



Resultados y Lecciones en
**Sustratos de
Arándanos en Condiciones
de Aridez**

Proyecto de Innovación en
Región de Coquimbo



Fundación para la Innovación Agraria
MINISTERIO DE AGRICULTURA



Resultados y Lecciones en Sustratos de Arándanos en Condiciones de Aridez

**Selección de Sustratos Locales y Confinamiento de Raíces para
Potenciar la Productividad de Variedades Híbridas de Arándanos
en Condiciones de Aridez**



**Proyecto de Innovación en
Región de Coquimbo**

Valorización a julio de 2010



SERIE EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN PARA EL EMPRENDIMIENTO AGRARIO

Agradecimientos

En la realización de este trabajo, agradecemos sinceramente la colaboración de los productores, técnicos y profesionales vinculados al proyecto y a los participantes en los talleres de difusión, a René Martorell, profesional FIA, y en especial a la Sra. Ingeniera Agrónomo Angélica Salvatierra, experta en frutales menores, arándanos, cerezos y porta injertos, investigadora de INIA-Intihuasi.

Resultados y Lecciones en Sustratos de Arándanos en Condiciones de Aridez

Proyecto de Innovación en la Región de Coquimbo

Serie **Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario**
FUNDACIÓN PARA LA INNOVACIÓN AGRARIA

Registro de Propiedad Intelectual N° 205.012

ISBN N° 978-956-328-097-5

ELABORACIÓN TÉCNICA DEL DOCUMENTO

Rodrigo Cruzat G. y Bernardita Mancilla V. - AQUAVITA Consultores

REVISIÓN DEL DOCUMENTO Y APORTES TÉCNICOS

M. Francisca Fresno R. y M Margarita Casadio P - Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

EDICIÓN DE TEXTOS

Andrea Villena M.

DISEÑO GRÁFICO

Guillermo Feuerhake

IMPRESIÓN

Ograma Ltda.

Se autoriza la reproducción parcial de la información aquí contenida, siempre y cuando se cite esta publicación como fuente.

Contenidos

Sección 1. Resultados y lecciones aprendidas	5
1. Antecedentes	5
2. Base conceptual y tecnológica de la herramienta.....	7
2.1 Requerimientos en el cultivo del arándano.....	7
2.2 Las condiciones en la zona centro-norte para el arándano.....	8
2.3 Opciones de manejo del suelo	9
2.4 Consideraciones a la Herramienta del Modelo.....	9
3. Objetivo del Documento.....	10
4. Breve actualización del negocio del Arándano	10
4.1 Situación general	10
4.2 La proyección de la zona centro-norte	12
4.3 Acercamiento a la valorización de la innovación.....	13
5. Alcances de la herramienta.....	18
6. Claves de la viabilidad de la innovación.....	19
7. Asuntos por resolver.....	20

Sección 2. El proyecto precursor	23
1. El entorno económico y social	23
2. El proyecto.....	24
3. Los productores del proyecto hoy	32

Sección 3. El valor del proyecto	33
---	----

ANEXOS	
1. Cuadros económicos y estadísticas.....	37
2. Literatura consultada.....	42
3. Documentación disponible y contactos.....	44



SECCIÓN 1

Resultados y lecciones aprendidas

El presente libro tiene el propósito de compartir con los actores del sector los resultados, experiencias y lecciones aprendidas del proyecto “Selección de sustratos locales y confinamiento de raíces para potenciar la productividad de variedades híbridas de arándanos en condiciones de aridez”, financiado por FIA.

Se espera que esta información, que se ha sistematizado en la forma de un “documento de aprendizaje”,¹ aporte a los interesados una ayuda que permita contrarrestar el creciente aumento de los costos de producción del arándano a través del acervo técnico para un manejo más adecuado.

► 1. Antecedentes

Los análisis y resultados que se presentan en este documento se desprenden de las experiencias y resultados del proyecto precursor² denominado “Selección de sustratos locales y confinamiento de raíces para potenciar la productividad de variedades híbridas de arándanos³ en condiciones de aridez”, por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias de las regiones de Atacama y Coquimbo (INIA-Intihuasi). Se realizó en varias comunas de la Región de Coquimbo, pero con mayor foco en Vicuña, donde se encuentra el Centro Experimental de INIA.

El objetivo principal fue evaluar el manejo de sustratos usando materiales o fuentes locales, para ser utilizados en reemplazo de los sustratos tradicionales (aserrín) y establecer un sistema intensivo de variedades híbridas de arándano alto en la zona Norte. Dentro de los objetivos del proyecto también se encontraba contribuir a resolver la problemática observada en la producción de la zona, correspondiente a la falta de innovaciones técnicas para el establecimiento y manejo del arándano en los sectores áridos.

¹ “Documento de aprendizaje”: iniciativa que incorpora la información validada del proyecto analizado, las lecciones aprendidas durante su desarrollo, los aspectos que quedan por resolver y una evaluación de la factibilidad económica proyectada a escala productiva y comercial.

² “Proyecto precursor”: proyecto de innovación a escala piloto financiado e impulsado por FIA, cuyos resultados fueron evaluados a través de la metodología de valorización de resultados desarrollada por la Fundación, análisis que permite configurar la estrategia de negocios aprendida que se da conocer en el presente documento. Los antecedentes del proyecto precursor se detallan en la Sección 2 de este documento.

³ *Vaccinium corymbosium* L. var. Misty y O’Neal.



El proyecto tuvo como objetivos específicos:

- Evaluar sustratos locales, alperujo,⁴ orujo de uva, sarmiento y escobajo picado, sobre el parámetro de crecimiento vegetativo del arándano cultivado en la zona.
- Evaluar el efecto del volumen de sustrato en maceta y en suelo bajo el parámetro de crecimiento vegetativo y reproductivo.
- Optimizar la fertilización en función del sustrato utilizado en condiciones de campo.
- Evaluar el manejo del agua según los sustratos utilizados, su sistema de plantación y las condiciones climáticas.
- Prospeccionar y determinar las plagas que afectan al cultivo en la zona.
- Evaluar económicamente las alternativas de manejo seleccionadas.

El proyecto constituye un aporte a la industria del arándano en la zona norte, toda vez que busca generar alternativas que disminuyan el costo del establecimiento⁵ al utilizar sustratos locales y, al mismo tiempo, puedan generar eventuales efectos positivos adicionales al cultivo.

Con todo, la experiencia que se rescata del proyecto precursor no representa una herramienta consolidada y efectivamente disponible para los usuarios, pues quedan pendientes importantes asuntos por resolver, los cuales son tratados más adelante en este documento. Aún así, el proyecto permite rescatar un conjunto de aprendizajes técnicos e identifica algunas líneas de trabajo que pudieran ser continuadas a efecto de fortalecer un paquete tecnológico de mayor impacto para el cultivo del arándano en la región y eventualmente otros cultivos de necesidades similares en cuanto a manejo de sustratos.

⁴ Alperujo: Se denomina así al conjunto de residuos obtenidos de la extracción del aceite de la oliva.

⁵ Los costos del sustrato están asociados a dos ítems: el valor del producto y costo de su transporte; éste último suele ser el de mayor relevancia. El costo relativo del sustrato en la estructura de Costos de Inversión alcanza valores cercanos al 25% (mayores detalles en la Sección 1, punto 4 de este documento).

► 2. Base conceptual y tecnológica de la herramienta

Para poder ilustrar mejor el valor de la herramienta, materia de análisis de este documento, se considera pertinente referirse a la base conceptual de la misma, en este caso, uso de sustratos para enmiendas en el cultivo de arándanos en la zona norte.

