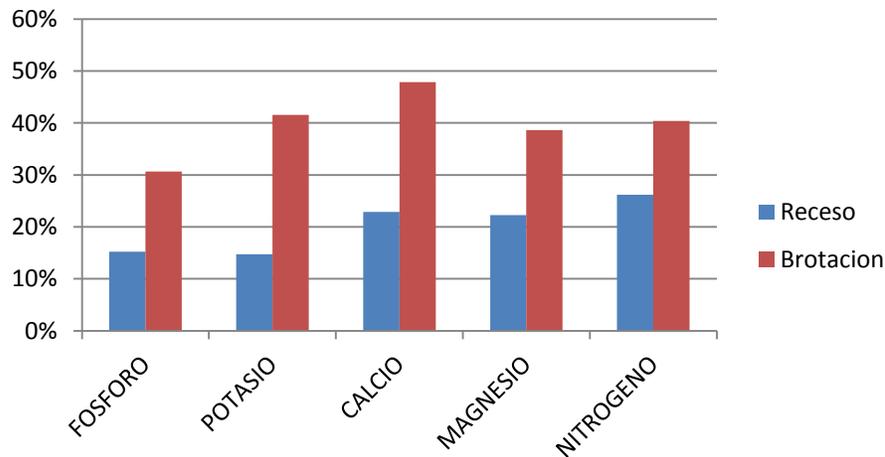


Figura 2. Contenido mineral (%) en ramillas de planta de 1 año

Ca-Mg: Una relación parecida ocurre con el calcio y el magnesio, la cual en receso presenta una mayor concentración porcentual en madera y raíces, para posteriormente disminuir en estos órganos y aumentar en hojas y ramillas de año. El Magnesio es un elemento altamente móvil por flujo másico lo cual está relacionado con el requerimiento del elemento para la brotación.

Contenido (%) mineral madera maqui 1 año

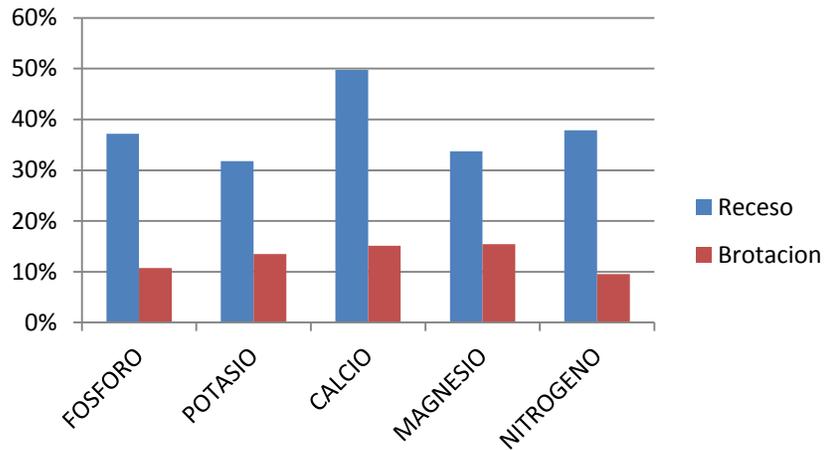


Figura 3. Contenido mineral (%) en madera de planta de 1 año

Contenido (%) mineral raices maqui 1 año

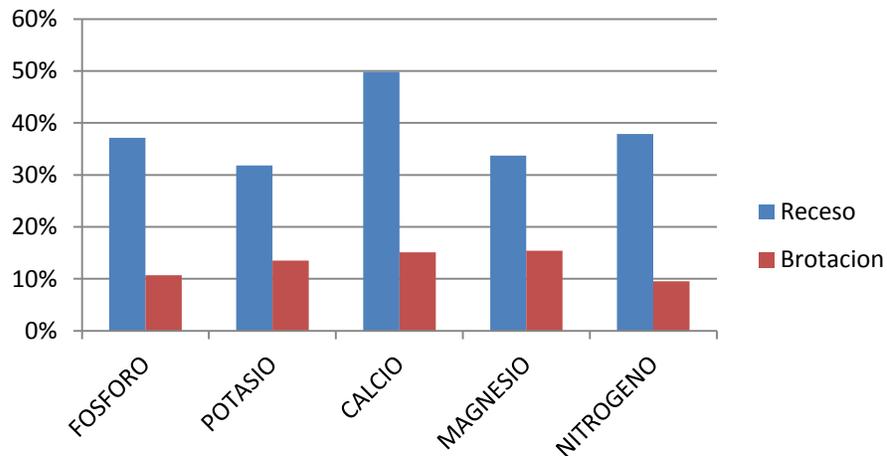


Figura 4. Contenido mineral (%) en raíces de planta de 1 año

2. Contenido mineral (%) de los elementos en plantas adultas

En las plantas de 5 años se puede ver que la distribución mineral de los elementos se concentra generalmente en las hojas cuando la planta se encuentra en receso, donde

mantiene niveles sobre 30 - 40% en general para los elementos presentados. Pero esta diferencia con brotación es menor que en las plantas de 1 año, presentando en este caso poca a baja diferencia entre ambos estados fenológicos.

La disminución más clara entre estados ocurre en hojas, lo cual se relaciona además con un aumento en ramillas.

N-P-K: En el caso de estos elementos en receso presentaron niveles mayores en hojas y ramilla, seguido por madera y finalmente raíces, esto dado en general por que las hojas presentes en ese muestreo correspondían a hojas del año pasado. En el caso del nitrógeno hubo una baja entre ambos estados, esto debido en parte a que las hojas son un excelente suministro de elementos para órganos nuevos.

