



MANUAL TÉCNICO ECONÓMICO DEL MAQUI PARA COSECHA MECANIZADA

Modelo productivo, eficiente y moderno, para el cultivo industrial de maqui, *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz, enfocado en implementar y validar la cosecha mecanizada de la fruta

CÓDIGO PYT-2015-0003



EQUIPO DE EDITORES

Mario Gaete Espinoza
Felipe Torti Solar

EQUIPO DE AUTORES TEXTO

Mario Gaete Espinoza
Jorge Riquelme Sanhueza
Patricio Soto Pardo
Antonio Novoa Saa
Felipe Torti Solar

COLABORADORES

Alejandro Acevedo Pavez
Hugo Orellana Parraguez
Aldo Hernandez Gonzalez

FOTOGRAFIA

Jorge Riquelme Sanhueza
Alejandro Acevedo Pavez
Felipe Torti Solar

SUPERVISIÓN TÉCNICA FIA

Rene Martorell Velasco

EDICIÓN Y DISEÑO

Proyecta Diseño S.p.A

Esta publicación fue realizada en el contexto del proyecto “Modelo productivo, eficiente y moderno, para el cultivo industrial de maqui, *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz, enfocado en implementar y validar la cosecha mecanizada de la fruta” con el apoyo de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA) "Proyecto FIA código PYT-2015-0003".

PUBLICACIÓN DIGITAL

PRIMERA EDICIÓN, Curicó, Septiembre 2020

Registro de propiedad Intelectual 2020-A-7542

ISBN N° 978-956-328-252-8

Permitida la reproducción parcial o total citando la fuente.

.....

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	4
2. ESTABLECIMIENTO Y MANEJO AGRONÓMICO DE UN HUERTO DE MAQUI <i>Mario Gaete, Ingeniero Agrónomo</i>	6
2.1 Elección del terreno y características edafoclimáticas	
2.2 Plantación	
2.3 Podas	
2.4 Nutrición (vía riego y foliar)	
2.5 Riegos	
2.6 Bibliografía	
3. COSECHA DE MAQUI CULTIVADO (MANUAL, SEMIMECANIZADA Y MECANIZADA), <i>Jorge Riquelme, Dr. Ing. Agrónomo Mg.I.A. Especialista en Mecanización Agrícola</i>	35
3.1 Cosecha manual	
3.2 Cosecha semimecanizada	
3.3 Cosecha mecánica con máquinas autopropulsadas	
3.4 Análisis económico de los sistemas de cosecha	
4. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CULTIVO DE MAQUI <i>Antonio Novoa y Felipe Torti, Ingenieros Agrónomos</i>	48
5. ESTADOS FENOLÓGICOS	53
6. ANÁLISIS DE ANTIOXIDANTES <i>Patricio Soto</i>	61
ANEXO 1: EL PROYECTO	64
ANEXO 2: FÓRMULAS BÁSICA UTILIZADAS PARA EL CÁLCULO DE LA FRECUENCIA DE RIEGO POR GOTEO (PREDIO ANA MARÍA, LOS NICHES, CURICÓ)	67
ANEXO 3: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA EVALUACION FINANCIERA	69
ANEXO 4: ESTIMACIÓN DEL ESTADO DE MADUREZ DE FRUTOS DE MAQUI	75



1. INTRODUCCIÓN

El presente manual pone en valor la experiencia y los resultados obtenidos durante el desarrollo del proyecto: “Modelo productivo, eficiente y moderno, para el cultivo industrial de maqui, *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz, enfocado en implementar y validar la cosecha mecanizada de la fruta”, ejecutado por Agrícola Ana María SA y Agroindustrial Surfrut Ltda. entre julio del 2015 y mayo del 2020.

En ese sentido el principal objetivo de este documento es transferir a los distintos actores del sector, información estratégica, recomendaciones técnicas y análisis económico del cultivo industrial del maqui, orientado a la cosecha mecanizada.

El proyecto se inició con el establecimiento de un huerto piloto de 0.8 hectáreas de maqui, con clones provistos por el Programa de Mejoramiento Genético y Domesticación de la Universidad de Talca y Fundación Chile en el sector de Los Niches en la comuna de Curicó, y posibilitó observar, registrar, intervenir y manejar las variables agronómicas del cultivo, implementando ensayos de distancia de plantación, formación, poda y conducción, estableciendo un sistema de manejo agronómico que permitió la cosecha mecanizada de la fruta.

Así también se pudo establecer la rentabilidad del sistema productivo del cultivo de esta especie para destino agroindustrial, mediante el registro detallado y los análisis de los costos de producción, rendimiento productivo y precios de compra de la fruta en el mercado, lo que permitió validar la opción del cultivo de maqui.

En este manual se presentan y relatan los principales resultados y observaciones obtenidas durante la ejecución del proyecto, de modo de esclarecer algunas de las dudas que existen en torno al potencial cultivo del maqui. Se describe además el manejo agronómico desarrollado e implementado y la experiencia de la cosecha mecanizada. Se entregan también antecedentes de producción por hectárea, costos e ingresos potenciales, información que le permitirá a cada interesado, establecer una rentabilidad del cultivo, de acuerdo a sus propias alternativas de comercialización.

Se incluye además un análisis de fechas para los distintos estados fenológicos del cultivo y los resultados de un análisis de antioxidantes a los tres clones favoritos en distintos estados de madurez.

El lector, a través de este documento, podrá resolver muchas dudas en torno a la plantación de maqui y su cosecha mecanizada, quedándole claro que es factible cultivar esta especie en forma comercial y obtener una producción de fruta que, con el manejo agronómico propuesto en este texto, puede ser cosechada eficientemente de forma mecánica.

Sin duda se trató de un proyecto que logró con éxito trazar una innovación en el sector, convergiendo a varios actores que fueron vitales para su desarrollo. En ese sentido es importante resaltar el respaldo de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), para lograr cada uno de los desafíos planteados. Así también hay que destacar el apoyo de muchas personas que ayudaron durante la ejecución de esta iniciativa, pero principalmente el de Hermine Vogel e Isabel Lecaros quienes compartieron desinteresadamente con nosotros sus conocimientos y experiencias en el maqui. Agradecer además profundamente a dos colaboradores del proyecto que hoy ya no están con nosotros; Alejandro Aravena quien nos convenció de la importancia de innovar con maqui y a Felipe Rosas quien fue un gran apoyo en los aspectos de la mecanización del cultivo.

2. ESTABLECIMIENTO Y MANEJO AGRONÓMICO DE UN HUERTO DE MAQUI

MARIO GAETE, INGENIERO AGRÓNOMO

El propósito de este capítulo es entregar información preliminar para el cultivo y domesticación del maqui, de acuerdo a las condiciones del material vegetal, el suelo y el clima del lugar donde se ejecutó el proyecto, por lo que esta experiencia podría no ser extrapolable a otras condiciones edafoclimáticas.

..... 2.1 ELECCIÓN DEL TERRENO Y CARACTERÍSTICAS EDAFOCLIMÁTICAS

La *Aristotelia chilensis* (Mol.) Stuntz es una especie que se adapta a zonas con diferentes condiciones de clima y también de suelo, algunos pobres y otros con un alto contenido de materia orgánica y humedad. Es esa versatilidad la que hace que esté presente desde el Norte de nuestro país en la provincia de Limarí, hasta la zona Sur, en la Región de Aysén.

Su capacidad de sobrevivencia le permite desarrollarse bajo condiciones extremas, incluso resurgir en pequeños bosques desde suelos quemados, formando rápidamente “macales” nuevos que crecen y se desarrollan gracias a la captura de la luz solar a su disposición.

Sin embargo, aunque parece una especie (ecotipo) muy rústica, al domesticarla y establecerla en huertos comerciales, debe hacerse considerando las mejores condiciones en la preparación de suelo, en el sistema de riego, en la orientación de las hileras y estructura de sostén, y finalmente en el plan de polinización, pues al tratarse de una planta dioica, necesita polinizantes al momento de disponer un huerto.

..... 2.1.1 PREPARACIÓN Y ACONDICIONAMIENTO DE SUELO

El suelo debe ser preparado de la misma manera como se hace para cualquier otro frutal. A continuación se entrega el detalle.

- Pasar tridente o subsolador, para quebrar la estructura en profundidad.
- Arar con cincel en X sobre el terreno, dejar panes de suelo más pequeños.
- Realizar rastreaje para moler terrones y emparejar el suelo.
- Micro nivelar o usar rotofresa, emparejar y mullir al máximo.
- Hacer camellones pequeños, donde irán las plantas.
- Realizar correcciones de enmiendas químicas según análisis de suelos, pues es el momento más oportuno de hacer esa labor.

..... 2.1.2 SISTEMA DE RIEGO

No se conoce literatura publicada en relación al manejo del riego de esta especie, sin embargo, se consideró que el sistema debe estar calculado para cubrir (reponer) las necesidades o requerimientos de agua que tenga la planta cuando esté adulta, con carga de fruta completa y condiciones de temperatura y radiación extremas.

Es decir, diseñar un sistema para demanda máxima de 9 mm de evaporación diaria, dependiendo de la zona y las características del suelo a plantar, de tal manera que la especie se encuentre bajo los niveles de humedad de suelo y potencial xilemático de estrés leve, y con ello establecer pautas referenciales de manejo, en cuanto a frecuencias y tiempos de riego.

Se propone además utilizar un sistema de goteros, con doble tubería por cada hilera, y ubicados a 50 cm de distancia uno de otro, con caudales de 2 lts/hr. Si los terrenos elegidos tienen pendientes mayores a 10% - 12%, hay que pensar en la utilización de goteros compensados.

..... 2.1.3 ORIENTACIÓN DE LAS HILERAS

En relación a la exposición de la planta, debe estar orientada a capturar la mayor cantidad de luz posible por todos lados, ya que le es muy necesaria para dar respuesta a la brotación y renovación de ramas (poda), pero también para los procesos de inducción y diferenciación floral, para la eficiencia en sus procesos fotosintéticos y para conseguir mejores efectos de fertilizantes foliares y de distribución de productos (aplicados para el control de plagas y enfermedades).

La mejor orientación en estos frutales, para lograr mayor homogeneidad en el color de los frutos, en la brotación y floración, es de 35°-65° NP/SO.

..... 2.1.4 MARCO DE PLANTACIÓN Y CARACTERÍSTICAS DE LAS PLANTAS

Dependiendo del clon y sistema de conducción elegido, su objetivo será la distancia y la distribución que tendrán las plantas en el huerto.

Es fundamental planear la confección de plantación bajo condiciones sustentables y orientada a la cosecha mecanizada, para así garantizar su viabilidad y rentabilidad. Independiente del sistema elegido, se debe partir con una planta proveniente de vivero que sea vigorosa, madura, sana y homogénea, en este punto no se pueden cometer errores, pues serán costosos.

Las distancias de la plantación más utilizadas según selección de ecotipos, con el objetivo de cosecha mecanizada son:

Selección	Clon	Vigor	Distancia	N° de pl/ha
U. de Talca	Luna Nueva	Débil	1 x 3,2 mts	3.125 plantas
Otros	Otros		1,2 x 3,5 mts	2.380 plantas
U. de Talca	Morena Perla negra	Medio	1,4 x 3,5 mts	2.040 plantas
Otros	Otros		1,6 x 3,5 mts	1.785 plantas

..... 2.1.5 ESTRUCTURAS DE APOYO

Especialmente para aquellos huertos conducidos en mono eje, spindel o eje central, es necesario considerar desde la partida, una estructura de apoyo en base a tutores, cabezales y al menos una hebra de alambre, ubicada al comienzo, para amarrar los coligües o tutor que apoyará la planta.

La estructura debe ser diseñada para soportar y defender a las plantas de las vibraciones que provoca la máquina cosechadora.

..... 2.2 PLANTACIÓN

Una vez tomada la decisión de plantar -estando el terreno preparado, el sistema de riego instalado y las enmiendas realizadas- se trazan las hileras, dando la orientación respectiva, y luego se da paso a la labor de plantar.

Como se mencionó anteriormente, es fundamental el material vegetal, pues esto incidirá directamente sobre la calidad de la planta y autenticidad varietal (ecotípica), pero además, el futuro huerto y su buen desarrollo dependerá de este factor.

Una planta bien desarrollada resiste o tolera bien las heladas, brota pareja, rápidamente se viste de ramillas y permite partir tempranamente con su formación.

Distribución de los polinizantes (2 alternativas):

11%	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	0	X	X	0	X	X	0	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	X	X	X	X	X	X	X	X	X
	X	0	X	X	0	X	X	0	X	X
10%	0	X	X	X	X	X	X	X	X	0
	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X
	0	X	X	X	X	X	X	X	X	0
	X	X	X	X	0	X	X	X	X	X
	0	X	X	X	X	X	X	X	X	0

- En la primera alternativa se puede ver que los polinizantes están cada dos hileras y cada dos plantas hembras.
- En la segunda opción, los polinizantes van en todas las hileras alternados cada 5 plantas hembras.
- Puede existir una tercera alternativa, que es colocar los polinizantes de las dos combinaciones anteriores, pero súper numerario, donde tendrán menos espacio para desarrollarse.

..... 2.3 PODAS

..... 2.3.1 FORMACIÓN

Consiste en dar forma y definición al sistema de conducción elegido que tendrá el futuro macal.

Como en este caso se eligió el sistema spindel -árbol delgado, erecto con ramas laterales cortas y renovables, crecimiento en altura de 2,3 mts aproximado, con una densidad de plantación que cubra todo el espacio asignado y que su cosecha sea mecanizada- esto implica que los dos primeros años las plantas deben ser guiadas y cuidadas de las malezas, eliminando chupones y sierpes vigorosos que provienen reiteradamente desde su base. En muchas ocasiones también se eliminan las ramas más gruesas (> 1/3 de grosor) del eje central, hasta llegar a su altura definitiva, favoreciendo siempre su desarrollo, pues será a futuro, la única estructura permanente.

Cabe señalar que el hábito de crecimiento natural del maqui es basípeto, con emisión de brotes desde la base que pueden dar fácilmente origen, en forma natural, a huertos con plantas con multi-ejes, como se encuentran comúnmente en la naturaleza.



Figuras 1-2-3: Crecimiento apical natural del maqui.

.....

..... 2.3.2 PRODUCCIÓN

Esta poda se basa fundamentalmente en la obtención de madera frutal, que consiste en mantener tres ciclos en la planta a la vez:

- Un número de ramillas (metros de madera frutal) fructificando.
- Otra proporción en crecimiento y formación de nuevas yemas.
- Y otro tercio de la madera en crecimiento, a través de la mantención de 3 ciclos en la planta a la vez, dando lugar a su sustentabilidad en el tiempo.

Sin embargo, para conseguir y mantener este régimen, se requiere poner atención en varios aspectos, los que juntos darán origen al resultado final.

Aspectos atendibles

- Procurar tener un muy buen equilibrio vegetativo en todos los sectores y árboles del macal.
- Llevar periódicamente registros de riegos y estado nutricional del huerto.
- Mantener permanentemente entrada de luz al interior de las plantas, mediante podas en verde, desbrotes y recorte de chupones que estén mal ubicados, para así asegurar rebrotes y reemplazo de madera nueva cada año.

- Podar más de una vez en la temporada, partiendo en invierno con la eliminación de la madera gruesa, dejando tocones para obtener rebrotes y despejando el centro de maderas débiles y oscuras (recordar que el maqui es desordenado para crecer).

Luego, en el mes de octubre, realizar una poda de primavera con el objetivo de despuntar o apitonar chupones vigorosos, para que así den origen a ramificaciones nuevas que serán parte de renovación permanente de la planta.

Finalmente, ejecutar una poda de higiene y limpieza de post-cosecha, eliminando el material dañado por el paso de la maquina cosechadora. Todos los cortes nuevos en todas las podas, deben ser sellados inmediatamente con alguna pasta de poda comercial o preparada, y se deben pintar máximo 2 horas después, para así evitar la entrada de hongos o bacterias.

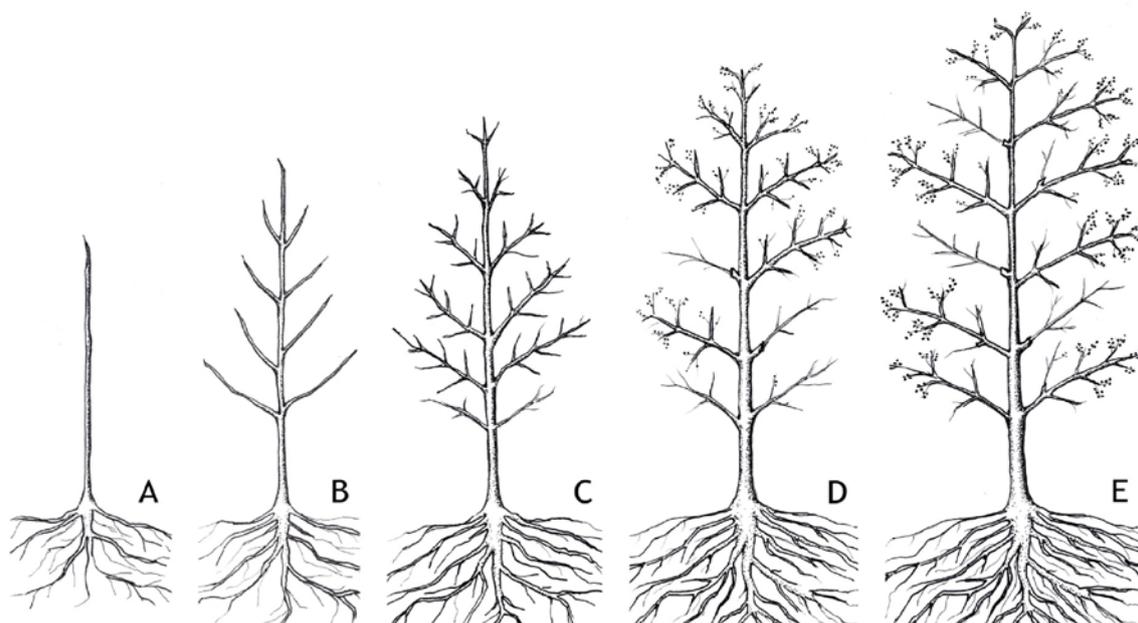


Figura 4: muestra la evolución de maqui a cinco años.

- A. Año de plantación, utilizar de preferencia plantas maduras y de alrededor de 1,3 a 1,5 mts de altura sin ramificación lateral.
- B. En el segundo año se consigue desarrollo de toda la planta, tanto raíces y crecimiento aéreo, con la aparición de las primeras ramas laterales.
- C. Ya en el tercer año, desde la plantación aumenta la masa radicular, la ramificación lateral y aparecen las brindillas con yemas florales, para dar origen a los primeros frutos.
- D. En esta etapa las plantas ocupan sus espacios asignados por aumento de volumen, crece la ramificación y la aparición de más yemas florales, incrementándose el nacimiento de brindillas frutales y por ende la producción de fruta.
- E. Las plantas entran en régimen productivo, toman un volumen que les permite calzar en las dimensiones que tiene la maquina cosechadora de olivos, que según demostraciones en campo, es la que mejor se adapta a esta realidad.