De la experiencia del proyecto precursor y del análisis que se hace a partir de éste, se establece que la herramienta en aprendizaje se refiere al uso de sustratos de origen local para enmiendas en el cultivo de arándanos en la Región de Coquimbo. Para esto hubo un levantamiento y caracterización de la oferta de sustratos en la zona y una posterior selección de la mezcla mejor evaluada para poder medir en ella la fertilización óptima, el manejo del riego y la reacción frente a la posibilidad de confinamiento de raíces (cultivo en macetas).

La importancia del sustrato y su interacción con el desarrollo del cultivo del arándano se tratan a continuación en esta sección.

2.1. Requerimientos en el cultivo del arándano

El arándano es originario de las zonas frías de Norteamérica, Estados Unidos y Canadá. En la actualidad su cultivo se extiende a un mayor número de zonas, llegando incluso a cultivarse en climas subtropicales, como el caso de Florida en Estados Unidos. Aún así los requerimientos de la especie mantienen muchas de las características asociadas a su nicho ecológico original.

Dentro de los requerimientos del cultivo, algunos de los más importantes son (a) las características físico-químicas del suelo y (b) las horas frío requeridas, las cuales varían según especie, género y variedades, desde 250 hasta más de 1000 horas frío. En las primeras, el pH es crítico para un buen desarrollo de la planta. Debe ser ácido, entre 4 y 5,2 (máximo 6 en algunos casos); en términos de la materia orgánica se recomiendan contenidos sobre 5%, una buena disponibilidad de hierro, una alta porosidad del suelo (sobre 40%) y con contenido de carbonato de calcio bajo el 2%.

Este arbusto posee un sistema radicular fibroso, de poca extensión y carente de pelos radicales, lo que no sólo le restringe la capacidad de absorción de agua, sino que también la exploración del suelo hacia los nutrientes. Adicionalmente, la especie tiene una sensibilidad importante a enfermedades fungosas asociadas a la falta de aireación en el suelo, por lo que es de suma importancia la correcta proporción aire-suelo, así como disponer de un sistema óptimo de riego, de manera de mantener un contenido de humedad uniforme a lo largo de la temporada para magnificar el crecimiento vegetativo, especialmente en arándano alto (Holzapfel, 2005). Ambos aspectos hacen que el uso de camellones (para aumentar la superficie de suelo explorable y facilitar el riego) y el uso de enmiendas para mejorar la estructura del suelo (porosidad) y modificar el pH, sea una práctica habitual en este cultivo.

El aspecto riego no sólo debe ser controlado según el requerimiento hídrico de la planta, el cual varía, entre otras cosas según la zona, también debe cuidar que la conductividad eléctrica no supere los 0,43 mmhos/cm (Ayers y Westcot). En ciertos casos, como en la zona norte del país, el manejo adecuado del riego, especialmente del tipo goteo, puede ayudar a disminuir el efecto de la acumulación de sales en especies tan sensibles como el arándano. Adicionalmente, en la zona norte se recomienda la acidificación del agua de riego, para acercarse al pH óptimo del suelo.

La mayor parte de las variedades tradicionales son exigentes en horas frío (superiores a 700 HF). En la actualidad se dispone de variedades que han sido adaptadas o seleccionadas para



condiciones de menor requerimiento. Para efectos del proyecto se seleccionaron variedades de este tipo, que se adaptaran mejor a las condiciones de la zona norte de Chile. O'neal y Misty están en el rango de 200-400 HF (Buzeta, 1997), y han sido, por lo demás, las precursoras del desarrollo del arándano en la zona.

2.2 Las condiciones en la zona centro-norte para el arándano

En Chile el arándano encuentra sus mejores condiciones agronómicas en términos de pH en la zona centro y especialmente centro sur. Aún así, la práctica habitual en estas zonas contempla también aplicar enmiendas para asegurar la acidificación del suelo, hechas en su mayoría a base de corteza o aserrín de pino.

En el caso de la zona norte, el uso de enmiendas es obligatorio, no sólo por la necesidad de acidificar el suelo, el cual tiene un pH que es normalmente del orden de 6 a 8,4, sino también para mejorar su aireación y el contenido de materia orgánica del suelo que, por lo general, es bastante pobre en la Región de Coquimbo. Se estima que las cantidades de sustrato requeridas varían entre 100-300 m³ por hectárea, dependiendo del tipo de suelo y del sustrato mismo. En la actualidad, a propósito de la relativa escasez de sustratos locales y del poco conocimiento en el uso de estos, la mayor parte de los sustratos que se han utilizado provienen de la zona sur de Chile, lo que tiene limitaciones no de disponibilidad sino de costos, en especial del transporte.

Por otra parte, en la región del proyecto también existen problemas relacionados con la escasez de agua para riego y su alto contenido de carbonatos. En el cultivo de la especie, estos se han estado corrigiendo por medio de la tecnificación del riego de manera de aumentar su eficiencia,

especialmente a través del sistema de riego por goteo que además moviliza las sales presentes en el suelo hacia la periferia del bulbo de mojamiento, y a su vez permite corregir el pH del agua, a través de la acidificación (ácido sulfúrico) y la entrega de nutrientes por medio de la fertirrigación.

A pesar de los inconvenientes agroecológicos que puede tener la zona para el cultivo del arándano, las ventajas de la producción temprana en algunas zonas de la región han justificado, hasta hoy, un negocio que acumula cerca de 290 hectáreas cultivadas al año 2009 (INIA-Intihuasi).

2.3 Opciones de manejo del suelo

Si bien la mayor parte del cultivo del arándano en Chile y el mundo se practica en condiciones de suelo directo en camellones, algunas experiencias señalan la conveniencia de utilizar sustratos confinados, es decir, cultivo en macetas.

Cultivo en suelo-camellones

El cultivo en suelo supone el establecimiento de las plantas directamente en el sustrato escogido. A propósito de los requerimientos específicos de la especie, en muchos casos se requiere hacer importantes trabajos de homogenización del suelo y de enmiendas. Para esto se usa aserrín, en proporciones de 3:2 ó 1:1, según el porcentaje de arcillas en la textura.

El uso de camellones es bastante común con el propósito de aumentar la profundidad efectiva, separando las raíces del agua subterránea, además facilitan la homogenización del suelo con el sustrato, lo que le provee aireación y mejor drenaje.

Cultivo en macetas

El cultivo en macetas, mucho menos común que el anterior, supone confinar el desarrollo de las plantas en un volumen de sustrato definido, con el consecuente mejor aprovechamiento del espacio y control del crecimiento vegetativo de las plantas. Independientemente de cuál sea la composición del sustrato, este tipo de técnicas suele ser mucho más exigente en términos del manejo general, pues cualquier error en la fertilización o en el riego puede tener efectos mucho mayores, debido a que la planta no tiene la posibilidad de salir de la zona de sustrato, ni éste mezclarse con el suelo del huerto y diluir los efectos de excesos en las aplicaciones de insumos. Lo normal para el cultivo del arándano es disponer de entre 3 y 4 mil plantas por hectárea en camellón. Sin embargo, al cambiar el método tradicional de establecimiento directo en suelo por el confinamiento de raíces en macetas, la densidad puede llegar hasta 13 mil plantas por hectárea, determinando una producción intensiva. Este tipo de cultivo es más propio de pequeñas extensiones, a propósito de la mayor inversión requerida y de un manejo mucho más dirigido.