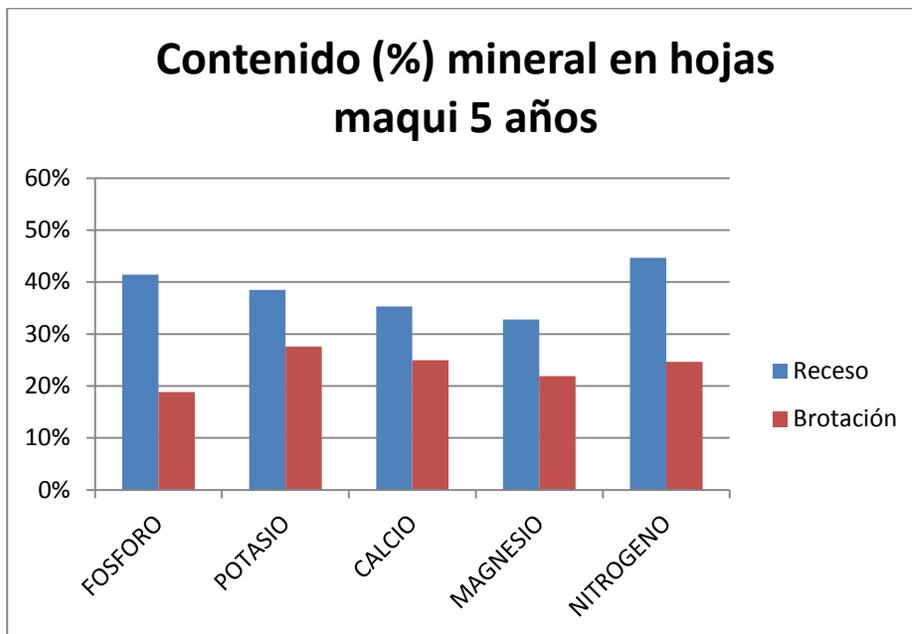


Figura 5. Contenido mineral (%) en hojas de 5 años

Ca-Mg: Una relación parecida ocurre con el calcio y magnesio, donde presenta niveles mayores en hojas en receso y aumentando en ramillas en brotación.