Figuras 5 - 6: respuesta a poda.



Figuras 7 - 8: planta nueva.



Figuras 8 - 9: plantas de uno a dos años.

.....



Figura 10: planta de 2 años.

.....



Figuras 11 - 12:
plantas de 3 años.



Figura 13: plantas de 3 - 4 años con tamaño definitivo.



Figuras 14 - 15: plantas de 3 - 4 años con tamaño definitivo.

.....

..... 2.4 NUTRICIÓN (VÍA RIEGO Y FOLIAR)

Los resultados de los análisis foliares y de suelos que realizó el Centro Tecnológico Químico AGQ Labs, durante todo el período del proyecto (4 años), demostraron que estos ecotipos requieren apoyo nutricional, como cualquier otra especie frutal, sin embargo las fuentes de los fertilizantes que se utilicen deben ser de buena procedencia y sus dosificaciones tienen que ser más bien bajas, en especial los estimulantes foliares, pues si bien las hojas son coriáceas, sus flores y frutos son delicados.

..... 2.4.1 PROGRAMA RECOMENDADO NUTRICIÓN VÍA RIEGO, SEGÚN ANTECEDENTES ENTREGADOS POR AGQ LABS

Fuentes de fertilizantes solubles y dosis/ha (unidades):

AÑO	Nitrógeno	Fósforo	Potasio	Magnesio	Calcio
	Sulfato Amonio	Fosfatomonoamónico	Sulfato potasio	Sulfato magnesio	Nitrato calcio
1er año	50 kg (10 un)	15 kg (7 un)	30 kg (15 un)	20 kg (5,2 un)	25 kg (7 un)
2do año	80 kg (17 un)	25 kg (12,7 un)	35 kg (17,5 un)	30 kg (7,8 un)	30 kg (8 un)
3er año	120 kg (25 un)	30 kg (15,3 un)	45 kg (22,5 un)	40 kg (10,4 un)	40 kg (10,6 un)
4to año	130 kg (27 un)	40 kg (20,4 un)	50 kg (25 un)	45 kg (11,7 un)	45 kg (12 un)
5to año	150 kg (31 un)	45 kg (23 un)	60 kg (30 un)	50 kg (13 un)	50 kg (13,5 un)

..... 2.4.2 FRECUENCIA DE APLICACIÓN DE LOS FERTILIZANTES Y SUS PROPÓSITOS

Distribuir en partes iguales durante la temporada:

a. Nitrógeno:	Realizar 6 aplicaciones cada 20 días, partiendo desde el 15 de octubre, eso en cada año según la etapa o edad que se encuentre el huerto. Es importante para formar aminoácido y proteínas.
b. Fósforo:	Distribuir las aplicaciones en dosis iguales, 6 veces, partiendo el 25 de septiembre, por una vez cada 30 días. Esto es fundamental para la formación de raíces nuevas y dar energía a los procesos fisiológicos de las plantas.
c. Potasio:	Aplicar desde el 5 de noviembre en adelante, 4 veces separadas por 15 días una aplicación de la otra. Incide de manera importante en el calibre, color y peso de los frutos.
d. Magnesio:	Realizar 5 aplicaciones cada 20 días, partiendo el 15 de noviembre hasta agotarlo. Es relevante para mantener la clorofila activa de las plantas, para captar luz y mejorar sus procesos fotosintéticos.
e. Nitrato de calcio:	Distribuirlo en 5 aplicaciones a dosis iguales cada vez, partiendo el 10 de octubre en adelante, cada 20 días y hasta agotarlo. Su principal función es dar dureza a los frutos, formar cadena fosfolipídicas entrelazando el fósforo y boro en las membranas y paredes celulares.

Importante: los fertilizantes se deben aplicar por separado (no mezclados), en distintos días, dejando un espacio de tiempo de al menos dos días entre cada aplicación.

..... 2.4.3 PROGRAMA RECOMENDADO NUTRICIÓN Y ESTIMULANTES FOLIARES

Estados fenológicos	Maderas, bacterias, hongos	Insectos varios, Lobesias, Eulias, Chanchitos blancos	Cuajado de fruto y anti-estrés	Apoyo foliar desarrollo de frutos	Control de malezas
Plantas en receso, Podas invierno	Mamull, Master coop, Kocide	Acetamiprid, Diazol, Pintar troncos	-	-	Cuello manual Bordes mulch farmon o glifosato
Brotación y botones florales	Tree tac Nutri zinc, Trichodermas	Confusión sexual, Drenching: Diazol + Clorpirifos + aceite al cuello	N-borón, Defender boro, Sett	Stimplex, Kelpac, Biotron	Pastos lisos, Garlon Plus
Floración y cuaja de frutos	Timorex gold, Trichodermas, Serenade	No aplicar insectisidas, ni herbicidas	Ciogrower, Maxigrow	Crop + Berrie, Nutri magnesio, Frutaliv	Glifosato, Paraquat
Crecimiento de frutos	Trichodermas, Serenade	Dipel, Betk	Frutaliv, Defender K, Defender Mg	Nutri magnesio, Frutipac	Evitar aplicar herbicidas
Post – cosecha	Biorren cu Kocide	Acetamiprid, Avaunt	Stimplex, Biotron	Urea, Sulfato Magnesio	Glifosato, Paraquat

Consideraciones al programa

- Las dosis deben ser por cada 100 lts de agua y se considera la cantidad indicada en la etiqueta.
- La concentración del producto a aplicar debe permanecer constante y solo varía el volumen de agua, dependiendo del área foliar y tamaño de las plantas a mojar o cubrir.
- Se presentan varias alternativas en cada periodo, la idea es no mezclar más de dos productos a la vez, para disminuir riesgos.
- Preferir aplicar en horas frescas y con gotas finas, de tal manera de cubrir bien la planta y completa.
- Productos hormonales (CPPU, Selefrut, Selecto, Stimulate, Ácido Giberélico, Promalin y Etaphon), y en cada uno debe calcularse la dosis en forma precisa, sus propósitos, el mojamiento y momento de la aplicación para cada uno de ellos.

..... 2.4.4 ESTUDIO DE SEGUIMIENTO NUTRICIONAL

Durante cuatro temporadas, se realizó un seguimiento nutricional del cultivo de maqui, analizando tejidos de hojas. Luego los datos obtenidos se ingresaron a un programa estadístico llamado Infostat, en el cual con la metodología de los intervalos de confianza, con una probabilidad del 90%, se buscó el rango inferior y superior, con la idea de tener claro en qué parametros fluctúan los diferentes nutrientes.

El estudio que fue realizado por AGQ Labs y dirigido por su Representante Zonal, el Ingeniero Agrónomo Hugo Orellana, expone porcentualmente los límites mínimos y máximos obtenidos para cada nutriente. En él se muestra la dinámica de las curvas según se mueven en el tiempo, debido al uso de los distintos fertilizantes para el crecimiento y desarrollo de las plantas.

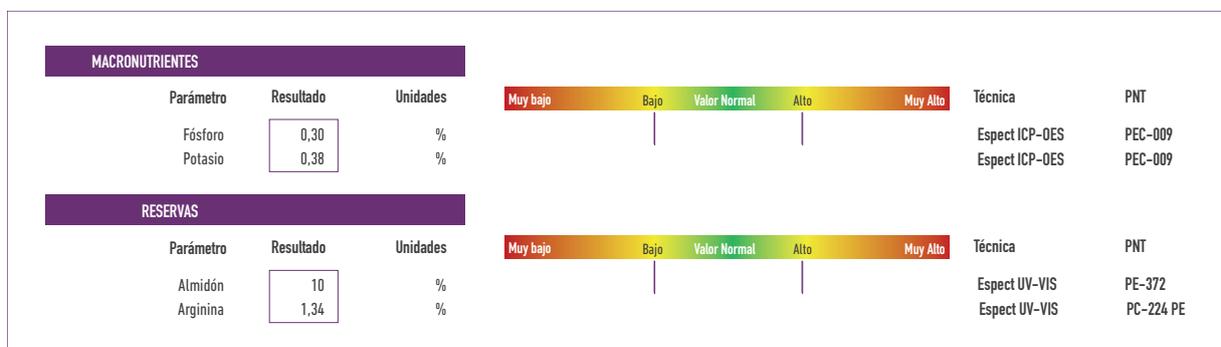
Los resultados obtenidos son específicos para el maqui cultivado en las condiciones de suelo y clima en que se desarrolló este proyecto.

2.4.4.1 Antecedentes generales

Análisis físico-químico del suelo:



Análisis de reservas en raíz del maqui:



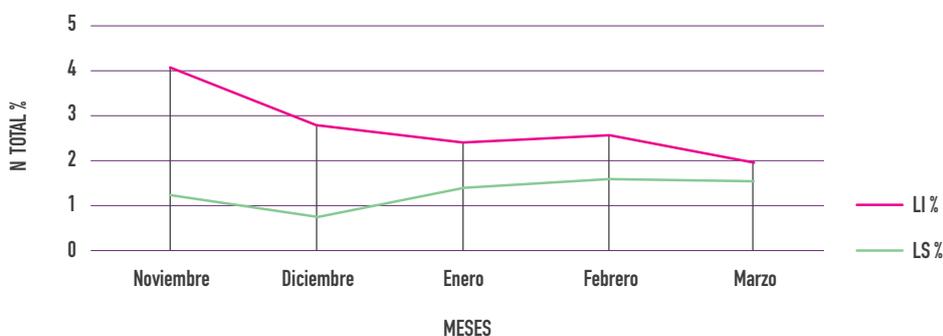
Resultado nutricional fruto del maqui (diferentes parámetros):

MACRONUTRIENTES			Muy bajo Bajo Valor Normal Alto Muy Alto					Técnica	PNT
Parámetro	Resultado	Unidades							
Brix	25,7	° Brix					Refractometría	PE-313	
MACRONUTRIENTES			Muy bajo Bajo Valor Normal Alto Muy Alto					Técnica	PNT
Parámetro	Resultado	Unidades							
Materia Seca	46,3	%					Gravimetría	PE-334	
MACRONUTRIENTES			Muy bajo Bajo Valor Normal Alto Muy Alto					Técnica	PNT
Parámetro	Resultado	Unidades							
Calcio	119	mg/100g smf					Espect ICP-OES	PE-2079	
Magnesio	43	mg/100g smf					Espect ICP-OES	PE-2130	
Nitrógeno Total	712	mg/100g smf					Anal. Elemental	PEC-034	
Fósforo Total	111	mg/100g smf					Espect ICP-OES	PE-2130	
Potasio	423	mg/100g smf					Espect ICP-OES	PE-2130	
Calcio Ligado	19,9	mg/100g smf					Espect ICP-OES	PE-2079	
Boro Total	0,78	mg/100g smf					Espect ICP-OES	PE-2130	
Zinc	4,3	mg/100g smf					Espect ICP-OES	PE-2130	
Cobre Total	0,57	mg/100g smf					Espect ICP-OES	PE-2130	
Hierro	6,7	mg/100g smf					Espect ICP-OES	PE-2130	
Magnesio	<0,10	mg/100g smf					Espect ICP-OES	PE-2130	

2.4.4.2 Gráficas foliares obtenidas en los diferentes nutrientes (datos 2016-2019)

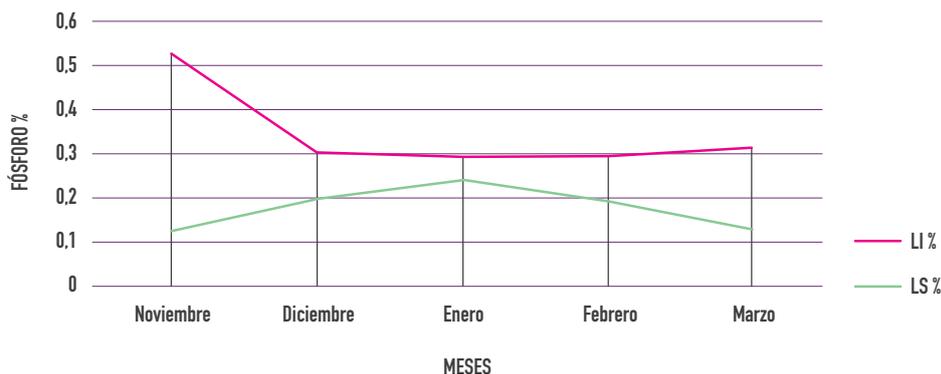
LI: límite inferior - LS: límite superior

Nitrógeno Total %



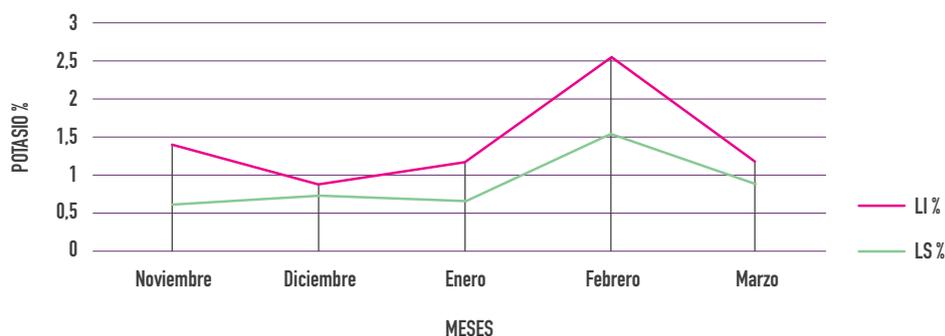
Gráfica foliar de nitrógeno total, en la cual se observan los límites inferiores y superiores entre los meses de noviembre-marzo. El error esperado de los datos observados es de un 0,35%. La tendencia es similar a la de otros berries (no en porcentaje) ya que, cuando parte la temporada aparecen más altos y una vez que comienza el crecimiento y activación de la planta, tienden a disminuir por dilución hacia el resto de los tejidos, (formando parte importante del crecimiento a través de la formación de aminoácido y síntesis de proteínas). El consumo llega hasta el final, pues el maqui crece hasta muy tarde y el nitrógeno se consume.

Fósforo %



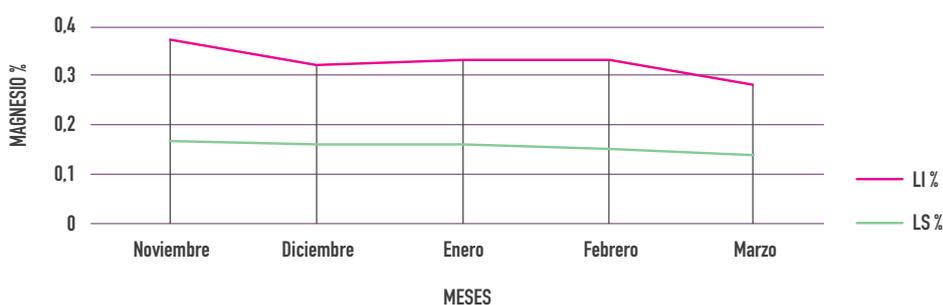
Gráfica foliar de fósforo, en la cual se observan los límites inferiores y superiores entre los meses de noviembre-marzo. El error esperado de los datos observados es de un 0,14%. Elemento muy relacionado con la actividad y masa radicular, fundamentalmente en el aporte de la energía y formación de las membranas fosfolípídicas de las células. También se demuestra que el mayor crecimiento radicular, comienza a mediados del mes de noviembre, luego se mantiene constante por reposición del fósforo vía riego.

Potasio %



Gráfica foliar de potasio, en la cual se observan los límites inferiores y superiores entre los meses de noviembre-marzo. El error esperado de los datos observados es de un 0,06%. Es importante mencionar que las fechas donde es más alto el consumo de potasio en los frutales, es en el momento de llenado de fruta y cosecha, que coincide con que en la gráfica sean los meses más bajos (diciembre-enero). Luego los niveles son solo de mantenimiento para la regulación del potencial osmótico, producto de temperaturas generalmente más altas en verano. Es por esta razón que si existe disponibilidad, tiende a aumentar una vez realizada la cosecha en adelante. La vital importancia de la presencia de este elemento está relacionada con el control estomático, síntesis de los precursores de color, azúcares incrementando color, calibre, peso y condición. Esto demuestra que las aplicaciones deberían comenzar más temprano para proveer y cubrir el máximo consumo entre los meses de noviembre y diciembre.

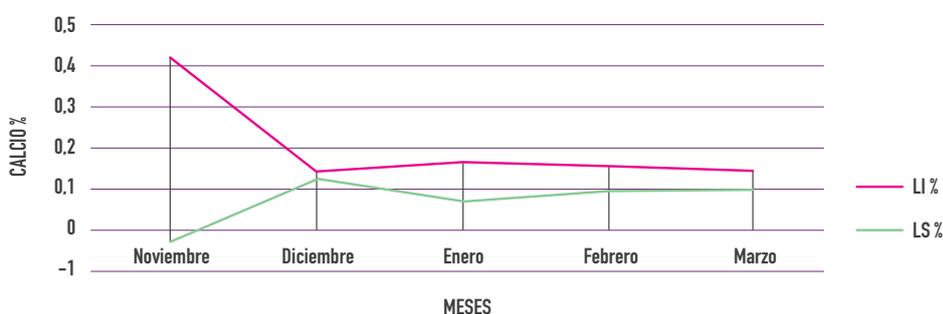
Magnesio %



Gráfica foliar de magnesio, en la cual se ven los límites inferiores y superiores entre los meses de noviembre a marzo. El error esperado de los datos observados es de un 0,03%.

Demuestra que desde que el maqui brota, su consumo es constante en la temporada. Su importancia está dada porque el magnesio participa en la molécula de clorofila, que le permite captar la luz y hacer proceso de fotosíntesis y fabricación de carbohidratos más eficientes.

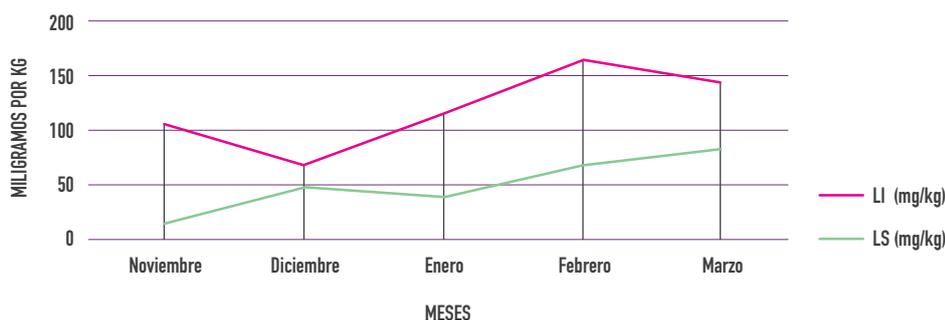
Calcio %



Gráfica foliar de calcio, en la cual se muestran los límites inferiores y superiores entre los meses de noviembre a marzo. El error esperado de los datos observados es de un 0,5%. Se podría asumir que necesita mucho más calcio que el aportado por el suelo o vía fertirriego, ya que en la gráfica disminuye una vez que comienza la temporada. Tendencia normal es que el calcio entra a la planta principalmente por el xilema junto con el agua (flujo de masa), por lo tanto está directamente relacionado con su proceso de transpiración. También participa en la formación de paredes y membranas celulares que da la resistencia al fruto.