2.4 Consideraciones a la Herramienta del Modelo

El proyecto precursor trabajó directamente sobre la base de la búsqueda de sustratos locales alternativos para su uso preferente en suelo -camellones. El uso de sustratos en condiciones de confinamiento (macetas) también fue abordado, pero en términos de herramienta se considera menos desarrollada porque posee varios aspectos técnicos no resueltos todavía. De cualquier modo, la experiencia levantada en este sentido no favorece la opción por esta técnica, pero al menos deja planteada algunas claves de su manejo.

► 3. Objetivo del Documento

Los resultados del proyecto precursor generan una experiencia valiosa en las líneas de investigación definidas y responden a los objetivos propuestos, tal como se trata más adelante en este mismo texto. Sin embargo, existen todavía importantes asuntos por resolver, que actualmente limitan convertir esta experiencia en una Herramienta válida y disponible para los usuarios.

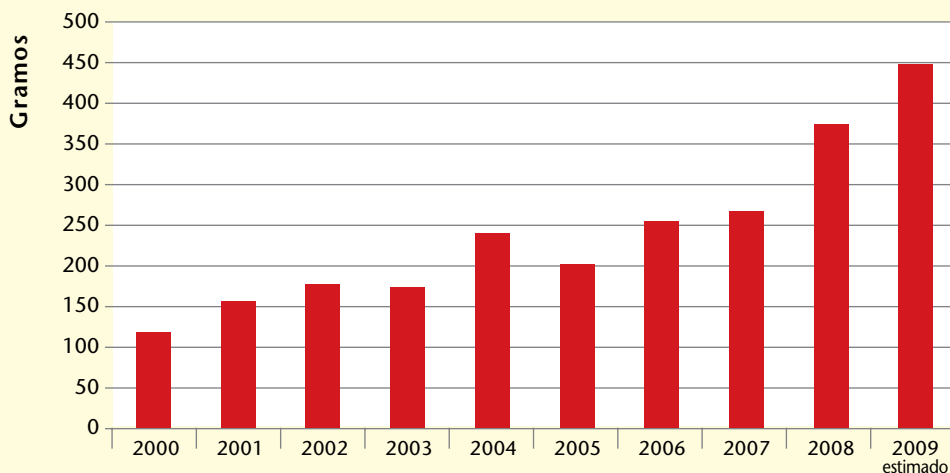
Este documento se propone extraer y sistematizar, a partir de las experiencias y lecciones aprendidas en el proyecto, los elementos que resultarían claves para acondicionar la puesta en marcha y validar la aplicación de la herramienta denominada "Uso de sustratos locales y técnica de confinamiento de raíces en el cultivo de arándanos en la zona norte de Chile".

► 4. Breve actualización del negocio del Arándano

4.1 Situación general

Dentro de los países del hemisferio sur, Chile es el principal proveedor de arándanos de contraestación, con una superficie plantada de 10.762 ha, según el Censo Agropecuario 2007 (ver tablas anexas 1 y 2). El principal destino de estas exportaciones es el mercado estadounidense (ver tabla anexa 3). En los últimos dos años, Chile ha superado incluso a Canadá como abastecedor de fruta fresca a este mercado (ver tablas anexa 4). Sólo en la temporada 2008-2009 los envíos de producto fresco desde Chile a Estados Unidos, aumentaron en un 53% con respecto a la temporada anterior, llegando a 28 mil toneladas.⁶ Según informes del North American Blueberry Council (NABC) el consumo de arándanos frescos en la temporada 2009-2010 aumentará en un 20%, llegando a 449 g *per capita*, al mismo tiempo que, el mercado para esta fruta procesada y congelada va a disminuir en 9 ó 10%.

GRÁFICO 1. Evolución del consumo de arándanos frescos en el mercado de EE.UU., en el período 2000 a 2009 (gramos/*per capita*)

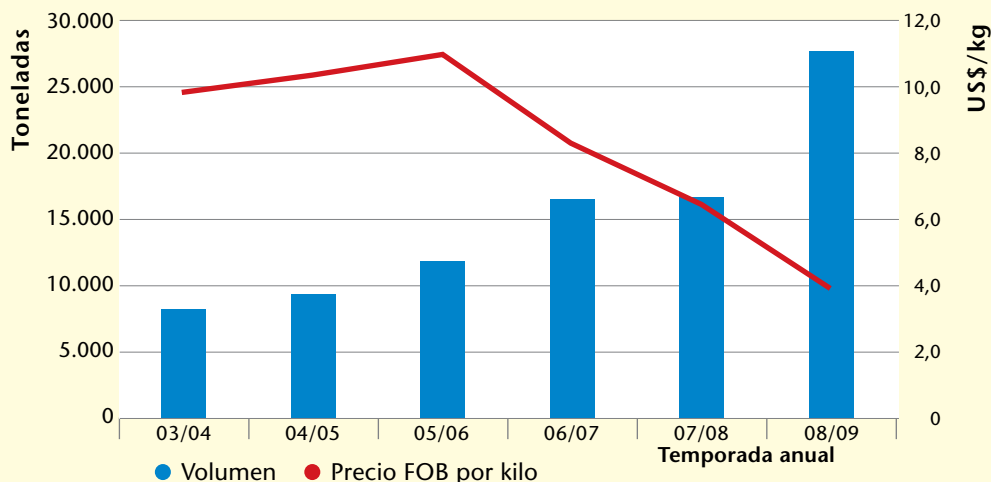


Nota: El consumo *per capita* estimado para el 2009 (temporada 2009/10) se obtiene de los datos del NABC.
Fuente: USDA, Economic Research Service 2009.

⁶ Fruit and Tree Nuts Outlook, USA.

A pesar de estos elementos promisorios desde el punto de vista de la demanda, cabe indicar que sólo la producción de Chile alcanza hoy cerca del 50% de la producción de Estados Unidos. Si a eso se agrega la producción de Uruguay y de Argentina, aún cuando su competencia sea en la primera etapa de la temporada, es posible descubrir índices claros respecto a la cercanía que se puede estar produciendo entre la demanda y la oferta, por lo que es fundamental abrir nuevos mercados y estar muy atento a la capacidad límite de producción de cada zona, en términos de su ventana comercial.

GRÁFICO 2. Evolución de los volúmenes (ton) de arándanos frescos exportados a EE.UU. y de los precios de retorno a productor (US\$/kilo), entre las temporadas 2003/04 y 2008/09



Nota: Exportaciones vía marítima para ambas costas y precios en base FOB.⁷

Fuente: Elaborado por los autores en base a datos de Servicio Nacional de Aduanas 2009.

A pesar del claro descenso que ha experimentado el precio del arándano fresco, expertos del rubro (Dastres, 2008) señalan que el mercado del arándano seguirá manteniendo precios razonables, por lo menos por seis años más, ya que Estados Unidos sigue aumentando su consumo durante su temporada y esto también repercute en una mayor demanda durante la contra estación, aunque, por supuesto nunca alcanzando las mismas elevadas cifras de consumo de verano. Por lo tanto, se desprende la oportunidad que sigue teniendo la producción de fruta fresca en contra estación y, por ende, la importancia de aumentar el periodo de cosecha de este fruto en Chile.