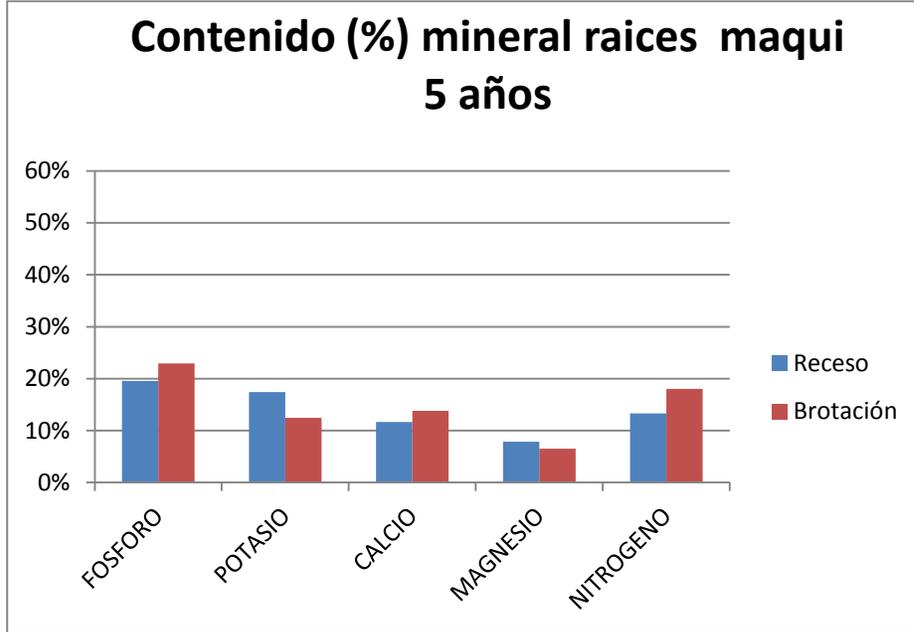


Figura 6. Contenido mineral (%) en raices de 5 años

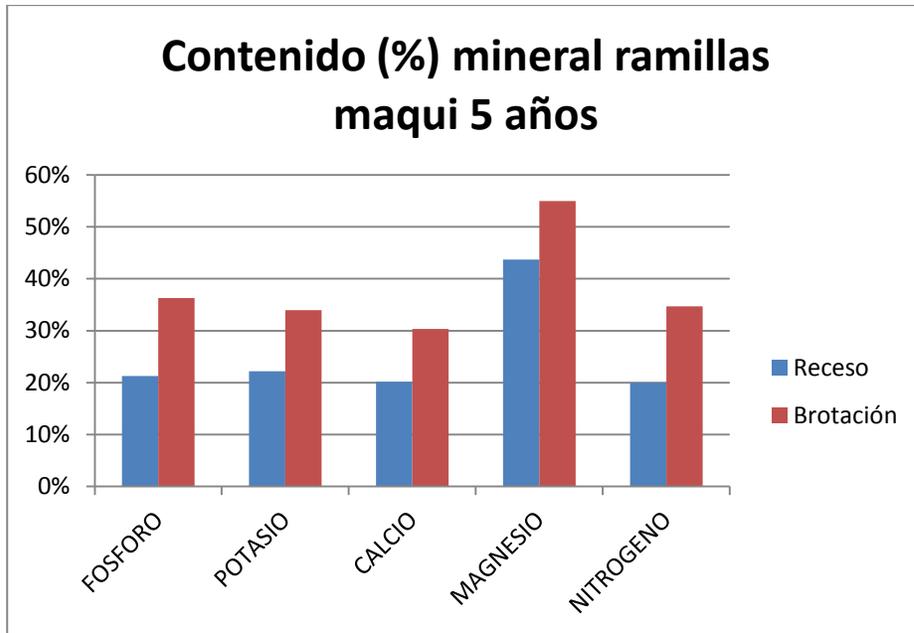


Figura 7. Contenido mineral (%) en ramillas de 5 años

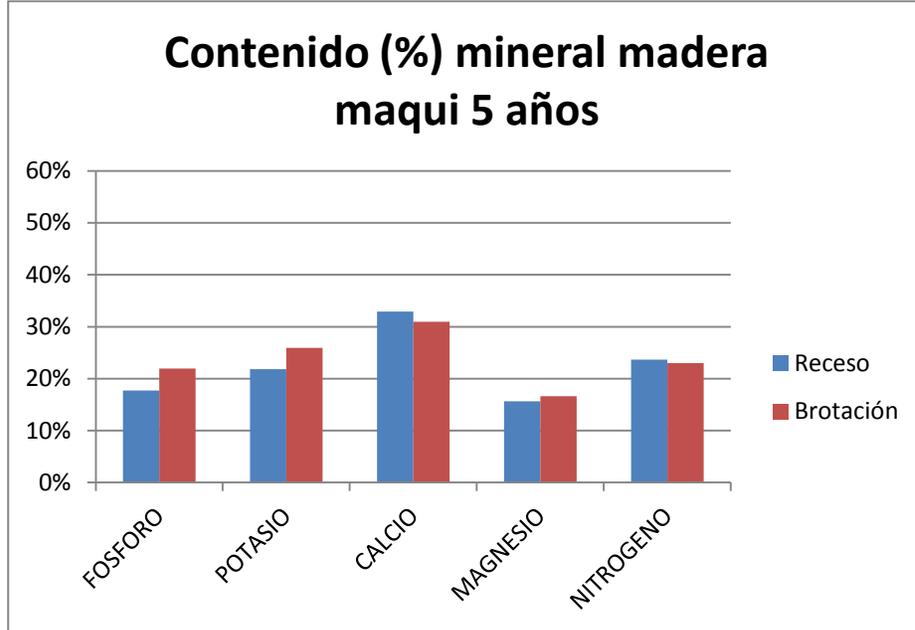


Figura 8. Contenido mineral (%) en madera de 5 años

3. Dinámica foliar

La dinámica foliar de la temporada muestra un aumento de requerimiento de nitrógeno entre cuaja y comienzo de cosecha, mientras que el fósforo y potasio muestran un comportamiento estable en la temporada. El calcio comienza con niveles altos hasta cuaja, donde disminuye y se estabiliza la absorción en hoja, esto dado un requerimiento dado por otros tejidos de la planta.

En el caso de floración comienza un mayor requerimiento de nutrientes, también comienza un mayor crecimiento de raíces, por lo tanto, es el momento adecuado para comenzar con fertilización dado los requerimientos que hemos visto que presenta una planta de maqui productiva.

En postcosecha se muestra una baja de fósforo, se postula la aplicación de fósforo para la postcosecha.

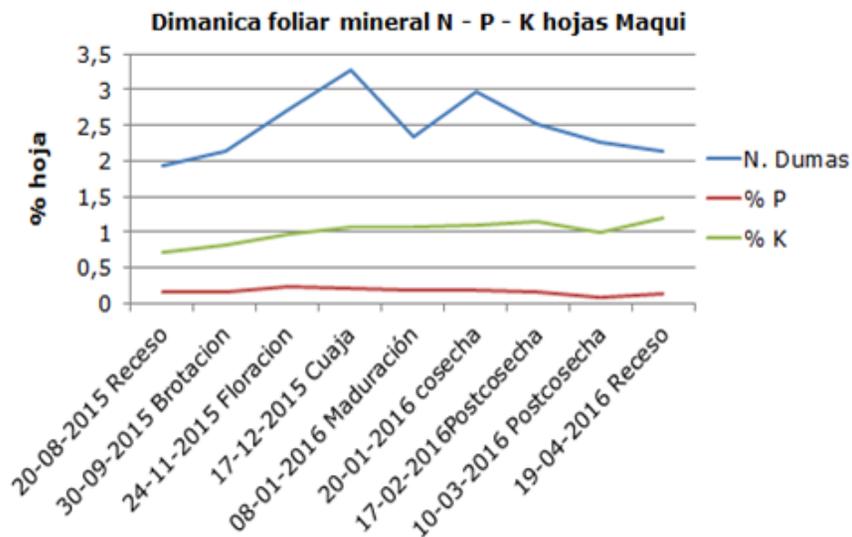
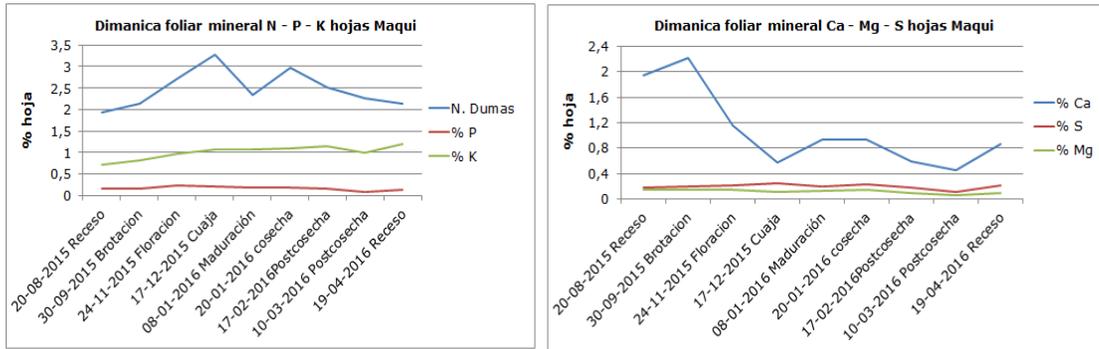