Este elemento es el principal componente de la cic en el suelo, sin embargo debe estar presente en un 70 u 80% para que ocurra este intercambio; se determina a través de la suma de bases.

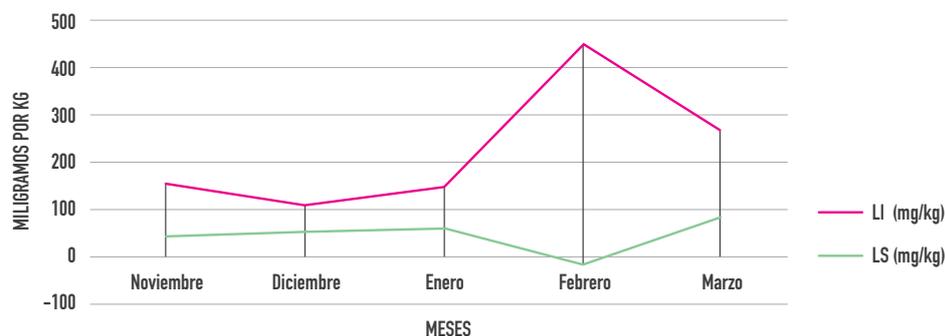
Boro



Gráfica foliar de boro en hoja, en la cual se observan los límites inferiores y superiores entre los meses de noviembre a marzo.

Su consumo comienza muy temprano y coincide su alta demanda con el requerimiento mayor de potasio, ambos en el mes de diciembre. Componente importante de las membranas de las células y su función principal es aportar la elasticidad y ligazón del calcio al interior de las células.

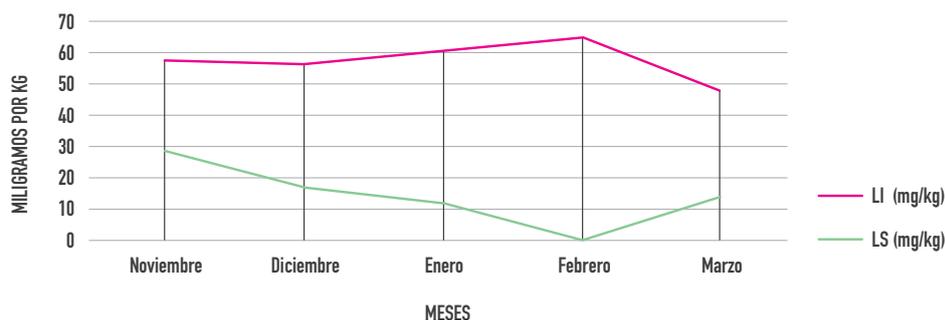
Hierro



Gráfica foliar de hierro en hoja, en la cual se ven los límites inferiores y superiores entre los meses de noviembre a marzo. Hasta enero se muestra normal, pero finalmente se concentra; luego de la cosecha del maqui la planta es más eficiente en la absorción de este elemento. Se requieren mayores estudios.

Precaución en suelos húmedos, pues el hierro se reduce y puede entrar a la planta, provocando altas concentraciones de este elemento en la fruta.

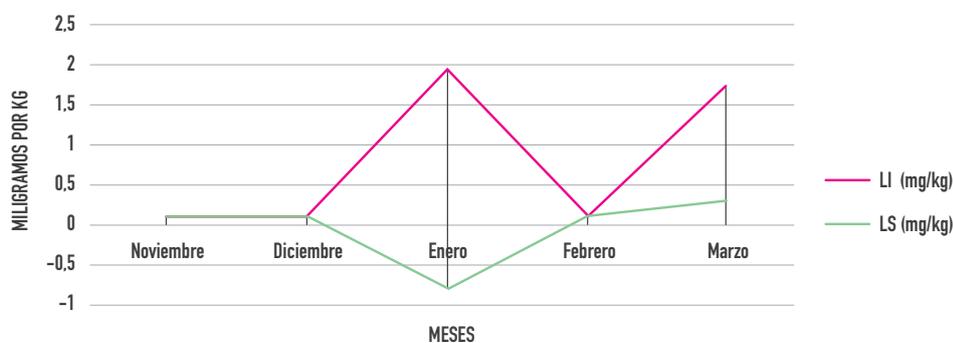
Zinc



Gráfica foliar del zinc en hoja, en la cual se observan los límites inferiores y superiores entre los meses de noviembre a marzo. El error esperado de los datos observados es de un 7,6%, (se requiere más estudio para usarla como gráfica foliar), sin embargo este podría ser más alto por posibles aplicaciones foliares en temporada.

Se muestra con movimiento casi plano durante todo el período. Participa en funciones de pro-crecimiento en la síntesis del triptófano, en partes aéreas y radicular de la misma forma.

Molibdeno



Gráfica foliar del molibdeno en hojas, en la cual se muestran los límites inferiores y superiores entre los meses de noviembre a marzo. El error esperado de los datos observados es de un 0,4%, por lo tanto, se podría usar como tendencia foliar en el campo. Es importante destacar que lo normal es que siempre aparezcan los molibdenos bajos (0,1 mg/kg) y solo se muestren en situaciones de estrés. Cuando hay demasiado vigor se utiliza como un detrimento del crecimiento vegetativo, provocando estrés controlado.

..... 2.4.4.3 Conclusiones del estudio de seguimiento nutricional

Los datos numéricos y gráficos entregados como resultados, deben ser considerados más bien preliminares y podrían formar parte de un historial que aún falta por medir en el tiempo.

Por otra parte estos números deberían ser comparados con los análisis realizados a otros frutales, del tipo no forestales (similares a berries), en sus distintos indicadores: materia seca, grados brix y análisis mineralógicos de los frutos.

En conclusión, estos datos indican que el maqui necesita fertilización acotada a cada realidad y medida, en función de su consumo por la carga frutal que corresponda a cada temporada; es decir, necesariamente se deben reponer los fertilizantes extraídos por sus diferentes órganos: raíces, madera, hojas y frutas producidas en cada año.

..... 2.5 RIEGOS

Factores a considerar que influyen en un buen o mal riego de las plantas:

- a. Tipos de suelos y sus propiedades físicas como textura, drenaje, presencia de napas freáticas, pendientes, etc. Se producen ciertas modificaciones durante la preparación previa a la plantación; ya sea con el paso de tridentes o subsoladores que mejoran la distribución y almacenamiento del agua al interior del estanque, a través del perfil.
- b. Sistemas de riego a usar y su capacidad para restablecer rápidamente las necesidades de agua que el frutal necesite (reponer la ET0), y que logre mojar el bulbo radicular completo, sin asfixiar raíces. Se considera la $ETC = ET0 * Kc$ (mm/día).
- c. Tipos de clones o ecotipos y combinaciones varietales, mayor o menor agresividad radicular, vigor, índice de área foliar, carga de fruta y estado de desarrollo en que estos se encuentren.
- d. Condiciones climáticas, como temperatura, radiación, velocidad del viento diario, pueden ser muy riesgosas si no se cuenta con los sistemas y equipos adecuados para intervenir oportunamente.
- e. El punto de instalación de cada nodo y sus sensores para el monitoreo de la humedad, debe ser muy preciso, considerando puntos intermedios, especialmente cambios de texturas representativas del suelo, nunca colocarlos en sectores altos, ni bajos de los terrenos.

Es necesario contar con sistemas de riego eficientes y equipos de monitoreo, en los cuales se sustente la transmisión, el almacenamiento e interpretación de los datos fielmente para ser aplicados en los momentos oportunos, sin que las plantas lleguen a sufrir falta o exceso de riego.

Actualmente podemos recurrir a varios métodos para monitorear la humedad en el suelo: mediante calicatas, taladros, tensiómetros, bombas de vacío, bomba de Sholander, resistencia eléctrica, bloques de yeso, sondas tipo FDR, y estaciones fijas con nodos con sensores que miden la humedad instantánea, continua y en tiempo real a lo largo del perfil.

De esta manera se obtienen mejores parámetros, fáciles de interpretar e ilustrados con gráficos y que indican el movimiento del agua, a través del volumen de suelo que ocupan las raíces de las plantas.

..... 2.5.2 SERVICIO DE PROGRAMACIÓN DEL RIEGO

Debido a que en el huerto no se contaba con una estación meteorológica para el registro de la ET₀, la demanda climática por agua fue obtenida a partir de la información de evapotranspiración de referencia, recogida de una estación meteorológica automática, ubicada en la zona de Los Niches (latitud: -35.09, longitud: -71.12, elevación: 310 mt), perteneciente a la red agromet.inia.cl. De esta manera, se obtuvieron los datos de ET₀, en forma diaria, entre los meses de diciembre y marzo de cada temporada.

..... 2.5.2.1 Condiciones de clima, medidas en estación meteorológica automática

El servicio de programación del riego en maqui, realizado durante los periodos 2018-19 y 2019-20, se desarrolló entre los meses de diciembre y marzo de cada temporada. Este consistió en llevar a cabo un monitoreo del contenido de humedad de suelo, con sensores FDR de registro continuo (con descarga de datos in situ), y del potencial hídrico de xilema a mediodía, utilizando bomba Scholander.

El objetivo principal de este seguimiento fue mantener a las plantas dentro de niveles de humedad de suelo y potencial xilemático de bajo estrés o estrés leve, y con ello establecer pautas referenciales de manejo de frecuencia y tiempo de riego para un huerto piloto, pues no se conoce literatura publicada sobre el tema.

La programación de riego fue provista por el Ingeniero Agrónomo Alejandro Acevedo de la empresa RiegoPro.

..... 2.5.2.2 Emplazamiento

Este servicio se realizó en un huerto piloto de maqui, dentro del predio El Peñón, propiedad de Agrícola Ana María S.A.

Las características del marco de plantación y método de riego son las siguientes:

Dist. entre hilera (m)	Dist. sobre hilera (m)	Método Riego	Dist. entre goteros (m)	Nº goteros por planta	Caudal gotero (L/h) aforado	Precipitación (mm/hora)
3,5	1,5	Goteo (1 línea)	0,4	3,8	2,1	1,5

Dentro del huerto de maqui habian plantas identificadas con una diversidad de clones. Para este trabajo se monitorearon aquellas etiquetadas como “clon 215” y “Luna Nueva”, debido a su cercanía con los puntos de monitoreo de humedad de suelo (sonda), instaladas en años anteriores a la realización de este servicio.

2.5.2.3 Monitoreo, medición, contenido humedad de suelo

Para la medición del contenido de humedad de suelo, se utilizaron sensores del tipo FDR de registro continuo. Estos fueron dispuestos a 3 profundidades distintas en el perfil de suelo (30-60-90 cm), entregando el resultado en porcentaje de humedad volumétrico. Para este registro, los sensores se conectaron a dataloggers instalados en el campo durante toda la temporada, de los cuales se hizo la descarga de datos in situ.



Figura 16: Sensor de humedad de suelo del tipo FDR (GS1, Decagon).



Figura 17: Sensor enterrado en perfil de suelo en zona de raíces.



Figura 18: Caseta metálica protectora de los dataloggers.



Figura 19: Dataloggers (Decagon).

Em50R (propiedad Agrícola).

Figura 20: Em50R (propiedad Agrícola).

Em5b (Instalado por servicio).

..... 2.5.2.4 Monitoreo del potencial hídrico del xilema

Se utilizó una cámara de presión del tipo Scholander (con N₂ a presión) para medir el potencial hídrico de xilema, lo cual permitió evaluar el estado hídrico de las especies, es decir, si presentaban o no estrés.

Estas mediciones posibilitaron detectar el momento en que la planta comienza a incrementar su nivel de estrés, debido a la menor disponibilidad de agua en el suelo, es decir, permitió definir la frecuencia de riego ideal. De manera indirecta también se pudieron definir los tiempos de riego óptimos, determinando el incremento del contenido de humedad en profundidad, según la duración de estos; y su efecto sobre el nivel de estrés de las plantas a una cierta cantidad de días post riego.

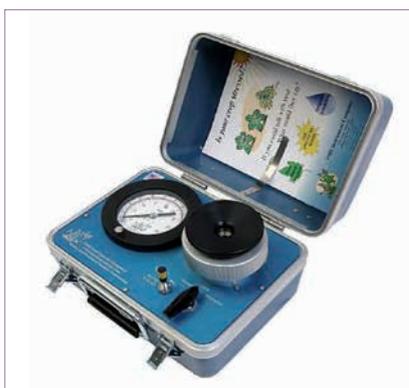


Figura 21: Bomba Scholander.

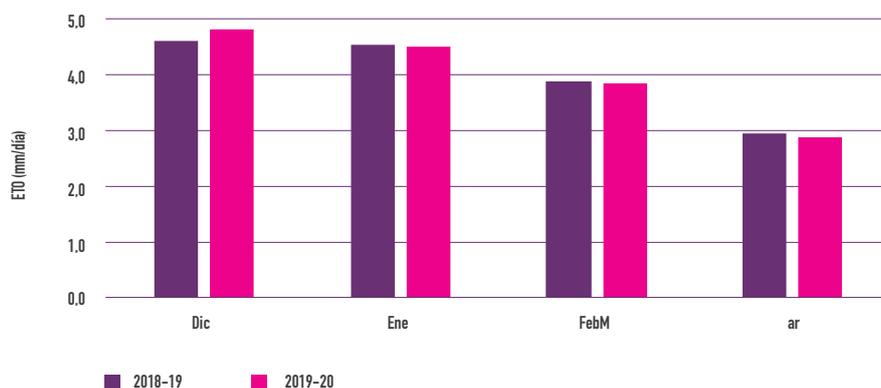


Figura 22: Hojas cubiertas con plástico + papel aluminio.

..... 2.5.2.5 Resultados obtenidos

Demanda climática por agua

En el siguiente gráfico se observa una comparación de los valores de ET₀ promedio diario (mm/día), registrados entre las temporadas 2018-19 y 2019-20, por la estación meteorológica de agromet inia.cl, para la zona de Los Niches. En general se advierte que las cifras fueron muy similares entre ambas temporadas.



Sin embargo, estos datos distan de los de ET0 entregados por la literatura especializada en riego. Al respecto, el atlas “Evapotranspiración de referencia para la determinación de las demandas de riego en Chile”, publicado por el Centro Agrimed de la Universidad de Chile, indica que los valores de ET0 para la zona de Los Niches son los siguientes:

	Evapotranspiración de referencia (mm/día)			
	Dic	Ene	Feb	Mar
Los Niches	5,9	6,0	5,5	4,4

(Fuente: Santibáñez, F. et al. 2015)

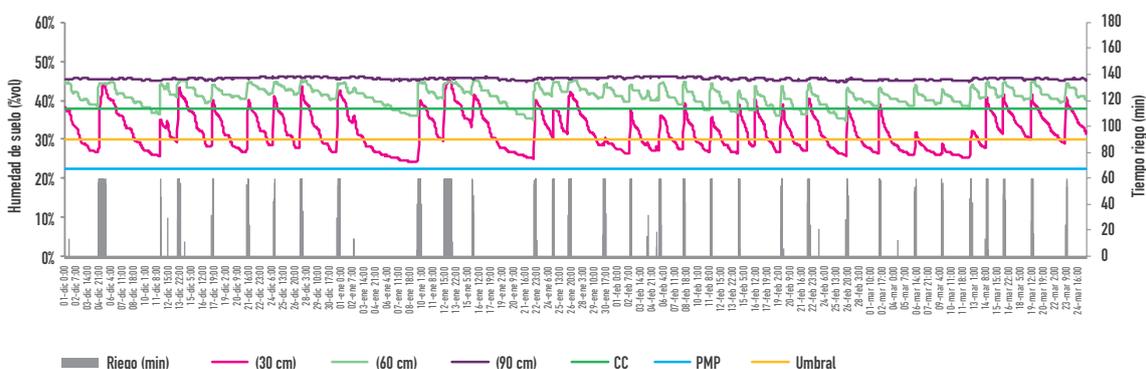
Para los efectos de análisis de frecuencias y tiempos de riego óptimo presentados en este informe, se utilizó la información de ET0 publicada en dicho atlas, debido a que la estación meteorológica de agromet inia.cl, no se encuentra ubicada en el huerto y además la tendencia futura en relación al cambio climático, indica un creciente aumento de los valores de ET0 para la zona centro Norte y centro Sur de Chile.

Evolución del contenido de humedad de suelo

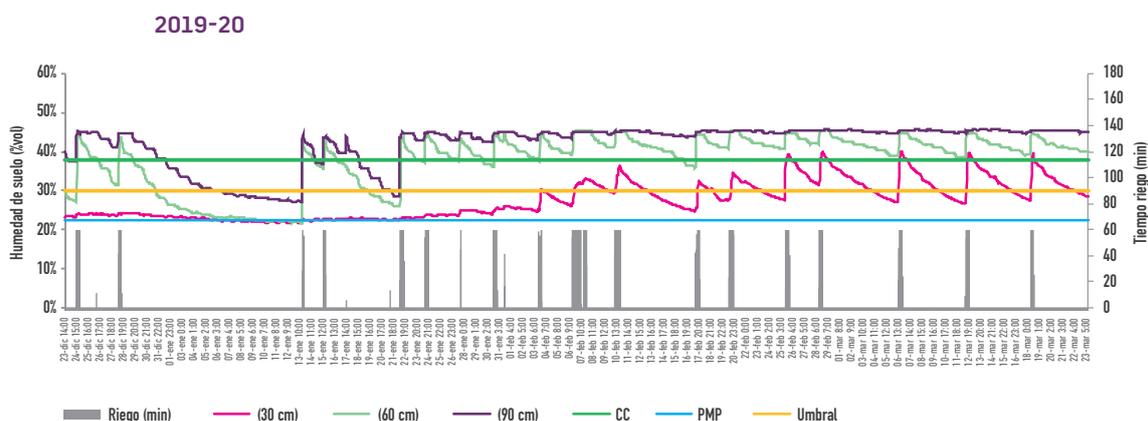
En los gráficos presentados a continuación, se muestra un análisis de la evolución en los contenidos de humedad de suelo y tiempos de riego, aplicados en ambos puntos de monitoreo (clon 215 y Luna Nueva), durante las temporadas 2018-19 y 2019-20.

CLON 215

2018-19



- Todos los riegos incrementaron los contenidos de humedad de suelo (a los 30 y 60 cm de profundidad), y este crecimiento estuvo en proporción al tiempo de riego aplicado. El sensor a los 90 cm de profundidad, no registró aumento, independiente del tiempo de riego.
- La variación en los contenidos de humedad entre las 3 profundidades de medición, también demuestra que se tiene un cambio en la textura de suelo en profundidad y con ello en la retención de agua (a los 60 y 90 cm se tiene un suelo con mayor contenido de arcilla y limo, que en los primeros 30 cm).
- Se demuestra que el mayor consumo de agua de las plantas, se registró a los 30 y 60 cm de profundidad, pero mucho más a los 30 cm. A los 90 cm, no se registró consumo.
- Lo anterior también demuestra que la mayor exploración de raíces se concentra en los primeros 30 cm de suelo.
- Los tiempos de riego entre 4 y 8 horas humedecen hasta los 60 cm de profundidad, sin embargo si es mayor a 8 horas, la curva de humedad a los 60 cm indica que se origina un exceso de agua.