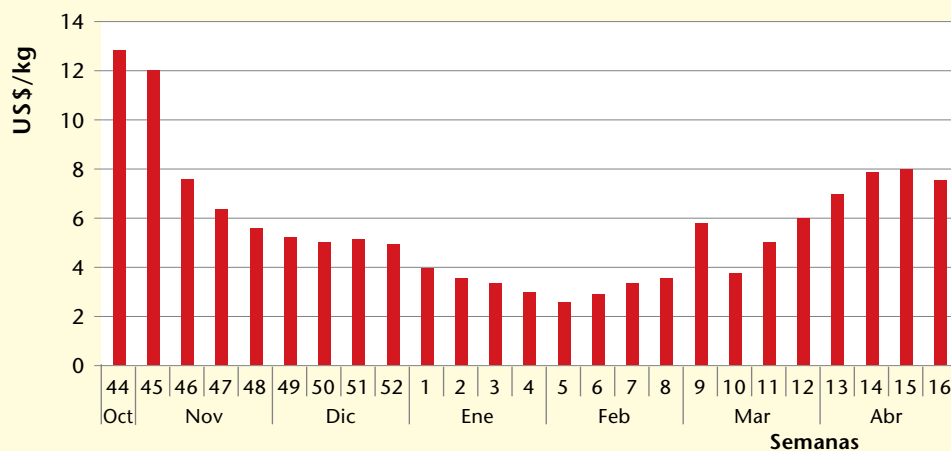
Los precios de retorno a productor que se esperan en las temporadas venideras, en las condiciones de la zona centro-sur debieran estar en torno a los 4 US\$/kg. Mientras que para producciones más tempranas, en particular en la Región de Coquimbo, se esperan precios del orden de 5 US\$/kg y hasta 6 US\$/kg.

⁷ *Free on board* o franco a bordo, la entrega se hace en la fecha determinada, en el puerto acordado, en la forma usual en el puerto y a bordo del buque designado. El vendedor afronta los gastos de embalaje básico, certificado de calidad, embalajes extras hasta el lugar de embarque, transporte hasta el lugar de embarque, transporte hasta el puerto, tributos internos en el país exportador, descarga en el puerto, comisiones a representantes, corretaje, derechos arancelarios, derechos consulares, carga sobre la cubierta, estiba en la bodega y certificados.

4.2 La proyección de la zona centro-norte

Debido a que la producción local de arándanos en EE.UU. es desde abril a septiembre, los mejores precios para la oferta de contraestación se obtienen en los extremos, es decir entre septiembre y noviembre, y desde fines de marzo hasta abril. La zona norte puede competir en la ventana de fin de año, con una fruta de cosecha temprana, producida en zonas más templadas y de híbridos con menos requerimiento de frío, resultando en un aumento muy interesante del valor del berry, como se observa en el Gráfico 3 (ver tabla anexa 5 para exportaciones nacionales por mes). La superficie que la VI Región tiene plantada con arándanos es 290 ha, según el Censo Agropecuario del 2007.

GRÁFICO 3. **Precios de retorno a productor (US\$/kg FOB) promedios semanales para el mercado de EE.UU., entre los años 2003 y 2009**



Nota: precios FOB, base vía marítima y en ambas costas de USA.

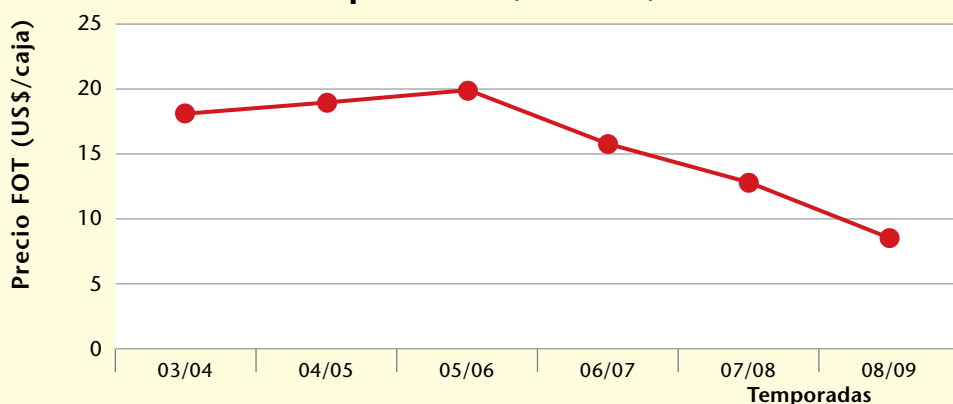
Fuente: Elaborado por los autores a partir de información del Servicio Nacional de Aduanas 2009.

En el caso de la producción de la Región de Coquimbo se debe recordar que compite con la producción de Uruguay y Argentina, las que en conjunto apuntan a abastecer el mercado entre las semanas 44 y 51, idealmente. Sin embargo, la oferta argentina de arándanos ha sido errática, debido a imprevistos como primaveras frías y lluvias tardías. Cabe recordar además que Argentina y Uruguay siguen teniendo un protocolo de fumigación⁸ para la exportación de arándanos frescos a Estados Unidos, lo que los obliga a exportar preferentemente por vía aérea, al acortar el periodo de pos cosecha de la fruta. En este sentido la fruta chilena sigue gozando de un mejor prestigio, en términos de seguridad del abastecimiento.

Aún así, no se visualizan aumentos importantes de superficie en la zona norte de Chile, por lo menos no para grandes extensiones, sino más bien para productores que posean experiencia del cultivo en otras zonas y pretendan establecer pequeñas extensiones. Además, deben estar conscientes de la necesidad de invertir en tecnología para hacer el cultivo más eficiente, aumentar los rendimientos y reducir los costos (energía, fertilizantes, mano de obra). Así podrán mantener la competitividad, frente a la inevitable baja de precios que se ha dado paulatinamente (Gráfico 4).

⁸ Protocolo de fumigación con Bromuro de Metilo, requerido por el Departamento de Agricultura de Estados Unidos (USDA) para el control de *Ceratitis capitata* y *Anastrepha fraterculus* en fruta fresca de arándanos proveniente de Uruguay y Argentina.

GRÁFICO 4. Evolución del precio promedio (US\$/caja 1,5 kilos FOT⁹) de las exportaciones de arándanos frescos al mercado de EE.UU., temporadas 2003/04 a 2008/09



Nota: Precio FOT, base en destino, desde llegada vía marítima y ambas costas.

Fuente: Elaborado por los autores a partir de información del Servicio Nacional de Aduanas 2009.

La zona norte sigue teniendo un espacio atractivo como zona de producción de arándanos tempranos, especialmente para productores locales de mediana a baja extensión. Para su sustentabilidad es fundamental seguir trabajando en el aumento de la eficiencia productiva, los costos y la incorporación de nuevas variedades, en otros.

Dentro de este escenario, la herramienta propuesta por el proyecto precursor pretendía generar un insumo técnico para disminuir los costos de producción en la zona, particularmente en el establecimiento. Este podría ser aplicado tanto en las nuevas inversiones, como en el mejoramiento de los huertos ya formados, inversión que cada cierto tiempo requiere la incorporación de nuevos volúmenes de sustrato.

4.3 Acercamiento a la valorización de la innovación

Para poder ilustrar el valor de esta experiencia, asumiendo que se superen algunos de los asuntos por resolver y se encuentre sustrato en volumen, disponible efectivamente a nivel de usuarios, en esta sección se evaluará el impacto económico que tendría dicha el uso de sustrato alternativo diferente del aserrín, al ser aplicada en un escenario de producción ajustado a la región centro-norte.