Figura 9. Dinámica foliar N-P-K

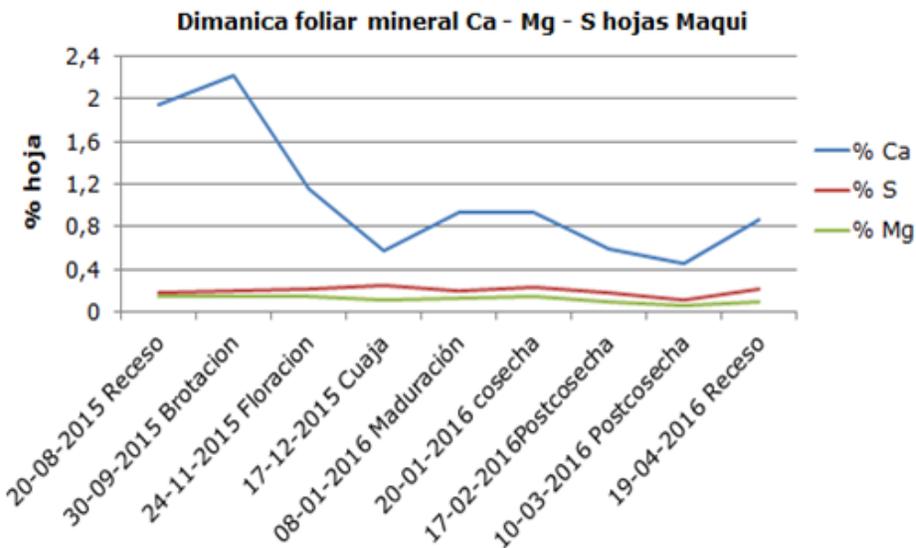


Figura 10. Dinámica foliar Ca-Mg

4. Conclusiones

Según lo visto en los gráficos 1- 10 se puede concluir los siguientes puntos:

- En general las plantas de 1 año presentan comparativamente mayores niveles nutricionales en hojas que las plantas de 5 años, esto dado en gran medida a presencia de fruta y su requerimiento nutricional mayor en plantas en producción, mientras que en plantas de formación no existe esa competencia.
- Gran parte de las variaciones entre los estados de receso y brotación se debe a que en este 2do estado existe un movimiento de los elementos desde los órganos de reserva y hojas viejas a tejidos nuevos con mayor requerimiento, como pasa con madera del año y hojas en plantas de 1 año y ramilla en plantas adultas. Esto se puede ver reflejado en el nitrógeno, fósforo y potasio, los cuales entregan en el caso de las plantas adultas desde sus hojas viejas estos elementos a nuevos tejidos, pero en las plantas de formación (1 año) esta relación es inversa, tomando los elementos directo de las reservas.
- Considerando que en las plantas de 5 años se realizó una poda para control de vigor, es esperable que los niveles tanto de hojas y ramillas hubiesen sido un poco mayor, pero el comportamiento de los elementos debería ser muy parecido a lo presentado en este informe.
- Llama la atención la diferencia entre calcio y magnesio en plantas productivas a nivel de ramilla, sus valores comparativamente con una planta de 1 año. Existe claro antagonismo entre ambos elementos (sumando además el potasio), lo que da a entender que en el caso de ramillas en plantas adultas presenta un mayor requerimiento de magnesio en desmedro de calcio.
- A nivel de raíces vemos diferencias entre las plantas de 1 año y las de 5 años, generalmente las raíces funcionan en época de receso como lugar de reserva de elementos en forma de arginina, almidón y fosfito, en relación a lo mismo estos análisis muestran que es 100% necesario crear una fertilización de reserva para los maquis dado que al comparar una planta no productiva (1 año) que presenta una buena reserva contra una planta productiva (5 años) que muestran los análisis que tuvo una baja reserva, dado básicamente por la carga frutal, es posible que este año la plantas productivas tengan un mayor requerimiento nutricional en la temporada y los primeros meses de desarrollo (Septiembre, octubre y comienzo de noviembre) sus reservas no den abasto para los requerimientos totales de la

planta, esto sumado a que los crecimientos de raíces comienzan por temperaturas a mediados del 15 de noviembre, presentas un primer crecimiento de plantas con bajos niveles a los que puede buscar.

- En relación al potasio, tanto el seguimiento nutricional como este análisis destructivo muestran que es un elemento fundamental pensando en calibre de fruta y requerimiento en general de la planta. Por lo tanto es un elemento que se debería aplicar por lo menos en la fecha de crecimiento de fruto y en postcosecha.
- El Calcio se relaciona con la formación de pared celular y al ser un elemento poco móvil se debe aplicar en estados fenológicos que son necesarios, como en desarrollo de fruto o crecimiento de raíces, elemento cual junto al Boro son fundamentales en el desarrollo de nuevos tejidos. Por lo tanto dejando de lado el desarrollo de fruta, es necesario también considerar hacer una postcosecha tanto de calcio, como de potasio, nitrógeno (mantención) y cotejar el boro durante la temporada, en general según bibliografía sobre 30 ppm son excelentes niveles.
- Se comprobó que los requerimientos nutricionales del maqui varían dependiendo del estado fenológico en el que se encuentre. Por lo tanto, que existe efecto estacional sobre las variables.
- De ser posible, se postula el requerimiento de una fecha más de análisis destructivos para tener la comparación en planta con fruta y en lo posible tomar la opción de monitorear la próxima temporada desde el punto de vista nutricional.