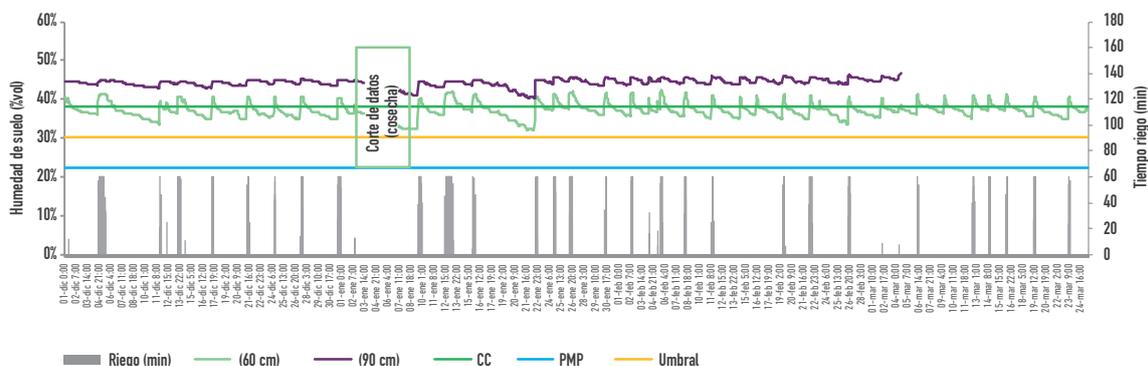
- En cuanto al contenido de humedad de suelo a los 30 cm, no indicó variación desde el inicio del monitoreo hasta fines de enero, lo anterior debido al atasco de goteros cercanos a este sensor (se incorporaron goteros de botón para corregir ese problema).
- Posterior a los 2 primeros riegos aplicados el 24 y 28 diciembre, y hasta el riego del 13 de enero, se produjo una importante disminución de los contenidos de humedad en todo el perfil de suelo, sin embargo, en punto de medición (Luna Nueva), se registraron incrementos de humedad en tres oportunidades. Lo anterior permite concluir que la línea de goteo en punto de clon 215, no regó en dicho período.
- A contar de fines de enero, el sensor a los 30 cm comenzó a registrar riegos normalmente. A los 60 cm, indicó incrementos de humedad de suelo en todos los riegos aplicados en la temporada (excepto período de no riego). A contar de fines de enero, el sensor a los 90 cm de profundidad no registró aumento de los contenidos de humedad de suelo, independiente del tiempo de riego.
- Al igual que la temporada anterior, se demuestra que el mayor consumo de agua de las plantas se observó a los 30 y 60 cm de profundidad, pero mucho más a los 30 cm. A los 90 cm no se registró consumo.

.....

- Los tiempos de riego entre 4 y 8 horas, humedecen hasta los 60 cm de profundidad. Sin embargo, si el tiempo de riego es mayor a 8 horas, la curva indica que se origina un exceso de agua.

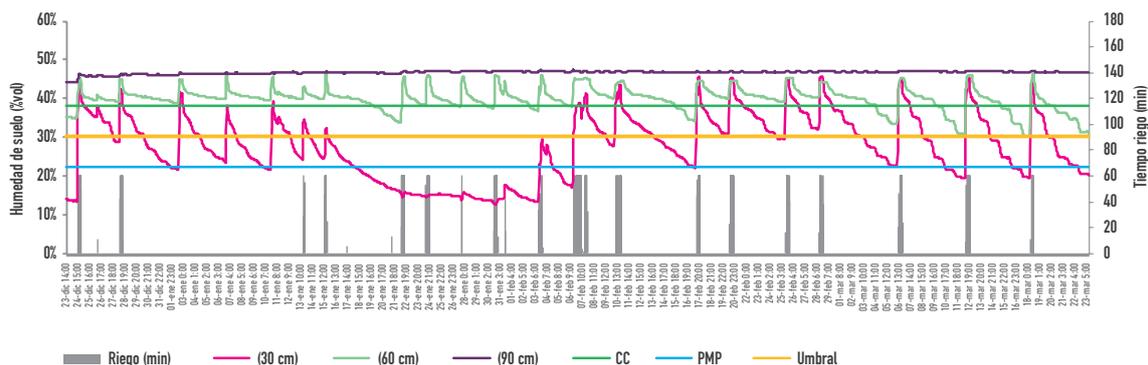
CLON LUNA NUEVA

2018-19



- Desde el inicio del monitoreo, el sensor a los 30 cm de profundidad no registró datos.
- El sensor a los 60 cm indica que hay consumo de agua de las plantas a esa profundidad, sin embargo a los 90 cm el uso es escaso. Lo anterior también demuestra que la mayor exploración de raíces, se concentra en los primeros 60 cm de suelo.
- Durante la primera semana de enero se produjo un corte de datos, esto debido a que la máquina utilizada para la cosecha mecánica, dañó la caja del datalogger y desconectó los sensores.
- El sensor a los 90 cm, dejó de registrar desde inicios de marzo.

2019-20



- Todos los riegos aumentaron los contenidos de humedad de suelo (a los 30 y 60 cm de profundidad), lo que estuvo directamente relacionado con el tiempo de riego aplicado. El sensor a los 90 cm de profundidad, no registró incremento, independiente del tiempo de riego.

- Para la segunda quincena de enero, el sensor a los 30 cm de profundidad, registró una importante disminución del contenido de humedad, sin embargo a los 60 cm, indicó incrementos producto de los riegos aplicados. Lo anterior se produjo por un desplazamiento del gotero fuera de la zona de ubicación del sensor. Para corregir el problema, se incorporaron goteros de botón, y desde fines de enero comenzó a registrar nuevamente.
- La variación en los contenidos de humedad entre las 3 profundidades de medición, también demuestra que se tiene un cambio en la textura de suelo en profundidad y con ello en la retención de agua (a los 60 y 90 cm se tiene un suelo con mayor contenido de arcilla y limo que en los primeros 30 cm).
- Se demuestra que el mayor consumo de agua de las plantas fue a los 30 y 60 cm de profundidad, pero mucho más a los 30 cm. A los 90 cm, no se registró consumo de agua. Lo anterior también evidencia que la mayor exploración de raíces se concentra en los primeros 30 cm de suelo.
- Los tiempos de riego entre 5 y 9 horas, humedecen hasta los 60 cm de profundidad. Si el tiempo de riego es mayor a 9 horas, la curva de humedad a los 60 cm, indica que se origina un exceso de agua a esa profundidad.

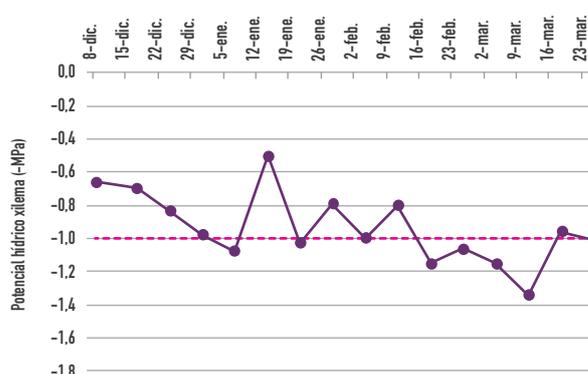
Evolución del potencial hídrico del xilema

En los gráficos presentados a continuación, se observa la evolución del potencial hídrico de xilema registrado en ambos puntos de monitoreo (clon 215 y Luna Nueva), durante las temporadas 2018-19 y 2019-20. Es importante mencionar que esta medición es discontinua, es decir, no se tiene registro para las 24 horas del día, pues se realiza de forma manual en cada visita. El potencial hídrico se denota en valores negativos (-MPa o -bar) y alcanza valores cercanos a cero en plantas que no tienen restricción de agua en el suelo. Por el contrario, mientras más negativo sea el valor, la planta tiene menor disponibilidad de agua, lo que podría provocar una excesiva desecación foliar. Para la mayor parte de las especies, los valores de potencial hídrico de xilema en plantas bien regadas, fluctúan entre -7 y -10 bar (-0,7 y -1 MPa).

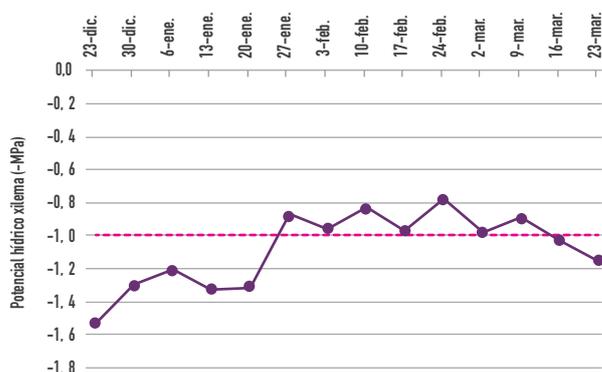
Para el presente servicio, en programación del riego se estableció un umbral mayor a -1 MPa (-10 bar), para indicar plantas con adecuado suministro de agua en el suelo, es decir, sin estrés o estrés leve.

CLON 215

TEMP. 2018-19



TEMP. 2019-20

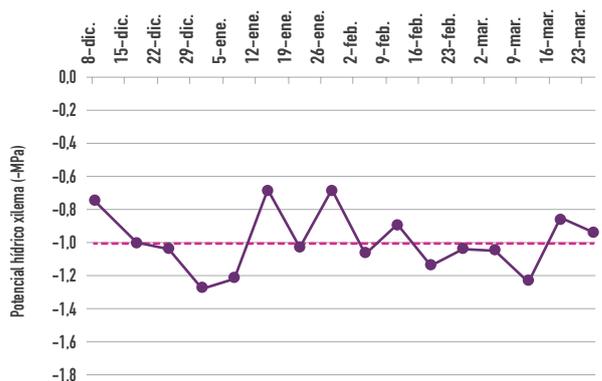


En clon 215 se observa que para la temporada 2018-19, las plantas registraron valores más negativos de potencial hídrico (menores a -1 MPa) entre mediados de febrero y mediados de marzo, mostrando especies más estresadas en este período. Lo anterior estuvo asociado a frecuencias de riego de 3 días, con tiempos de entre 4-5 horas.

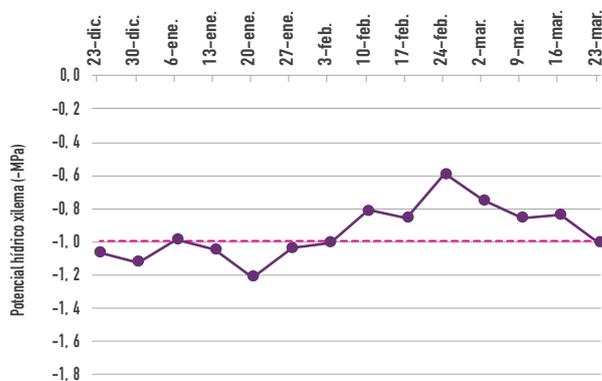
Para la temporada 2019-20, se registraron plantas más estresadas desde inicio del monitoreo hasta fines de enero, lo cual estuvo asociado a un período prolongado sin riego. En la última semana de marzo, también se observaron valores menores a -1 Mpa, asociado a una frecuencia de riego mayor a 6 días y tiempo de riego de 5-6 horas.

CLON LUNA NUEVA

TEMP. 2018-19



TEMP. 2019-20



En Luna Nueva se observa que para la temporada 2018-19, las plantas registraron valores más negativos de potencial hídrico (menores a -1 MPa) en varios momentos en la temporada, mostrando especies más estresadas. Diferente fue lo que ocurrió en la temporada

2019-20, donde solamente para fines de diciembre y segunda quincena de enero, se registraron valores menores a -1 MPa, es decir plantas con mayor estrés.

Volumen de agua aplicado v/s recomendado

Al determinar previamente que en Luna Nueva el manejo de riego aplicado durante la temporada 2019-20, permitió mantener plantas con menor estrés, se muestra a continuación el volumen de agua aplicado y recomendado para el período de medición.

Diciembre 2019 a Marzo 2020	Horas de riego	Precipitación goteo (mm/hora)	Aporte riego (mm)	Volumen (m ³ /ha)	Diferencial
Aplicado	163	1,5	245	2450	-31%
Recomendado	237	1,5	356	3560	

Lo anterior permite deducir que el delta de horas de riego no aplicadas, respecto a lo recomendado, hubiera permitido mantener valores de potencial hídrico de xilema menos negativos (mayores a -1 MPa), es decir, plantas sin estrés una mayor cantidad de semanas, durante el periodo de medición.

En el anexo 2 se muestran las fórmulas utilizadas para el cálculo de la frecuencia de riego.

Simulación del riego, año completo en el proyecto maquis:

Mes	Estado(s) fenológico(s) (2)	Df (fracción) (3)	Lámina neta (mm)	AD (mm)	ET0 (mm/día) (4)	CR (fracción) (5)	ETc (mm/día)	FR (días)	Nº riegos/mes	TR (horas) (6)
Abril	Inicio caída de hojas	0,7	66	33	3,1	0,96	3,0	11	3	8
Mayo	Pre dormancia	0,7	66	33	2,2	0,75	1,7	20	2	8
Junio	Dormancia	0,7	66	33	1,7	0,70	1,2	28	1	8
Julio	Dormancia	0,7	66	33	1,6	0,69	1,1	30	1	8
Agosto	Inicio de brotación	0,5	47	24	2,0	0,73	1,5	16	2	8
Septiembre	Botones florales	0,5	47	24	2,8	0,81	2,3	10	3	8
Octubre	Floración /Cuaja	0,5	47	24	3,9	0,94	3,7	6	5	8
Noviembre	Crecimiento fruto / inicio pinta	0,5	47	24	5,1	1,10	5,6	4	7	8
Diciembre	Fruto maduros	0,5	47	24	5,9	1,18	7,0	3	9	8
Enero	Post cosecha	0,5	47	24	6,0	1,28	7,7	3	10	8
Febrero	Post cosecha	0,5	47	24	5,5	1,17	6,4	4	8	8
Marzo	Post cosecha	0,5	47	24	4,4	1,38	6,1	4	8	8

- (1) Los resultados de la asesoría demostraron que las plantas de maqui consumen agua entre 0 y 60 cm de profundidad (600 mm).
- (2) Fuente: Vogel, H., et al., 2014.
- (3) Para etapa de dormancia, se acepta un mayor déficit de agua en el suelo, debido a menor requerimiento hídrico de las plantas.
- (4) Fuente: Santibáñez, F. et al., 2015.
- (5) CR desde abril hasta noviembre, fue obtenido a partir de los resultados de la asesoría para el período diciembre-marzo, ambas temporadas.
- (6) Tiempo de riego definido en base a resultados de la asesoría para el período diciembre-marzo, ambas temporadas.
- (7) Tiempos de riego aparecen muy largos porque hay una sola tubería con goteros. Si ésta se aumenta a dos, el tiempo baja a la mitad (4horas).

..... 2.5.2.6 Conclusiones estudio de programación del riego

Las plantas de maqui demostraron mayor consumo de agua desde los primeros 30 cm de suelo, y en menor medida de los 60 cm de profundidad. No existió consumo de agua a los 90 cm, o bien fue muy reducido. Lo anterior sugiere que las raíces de las plantas de esta especie, concentran su exploración principalmente en los primeros 30 cm de profundidad.

La variación en los contenidos de humedad de suelo y potencial hídrico de xilema, demostraron que las plantas de maqui mantienen un alto y constante consumo de agua durante los meses de diciembre a marzo, registrando una ETC máxima de 7,7 mm/día para enero, y una ETC mínima de 6,1 mm/día para el mes de marzo.

La frecuencia de riego óptima para no estresar a las plantas, se presentó más estable entre los meses de medición y está en un rango de 3 – 4 días.

El tiempo de riego óptimo para mantener plantas sin estrés y no provocar excesos de humedad en el suelo, estuvo en el rango de las 8 – 9 horas. Debido a que en esta plantación solo existía una línea de riego, había que disponer de mayor número de horas para reponer la ETC. Esto se debe solucionar colocando dos líneas de riego en las futuras plantaciones, lograndose así disminuir a la mitad el tiempo.

El volumen de agua aplicado en el período de medición (diciembre 2019 a marzo 2020), fue de 2.450 m³/ha y debería considerarse como el volumen de agua mínimo a aplicar en estos meses, para no originar condiciones de estrés en las plantas. Sin embargo, faltó por medir el agua que se aplicó durante los meses de octubre y noviembre, que deberían sumarse a los ya medidos.

..... 2.6 BIBLIOGRAFÍA

Myers, B. 1988. Water stress integral – a link between short-term stress and long-term growth. *Tree Physiology* 4, 315-323.

Red agrometeorológica de INIA, <http://agromet.inia.cl/estaciones.php>

Santibáñez, F. et al., 2015. Atlas Evapotranspiración de referencia para la determinación de las demandas de riego en Chile. Centro Agrimed, Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 110 p.

Saxton, K. and Rawls W. Soil Water Characteristic Estimates by Texture and Organic Matter for Hydrologic Solutions. Published in *Soil Sci. Soc. Am. J.* 70:1569–1578.

Vogel, H., et al., 2014. Maqui (*Aristotelia chilensis*): Morpho-phenological characterization to design high-yielding cultivation techniques. *J. Appl. Res. Med. Aromat. Plants*, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jarmap.2014.09.001>

3.

COSECHA DE MAQUI CULTIVADO (MANUAL, SEMIMECANIZADA Y MECANIZADA)

**JORGE RIQUELME,
DR. ING. AGRÓNOMO MG.I.A. ESPECIALISTA EN MECANIZACIÓN AGRÍCOLA**

Se presenta a continuación un resumen de los principales resultados obtenidos en la evaluación de tres sistemas de cosecha de Maqui cultivado.

..... 3.1 COSECHA MANUAL

Para obtener un dato referencial de lo que costaría cosechar los frutos de maqui en forma manual, se realizaron dos evaluaciones durante la primera y segunda temporada del proyecto, utilizando un método no destructivo de recoger fruto por fruto, figura 1.

Para el primer año, en base al tiempo requerido, se estimó la duración del trabajo en 6 horas 33 minutos por árbol. En promedio, en ese tiempo y por un ejemplar, se podrían cosechar 3,27 kilos. Este rendimiento se encuentra dentro de los valores alcanzados en otras evaluaciones en estos mismos árboles.



Figura 23: Cosecha manual no destructivo del maqui.

.....

En la siguiente temporada se cosecharon 2,011 kg, con un rendimiento de trabajo de 0,659 Kg/hr, similar al promedio obtenido en la temporada anterior de 0,654 Kg/ hr.

La eficiencia de trabajo fue de 95,6%, sin embargo, en una jornada diaria, esta podría disminuir a un 75%, por lo que el rendimiento también bajaría a 0,517 kg/hr, llegando a demorarse, por árboles de producción similar, 3 horas 53 minutos.