Previamente, es importante hacer algunas precisiones respecto de la herramienta y el escenario que se utilizará como modelo de valorización:

- **La Herramienta:** Se refiere al uso de un sustrato alternativo al utilizado comúnmente en las plantaciones de arándanos en la IV Región (aserrín traído de la zona sur) por uno de origen local. De las alternativas investigadas en el proyecto precursor, la mejor opción resultó ser el "Escobajo con Sarmiento Picado",¹⁰ porque se encontraba con mayor disponibilidad y no producía efectos fitosanitarios adversos, como sí lo hacía el alperujo, que fue uno de los sustratos escogidos en primera instancia.

⁹ FOT: *Free on Truck*, se refiere al precio de la fruta en mercado destino después de la recepción y cobro del importador.

¹⁰ "Escobajo con Sarmiento Picado": El escobajo picado es un desecho del proceso de uva pisquera o uva vinífera. El Sarmiento picado en tanto, corresponde a los restos de poda de la viña o del parrón. Ambos son picados posteriormente.

- **El Escenario Modelo:** La evaluación del impacto económico del uso de la herramienta, se basó en un modelo de producción de arándanos en la IV Región,¹¹ al cual se le actualizaron los valores, acorde a la situación actual del cultivo, en términos de costos de la producción y precios de retorno.
- **El uso de la Herramienta:** La herramienta antes descrita tiene aplicación principalmente en el establecimiento de la plantación de arándanos, que es donde se hará su valorización. Sin embargo, es posible que se siga utilizando toda vez que se haga una nueva incorporación de sustrato al cultivo. De acuerdo a las precisiones recién nombradas, el siguiente análisis económico tendrá un mayor énfasis en la etapa de implementación del cultivo, ya que es donde el ítem de enmiendas tiene su mayor impacto.

Arándanos en la IV Región - Sin Herramienta

Las inversiones para la implementación del modelo se basaron en las inversiones usuales realizadas en el cultivo de arándano en la IV Región, con sustrato normal de aserrín,¹² con valores actualizados al año 2009, que alcanzan lo \$12.003.757 por hectárea (Tabla 1).

TABLA 1. **Inversiones del establecimiento del modelo de producción de arándanos en la IV Región (sin herramienta). Valores en pesos/ha**

Costos de Implementación por 1 ha de arándanos		
Ítem	\$/ha	Participación
Sistema riego	2.000.000	16,7%
Enmiendas, mezcla y aplicación	3.000.000	25,0%
Habilitación de Suelos (Camellones, Hoyadura, Destronque)	1.766.500	14,7%
Plantas	4.462.857	37,2%
Plantación	104.400	0,9%
Desinfección	100.000	0,8%
Fertilización Base	320.000	2,7%
Otros (Imprevistos, fletes, energía)	250.000	2,1%
Total	12.003.757	100,0%

Nota: Los valores han sido actualizados al año 2009.

Fuente: Arándanos IV Región, FIA.

TABLA 2. **Detalle del ítem Enmiendas de la Tabla 1**

Compra de enmiendas, mezclas y aplicación	Unidad	Costo	\$/ha
Sustrato (Aserrín)	160 m ³	18.000	2.880.000
Mezclas y aplicación	14 Hr/ha		120.000
Total			3.000.000

Nota: El costo del sustrato incluye el costo del transporte hasta el huerto, el cual es al menos un 80% del costo total del mismo.

Fuente: Elaborado por los autores en base a entrevistas con la industria.

La rentabilidad del modelo sin herramienta, considerando una producción en régimen de 10 ton/ha, un retorno a productor de 3,59 US\$/kg y un valor del dólar en \$ 500, genera una Tasa Interna de Retorno (TIR) del 18%, como se muestra en las siguientes tablas.

¹¹ y ¹² Cultivo de Arándanos en la IV Región. Serie de Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario Volumen 19 (2008).

TABLA 3. Flujo de Caja de producción de arándanos en la IV Región – escenario sin herramienta. Valores en pesos/ha.

Cuadro general proyecto 1 Ha (Pesos)								
Ítem	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7 - 15
Ingresos		0	1.212.203	6.580.532	11.256.174	14.719.612	17.317.190	17.317.190
Costos Operacionales		1.253.000	1.373.000	2.458.000	2.458.000	2.458.000	2.458.000	2.458.000
Costo Cosecha y Packing			473.667	2.571.333	4.398.333	5.751.667	6.766.667	6.766.667
Total Costos Directos		1.253.000	1.846.667	5.029.333	6.856.333	8.209.667	9.224.667	9.224.667
MARGEN BRUTO		-1.253.000	-634.463	1.551.199	4.399.840	6.509.945	8.092.524	8.092.524
Costos Indirectos		374.400	936.000	1.248.000	1.248.000	1.248.000	1.248.000	1.248.000
MARGEN NETO		-1.627.400	-1.570.463	303.199	3.151.840	5.261.945	6.844.524	6.844.524
Inversiones	12.003.757							
Capital de trabajo	-1.627.400	-1.570.463						
FLUJO NETO CAJA	-13.631.157	-3.197.863	-1.570.463	303.199	3.151.840	5.261.945	6.844.524	6.844.524

Fuente: Elaborado por los autores en base a documento Arándanos IV Región, FIA.

TABLA 4. Margen Neto e indicadores de rentabilidad de producción de arándanos en la IV Región – escenario sin herramienta.

Indicadores de rentabilidad económica Modelo sin Herramienta	
Margen Neto en plena producción	6.844.524
VAN (12%)	9.410.423
TIR	18%

Fuente: Elaborado por los autores.

Arándanos en la IV Región - Con Herramienta

Las inversiones del modelo de cultivo de arándanos en la IV Región de Coquimbo, actualizado al 2009 e incorporando el uso de la herramienta, es decir, la utilización de sustratos de origen local, alcanzan los \$ 9.923.757 por hectárea (Tabla 5).

TABLA 5. Inversiones del establecimiento del modelo de producción de arándanos en la IV Región, con herramienta. Valores en pesos/ha.

Costos de Implementación por 1 ha de arándanos		
Ítem	\$/ha	Participación
Sistema riego	2.000.000	20,2%
Enmiendas: sustratos, transporte, mezcla y aplicación	920.000	9,3%
Habilitación de Suelos (Camellones, Hoyadura, Destronque)	1.766.500	17,8%
Plantas	4.462.857	45,0%
Plantación	104.400	1,1%
Desinfección	100.000	1,0%
Fertilización Base	320.000	3,2%
Otros (Imprevistos, fletes, energía)	250.000	2,5%
Total	9.923.757	100,0%

Nota 1: Los valores han sido actualizados al año 2009.

Nota 2: El costo del conjunto de sustrato incluye transporte hasta el huerto, el cual es a lo menos un 80% del coste total del mismo, ya que actualmente estos sustratos no tienen un valor comercial por ser en su mayoría residuos de otras industrias.

Fuente: Arándanos IV Región, FIA.

Esto significa una disminución del 69% en el costo del sustrato y un 17% en el costo del establecimiento respecto del modelo original.

Al ver el efecto total en la rentabilidad del proyecto, la herramienta, además de generar una disminución en los costos de establecimiento de 17%, también genera un cambio positivo de dos puntos porcentuales en la TIR y un aumento de 22% en el valor actualizado neto, tal como se muestra en las tablas siguientes:

TABLA 6. Flujo de Caja de producción de arándanos en la IV Región – escenario con herramienta. Valores en pesos/ha.