ANEXO III

MAQUI (*Aristotelia chilensis*) PARA MATERIA PRIMA DE USO AGROINDUSTRIAL

Huelchapán A.¹, Mönckeberg S.¹, Bafiados P.², Brünning C.²

¹Procesos Naturales Vilkun S.A. General López Km. 7, Fundo Santa Elena, Comuna de Vilcún. ²Hortifrut,

Maqui (*Aristotelia chilensis*) es una especie nativa de Chile, cuyo fruto destaca por su alto contenido de antioxidantes y particularmente por sus altos niveles de polifenoles totales. Investigaciones científicas recientes sobre sus propiedades dan cuenta de su gran potencial como producto agroindustrial tanto en colorantes naturales así como de uso nutracéutico. Actualmente los frutos que se comercializan en Chile y en el mundo, provienen exclusivamente de recolección silvestre en nuestro país, lo que implica una alta variabilidad en la cantidad y calidad de la materia prima y con ello la dificultad para elaborar productos industriales estandarizados y en volumen. Este problema se solucionaría con cultivos comerciales a partir de plantas seleccionadas con características sobresalientes de alta producción y alto contenido de polifenoles totales que se puedan establecer en huertos comerciales. El objetivo de este estudio fue evaluar 26 accesiones silvestres de Maqui recolectadas entre la IX región de La Araucanía y XI Región Aysén del General Carlos Ibáñez del Campo y caracterizar su rendimiento y contenido de polifenoles totales de modo de identificar aquellas que sobresalgan para su posterior multiplicación y uso comercial. Para ello durante dos temporadas se evaluó estas 26 accesiones de maqui establecidas en un campo de pruebas en la comuna de Vilcún donde las condiciones agroclimáticas se caracterizan por tener suelos de origen volcánico, precipitaciones de 1555 mm anuales, y temperaturas medias máximas de 17,2°C y mínimas 7,3°C. Las plantas eran de 4 años de edad y estaban plantadas en hileras. Se midió el rendimiento (en kg de fruta por planta), el contenido de polifenoles totales (mg AGE/100g de peso fresco), el peso de los frutos y el contenido de sólidos solubles. Se encontró que el rendimiento de las plantas varió la primera temporada entre 0,25 kg y 1,43 kg por planta y un promedio de 0,53 kg por planta, lo que aumentó la segunda temporada a valores entre 1,6 kg y 25,4 kg y un promedio de 8,4 kg por planta. El rendimiento estuvo determinado por distintos componentes principalmente el número de tallos productivos por planta, el peso de los frutos y el número de yemas productivas por planta, entre otros. Fue posible constatar un aumento considerable en el rendimiento de fruta entre la primera y segunda temporada, posiblemente debido a que la temporada 1 correspondió a primera floración. Así mismo, el aumento en el contenido de polifenoles totales varió la primera temporada entre 684 mg AGE/100g de peso fresco y 1973 mg AGE/100g de peso fresco por planta, con un promedio de 1325 mg AGE/100g de peso fresco, lo que

aumento la segunda temporada a valores entre 990 mg AGE/100g de peso fresco y 3250 mg AGE/100g de peso fresco, con un promedio de 2202 mg AGE/100g de peso fresco, esto puede explicarse por el mayor contenido de °Brix en cosecha de la fruta evaluada y por lo tanto una madurez más avanzada de la fruta. Estos dos parámetros estudiados muestran la importancia de seleccionar ecotipos o accesiones con alta productividad de modo de poder desarrollar un sistema de cultivo para abastecer de materia prima para el procesamiento industrial. A la fecha este estudio muestra la gran variabilidad que puede existir entre las accesiones de Maqui, y la importancia de la selección masal de ecotipos sobresalientes para iniciar el desarrollo de manejo agronómico pueda sustentar futuros cultivos comerciales de esta especie en Chile.

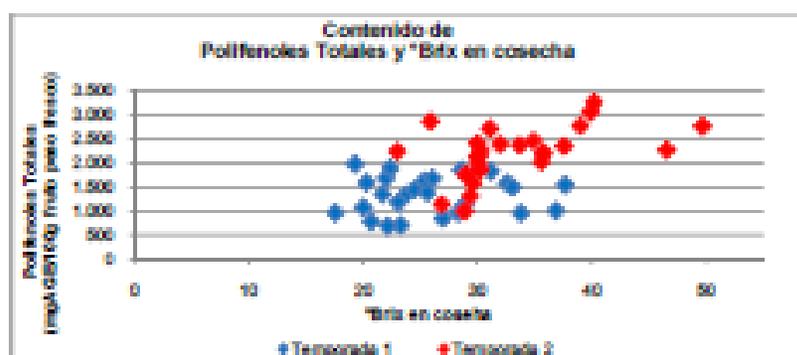


Figura1. Contenido de Polifenoles Totales (mg AGE/100g de peso fresco) y Sólidos Solubles (°Brix) en 26 accesiones de maqui por dos temporadas

Bibliografía:

- Fredes, C., Montenegro, G., Zoffoli, J.P., Gómez, M., Robert, P. 2012. Polyphenol content and antioxidant activity of maqui (*Aristotella chilensis* Molina Stuntz) during fruit development and maturation in Central Chile. *Chilean journal of agricultural research*, 72(4), 582-589.
- Vogel H, Peñailillo P, Doll U, Contreras G, Catenacci G, González B. 2014. Maqui (*Aristotella chilensis*): Morpho-phenological characterization to design high-yielding cultivation techniques. *Journal of Applied Research on Medicinal and Aromatic Plants*, 1(4): 123-133.

Agradecimientos: Los resultados que se presentan son parte del proyecto FIA PYT-2012-0101 de nombre: "Continuación de programa de domesticación de *Aristotella chilensis* (maqui) para uso agroindustrial, a partir de material genético previamente recolectado en todo el territorio productivo nacional, seleccionado y desarrollándose en campo experimental".