..... 3.2 COSECHA SEMIMECANIZADA

Para la cosecha manual con asistencia mecánica, en la temporada 2015, se usó una máquina Pellenc Olivion T220-300, usualmente utilizada para cosechar aceitunas. Esta máquina, cuyo peso es de 5,5 kg, funciona eléctricamente, con la energía proporcionada por una batería que se porta mediante una mochila. Posee una pértiga telescópica de 2,2 a 3 mt de longitud y que pesa 3 kg. En su base se encuentra el motor, el que se apoya en la palma de la mano y transmite vibración a un peine que está ubicado en el extremo de la

pértiga y que actúa sobre las ramas de los árboles, facilitando el desprendimiento de los frutos. Figuras 24 y 25.

En este caso se cosechó el total de los frutos de los árboles en un tiempo promedio de 6,76 minutos. Esta máquina no solo derriba el maqui, sino también muchas hojas y ramillas sobre la lona, por lo que hubo que considerar un tiempo de limpieza adicional para separar la fruta. Figura 26.



Figura 24: Trabajo de cosecha con Olivión.



Figura 25: Detalle del peine utilizado en la cosecha de maqui.



Figura 26: Problema de exceso de hojas en el derribo de fruta con el Olivión.

La máquina fue capaz de derribar el 93% de la fruta de los árboles.

Desde el aspecto ergonómico, existen efectos de la vibración sobre los músculos del brazo de la persona que sostiene la pértiga durante la labor del equipo.

En las evaluaciones de cosecha manual con asistencia mecánica, también se evaluó la máquina Makita LH, más el accesorio de cosecha. Figuras 27 y 28.



Figuras 27 - 28. Máquina de cosecha Makita y detalle del sistema sacudidor de frutos.

El peso de la máquina es de 7,6 kg, con una pértiga fija de 1,6 mt, la que también puede ser telescópica. Funciona con un motor de combustión interna y posee un estanque con capacidad de 600 cc.

En promedio este equipo se demoró 10,82 minutos en derribar la fruta, siendo un 60% más lento que la máquina Olivion. Aunque no se midió lo que quedó en los árboles, se observó claramente una menor caída de fruta con el aditamento empleado en la máquina Maquita.

En la temporada 2016, un operario trabajando con Olivion se tardó en recolectar toda la fruta del árbol, 8 minutos y 14 segundos. En total cosechó 1,312 kg, obteniendo un rendimiento estimado de 9,565 kg/hr, con un 100% de eficacia. Si consideramos una eficiencia durante la jornada de trabajo de un 80%, su rendimiento sería de 7,652 kg/hr.

El principal problema de esta modalidad de cosecha es que, al tiempo y costo de la recolección de la fruta del árbol, hay que agregarle la limpieza o separación, ya que la fruta cae junto con las hojas y ramas. Cabe señalar que en el proyecto se implementó un sistema que consistía en cubrir el suelo con un plástico o lona que recibía el maqui cosechado y sobre él tenía una malla o rejilla con orificios, que permitía el paso solo de los frutos y no de las hojas y ramillas (como un harnero). Una vez terminada la cosecha, se levantaba esa rejilla y se recolectaba la fruta para ser puesta sobre los envases definitivos. Figura 29.

Para una cosecha de tipo comercial se podría implementar también un sistema de pre-procesamiento de la fruta en el huerto, mediante un equipo mecánico estacionario que se alimente con todo el material (fruta, hojas, ramillas) recibido en la lona dispuesta bajo los árboles, de modo que el equipo se encargue de hacer la separación, antes de vaciar la fruta en el envase final.



Figura 29: Separación de hojas y ramitas mediante un harnero.

..... **3.3 COSECHA MECÁNICA CON MÁQUINAS AUTOPROPULSADAS**

En la temporada 2015 se efectuaron las primeras pruebas con una máquina cabalgante vendimiadora auto propulsada, New Holland SB65 Braud. Figura 30.

El problema que se presentó es que las ballestas sacudidoras venían adaptadas para viña, por lo que no cubría totalmente la altura de los árboles. Figura 31.

En la figura 32 se aprecia la máquina cosechando plantas de maqui.



Figura 30: Vendimiadora New Holland SB65 BRAUD.



Figura 31: Ubicación parcial de las ballestas vibratoras en la máquina.



Figura 32: Máquina pasando sobre árboles de un solo eje.

En la temporada 2016 se probó una máquina cabalgante cosechadora de arándanos y frambuesa, marca Oxbo, Figura 33.



Figura 33: Máquina cabalgante cosechadora de berries marca Oxbo.



Figura 34: Esteras tipo harnero del sistema transportador de frutos.

La máquina venía adaptada para la cosecha de berries, por lo que la altura de los elementos sacudidores no alcanzó a cubrir totalmente el nivel de los árboles.

También se observó que las escamas recolectoras no se cerraron bien sobre los fustes de los árboles, a pesar que se cortaron las ramas transversales.

Otro aspecto a considerar son las esteras que transportaban los frutos cosechados hacia el punto de llenado de las bandejas, los que se comportaron como un harnero, permitiendo que se colaran los frutos más pequeños hacia el suelo. Figura 34.

Se efectuaron mediciones de la máquina en un sector de 10 árboles cada uno. Se probaron diferentes revoluciones del motor relacionadas con las vibraciones del elemento sacudidor de los árboles. La cosecha 1 a 800 rpm y la cosecha 2 a 2.500 rpm, ambas a la misma velocidad de trabajo: 2,5 km/hr.

A pesar que se logró una mayor recolección de maqui en la cosecha 1, no significa que un sistema sea más productivo que el otro, ya que los árboles no eran homogéneos, puesto que correspondían a clones distintos, por lo que también sus producciones eran diferentes.

En relación a los recolectores, se apreció que en la cosecha 1, el 38% de lo cosechado fueron hojas, sin embargo, en la cosecha 2, fue solo el 9%. Esto reveló que la máquina entrega un producto más limpio al trabajar a 2.500 rpm.



Figura 35: Máquina vendimiadora con adaptaciones para olivo New Holland VX7090.



Figura 36: Ballestas vibradoras de la máquina en toda la altura del recolector.

En ambos casos la máquina solo pudo extraer el 26% de la fruta que contenían los árboles.

La otra máquina evaluada fue la cabalgante New Holland VX7090, adaptada para olivos. Figura 35. En este caso, con respecto a la temporada anterior, la máquina poseía ballestas sacudidoras en toda su área de alimentación. Figura 36.

La máquina se sometió a diferentes ajustes, modificando las revoluciones de los sacudidores de 472 rpm a 460 rpm, y la velocidad del ventilador de 1.180 a 900 rpm. En ambos casos las revoluciones del motor y la velocidad de avance se mantuvieron constante 2.450 rpm y 1,8 km/hr.

Comparado con la máquina anterior, el porcentaje recogido en los recolectores fue mucho mayor, en promedio un 88%. Para el caso del segundo ajuste de la máquina, este porcentaje fue aún más alto.

Las pérdidas en el ventilador, en ambos casos, se consideraron despreciables, lo mismo que el grado de limpieza.

El porcentaje de la fruta que quedó en los árboles también fue mínimo, no más de un 1%.

En la temporada 2017 se utilizó ya el huerto piloto del proyecto, con plantas conducidas en mono eje, y donde se evaluaron en las mismas condiciones los dos sistemas de cosecha; las máquinas para cosecha de berries, v/s la máquina para cosecha de olivos.

Las máquinas utilizadas fueron:

1. Máquina New Holland modelo nueva Braud 9090X Olivar. Figura 37 y 38.
2. Cosechadora de berries Littau Harvester, over-the-row. Figura 39 y 40.
3. Máquina Korvan 9000. Figura 41.
4. Cosechadora de berries Oxbo 9000. Figura 42 y 43.



Figura 37 - 38 : Máquina New Holland Braud 9090X Olivar.



Figura 39-40: Detalles de la máquina Littau Harvester, modelo over-the-row.



Figura 41: Máquina Korvan 9000.



Figura 42 - 43: Detalles de la máquina Oxbo 9000.

Estas máquinas fueron evaluadas los días 15, 21 y 28 de diciembre del 2017 y también el 5 de enero del 2018. Se seleccionaron de 3 a 5 árboles productivos para cosechar. Se les hicieron ajustes en los diferentes elementos: rpm del motor, sacudidores, ventilador y velocidad de avance. Sobre la fruta cosechada se determinó el porcentaje de pureza, se midió la que cayó sobre el suelo y lo que fue arrojado por los ventiladores. Se determinó el promedio de la fruta extraída y se comparó con lo que la máquina no pudo sacar de un árbol representativo de este grupo.

Los resultados de las evaluaciones realizadas el 15 de diciembre con la máquina New Holland Braud 9090, indicaron una mayor capacidad de extracción de fruta (93%) al utilizar los siguientes parámetros: motor 2.100 rpm, sacudidores 450 rpm, ventilador 900 rpm, velocidad de avance 2 km/hr. Se logró una mayor extracción de la fruta al variar la velocidad del sacudidor a 440 rpm.

El 21 de diciembre se comparó la máquina New Holland con la cosechadora de berries Littau Harvester, modelo over-the-row. La New Holland logró la mayor capacidad de extracción (91%) al utilizar los siguientes parámetros: motor 2.100 rpm, sacudidores 440 rpm, ventilador 900 rpm, velocidad de avance 2 km/hr. Al trabajar a una mayor velocidad de avance (3 km/hr) disminuyó su capacidad de extracción a un 81%. En el caso de la máquina Littau Harvester, trabajando a una menor velocidad de avance (1 km/hr), no fue capaz de extraer más del 29% de la fruta.

El 28 de diciembre se comparó la máquina New Holland con la cosechadora de berries Korvan 9000. La New Holland logró una capacidad de extracción de la fruta de 81% al utilizar los siguientes parámetros: motor 2.100 rpm, sacudidores 440 rpm, ventilador 900 rpm, velocidad de avance 3 km/hr. En el caso de la máquina Korvan 9000, aún trabajando a una menor velocidad de avance (2 km/hr), no fue capaz de extraer más del 52 % de la fruta.

El 5 de enero se evaluó la máquina Oxbo 9000, esta solo fue capaz de arrancar el 48% de la fruta al utilizar los siguientes parámetros: motor 2.500 rpm, sacudidores 170 rpm, velocidad de avance 3 km/hr.

A partir de estas evaluaciones se pudo concluir que las máquinas cosechadoras de berries, no son apropiadas para el maqui debido principalmente a su baja capacidad de extracción de la fruta de los árboles, inferior al 50%.

El uso de la máquina cosechadora de olivos mostró promisorios resultados, alcanzando en algunos casos el 95% de extracción de los frutos de los árboles, pero además la pureza de lo cosechado alcanzó también valores cercanos al 95%.

Se recomendó para la temporada 2018, concentrarse en la evaluación de la máquina cosechadora de olivos New Holland, para optimizar su capacidad de cosecha.

De acuerdo a los resultados obtenidos en los años anteriores, el 2018 se evaluó solamente la máquina New Holland para optimizar su uso. Dado que aún el huerto presentaba falta de uniformidad en su producción, se tuvo que optar por cosechar grupos de tres árboles continuos de un mismo clon.

Se evaluó la máquina los días 20 y 26 de diciembre del 2018 y el día 3 de enero del 2019. Se mantuvieron constante sus diferentes elementos de funcionamiento: revoluciones del motor 2.100 rpm, de los separadores 440 rpm y revoluciones del ventilador 900 rpm. Se varió la velocidad de avance de 2 a 2,5 y 3 km/hr.

El 20 de diciembre el mayor porcentaje de extracción de fruta desde el árbol (84%), se logró trabajando a una velocidad de avance de 2,5 km/hr. Haciéndolo a 2 km/hr, se consiguió una extracción de un 83%.

El 26 de diciembre se obtuvo el mayor porcentaje de extracción de la fruta, un 77,4%, trabajando a 2,5 km/hr.

El 3 de enero del 2019 se logró el porcentaje más alto, un 88%, trabajando a una velocidad de 2 km/hr.

En conclusión, la capacidad de extracción de la fruta disminuyó levemente en relación a la temporada anterior, pero se mantuvo en valores óptimos sobre el 80% en promedio. Nuevamente se verificó que las pérdidas ocasionadas en el ventilador y por caída al suelo, son ínfimas.

En la temporada 2019, se trabajó cosechando grupos de tres árboles continuos que cubrían el 100% del espacio disponible. Se evaluó la máquina New Holland, los días 18 y 27 de diciembre, a una velocidad de 2,5 km/hr, manteniendo los mismos parámetros de funcionamiento de mediciones de temporadas anteriores: revoluciones del motor 2100 rpm y velocidad del ventilador de 900 rpm. Se modificó la velocidad de los separadores de 440 a 460 rpm.

El 18 de diciembre, en promedio, el porcentaje de extracción de la fruta fue de un 89%, a una velocidad de los separadores de 440 rpm. En cambio, al incrementar esa velocidad a 460 rpm, se logró un mayor promedio de extracción, un 93%.

El 27 de diciembre, manteniendo los parámetros de funcionamiento y una velocidad de los separadores de 460 rpm, se logró un porcentaje promedio de un 91,4% y de 92,5 %.

Las principales conclusiones de esta temporada es que la producción total de los árboles, en todos los tratamientos, varió de 1,5 a 2,3 kg/árbol, con un promedio de 2 kg/árbol; este parámetro estuvo más relacionado con el tamaño de los árboles que con el tipo de clon. Además, la capacidad de extracción de fruta en el estanque de la máquina, mejoró de 85% a un 91% al incrementar la velocidad de los separadores, de 440 a 460 rpm. Figura 44 y 45.

De acuerdo a los resultados obtenidos en esta temporada, así como en anteriores, se recomienda utilizar la máquina cosechadora de olivos en la cosecha de maqui, a una ve-

locidad de avance de 2,5 km/hr, revoluciones del motor 2.100 rpm, del ventilador 900 rpm y la velocidad de los separadores a 460 rpm para lograr mejores resultados.

Es importante destacar que la máquina rompe algunas ramas a su paso, sobre todo si son rígidas con orientación horizontal. Si bien esto se soluciona con un buen manejo de la poda de formación y producción, no se genera un daño importante, ya que la capacidad de rebrote del maqui es alta y rápidamente cubre el espacio de la rama quebrada.



Figuras 44 - 45: fruta recolectada en estanques, máquina New Holland, notar baja presencia de impurezas.

..... 3.4 ANÁLISIS ECONÓMICO DE LOS SISTEMAS DE COSECHA

A continuación, presentamos un análisis económico de la cosecha mecanizada de maqui, de acuerdo a los resultados logrados durante la ejecución del proyecto.

En primer lugar, se muestran los costos estimados para cosecha manual y cosecha semi mecanizada con el equipo Olivion, los que servirán como valor de referencia.

En todas las evaluaciones se consideró un marco de plantación de 1,5 x 3,5 mt, es decir 1.905 árboles por hectárea, conducidos en sistema de eje libre y considerando una producción promedio por árbol de entre 2 y 3 kg. El valor de la jornada hombre durante la época de cosecha, se valoró en \$25.000 costo empresa.

Cosecha manual:

En el caso de un sistema de cosecha manual no destructivo, se requieren 7.430 hrs de trabajo (3.9 horas por árbol en promedio), equivalente a 991 JH de trabajo. De esta manera el costo por hectárea sería de \$24.937.200.

Cosecha semi mecanizada:

En el sistema de cosecha manual con asistencia mecánica (caso de la cosecha con Olivion), se requiere en promedio 8 minutos para cosechar un árbol sobre una lona ubicada en el suelo, por lo que se necesitarán 254 horas de trabajo, equivalentes a 32 JH para cosechar una hectárea de 1905 árboles. De esta manera el costo por JH de cosecha sería de \$800.000, a lo que habría que sumar el valor de uso del equipo. El costo horario

de uso del Olivion se estimó en \$2.334 por hora, por lo que el valor por hectárea sería \$600.000 adicionales. De esta manera el costo total para la cosecha de una hectárea con Olivion sería de \$1.400.000. A esto hay que agregarle el valor de separación de las hojas y ramillas que caen a la lona junto a los frutos cosechados.

Cosecha mecanizada:

En el caso del sistema mecanizado con la máquina New Holland modelo nueva Braud 9090X Olivar, se consideró un costo de arriendo diario de \$1.000.000, de acuerdo a lo señalado por proveedores de este tipo de máquinas. Un factor importante en el cálculo de este monto, es el hecho de que la cosecha del maqui se realiza en diciembre, cuando no existe una alta demanda por el uso de la máquina.

Por otra parte, al precio del arriendo, se debe agregar el valor del combustible, el cual se estimó en \$93.000 diarios (150 litros de petróleo; el precio del litro es de \$ 620). Usando una velocidad de trabajo de 2,5 km/hr, la máquina debería cosechar 6 hectáreas en un día, lo que significa un costo de \$182.166 por hectárea (valor del arriendo de la máquina más combustible). A esto habría que sumarle el flete desde la empresa que arrienda, al lugar de cosecha. El valor de flete es de \$1.875 por km y se consideró una distancia promedio de 150 o 300 kms, ida y regreso, eso significa \$562.500 monto total de dicho servicio. Finalmente se deben considerar dos jornadas hombre adicionales para cubrir a un tractorista y un ayudante que muevan la tolva o los envases de cosecha, junto a la máquina para recibir la fruta en cada descarga de los estanques.