Cuadro general proyecto 1 Ha (Pesos)								
Ítem	Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7 - 15
Ingresos		0	1.212.203	6.580.532	11.256.174	14.719.612	17.317.190	17.317.190
Costos Operacionales		1.253.000	1.373.000	2.458.000	2.458.000	2.458.000	2.458.000	2.458.000
Costo Cosecha y Packing			473.667	2.571.333	4.398.333	5.751.667	6.766.667	6.766.667
Total Costos Directos		1.253.000	1.846.667	5.029.333	6.856.333	8.209.667	9.224.667	9.224.667
MARGEN BRUTO		-1.253.000	-634.463	1.551.199	4.399.840	6.509.945	8.092.524	8.092.524
Costos Indirectos		374.400	936.000	1.248.000	1.248.000	1.248.000	1.248.000	1.248.000
MARGEN NETO		-1.627.400	-1.570.463	303.199	3.151.840	5.261.945	6.844.524	6.844.524
Inversiones	9.923.757							
Capital de trabajo	-1.627.400	-1.570.463						
FLUJO NETO CAJA	-11.551.157	-3.197.863	-1.570.463	303.199	3.151.840	5.261.945	6.844.524	6.844.524

Fuente: Elaborado por los autores en base a documento Arándanos IV Región, FIA.

TABLA 7. Margen Neto e indicadores de rentabilidad de producción de arándanos en la IV Región – escenario con herramienta.

Indicadores de rentabilidad económica Modelo con Herramienta	
Margen Neto en plena producción	6.844.524
VAN (12%)	11.490.423
TIR	20%

Fuente: Elaborado por los autores.

A propósito de que esta herramienta concentra su impacto en la etapa de implementación del cultivo, se muestran a continuación diferentes escenarios donde algún elemento importante en el modelo de negocio pudiese variar, afectando los indicadores de rentabilidad. De esta manera, se puede apreciar el alcance que tendría el uso de la herramienta, si estuviese disponible para los usuarios.

TABLA 8. Análisis de sensibilidad para el cultivo de arándanos en la IV Región, sin herramienta y con herramienta**Resultados del análisis de sensibilidad, en pesos (\$)**

Horizonte 15 años	Sin herramienta				Con herramienta			
Escenario (en régimen)	TIR (%)	VAN, tasa 12% (\$)	Costos Implementación	MARGEN NETO	TIR (%)	VAN, tasa 12% (\$)	Costos Implementación	MARGEN NETO
1. Escenario base								
Precio retorno a productor 3,59 US\$/Kg.	18%	9.410.423	12.003.757	6.844.524	20%	11.490.423	9.923.757	6.844.524
10 toneladas, 95% exportable								
Enmienda de 250 m ³								
Tipo de cambio 500 \$/US\$.								
Precio mano de obra 8.700 \$/JH.								
2. Aumento de volumen de enmiendas								
Precio retorno a productor 3,59 US\$/Kg.	16%	6.530.423	14.883.757	6.844.524	19%	10.690.423	10.723.757	6.844.524
10 toneladas, 95% exportable								
Tipo de cambio 500 \$/US\$.								
Precio mano de obra 8.700 \$/JH.								
Aumento de volumen de enmienda en 100%								
3. Aumento del precio de la enmienda								
Precio retorno a productor 3,59 US\$/Kg.	15%	5.090.423	16.323.757	6.844.524	19%	10.290.423	11.123.757	6.844.524
10 toneladas, 95% exportable								
Tipo de cambio 500 \$/US\$.								
Aumento de precio de la enmienda en 150%								
Precio mano de obra 8.700 \$/JH.								
4. Disminución de precios en 20%								
Precio retorno a productor 2,87 US\$/Kg.	7%	-6.012.257	12.003.757	3.409.833	9%	-3.932.257	9.923.757	3.409.833
10 toneladas, 95% exportable								
Tipo de cambio 500 \$/US\$.								
Precio mano de obra 8.700 \$/JH.								
5. Disminución de la producción								
Precio retorno a productor 3,59 US\$/Kg.	10%	-2.253.401	12.003.757	4.246.945	12%	-173.401	9.923.757	4.246.945
10 toneladas, 95% exportable								
Tipo de cambio 500 \$/US\$.								
Disminución de la producción en 15%								
Precio mano de obra 8.700 \$/JH.								

Fuente: Elaborado por los autores en base a información de la industria.

El análisis de sensibilidad que nos muestra la tabla nos permite entender de mejor manera el impacto del uso de la herramienta. Es decir, el ahorro en costos sobre la implementación del cultivo puede ayudar a mejorar la sustentabilidad del modelo frente a cambios de escenarios del proyecto productivo, tema que es particularmente interesante en una especie que, si bien sigue teniendo mucha demanda, está en proceso de acomodar sus costos y precios de retorno.

Además de los impactos favorables a nivel de conveniencia económica, vistos en el análisis anterior, los ensayos realizados en el proyecto precursor demostraron la factibilidad técnica de cultivar arándanos en materia prima local, no sin antes resolver algunos desafíos. Sin embargo, ciertos aspectos no fueron considerados en los temas de estudio, pero podrían agregar valor al uso de la herramienta.

Por una parte, el proyecto abordó aspectos de la interacción entre los sustratos locales con la fertilización, en cuanto a dosis de nitrógeno y efecto de la presencia o ausencia de micronutrientes y fósforo. Pero cabe preguntarse si el uso de nuevos sustratos alternativos en el cultivo de arándano podría tener otro tipo de incidencias no estudiadas todavía. En el aspecto químico, estos materiales, al ser de origen orgánico podrían contener nutrientes disponibles para el arándano, especialmente si son previamente compostados; en el caso que fuesen micronutrientes, estos podrían ayudar a un mejor desarrollo integral de la planta y si fuesen aportes de macronutrientes, estos podrían implicar reducciones en las aplicaciones de fertilizantes y, por ende, reducir los costos de operación.

Por otra parte, pudiendo desarrollar estudios más profundos que incorporen la información recopilada por el proyecto precursor con respecto a las plagas que atacan al arándano y que abarquen también las enfermedades, esta herramienta podría proporcionar alcances fitosanitarios, si es que los sustratos locales resultan benéficos para reducir el ataque de hongos y bacterias o producen un efecto repelente contra alguna de las plagas observadas.

► 5. Alcances de la herramienta

Identificación de sustratos: Se logró distinguir que ciertos desechos de las actividades agroproductivas de la región reúnen muchas de las características requeridas para un sustrato de arándanos. Los más adecuados son: escobajo, sarmiento, orujo de uva y alperujo de olivo.

Características distinguibles: Se midió los parámetros físicos y químicos de cada uno de los sustratos locales utilizados, así como otros traídos de otras zonas para comparaciones. A su vez se establecieron los valores de las características que debían tener los sustratos para ser viables para el arándano. Con esto se logró establecer los méritos técnicos de los sustratos locales, como mayor porosidad y mayor contenido de materia orgánica, y se dejó una guía para clasificar posibles nuevas alternativas de sustrato que pudiesen surgir.

Nuevos manejos: El proyecto precursor logró aclarar múltiples dudas con respecto a las técnicas del cultivo de arándanos en la zona de la IV Región. Entre ellas destacan la recomendación de malla Raschel sobre el huerto, la identificación del mejor volumen de maceta (30L si es que se decide utilizar este método), la proporción estimativa entre sustratos y la detección de la importancia de utilizar aquellos de semejante granulometría.