Ayill Hueichapán

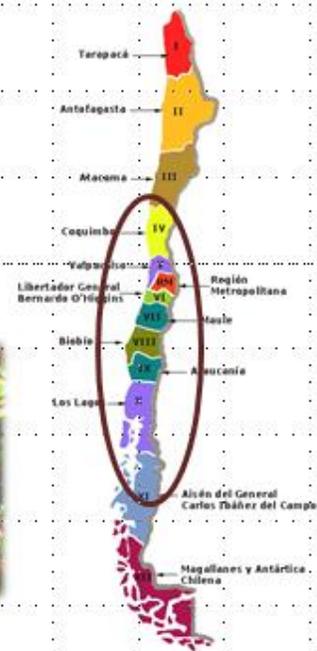


Maqui (*Aristotelia chilensis*) para materia prima de uso agroindustrial

Hueichapán A., Mönckeberg S., Bañados P., Brüning C.

MAQUI: Superberry

- Propiedades Antioxidantes
- Abastecimiento agroindustrial.
- Desarrollo de productos.

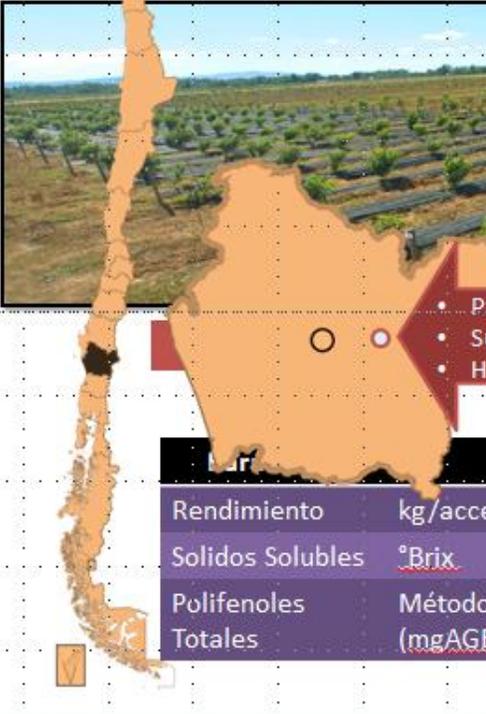
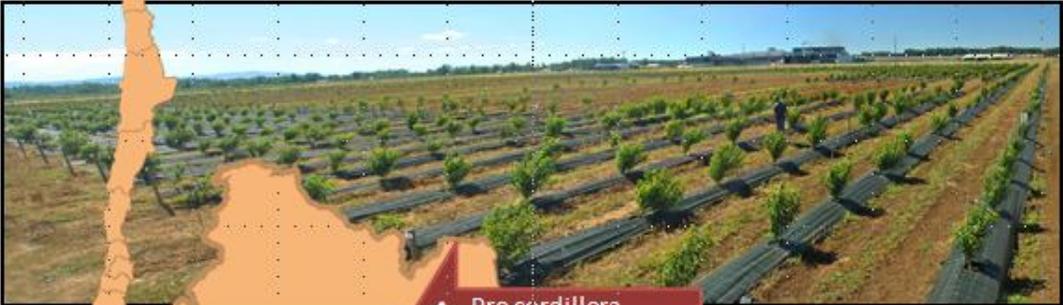


Objetivo

Evaluar 26 accesiones silvestres de maqui recolectadas en distintas zonas de Chile y caracterizar su rendimiento y contenido de polifenoles totales, de modo de identificar aquellas que sobresalgan para su posterior multiplicación y uso comercial.



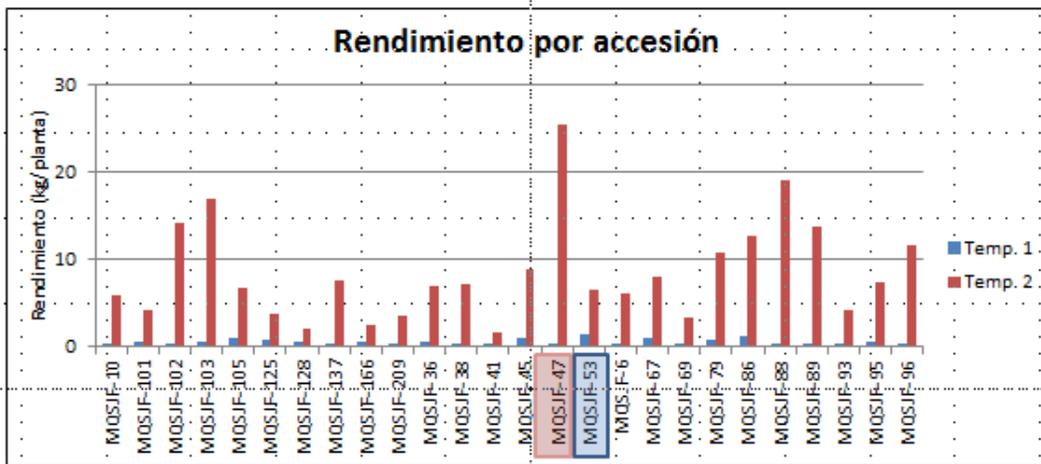
Metodología



- Pre cordillera
- Suelo trumao
- Heladas invernales

Variable	Unidad
Rendimiento	kg/accesión
Sólidos Solubles	°Brix
Polifenoles Totales	Método Folin-Ciocalteu (mgAGE/100gPF)