En resumen:

Ítem	Costo x ha
Costo arriendo máquina cosechadora (\$1.000.000 diario – 6has)	\$166.666
Costo combustible (\$93.000 diario)	\$15.500
Costo flete (\$1.875 x km – 300 km)	\$93.750
Costo dos jornadas hombre para apoyo (\$25.000 x JH)	\$50.000
Total	\$325.916

4. ANÁLISIS ECONÓMICO DEL CULTIVO

FICHA ECONÓMICA - MAQUI - VII REGIÓN

Parámetros generales

Plantación:	1 hectárea - año 2015	Variedad:	Varios clones
Tecnología de riego:	Riego por goteo	Destino de producción:	Proceso Industrial
Densidad (Plantas/ha):	1,905 (3,5m x 1,5m)	Tecnología:	Media
Huerto en plena producción:	6° Año	Cosecha:	Diciembre- Enero

Parámetros

Rendimiento (Kg/ha):	5.000
Precio de venta a productor (\$/Kg): ⁽¹⁾	\$1.500
Costo jornada hombre (\$/JH)	\$16.000
Costo jornada hombre periodo cosecha (\$/JH)	\$25.000
Tasa interés mensual (%):	1,00%
Meses de financiamiento:	12

Resumen contable:

Ingreso por hectárea (e)	\$7.500.000
Costos directos por hectárea (a+b+c)	\$3.118.501
Costos totales por hectárea (a+b+c+d)	\$4.156.702
Margen bruto por hectárea (e - (a+b+c))	\$4.381.499
Margen neto por hectárea (e - (a+b+c+d))	\$3.343.298
Costo unitario	\$ 831

Costos directos	Época	Cantidad	Unidad	Precio (\$/Un)	Valor (\$)
Mano de obra (a)					
Fertirrigación y control de goteros	Octubre-marzo	12,3	JH	16.000	196.800
Poda, desbrote y pintura protectora (inv-prim-ver)	May - Nov	29,0	JH	16.000	464.001
Ortofitia	Ago - Sep	5,0	JH	16.000	80.000
Aplicación de Agroquímicos	Anual	8,2	JH	16.000	131.998
Control de malezas	Anual	8,0	JH	16.000	128.000
Cosecha Mecanizada (apoyo)	Dic - Ene	2,0	JH	25.000	50.540
Otros	Anual	4,3	JH	16.000	68.800
Total mano de obra		68,9			1.120.140

Maquinaria (b)					
Aplicación fitosanitarios y Agroquímicos	Abril - Nov	8,61	JM	22.000	189.523
Control Malezas con Rana	Anual	15,26	JM	22.000	335.698
Poda, desbrote y pintura protectora (inv-prim-ver)	Inv-Prim-Ver	4,08	JM	22.000	89.761
Cosecha Mecanizada y otros cosecha	Dic - Ene	1,00	HÁ	275.916	275.916
Mantencion Maq. Y equipos	Anual	8,10	JM	22.000	178.180
Transporte y Fletes	Anual	2,88	JM	22.000	63.324
Total maquinaria					1.132.402

Insumos (c) ⁽²⁾					
Fertilizantes	Anual				141.038
Fungicidas	Sept - Abril				82.500
Insecticidas - Acaricidas	Sept - Abril				128.273
Herbicida	Anual				96.900
Bioestimulantes Abonos foliares	Sept - Ene				251.250
Energia	Anual				17.500
Total insumos					717.460

Total costos directos (a+b+c) 2.970.001

Imprevistos (sobre el total de costos directos)	Anual	5%	Porcentaje		148.500
---	-------	----	------------	--	---------

Costos indirectos (d)					
Item	Época	Cantidad	Unidad	Precio(\$/un)	Valor (\$)
Costo financiero (tasa de interés) ⁽⁴⁾	Anual	1,0%	Porcentaje		178.200
Costo arriendo ó C. alternativo	Anual				700.000
Costo Administración	Anual				90.000
Impuestos y contribuciones	Anual				70.000
Total costos indirectos					1.038.200

Total costos 4.156.702

Adicionalmente, en base a los datos anteriores, se presenta un análisis de sensibilidad para el rendimiento en kg/ha y para el precio por kilo:

Análisis de sensibilidad ⁽⁵⁾ Margen neto (\$/ha)			
Rendimiento (Kg/ha)	Precio (\$/Kg)		
	\$1.000	\$1.500	\$2.000
4.000	-\$157.102	\$1.843.298	\$3.841.298
5.000	\$842.798	\$3.343.298	\$5.840.798
6.000	\$1.842.698	\$4.843.298	\$7.840.298

Costo Unitario (\$/Kg) ⁽⁶⁾			
Rendimiento (Kg/ha)	\$4.000	\$5.000	\$2.000
Costo Unitario (\$/Kg)	\$1.039	\$831	\$693

Para terminar, se presenta una evaluación económica a 15 años con cálculo de TIR y VAN

EVALUACION ECONOMICA CULTIVO DEL MAQUI 2020 - VII REGIÓN								
INGRESOS Y COSTOS EN PESOS (\$)	AÑOS							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Kilos / Ha	Kg	1,0	700	2.000	3.000	4.000	5.000	5.000
Kilos Superficie Total	Kg	1,00	700	2.000	3.000	4.000	5.000	5.000
Precio \$/Kg	\$		1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
INGRESOS	\$		1.050.000	3.000.000	4.500.000	6.000.000	7.500.000	7.500.000
Inversión inicial	8.536.505							
Costos directos de Operación		597.288	1.151.056	1.611.652	2.112.226	2.662.795	2.970.001	2.970.001
Imprevistos (5/ total C. Directos)		29.864	57.553	80.583	105.611	113.140	148.500	148.500
Costos de Administración		90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000
Costos financiero (tasa de interés) ⁽⁴⁾		35.858	64.930	89.112	115.392	144.297	178.200	178.200
Costo arriendo ó C. alternativo		700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000
Impuestos y contribuciones		70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000
COSTOS	8.536.505	1.523.010	2.133.539	2.641.374	3.193.229	3.800.231	4.156.702	4.156.702
MARGEN OPERACIONAL	-8.536.505	-1.523.010	-1.083.539	358.653	1.306.771	2.199.769	3.343.298	3.343.298
Flujo Acumulado		-10.059.515	-11.143.054	-10.784.401	-9.477.630	-7.277.861	-3.934.562	-591.264

>>> Continúa en la página siguiente

EVALUACION ECONOMICA CULTIVO DEL MAQUI 2020 - VII REGIÓN								
INGRESOS Y COSTOS EN PESOS (\$)	AÑOS							
	8	9	10	11	12	13	14	15
Kilos / Ha	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Kilos Superficie Total	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Precio \$/Kg	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
INGRESOS	7.500.000							
Inversión inicial								
Costos directos de Operación	2.970.001	2.970.001	2.970.001	2.970.001	2.970.001	2.970.001	2.970.001	2.970.001
Imprevistos (5/ total C. Directos)	148.500	148.500	148.500	148.500	148.500	148.500	148.500	148.500
Costos de Administración	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000
Costos financiero (tasa de interés) ⁽⁴⁾	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200
Costo arriendo ó C. alternativo	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000
Impuestos y contribuciones	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000
COSTOS	4.156.702							
MARGEN OPERACIONAL	3.343.298	3.343.298	3.343.298	3.343.298	3.343.298	3.343.298	3.343.298	3.343.298
Flujo Acumulado	2.752.034	6.095.333	9.438.631	12.781.930	16.125.228	19.468.526	22.811.825	26.155.123

INDICADORES		
Van	\$	4.467.003
Tir	%	14,7%
Tasa de Descuento	%	10%
Inversión de la plantación	\$	8.536.505
Período de recuperación de la inversión	años	8,0

SUPUESTOS	MAQUI	
Bloque plantación	hás	6
Superficie (Hás)	hás	1,00
Dist. Plantación	mts	3,5 x 1,5
Densidad	(plantas/Há)	1905
Estructura		Estructura menor
% fruta a Proceso	%	100%
Precio (\$)	\$	1.500
Costo JH	\$	16.000
Costo JH período Cosecha	\$	25.000
Costo / Kilo producido	\$	831
Tipo de Cambio \$/USD	\$	750
Inversion inicial \$	\$	8.536.505
Valor arriendo \$	\$	700.000

La evaluación económica de inversión en un huerto de maqui, bajo los supuestos de este proyecto diseñado para cosecha mecanizada, con los precios y costos de la temporada 2019 – 2020, dan una TIR de un 14,7%, con un VAN de \$4.467.003; indicadores que hacen factible económica y financieramente considerar la inversión en este frutal, bajo los planteamientos técnicos de invertir en una unidad de 6 hectáreas de maqui.

El riesgo del proyecto se asocia a aspectos técnicos similares a las que tiene cualquier otro frutal, y en relación a las variables de ingresos y costos, toma relevancia el precio a proyectar para las próximas temporadas.

En esta evaluación se consideró un precio de \$1.500/kg, valor promedio pagado en las últimas tres temporadas. En cuanto a las proyecciones de demanda son a aumentar, en la medida que se consolide, esto por el creciente consumo de alimentos sanos y con aportes nutricionales, en especial del maqui, ya que presenta demostradas propiedades funcionales.

Por otra parte, el valor en mano de obra (68,9 JH/año) es bajo al comparar con otros frutales, esto principalmente por no tener labores de alto costo como son el raleo y cosecha manual, lo que lo transforma en un cultivo interesante frente a la baja disponibilidad de mano de obra actual.

La inversión inicial (año 0), más los costos del año 1 y 2, en que no hay producción (o es mínima al año 2), es de \$12,1 millones/ha, capital invertido que se recupera en el año 8, lo que estaría dentro de lo esperado en las inversiones frutícolas.

En la operación de los años en plena producción (año 6 en adelante), con un estimado de 5.000 kg/ha, se espera un margen neto de \$3.343.298 /ha, y un costo unitario por kilo de \$831, que está bajo el precio de venta estimado de \$1.500 en la proyección por kilo, lo que permite un buen margen ante años de precios inferiores al proyectado.

La sensibilización para los años de plena producción, que se presentan en la ficha económica del maqui, se aprecia que solo en la condición de precio de venta de \$1.000 /kg y rendimiento de 4.000 kg/ha, el margen neto es negativo en -\$ 157.102 /ha. Ahora con precio de \$2.000 /kg y producción de 6.000 kg/ha, el margen neto sube a más de \$ 7.840.298 /ha.

Al analizar la rentabilidad del proyecto, en el supuesto que sostenidamente el precio fuera de \$1.300 /kg, la TIR llegaría cercano al 10%, lo que aun hace factible la inversión. Es interesante la sensibilidad que el proyecto tiene hacia las mejoras en el precio, generando una alta rentabilidad cuando el precio está próximo a los \$2.000 /kg, llegando a una TIR de casi un 25%. Por lo que, esperando una mejora en los precios de venta -por ser un proyecto de bajo riesgo y por la alta demanda potencial de este fruto por sus características funcionales- se confirma la factibilidad económica de plantar una unidad de 6 hectáreas de maqui evaluadas en este proyecto.

5. ESTADOS FENOLÓGICOS

A continuación, se presenta un estudio de seguimiento de los estados fenológicos en tres clones de maqui (Luna Nueva , clon 101 y clon 215), durante el período de ejecución del proyecto.

Los estados fenológicos considerados en este estudio fueron los siguientes. Figuras 46 - 55.



Figura 46: yema hinchada.



Figura 47: Plena brotación.



Figura 48: Hojas extendidas.



Figura 49: Prefloración.



Figura 50: Floración.



Figura 51: Fructificación.



Figura 52: pinta.

.....



Figura 53: plena pinta.

.....



Figura 54: fruta madura.

.....



Figura 55: fruta deshidratada.

.....

En primer lugar, se presenta la información ordenada por año para los tres clones:

		2016																											
clon	Estado Fenológico	julio				agosto				septiembre				octubre				noviembre				diciembre				enero			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
101	Yema hinchada					x	x																						
	Plena brotación							x	x	x	x																		
	Hojas extendidas									x	x																		
	Pre-floración												x																
	Floración													x	x														
	Fructificación															x	x	x	x										
	Pinta																			x	x	x	x						
215	Yema hinchada					x	x																						
	Plena brotación							x	x																				
	Hojas extendidas									x	x	x																	
	Pre-floración												x																
	Floración													x	x														
	Fructificación															x	x	x											
	Pinta																			x	x	x	x						
219	Yema hinchada			x	x																								
	Plena brotación					x	x	x																					
	Hojas extendidas									x	x	x																	
	Pre-floración												x																
	Floración												x	x															
	Fructificación															x	x	x	x										
	Pinta																			x	x	x	x						

No se registraron datos de la maduración de la fruta para el año 2016.

		2017																											
clon	Estado Fenológico	julio				agosto				septiembre				octubre				noviembre				diciembre				enero			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
101	Yema hinchada					x	x																						
	Plena brotación							x	x	x	x																		
	Hojas extendidas											x																	
	Pre-floración												x																
	Floración													x	x	x													
	Fructificación															x	x	x	x										
	Pinta																			x	x	x							
	Plena Pinta																					x	x						
	Fruta Madura																							x	x				
	Fruta Deshidratada																									x			
	215	Yema hinchada					x	x																					
Plena brotación								x	x	x																			
Hojas extendidas											x																		
Pre-floración												x	x																
Floración														x	x	x													
Fructificación																x	x	x	x										
Pinta																				x	x	x							
Plena Pinta																						x	x						
Fruta Madura																								x	x				
Fruta Deshidratada																										x			
219		Yema hinchada					x	x																					
	Plena brotación							x	x	x																			
	Hojas extendidas										x																		
	Pre-floración											x	x																
	Floración													x	x														
	Fructificación															x	x	x	x										
	Pinta																			x	x	x							
	Plena Pinta																					x	x						
	Fruta Madura																							x	x				
	Fruta Deshidratada																									x			

		2018																														
clon	Estado Fenológico	julio				agosto				septiembre				octubre				noviembre				diciembre				enero						
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
101	Yema hinchada								x	x																						
	Plena brotación									x																						
	Hojas extendidas										x	x																				
	Pre-floración												x																			
	Floración													x	x																	
	Fructificación															x	x	x	x	x												
	Pinta																				x	x										
	Plena Pinta																						x									
	Fruta Madura																							x								
	Fruta Deshidratada																									x						
215	Yema hinchada								x	x																						
	Plena brotación									x	x																					
	Hojas extendidas										x	x																				
	Pre-floración												x																			
	Floración													x	x	x																
	Fructificación																x	x	x	x	x											
	Pinta																					x										
	Plena Pinta																						x									
	Fruta Madura																							x	x							
	Fruta Deshidratada																										x					
219	Yema hinchada								x	x																						
	Plena brotación									x																						
	Hojas extendidas										x																					
	Pre-floración											x	x																			
	Floración													x	x																	
	Fructificación																x	x	x	x	x	x										
	Pinta																						x									
	Plena Pinta																							x								
	Fruta Madura																								x							
	Fruta Deshidratada																										x					

		2019																															
clon	Estado Fenológico	julio				agosto				septiembre				octubre				noviembre				diciembre				enero							
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4				
101	Fruta Madura																																
	Fruta Deshidratada																																
215	Fruta Madura																																
	Fruta Deshidratada																																
219	Fruta Madura																																
	Fruta Deshidratada																																

Debido a que ya se habían medido los estados fenológicos durante los tres años anteriores, el año 2019 solo se registraron los datos de maduración de la fruta.

Los datos permiten concluir lo siguiente:

- El clon 101 es el más tardío, le sigue el 215 y el clon Luna Nueva es el más temprano.
- Esta tendencia se aprecia incluso desde la yema hinchada en el mes de agosto, aunque levemente hasta pinta, donde comienza a notarse más claramente la precocidad de Luna Nueva sobre los otros clones. Esta diferencia se traduce en promedio, en aproximadamente una semana de diferencia en la madurez de cosecha.
- Es importante señalar que existe normalmente una madurez escalonada de la fruta, pues se presenta con distintos estados al mismo tiempo en la planta. Es por eso y debi-

do a que la extracción con máquina solo permite hacer una cosecha por clon, se sugiere recolectar cuando se presenta sobre un 70% de fruta madura, ya que no se mantiene en ese estado por mas de 5 a 7 días, antes de que el fruto se deshidrate en el árbol.

A continuación se presentan los datos agrupados para cada clon en los cuatro años de evaluación:

CLON 101

		Clon 101																													
AÑO	Estado Fenológico	julio				agosto				septiembre				octubre				noviembre				diciembre				enero					
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4		
2016	Yema hinchada					x	x																								
	Plena brotación							x	x	x																					
	Hojas extendidas									x	x																				
	Pre-floración											x																			
	Floración													x	x																
	Fructificación															x	x	x	x												
	Pinta																			x	x	x	x								
2017	Yema hinchada					x	x																								
	Plena brotación							x	x	x	x																				
	Hojas extendidas											x																			
	Pre-floración												x																		
	Floración													x	x	x															
	Fructificación																	x	x	x	x										
	Pinta																			x	x	x	x								
	Plena Pinta																					x	x								
	Fruta Madura																							x	x						
Fruta Deshidratada																									x						
2018	Yema hinchada							x	x																						
	Plena brotación									x																					
	Hojas extendidas										x	x																			
	Pre-floración												x																		
	Floración													x	x																
	Fructificación																	x	x	x	x	x									
	Pinta																					x	x								
	Plena Pinta																							x							
	Fruta Madura																								x						
Fruta Deshidratada																									x						
2019	Fruta Madura																								x						
	Fruta Deshidratada																									x					

CLON 215

		Clon 215																														
AÑO	Estado Fenológico	julio				agosto				septiembre				octubre				noviembre				diciembre				enero						
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4			
2016	Yema hinchada					x	x																									
	Plena brotación							x	x																							
	Hojas extendidas									x	x	x																				
	Pre-floración												x																			
	Floración													x	x																	
	Fructificación															x	x	x														
	Pinta																			x	x	x	x									
2017	Yema hinchada					x	x																									
	Plena brotación							x	x	x																						
	Hojas extendidas										x																					
	Pre-floración										x	x																				
	Floración													x	x	x																
	Fructificación															x	x	x	x													
	Pinta																			x	x	x										
	Plena Pinta																					x	x									
	Fruta Madura																							x	x							
	Fruta Deshidratada																								x							
2018	Yema hinchada							x	x																							
	Plena brotación									x	x																					
	Hojas extendidas										x	x																				
	Pre-floración													x																		
	Floración													x	x	x																
	Fructificación															x	x	x	x	x												
	Pinta																							x								
	Plena Pinta																								x							
	Fruta Madura																							x	x							
	Fruta Deshidratada																											x				
2019	Fruta Madura																							x								
	Fruta Deshidratada																											x				

CLON LUNA NUEVA

		Clon Luna Nueva																											
AÑO	Estado Fenológico	julio				agosto				septiembre				octubre				noviembre				diciembre				enero			
		1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
2016	Yema hinchada				x	x																							
	Plena brotación						x	x	x																				
	Hojas extendidas									x	x	x																	
	Pre-floración												x																
	Floración												x	x															
	Fructificación														x	x	x	x											
	Pinta																		x	x	x	x							
2017	Yema hinchada					x	x																						
	Plena brotación							x	x	x																			
	Hojas extendidas										x																		
	Pre-floración											x	x																
	Floración													x	x														
	Fructificación															x	x	x	x										
	Pinta																			x	x	x	x						
	Plena Pinta																					x	x						
	Fruta Madura																						x	x					
	Fruta Deshidratada																							x					
2018	Yema hinchada							x	x																				
	Plena brotación									x																			
	Hojas extendidas										x																		
	Pre-floración											x	x																
	Floración													x	x														
	Fructificación															x	x	x	x	x	x								
	Pinta																						x						
	Plena Pinta																							x					
	Fruta Madura																								x				
	Fruta Deshidratada																									x			
2019	Fruta Madura																								x	x			
	Fruta Deshidratada																									x			

En los datos agrupados por clon, se puede apreciar que a pesar de las diferencias que se produjeron en las fechas de yema hinchada y brotación, cada vez más tardías desde el 2016 hasta el 2018, las fechas de cosecha se mantuvieron muy similares entre un año y otro para todos los clones evaluados.

6. ANÁLISIS DE ANTIOXIDANTES

PATRICIO SOTO

En la última cosecha del proyecto, diciembre 2019, se realizó una evaluación de antioxidantes (polifenoles totales, ORAC y antocianos totales), a los tres clones favoritos del huerto piloto (Luna Nueva, clones 215 y 101). El análisis se realizó en tres estados de madurez: morado, negro y sobremaduro para el clon 215 y pinta, morado y negro para los clones 101 y Luna Nueva.

Cada una de las 36 muestras fueron obtenidas aleatoriamente desde diferentes árboles del huerto piloto, congeladas y enviadas al Laboratorio de Análisis de Antioxidantes del Instituto de Nutrición y Tecnología de los Alimentos (Inta) de la Universidad de Chile. El objetivo de esta evaluación era determinar el comportamiento de los antioxidantes durante el proceso de maduración de la fruta, entendiendo que ellos son los componentes por los cuales finalmente el maqui es preferido por los consumidores y por los procesadores y comercializadores y que, eventualmente, en el futuro esto podría ser un atributo de calidad del cual dependería el valor final de la fruta.