Otros aspectos: Junto a los impactos favorables a nivel de conveniencia económica, los ensayos realizados en el proyecto precursor demostraron la factibilidad técnica de cultivar arándanos en

materia prima local, no sin antes resolver algunos desafíos. Sin embargo, ciertos aspectos no fueron considerados en los temas de estudio, pero podrían agregar valor al uso de la herramienta. Por una parte, el proyecto abordó aspectos de la interacción entre los sustratos locales con la fertilización, en cuanto a dosis de nitrógeno y efecto de la presencia o ausencia de micronutrientes y fósforo. Pero cabe preguntarse si el uso de nuevos sustratos alternativos en el cultivo de arándano podría tener otro tipo de incidencias no estudiadas todavía.

En el aspecto químico, estos materiales, al ser de origen orgánico, podrían contener nutrientes disponibles para el arándano, especialmente si son previamente compostados; en el caso que fuesen micronutrientes, estos podrían ayudar a un mejor desarrollo integral de la planta y si fuesen aportes de macronutrientes, estos podrían implicar reducciones en las aplicaciones de fertilizantes y, por ende, reducir los costos de operación. Por otra parte, pudiendo desarrollar estudios más profundos que incorporen la información recopilada por el proyecto precursor con respecto a las plagas que atacan al arándano y que abarquen también las enfermedades, esta herramienta podría proporcionar alcances fitosanitarios, si es que los sustratos locales resultan benéficos para reducir el ataque de hongos y bacterias o producen un efecto repelente contra alguna de las plagas observadas.

► 6. Claves de la viabilidad de la innovación

Disponibilidad de sustrato

El proyecto precursor concluyó que no existen suficientes alternativas de sustrato de origen orgánico para el cultivo de arándanos y que los residuos analizados como posibles sustratos, no están disponibles en la actualidad por las industrias productoras locales para ser utilizados con este fin.

Manejos del sustrato

La forma en la que se encuentran los sustratos directamente desde la fuente no siempre es la mejor para su manejo. Cabe recordar que, según lo visto en el proyecto precursor, estos sustratos orgánicos serían más estables si se les realizara un proceso acabado de compostaje previa a su utilización y esto no es siempre realizado por la misma empresa generadora del residuo. Por otra parte, aquella mezcla de sustrato finalmente escogida (sarmiento y escobajo picados) posee un volumen muy elevado que dificulta su manipulación en el campo. Esto probablemente requiera que dicho sustrato pase por un proceso donde se reduzca aún más su volumen, como una máquina chipeadora, lo que aumenta su costo.

Riego

Es fundamental conocer la frecuencia de riego ideal para cada sustrato, acorde a la necesidad del cultivo y el estado fenológico. Se deben evitar los riegos excesivos o incorrectos, ya que hay que tener presente que las partículas más finas de la mezcla sustrato-suelo van a decantar, provocando encostramiento y aposamiento del agua especialmente en macetas. Esta situación provoca asfixia radicular y los arándanos son muy sensibles a ella.

▶ 7. Asuntos por resolver

Disponibilidad de sustrato

Si bien no se puede contar actualmente con la disponibilidad de todos los sustratos analizados, la posibilidad de obtener una alternativa al aserrín no debería ser descartada del todo, sino más bien dejar abierta la posibilidad de que a futuro, con el desarrollo de más industrias en la región, algún otro subproductos pudiese ser utilizado.

De acuerdo a la información obtenida es necesario establecer una prospección de la cantidad de sustrato local disponible y su precio, de acuerdo a cada tipo, para luego cuantificar el número de hectáreas que podrían hacer uso de esta alternativa, considerando el volumen utilizado por hectárea, según edad del cultivo de arándanos. Además, se requiere establecer los manejos específicos que cada sustrato conlleva.

Regulaciones

Se debe analizar la situación actual de la zona con respecto a lo que fija la autoridad competente frente al uso de residuos agrícolas, dentro de otra producción, también del rubro frutal y de exportación. Si bien podría ser un tema sanitario, es más competente el aspecto de la responsabilidad que tiene la industria generadora frente a sus desechos y el respetar los acuerdos establecidos en conjunto con la autoridad pertinente.

Calidad y trazabilidad de los sustratos utilizados

Gracias al proyecto precursor se reconoció que es necesario investigar en profundidad la diferencia que se produce cuando los mismos sustratos utilizados son compostados previamente. Para esto deben ser producidos bajo procesos que sigan un mismo protocolo y logren una buena estabilización de los componentes orgánicos, de esta manera, se reduce el descontrol que sucede en el suelo cuando el proceso de compostaje no ha sido terminado.

Homogeneidad de los sustratos

El compostaje asegura en parte la homogenización de los sustratos, pero sólo para aquellos que pasan por este proceso y siempre que la materia prima sea del mismo origen, por lo que es necesario aumentar el tiempo de investigación para medir las características año a año y respaldar la variación o la constancia de éstos.

Interacción del sustrato en el equilibrio nutricional

En sí, cada sustrato, por el hecho de venir de una fuente orgánica, contiene diversos elementos nutricionales que van a estar siendo aportados al suelo del cultivo. Por esto es necesario estudiar y caracterizar cuántos de estos elementos van a estar disponibles para las plantas y de qué manera. En el aspecto químico, se debe incluir el análisis de cloruros, para que no afecten el crecimiento vegetativo.

Imágenes de los sustratos utilizados en el proyecto precursor



acícula de pino



alperujo compostado



alperujo sin compostar



capotillo de arroz



arena gruesa



aserrín de ciprés



sarmiento picado de uva



orujo de uva



escobajo picado de uva

Fuente: Proyecto precursor.

SECCIÓN 2

El proyecto precursor

► 1. El entorno económico y social

A nivel nacional, el cultivo de arándano se instaló principalmente en el sur del territorio por las características agroclimáticas favorables para la especie. La mayor parte de esta producción proviene de variedades de estacionalidad media, concentrando la oferta entre los meses de diciembre y febrero, lo que repercute en poder tener acceso sólo a los precios de ese periodo del mercado externo. Sin embargo, existen antecedentes de estudios, hechos en su mayoría por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), donde han ensayado con variedades tempranas de arándanos que pueden adaptarse a la Región de Coquimbo; para así alcanzar la ventana de comercialización, desde noviembre hasta diciembre, en Estados Unidos. Es por esta razón, económica y estacional, y por buscar una alternativa más rentable a la uva de mesa, que los agricultores de la zona y otros inversionistas han estado probando aumentar la oferta de arándanos de la región. El último Censo Agropecuario (INE 2007) informó que la superficie plantada en la IV Región era de 290 hectáreas y de ellas, 194ha fueron plantadas sólo ese año, representando en total el 2,6% de la producción nacional. Actualmente son más de 300 las hectáreas dedicadas al cultivo, pero sólo cerca del 17% de las unidades se encuentran productivas. Éstas se reparten mayoritariamente entre 1 a 5 ha. Algunas empresas de berries que se asentaron en la zona alcanzan la superficie de 10 ha, casi exclusivamente.

Se sabe que hoy en día los valores que ofrece el mercado para esos meses de demanda han ido disminuyendo, debido al gran volumen que ofrece Argentina y a producciones tardías bajo invernadero en California. Por lo que los buenos resultados económicos de este cultivo, dependen de la





disminución de los costos de producción y de los rendimientos que se puedan alcanzar. Los mayores costos a los que se enfrentan los agricultores provienen de las condiciones adversas que ofrece la región para las necesidades del arándano, principalmente con suelos pobres y alcalinos, que requieren grandes volúmenes de enmiendas y acidificantes traídos del sur. La falta de herramientas de innovación necesarias para realizar el manejo técnico adecuado correspondiente al cultivo en estas condiciones y que disminuya los costos, provoca una incertidumbre entre la mayoría de los agricultores interesados.