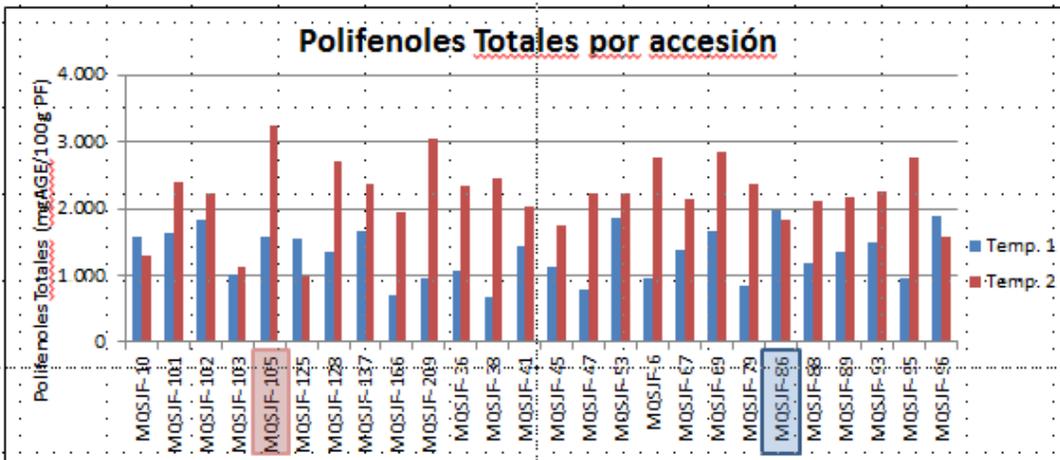




1,43kg Max
0,25kg Min

25,46kg Max
1,69kg Min

Temporada 1 (2013-14)	Temporada 2 (2014-15)
x 0,53 kg	x 8,4kg

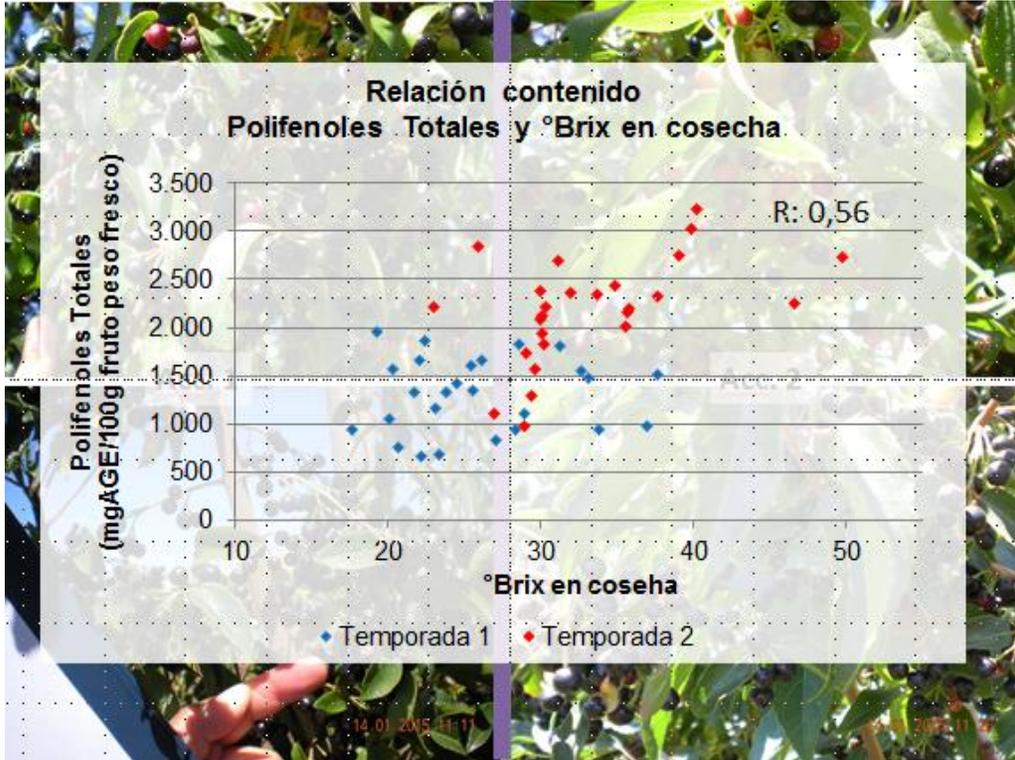


1972 mgAGE/100g PF Max
684 mgAGE/100g PF Min

3250mgAGE/100g PF Max
989 mgAGE/100g PF Min

Temporada 1 (2013-14)	Temporada 2 (2014-15)
x 1.325 mgAGE/100g PF	x 2.202 mgAGE/100g PF

PT: Genotipo + Ambiente + Madurez de cosecha + [Almacenaje + Proceso]



Conclusiones

- Se han identificado plantas de alta productividad que podrán abastecer la Agroindustria
- Avanzar paralelamente en el manejo agronómico para los futuros huertos productivos que maximicen la productividad y la eficiencia de cosecha



Maqui (*Aristotelia chilensis*) para materia prima de uso agroindustrial

Proyecto Financiado FIA

PYT 2012-0101

“Continuación de programa de domesticación de *Aristotelia chilensis* (maqui) para uso agroindustrial, a partir de material genético previamente recolectado en todo el territorio productivo nacional, seleccionado y desarrollándose en campo experimental”.

Ayill Hueichapán

ANEXO IV



DÍA DE CAMPO

Programa Actividad

Hora	Actividad
15:00- 15:15	Inscripción participantes / Coffe bienvenida
15:15-15:30	Palabras Bienvenida
15:30-15:45	Presentación Proyecto
15:45-18:00	Visita huerto
	Estación 1: Acesiones adultas promisorias
	Estación 2: Plantación Nueva
	Estación 3: Ensayo distancia de plantación
	Estación 4: Ensayo Poda
18:00 - 18:30	Cocktail y cierre de actividad

Nombre Proyecto

"Continuación de programa de domesticación de *Aristotelia chilensis* (maqui) para uso agroindustrial, a partir de material genético previamente recolectado en todo el territorio productivo nacional, seleccionado y desarrollándose en campo experimental". Código: PYT-2012-0101.