Los resultados obtenidos fueron los siguientes:

Clon	Madurez	Contenido PFT	Promedio	Contenido ORAC	Promedio	Contenido Antocianos totales	Promedio
215	Sobre maduro	1892	1881,5	23571	21494	822	828
		1949		20623		909	
		1741		21302		788	
		1944		20480		793	
	Negro	2101	1988,8	15955	17171,8	670	713,5
		2019		18372		716	
		1993		16972		723	
		1842		17388		745	
	Morado	2028	2197,5	15778	15546,0	175	181,75
		2140		15702		183	
		2411		16036		180	
		2211		14668		189	
101	Negro	1954	1908,75	18314	17603,75	545	592
		1830		18698		604	
		1847		16086		590	
		2004		17317		629	
	Morado	2021	2135,5	15627	16102	319	305,25
		2137		15656		307	
		2182		15240		311	
		2202		17885		284	
	Pinta	2359	2352,25	13354	14281,75	46	51,75
		2373		14256		60	
		2320		14598		46	
		2357		14919		55	
Luna Nueva	Negro	1675	1761	17298	18328,25	819	795
		1683		17504		741	
		1789		19011		837	
		1897		19500		783	
	Morado	1834	1806,75	14550	14482	165	167
		1719		14410		167	
		1963		14759		172	
		1711		14209		164	
	Pinta	1736	1753	12197	12469,5	39	39,25
		1861		12708		41	
		1704		12384		40	
		1711		12589		37	

Esta tabla fue elaborada empleando los resultados de los análisis ejecutados por el Laboratorio de Análisis de Antioxidantes del INTA de muestras de maqui enviadas al INTA por Agrícola Ana María SA y que están recogidos en el Certificado de Análisis N° 53611-03-20.

CONCLUSIONES DEL ESTUDIO:

- Los polifenoles totales disminuyen a medida que avanza la madurez de la fruta, esto es consistente para los tres clones evaluados y en todos los estados de madurez, a excepción del clon Luna Nueva, donde los valores se mantienen muy similares entre pinta y fruto negro.
- El valor ORAC y los antocianos totales, a diferencia de los polifenoles, aumentan progresivamente con la madurez de la fruta, lo que también es consistente para los tres clones evaluados y para todos los estados de madurez.
- El valor de los antocianos aumenta drásticamente entre el estado de fruto morado y el fruto negro (madurez de cosecha).
- El valor de polifenoles totales más alto se obtiene, como ya se mencionó, en el estado de pinta. El clon que presentó el mayor valor en este estudio fue el 101, sin embargo, en la madurez de cosecha (fruto negro), el valor superior lo obtuvo el clon 215.
- El valor ORAC más alto se presentó en el clon 215 para el estado sobremaduro (deshidratado) sin embargo, en el estado de madurez óptimo (fruto negro), el mayor contenido de ORAC lo presentó el clon 101.
- El valor de antocianos totales más alto, al igual que lo que sucede con el valor ORAC, fue obtenido por el clon 215 en el estado sobremaduro, sin embargo, en el estado de madurez óptimo, el valor mayor lo presentó Luna Nueva.
- Los resultados de este estudio indican que, si el destino del maqui por recolectar es para obtener polifenoles, se debería realizar la cosecha cuando la fruta está en el estado de pinta. Por el contrario, si el destino es para obtener antocianos y/o el mayor valor ORAC posible, entonces se recomienda cosechar inmediatamente después del estado maduro negro, cuando ya se empieza a deshidratar.
- Los resultados de la evaluación de cosecha mecanizada de este mismo proyecto, indican que no hubo diferencia en la factibilidad y efectividad de la cosecha mecanizada para frutos en distintos estados de madurez entre pinta y sobremaduro.

ANEXO 1: EL PROYECTO

.....

TÍTULO DEL PROYECTO:

“Modelo productivo, eficiente y moderno, para el cultivo industrial de maqui, *Aristotelia Chilensis (Mol.) Stuntz*, enfocado en implementar y validar la cosecha mecanizada de la fruta”

.....

CÓDIGO:

PYT-2015-0003

.....

NOMBRE EJECUTOR:	Agrícola Ana María S.A.
NOMBRE(S) ASOCIADO(S):	Agroindustrial Surfrut Ltda
REGIÓN DE EJECUCIÓN:	Del Maule, Séptima
FECHA DE INICIO	1 de Julio del 2015
FECHA TÉRMINO	28 de febrero del 2020

.....

OBJETIVO GENERAL

Diseñar, implementar y validar un modelo productivo para cultivar maqui, *Aristotelia Chilensis (Mol.) Stuntz*, con un manejo agronómico que permita cosechar en forma mecanizada su fruta para uso agroindustrial.

.....

OBJETIVOS ESPECIFICOS

- Diseñar e implementar un huerto piloto para cultivar maqui que permita observar, registrar, intervenir y manejar sus estados fenológicos y las variables agronómicas del cultivo, implementar ensayos de distancias de plantación, formación, poda y conducción y seleccionar un sistema de manejo agronómico que permita la cosecha mecanizada de la fruta.
- Probar, evaluar y, en caso de ser necesario, adaptar maquinarias y equipos de cosecha mecanizada que permitan que esta labor sea más eficiente -desde el punto de vista del rendimiento, calidad de la fruta y costo- que la cosecha manual.
- Establecer la rentabilidad del sistema productivo del cultivo de maqui para destino agroindustrial, mediante el registro detallado y análisis de los costos de producción, rendimiento productivo y precios de compra de fruta en el mercado, que permita validar la opción de su cultivo comercial.
- Lograr la incorporación de frutos de maqui en dos procesos agroindustriales (deshidratado convencional en secador de tambor y elaboración de puré sin concentrar), de manera de obtener dos nuevos productos para el mercado nacional e internacional, que mantengan las propiedades funcionales y nutricionales de la fruta fresca.

EQUIPO TÉCNICO

COORDINADOR PRINCIPAL:	Felipe Torti / Patricio Soto
COORDINADOR ALTERNO:	Andrés Chavez /Diego Silva
ENCARGADO DE HUERTO:	Gonzalo Bustamante/Mario González
ASESOR TÉCNICO:	Mario Gaete
ASESOR EN COSECHA MECANIZADA:	Jorge Riquelme
ENCARGADO DE REGISTROS:	Delia Jara /Antonio Novoa / Robinson Corvalán
ENCARGADO DE COSECHA:	Aldo Hernández
ENCARGADO DE DESARROLLO DE NUEVOS PRODUCTOS:	César Quezada /Patricio Soto
ASISTENTE DE DESARROLLO DE PRODUCTO:	Jhonatan Palma

HUERTO PILOTO

UBICACIÓN:	Km 7 Ruta Curicó a Los Niches, Huerto "El Peñón"
COMUNA:	Los Niches
PROVINCIA:	Curicó
REGIÓN:	Del Maule
SUPERFICIE:	0.8 há
MARCOS DE PLANTACIÓN:	3x1 – 3x1.5 – 3.5x1 – 3.5x1.5

PLANTAS:

Clones provistos, sin costo para el proyecto, por el Programa de Mejoramiento Genético y Domesticación de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Talca y Fundación Chile.

CLONES UTILIZADOS: Luna Nueva – 101 – 215 – otros.

ANEXO 2

Fórmulas básica utilizadas para el cálculo de la frecuencia de riego por goteo (predio Ana María, Los Niches, Curicó).

FÓRMULA DE RIEGO	VARIABLES Y PARÁMETROS CONSIDERADOS
Capacidad estanque (Ce): $Ce = \frac{(CC-PMP)}{100} * PR$	Ce = capacidad estanque del suelo (mm) CC = capacidad de campo (%vol) PMP = punto de marchitez permanente (%vol) PR = profundidad de suelo ocupado por las raíces (mm)
Lámina neta (Ln): $Ln = Ce * Df * (1 - P)$	Ln = lámina neta de riego (mm) Df = déficit de humedad permitido (fracción) P = porcentaje de piedras presentes en suelo (fracción)
Evapotranspiración del cultivo (ETc): $ETc = ETO * CR$	ETc = evapotranspiración del cultivo (mm/día) ETO = evapotranspiración de referencia (mm/día) CR = coeficiente de reposición (adimensional)
Agua disponible (AD) $AD = Ln * PSM$	AD = agua disponible (mm) PSM = porcentaje de suelo mojado por emisores (fracción)
Frecuencia de riego (FR) $FR = \frac{AD}{ETc}$	FR = frecuencia de riego (días)

PARÁMETROS PREVIAMENTE MEDIDOS

CC (%VOL) :	38,0
PMP (%VOL) :	22,3
PROFUNDIDAD RAÍCES (MM) :	600 ⁽¹⁾
CAPACIDAD ESTANQUE (MM) :	94
PIEDRAS (%) :	0
PSM (FRACCIÓN) :	0,5

NOMBRE	LAT	LON	Evapotranspiración de Referencia (mm/día)												ETo Anual (mm/año)
			Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	
Los Niches	-35,2	-71,0	6,0	5,5	4,4	3,1	2,2	1,7	1,6	2,0	2,8	3,9	5,1	5,9	1339

Fuente: Santibáñez, F. et al., 2015

ANEXO 3: ANÁLISIS DE SENSIBILIDAD DE LA EVALUACION FINANCIERA

Análisis de sensibilidad de la evaluación económica a precio y rendimiento (en relación a la evaluación económica entregada en el capítulo 4):

a) Rendimiento en plena producción aumenta de 5 a 6 ton/ha.

EVALUACION ECONOMICA CULTIVO DEL MAQUI 2020 - VII REGIÓN (PESOS \$)								
INGRESOS Y COSTOS EN PESOS (\$)	AÑOS							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Kilos / Ha	Kg	1,0	700	2.500	3.200	4.200	6.000	6.000
Kilos Superficie Total	Kg	1,00	700	2.500	3.200	4.200	6.000	6.000
Precio \$/Kg	\$		1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
INGRESOS	\$		1.050.000	3.750.00	4.800.000	6.300.000	9.000.000	9.000.000
Inversión inicial	8.536.505							
Costos directos de Operación		598.816	1.152.584	1.619.560	2.115.389	2.665.958	2.985.816	2.985.816
Imprevistos (5/ total C. Directos)		29.941	57.629	80.978	105.769	133.298	149.291	149.291
Costos de Administración		90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000
Costos financiero (tasa de interés) ⁽⁴⁾		35.938	65.011	89.527	115.558	144.463	178.200	178.200
Costo arriendo ó C. alternativo		700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000
Impuestos y contribuciones		70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000
COSTOS	8.536.505	1.524.694	2.135.224	2.650.065	3.196.716	3.803.718	4.173.307	4.173.307
MARGEN OPERACIONAL	-8.536.505	-1.524.694	-1.085.224	1.099.935	1.603.284	2.496.282	4.826.693	4.826.693
Flujo Acumulado		-10.061.199	-11.146.423	-10.046.487	-8.443.204	-5.946.922	-1.120.229	3.706.464

INGRESOS Y COSTOS EN PESOS (\$)	AÑOS							
	8	9	10	11	12	13	14	15
Kilos / Ha	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Kilos Superficie Total	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000	6.000
Precio \$/Kg	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
INGRESOS	9.000.000							
Inversión inicial								
Costos directos de Operación	2.985.816	2.985.816	2.985.816	2.985.816	2.985.816	2.985.816	2.985.816	2.985.816
Imprevistos (5/ total C. Directos)	149.291	149.291	149.291	149.291	149.291	149.291	149.291	149.291
Costos de Administración	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000
Costos financiero (tasa de interés) ⁽⁴⁾	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200
Costo arriendo ó C. alternativo	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000
Impuestos y contribuciones	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000
COSTOS	4.173.307							
MARGEN OPERACIONAL	4.826.693							
Flujo Acumulado	8.533.157	13.359.850	18.186.542	23.013.235	27.839.928	32.666.621	37.493.314	42.320.007

INDICADORES		
Van	\$	11.067.233
Tir	%	20%
Tasa de Descuento	%	10%
Inversión de la plantación	\$	8.536.505
Período de recuperación de la inversión	años	7,0

SUPUESTOS	MAQUI	
Bloque plantación	hás	6
Superficie	hás	1,00
Dist. Plantación	mts	3,5 x 1,5
Densidad	(plantas/Há)	1905
Estructura		Estructura menor
% fruta a Proceso	%	100%
Precio (\$)	\$	1.500
Costo JH	\$	16.000
Costo JH período Cosecha	\$	25.000
Costo / Kilo producido	\$	696
Tipo de Cambio \$/USD	\$	750
Inversion inicial	\$	8.536.505
Valor arriendo	\$	700.000

b) Rendimiento en plena producción disminuye de 5 a 4 ton/ha.

EVALUACION ECONOMICA CULTIVO DEL MAQUI 2020 - VII REGION (PESOS \$)								
INGRESOS Y COSTOS EN PESOS (\$)	AÑOS							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Kilos / Ha	Kg	1,0	700	2.000	2.700	3.500	4.000	4.000
Kilos Superficie Total	Kg	1,00	700	2.000	2.700	3.500	4.000	4.000
Precio \$/Kg	\$		1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
INGRESOS	\$		1.050.000	3.000.00	4.050.000	5.250.000	6.000.000	6.000.000
Inversión inicial	8.536.505							
Costos directos de Operación		597.288	1.151.056	1.611.652	2.107.482	2.654.887	2.954.187	2.954.187
Imprevistos (5/ total C. Directos)		29.864	57.553	80.583	105.374	132.744	147.709	147.709
Costos de Administración		90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000
Costos financiero (tasa de interés) ⁽⁴⁾		35.858	64.930	89.112	115.143	143.882	178.200	178.200
Costo arriendo ó C. alternativo		700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000
Impuestos y contribuciones		70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000
COSTOS	8.536.505	1.523.010	2.133.539	2.641.347	3.187.998	3.791.513	4.140.096	4.140.096
MARGEN OPERACIONAL	-8.536.505	-1.523.010	-1.083.539	358.653	862.002	1.458.487	1.859.904	1.859.904
Flujo Acumulado		-10.059.515	-11.143.054	-10.784.401	-9.922.399	-8.463.912	-6.604.008	-4.744.104

INGRESOS Y COSTOS EN PESOS (\$)	AÑOS							
	8	9	10	11	12	13	14	15
Kilos / Ha	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Kilos Superficie Total	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000	4.000
Precio \$/Kg	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500	1.500
INGRESOS	6.000.000							
Inversión inicial								
Costos directos de Operación	2.954.187	2.954.187	2.954.187	2.954.187	2.954.187	2.954.187	2.954.187	2.954.187
Imprevistos (5/ total C. Directos)	147.709	147.709	147.709	147.709	147.709	147.709	147.709	147.709
Costos de Administración	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000
Costos financiero (tasa de interés) ⁽⁴⁾	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200
Costo arriendo ó C. alternativo	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000
Impuestos y contribuciones	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000
COSTOS	4.140.096							
MARGEN OPERACIONAL	1.859.904							
Flujo Acumulado	-2.884.200	-1.024.296	835.608	2.695.512	4.555.416	6.415.320	8.275.224	10.135.128

INDICADORES		
Van	\$	1.956.642
Tir	%	7,4%
Tasa de Descuento	%	10%
Inversión de la plantación	\$	8.536.505
Período de recuperación de la inversión	años	10,0

SUPUESTOS	MAQUI	
Bloque plantación	hás	6
Superficie	hás	1,00
Dist. Plantación	mts	3,5 x 1,5
Densidad	(plantas/Há)	1905
Estructura		Estructura menor
% fruta a Proceso	%	100%
Precio	\$	1.500
Costo JH	\$	16.000
Costo JH período Cosecha	\$	25.000
Costo / Kilo producido	\$	1.035
Tipo de Cambio \$/USD	\$	750
Inversión inicial	\$	8.536.505
Valor arriendo	\$	700.000

c) Precio de venta por kilo aumenta desde \$1500 a \$2000.

EVALUACION ECONOMICA CULTIVO DEL MAQUI 2020 - VII REGION (PESOS \$)								
INGRESOS Y COSTOS EN PESOS (\$)	AÑOS							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Kilos / Ha	Kg	1,0	700	2.000	3.000	4.000	5.000	5.000
Kilos Superficie Total	Kg	1,00	700	2.000	3.000	4.000	5.000	5.000
Precio \$/Kg	\$		2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
INGRESOS	\$		1.400.000	4.000.000	6.000.000	8.000.000	10.000.000	10.000.000
Inversión inicial	8.536.505							
Costos directos de Operación		597.288	1.151.056	1.611.652	2.112.226	2.662.795	2.970.001	2.970.001
Imprevistos (5/ total C. Directos)		29.864	57.553	80.583	105.374	133.140	148.500	148.500
Costos de Administración		90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000
Costos financiero (tasa de interés) ⁽⁴⁾		35.858	64.930	89.112	115.392	144.297	178.200	178.200
Costo arriendo ó C. alternativo		700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000
Impuestos y contribuciones		70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000
COSTOS	8.536.505	1.523.010	2.133.539	2.641.347	3.193.229	3.800.231	4.156.702	4.156.702
MARGEN OPERACIONAL	-8.536.505	-1.523.010	-733.539	1.358.653	2.806.771	4.199.769	5.843.298	5.843.298
Flujo Acumulado		-10.059.515	-10.793.054	-9.434.401	-6.627.630	-2.427.861	3.415.438	9.258.736

INGRESOS Y COSTOS EN PESOS (\$)	AÑOS							
	8	9	10	11	12	13	14	15
Kilos / Ha	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Kilos Superficie Total	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Precio \$/Kg	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
INGRESOS	10.000.000							
Inversión inicial								
Costos directos de Operación	2.970.001	2.970.001	2.970.001	2.970.001	2.970.001	2.970.001	2.970.001	2.970.001
Imprevistos (5/ total C. Directos)	148.500	148.500	148.500	148.500	148.500	148.500	148.500	148.500
Costos de Administración	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000
Costos financiero (tasa de interés) ⁽⁴⁾	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200
Costo arriendo ó C. alternativo	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000
Impuestos y contribuciones	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000
COSTOS	4.156.702							
MARGEN OPERACIONAL	5.843.298							
Flujo Acumulado	15.102.034	20.945.333	26.788.631	32.631.930	38.475.228	44.318.526	50.161.825	56.005.123

INDICADORES		
Van	\$	17.312.169
Tir	%	24,7%
Tasa de Descuento	%	10%
Inversión de la plantación	\$	8.536.505
Período de recuperación de la inversión	años	6,0

SUPUESTOS	MAQUI	
Bloque plantación	hás	6
Superficie	hás	1,00
Dist. Plantación	mts	3,5 x 1,5
Densidad	(plantas/Há)	1905
Estructura		Estructura menor
% fruta a Proceso	%	100%
Precio	\$	1.500
Costo JH	\$	16.000
Costo JH período Cosecha	\$	25.000
Costo / Kilo producido	\$	831
Tipo de Cambio \$/USD	\$	750
Inversion inicial	\$	8.536.505
Valor arriendo	\$	700.000

d) Precio de venta por kilo disminuye desde \$1500 a \$1000.