Objetivos

O. General	
Desarrollar el cultivo del Maqui (<i>Aristotelia chilensis</i>) como materia prima para la industria alimenticia y/o farmacológica, mediante la selección de material vegetal silvestre, métodos de cultivo y manejos agronómicos y el estudio y desarrollo de procesos agroindustriales.	
Nº	O. específicos
1	Seleccionar material vegetal silvestre de maqui, con características agronómicas y funcionales promisorias para la agroindustria.
2	Desarrollar el manejo técnico agronómico inicial para <i>Aristotelia chilensis</i> de modo de permitir su cultivo en huertos comerciales.
3	Desarrollar productos agroindustriales de <i>Aristotelia chilensis</i> a partir de las tecnologías disponibles en la empresa Vilkun

Lista participantes
Día de Campo Maqui

05/03/2015

#	Participantes	Empresa/Institución	Mail	Telefono	Firma
1	Sandra Bock	Procesos Naturales Vilkun S.A.			
2	Sebastian Monckeberg	Procesos Naturales Vilkun S.A.			
3	Ayili Hueichapan	Procesos Naturales Vilkun S.A.			
4	Jose Villagran	Procesos Naturales Vilkun S.A.			
5	Santiago Farah	Procesos Naturales Vilkun S.A.			
6	Pilar Bañados	Hortifrut S.A.			
7	Claudio Bruning	Hortifrut S.A.			
8	Rene Martorell	FIA			
9	Claudio Soler	FIA			
10	Cristian Salas	Corfo			
11	Andres Felmer	Corfo			
12	Fernando castro	Corfo			
13	Dominga Curihuinca	Folilko			
14	Jose Nain	Folilko			
15	Hermine Vogel	L. Talca			
16	Ursula Doll	L. Talca			
17	Giodano Catenacci	L. Talca			
18	Benita Gonzales	L. Talca			
19	Luis Torrealbo	Instituto de agroindustria-UFRO			
20	Susana Valenzuela	Instituto de agroindustria-UFRO			
21	Carolina Altamirano	Instituto de agroindustria-UFRO			
22	Silvana Catrilaf	Instituto de agroindustria-UFRO			
23	Viviana Molina	Instituto de agroindustria-UFRO			
24	Sergio Rebolledo	Valles del sur			
25	Claudio Seguel	Valles del sur			
26	Jorge Solis	Valles del sur			

Cristina Paez Hortifrut

Lista participantes
Día de Campo Maqui

05/01/2015

27	Ivette Seguel	INIA Carillanca			
28	Lorena Diaz	INIA Carillanca			
29	Miguel Ellena	INIA Carillanca			
30	Abel Gonzalez	INIA Carillanca			
31	Christian Guldman	Bestplant			
32	Fellipe Torti	Surfrut			
33	Andres Chavez	Surfrut			
34	Mauricio Zuñiga	Agromillora			
35	Mauricio Medina	SAG			
36	Guido Perez	SAG			
37	Esteban Balochi	Pellenc			
39	Daniel Vargas	AGQ			
40	Erick Sheuermann	Dep ciencias Quimica -UFRO			
41	Fanny Pirce	Dep ciencias Quimica -UFRO			
42	Jorge Gonzalez	Dep ciencias Quimica -UFRO			
43	Marcos Alegria Ponce				
44	Duncan Macdonal				

#	Nombre	Empresa/Institución	mail	Telefono	Firma
1	Isabel Lecaros	Nativ for life			
2	Fernando Viel	Nativ for life			
3	Carlos CHANDIA	INNOBIOLOGIA			
4	JUAN HANCKE	INNOBIOLOGIA			
5	CARLOS VASQUEZ	VILKUN			
6	VICTOR GARCIA	INIA			
7	MARCELO MEDINA	SAG			
8	Alfonso Lopez	LA RUNA			
9	Vera Pizarro				
10	Gabriel Aparicio V.	Agrícola SA			
11	Luzmila Gamboa	VILKUN			
12					
13					
14					
15					
16					
17					
18					
19					
20					
21					
22					
23					
24					
25					

V. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

Miranda-Rottmann, Aspillaga, Pérez, Vásquez, Martínez & Leighton (2002), Juice and phenolic fractions of the berry *Aristotelia chilensis* inhibit LDL oxidation in vitro and protect human endothelial cells against oxidative stress.

Céspedes, Alarcón, Ávila & Nieto (2010), Anti-inflammatory activity of *Aristotelia chilensis* Mol. (Stuntz) (Elaeocarpaceae).

Rojo, Ribnicky, Logendra, Poulev, Rojas-Silva, Kuhn, Dorn, Grace, Lila & Raskin (2011), In vitro and in vivo anti-diabetic effects of anthocyanins from Maqui Berry (*Aristotelia chilensis*)

Teller, Thiele, Boettler, Sleeman & Marco (2009), Delphinidin inhibits a broad spectrum of receptor tyrosine kinases of the ErbB and VEGFR family.

Damascos MA, Prado CH, 2001. Leaf phenology and its associated traits in the wintergreen species *Aristotelia chilensis* (Molina) Stuntz (Elaeocarpaceae). *Revista Chilena de Historia Natural* 74, 805–815.

<http://www.dtt.usalca.cl/wp-content/uploads/2016/01/Variedades-selectas-de-aristotelia-chilensis-Maqui-para-optimizar-produccion.pdf>