EVALUACION ECONOMICA CULTIVO DEL MAQUI 2020 - VII REGIÓN (PESOS \$)								
INGRESOS Y COSTOS EN PESOS (\$)	AÑOS							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Kilos / Ha	Kg	1,0	700	2.000	3.000	4.000	5.000	5.000
Kilos Superficie Total	Kg	1,00	700	2.000	3.000	4.000	5.000	5.000
Precio \$/Kg	\$		1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
INGRESOS	\$		700.000	2.000.000	3.000.000	4.000.000	5.000.000	5.000.000
Inversión inicial	8.536.505							
Costos directos de Operación		597.288	1.151.056	1.611.652	2.112.226	2.662.795	2.970.001	2.970.001
Imprevistos (5/ total C. Directos)		29.864	57.553	80.583	105.374	133.140	148.500	148.500
Costos de Administración		90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000
Costos financiero (tasa de interés) ⁽⁴⁾		35.858	64.930	89.112	115.392	144.297	178.200	178.200
Costo arriendo ó C. alternativo		700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000
Impuestos y contribuciones		70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000
COSTOS	8.536.505	1.523.010	2.133.539	2.641.347	3.193.229	3.800.231	4.156.702	4.156.702
MARGEN OPERACIONAL	-8.536.505	-1.523.010	-1.433.539	-641.347	-193.229	199.769	843.298	843.298
Flujo Acumulado		-10.059.515	-11.493.054	-12.134.401	-12.327.630	-12.127.861	-11.284.562	-10.441.264

INGRESOS Y COSTOS EN PESOS (\$)	AÑOS							
	8	9	10	11	12	13	14	15
Kilos / Ha	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Kilos Superficie Total	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Precio \$/Kg	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
INGRESOS	5.000.000							
Inversión inicial								
Costos directos de Operación	2.970.001	2.970.001	2.970.001	2.970.001	2.970.001	2.970.001	2.970.001	2.970.001
Imprevistos (5/ total C. Directos)	148.500	148.500	148.500	148.500	148.500	148.500	148.500	148.500
Costos de Administración	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000
Costos financiero (tasa de interés) ⁽⁴⁾	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200
Costo arriendo ó C. alternativo	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000
Impuestos y contribuciones	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000
COSTOS	4.156.702							
MARGEN OPERACIONAL	843.298							
Flujo Acumulado	-9.597.966	-8.754.667	-7.911.369	-7.068.070	-6.224.772	-5.381.474	-4.538.175	-3.694.877

INDICADORES		
Van	\$	-8.378.163
Tir	%	-3,5%
Tasa de Descuento	%	10%
Inversión de la plantación	\$	8.536.505
Período de recuperación de la inversión	años	16,0

SUPUESTOS	MAQUI	
Bloque plantación	hás	6
Superficie	hás	1,00
Dist. Plantación	mts	3,5 x 1,5
Densidad	(plantas/Há)	1905
Estructura		Estructura menor
% fruta a Proceso	%	100%
Precio	\$	1.500
Costo JH	\$	16.000
Costo JH período Cosecha	\$	25.000
Costo / Kilo producido	\$	831
Tipo de Cambio \$/USD	\$	750
Inversión inicial	\$	8.536.505
Valor arriendo	\$	700.000

e) Precio de venta por kilo aumenta desde \$1500 a \$2000 y rendimiento aumenta desde 5 a 6 ton/ha.

EVALUACION ECONOMICA CULTIVO DEL MAQUI 2020 - VII REGIÓN (PESOS \$)								
INGRESOS Y COSTOS EN PESOS (\$)	AÑOS							
	0	1	2	3	4	5	6	7
Kilos / Ha	Kg	1,0	700	2.500	3.200	4.200	6.000	6.000
Kilos Superficie Total	Kg	1,00	700	2.500	3.200	4.200	6.000	6.000
Precio \$/Kg	\$		2.000	2.000	2.000	2.000	2.000	2.000
INGRESOS	\$		1.400.000	5.000.000	6.400.000	8.400.000	12.000.000	12.000.000
Inversión inicial	8.536.505							
Costos directos de Operación		598.816	1.152.584	1.619.560	2.115.389	2.665.958	2.985.816	2.985.816
Imprevistos (5/ total C. Directos)		29.941	57.629	80.978	105.769	133.298	149.291	149.291
Costos de Administración		90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000
Costos financiero (tasa de interés) ⁽⁴⁾		35.938	65.011	89.527	115.558	144.463	178.200	178.200
Costo arriendo ó C. alternativo		700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000
Impuestos y contribuciones		70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000
COSTOS	8.536.505	1.524.694	2.135.224	2.650.065	3.196.716	3.803.718	4.173.307	4.173.307
MARGEN OPERACIONAL	-8.536.505	-1.524.694	-735.224	2.349.935	3.203.284	4.596.282	7.826.693	7.826.693
Flujo Acumulado		-10.061.199	-10.796.423	-8.446.487	-5.243.204	-646.922	7.179.771	15.006.464

INGRESOS Y COSTOS EN PESOS (\$)	AÑOS							
	8	9	10	11	12	13	14	15
Kilos / Ha	6.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Kilos Superficie Total	6.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000	5.000
Precio \$/Kg	2.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000	1.000
INGRESOS	12.000.000	5.000.000						
Inversión inicial								
Costos directos de Operación	2.985.816	2.985.816	2.985.816	2.985.816	2.985.816	2.985.816	2.985.816	2.985.816
Imprevistos (5/ total C. Directos)	149.291	149.291	149.291	149.291	149.291	149.291	149.291	149.291
Costos de Administración	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000	90.000
Costos financiero (tasa de interés) ⁽⁴⁾	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200	178.200
Costo arriendo ó C. alternativo	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000	700.000
Impuestos y contribuciones	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000	70.000
COSTOS	4.173.307	4.173.307	4.173.307	4.173.307	4.173.307	4.173.307	4.173.307	4.173.307
MARGEN OPERACIONAL	7.826.693	7.826.693	7.826.693	7.826.693	7.826.693	7.826.693	7.826.693	7.826.693
Flujo Acumulado	22.833.157	30.659.850	38.486.542	46.313.235	54.139.928	61.966.621	69.793.314	77.620.007

INDICADORES		
Van	\$	26.138.268
Tir	%	29,6%
Tasa de Descuento	%	10%
Inversión de la plantación	\$	8.536.505
Periodo de recuperación de la inversión	años	6,0

SUPUESTOS	MAQUI	
Bloque plantación	hás	6
Superficie	hás	1,00
Dist. Plantación	mts	3,5 x 1,5
Densidad	(plantas/Há)	1905
Estructura		Estructura menor
% fruta a Proceso	%	100%
Precio	\$	1.500
Costo JH	\$	16.000
Costo JH periodo Cosecha	\$	25.000
Costo / Kilo producido	\$	696
Tipo de Cambio \$/USD	\$	750
Inversion inicial	\$	8.536.505
Valor arriendo	\$	700.000

ANEXO 4: ESTIMACIÓN DEL ESTADO DE MADUREZ DE FRUTOS DE MAQUI

Aldo Hernández González
Ingeniero agrónomo PUCV

ESTIMACIÓN DEL ESTADO DE MADUREZ DE FRUTOS DE MAQUI (*ARISTOTELIA CHILENSIS* (MOL.) STUNTZ) EN DIFERENTES CLONES PARA DETERMINAR SU MOMENTO DE COSECHA MECÁNICA. COSECHA 2019-2020 FUNDO EL PEÑÓN, AGRÍCOLA ANA MARÍA

Para la producción de frutos de maqui se ha desarrollado el manejo de cosecha mecanizada que permite obtener los frutos de manera más eficiente que la cosecha manual. Los maquis alcanzan su estado óptimo de cosecha cuando su coloración es púrpura oscura, color que se relaciona con un alto contenido de antocianinas. Para determinar el momento óptimo de cosecha mecánica se realizó la estimación del periodo de madurez de tres clones compatibles con el manejo de cosecha mecánica generando una propuesta para la determinación del momento óptimo para realizar la cosecha mecánica.

Metodología

Las mediciones se realizaron desde el 11 de diciembre de 2019 hasta el 24 de diciembre de 2019 en el fundo El Peñón, perteneciente a la empresa agrícola Ana María S.A. ubicado en Los Niches, Curicó, Región del Maule, Chile. Ubicado en 35°02' latitud Sur y 71°10' latitud Oeste a 260 m.s.n.m. kilómetro 7 de la ruta J-65. Los clones evaluados fueron el 101, 215 y 219. Las plantas escogidas tienen 5 temporadas en campo y se seleccionaron como plantas con una carga frutal y vigor alto, las cuales tenían una altura mayor a 2 m y 1,5 m de ancho.

Conocer la distribución del porcentaje de frutos en los distintos estados de maduración y su variación en el tiempo nos permitirá estimar el periodo de cosecha mecánica. Las categorías para el estado de madurez registrado fueron fruto verde, fruto en pinta (incluye fruto rojizo y fruto púrpura), fruto maduro (considera fruto púrpura oscuro) y fruto deshidratado. La toma de muestras se realizó en las fechas especificadas para cada clon considerando tres réplicas (tres plantas distintas) a las que se les desprendieron 8 racimos de fruta, cada racimo proveniente de una cara o punto cardinal de la planta en su zona alta y zona baja. Sumando 24 racimos por cada muestra, a los cuales se les registró información del estado de madurez de todos sus frutos.

La información del estado de madurez de frutos se organizó en gráficos que muestran el porcentaje de frutos en cada estado permitiendo observar su evolución en el tiempo al contrastarlas con otras muestras.

Resultados y discusión

Las mediciones de porcentaje de madurez de frutos se realizaron desde el 11 de diciembre, momento en el que se observó que la menor proporción de frutos estaban en estado verde en comparación a los frutos en pinta y maduros. La recolección de frutos permitió estimar el momento en que el porcentaje de frutos maduros fue mayor al 80%, límite que se propuso para iniciar la cosecha mecanizada.

Se observaron diferencias entre los estados de maduración de plantas en la parte alta del camellón (con pendiente más pronunciada) y las de la parte baja (pendiente leve). Se observó claramente las diferencias entre la maduración del clon 219 (más temprana) en comparación al clon 215 y 101 (más tardías).

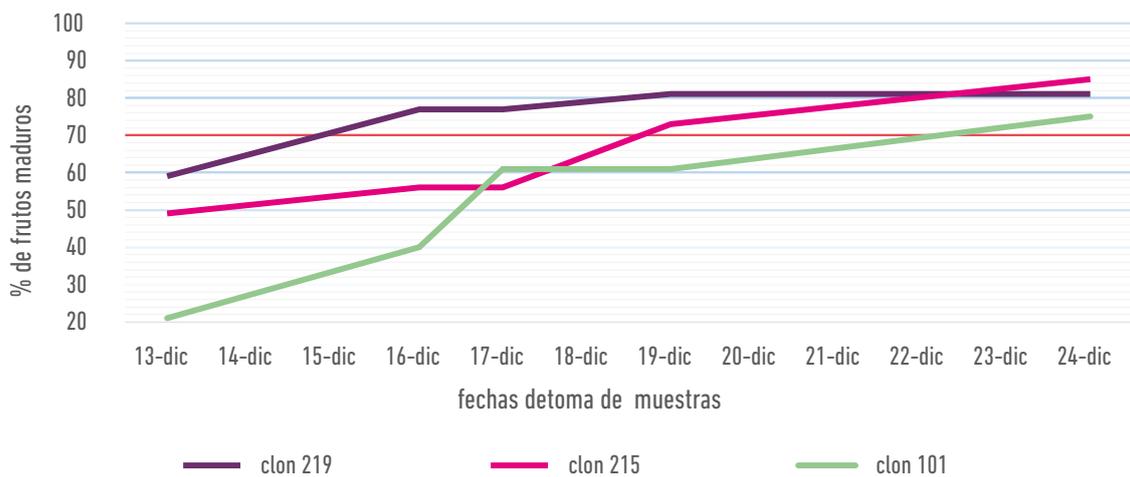


Ilustración 1. Intersección del porcentaje de frutos maduros en los clones 219, 215 y 101.

El primer clon en mostrar un alto porcentaje de sus frutos en estado maduro fue el clon 219, alcanzando sobre un 60% de sus frutos maduros el 11 de diciembre. Mantuvo una ventana de cosecha de 9 días hasta que fue cosechado el 19 de diciembre cuando alcanzó un 80% de frutos maduros.

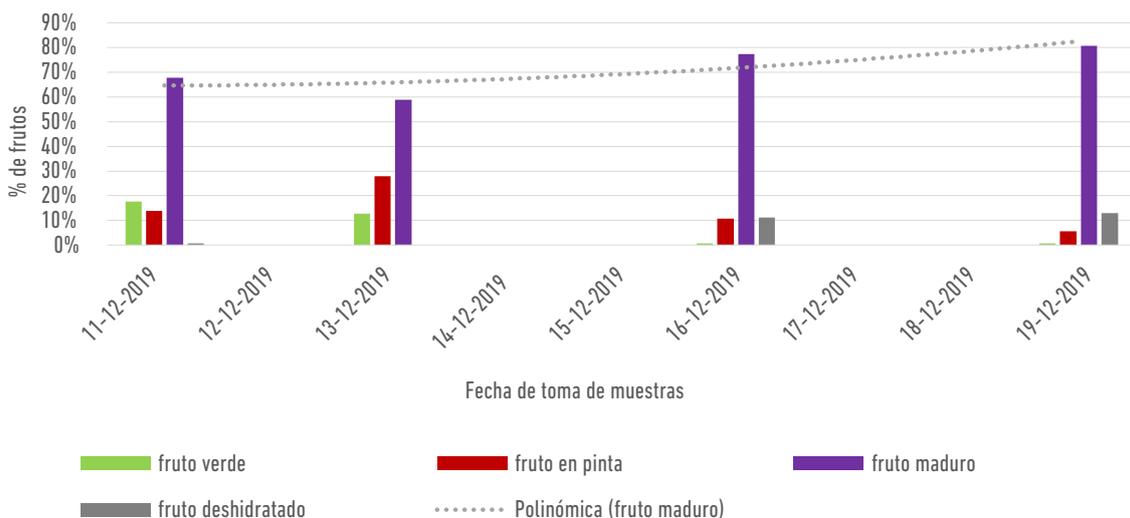


Ilustración 2. Maduración de frutos clon 219.

El segundo clon en alcanzar la maduración de sus frutos fue el 215, aproximadamente el 18 de diciembre con un 60% de frutos maduros hasta el 24 de diciembre con un 80% de frutos maduros, momento en el que se realizó su cosecha.

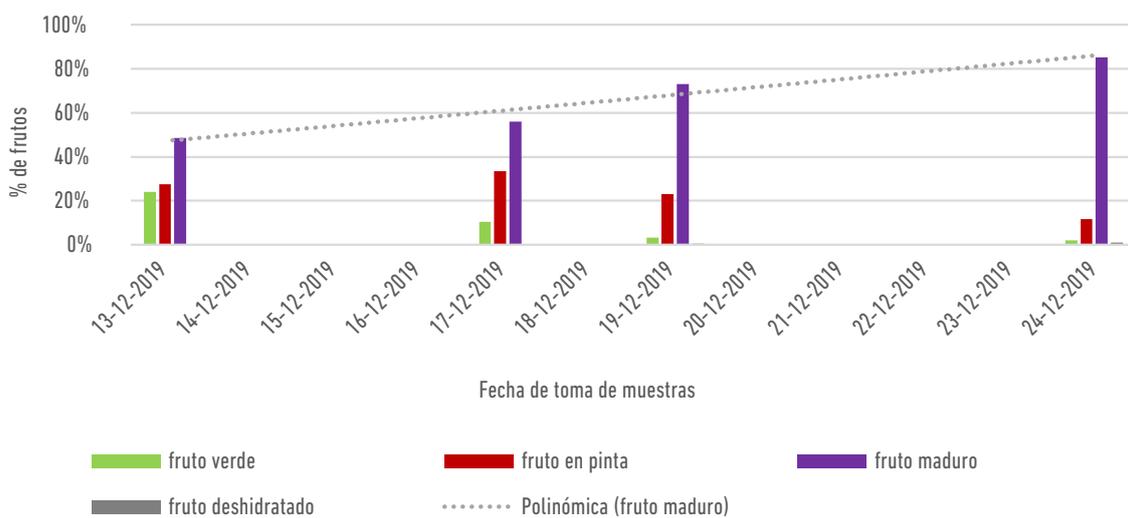


Ilustración 3. Maduración de frutos clon 215

Finalmente, el clon 101 fue el más tardío en alcanzar la maduración de frutos comenzando el 19 de diciembre con el 60% de madurez y culminando el 24 de diciembre con la cosecha del 80% de sus frutos maduros.

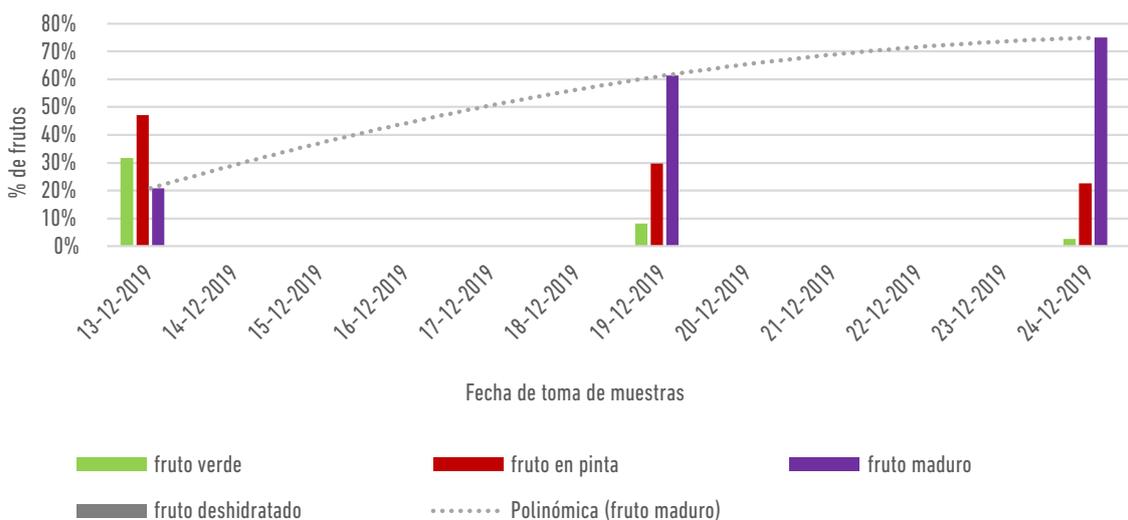


Ilustración 4. Maduración de frutos clon 101

Conclusión

Las hileras del huerto diseñado para la cosecha mecánica deben presentar una maduración sincronizada, los clones con diferentes periodos de maduración deben estar en distintas hileras o sectores del huerto. Es recomendable iniciar la cosecha mecanizada cuando se registre como mínimo un 70% de frutos maduros. La pendiente del sector puede influir sobre la maduración de los frutos afectando la cosecha mecánica. El periodo de cosecha mecánica es aproximadamente una semana en los clones estudiados.