Lo descrito anteriormente corresponde al escenario con el que se encontraron quienes realizaron el proyecto precursor y la justificación de éste es poder contribuir a ampliar las herramientas técnicas innovadoras para desarrollar el cultivo del arándano en la zona árida, de manera más competitiva.

► 2. El proyecto

Los análisis y resultados que se presentan en este documento se desprenden de las experiencias y resultados del proyecto denominado “Selección de sustratos locales y confinamiento de raíces para potenciar la productividad de variedades híbridas de arándanos (*Vaccinium corymbosum* L. var. Misty y O’neal) en condiciones de aridez”, ejecutado entre diciembre de 2005 y mayo de 2009; realizado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias de las regiones de Atacama y Coquimbo (INIA-Intihuasi) con la colaboración del Centro de Estudios Avanzados en Zonas Áridas (CEAZA) y dos productores locales. Se realizó en varias comunas de la Región de Coquimbo, pero principalmente en Vicuña, donde se encuentra el Centro Experimental de INIA. El objetivo principal fue evaluar el manejo de sustratos locales para contribuir a resolver la problemática observada, correspondiente a la falta de conocimientos técnicos en el manejo del arándano en la zona.

El proyecto tuvo como objetivos específicos:

1. Evaluar sustratos locales, alperujo, orujo de uva, sarmiento y escobajo picado, sobre el parámetro de crecimiento vegetativo del arándano cultivado en la zona.
2. Evaluar el efecto del volumen de sustrato en maceta y en suelo bajo el parámetro de crecimiento vegetativo y reproductivo.

3. Optimizar la fertilización en función del sustrato utilizado en condiciones de campo.
4. Evaluar el manejo del agua según los sustratos utilizados, su sistema de plantación y las condiciones climáticas.
5. Prospeccionar y determinar las plagas que afectan al cultivo en la zona.
6. Evaluar económicamente las alternativas de manejo seleccionadas.

Aspectos metodológicos del proyecto

Se detalla a continuación la metodología y los resultados según objetivo, haciendo énfasis en aquellos resultados que son más relevantes para el desarrollo de este documento.

Objetivo 1. Evaluar sustratos locales y originados en zona sur sobre crecimiento vegetativo en invernadero.

Las opciones de sustrato, tradicionales y locales, escogidas por los ejecutores del proyecto precursor fueron analizadas químicamente, previa a su utilización, como parte de la selección de los materiales adecuados para utilizar. De acuerdo a estos datos, los criterios de selección fueron porosidad total sobre el 30%, pH bajo 6 y su disponibilidad¹³ (Tabla 9).

TABLA 9. **Resultados del análisis químico y físico de sustratos utilizados en el proyecto precursor**

Materiales	Porosidad (en base a volumen)	Densidad aparente g/cc	pH	C.E. dS/m	Materia orgánica %
Aserrín	15,2	0,23	4	0,6	84,7
Arena gruesa	1,1	1,83	8,2	4,5	0,2
Acícula de pino	34,8	0,23	5,5	0,8	34,4
Fibra de coco	23,8	0,17	4,6	2,7	80,3
Capotillo de arroz	74,3	0,16	6,2	5,5	68,4
Alperujo compostado	17,4	0,48	5,9	2,7	67,1
Alperujo sin compostar	22,7	0,56	6,1	7,1	59,0
Sarmiento picado	42,3	0,20	5,2	3,4	69,8
Orojo de uva	30,4	0,37	5,8	10,4	66,5
Escobajo picado	54,2	0,14	5,6	5,9	74,3

Nota: Se destacan aquellos valores considerados apropiados según el criterio de selección establecido.

Fuente: Proyecto precursor.

Ensayo en macetas

A partir de los 10 sustratos diferentes¹⁴ elegidos, se realizaron mezclas llegando a 45 combinaciones. De éstas, 4 fueron seleccionadas, en base a criterios de conductividad eléctrica, pH, porcentaje de macroporosidad, contenido de manganeso, costo y disponibilidad. Las mezclas seleccionadas como sustratos utilizados fueron: capotillo y sarmiento (1:1), alperujo y capotillo (1:2), escobajo y orujo (3:1), aserrín y sarmiento (1:3), y el testigo aserrín y suelo (2:1).

¹³ Se refiere a los sustratos que pueden ser encontrados fácilmente en la zona, debido a ser subproductos o desechos de la industria frutícola local.

¹⁴ Sustratos de la tabla 7.

Estas mezclas fueron puestas en bolsas de 10 Litros, con plantas de 2 años para ambas variedades: Misty y O’neal. Estas plantas se colocaron bajo condiciones de invernadero en el Centro Experimental de Vicuña de INIA-Intihuasi, en marzo del 2006, con objeto de favorecer el crecimiento vegetativo y generar resultados preliminares en menor tiempo. La dosis de fertilización aplicada fue en base a N, P y K según los análisis químicos, mientras que el riego fue acorde a la información proporcionada por lisímetros, pero entregada de manera uniforme por cintas de goteo.

Se evaluaron las plantas según altura, número de ramillas, volumen radicular y velocidad de crecimiento vegetativo expresado en número de brotes basales, diámetro y largo de brotes, medidos cada 21 días durante la temporada de crecimiento. También el estado nutricional, a través del análisis químico foliar y de sustrato, medido al final de la temporada.

A partir de este ensayo, en condiciones protegidas, se pudo determinar que técnicamente la mejor mezcla alternativa frente a aserrín-suelo (mezcla tradicional) fue el alperujo de olivo con capotillo de arroz para ambas variedades, en relación 1:2; no obstante, a propósito de su disponibilidad y de problemas fitosanitarios, se escogió reemplazarlo por un sustrato alternativo consistente en la mezcla escobajo y sarmiento, en relación 1:1.

A continuación se presentan también los valores obtenidos del análisis químico y físico para la mezcla de sustratos mejor evaluada y para la que finalmente se seleccionó para los ensayos, producto de su disponibilidad (Tabla 10).

TABLA 10. **Análisis químico y físico de mezclas de sustratos escogidas**

MEZCLAS		Prop (v/v)	Porosidad Total	pH	C.E. dS/m	M.O. %
Sustrato seleccionado	Alperujo compostado: Capotillo arroz	1:2	78,7	6,6	2,4	56,8
Sustrato finalmente utilizado	Escobajo picado: Sarmiento picado	1:1	77,4	6,4	3,6	67,9

Fuente: Proyecto precursor.

Ensayo de campo

Por otra parte, se realizó un ensayo en condiciones de campo sólo con la variedad Misty en macetas de 30 L, donde se evaluó las siguientes mezclas: alperujo y capotillo, perlita y suelo, fibra de coco y suelo, capotillo y sarmiento, perlita y alperujo, y capotillo y escobajo. Las tres últimas fueron las mejor evaluadas, ya que poseen materia prima local y presentan una nueva posibilidad, como alternativa a los sustratos del sur.

Objetivo 2. Evaluar efecto de volumen y sistemas de aplicación de sustratos, sobre el crecimiento vegetativo y reproductivo.

Para cada una de las dos variedades de arándanos se probaron las mezclas de sustratos aserrín-suelo y escobajo-sarmiento, en volúmenes de 20, 30 y 50 Litros, tanto en sistema de macetas, como en camellones, todo al aire libre. Tanto la fertilización como el riego fueron tratados de manera neutra intentando no generar variaciones por estos efectos, pues no eran los parámetros a medir; en todo caso el régimen de riego se aplicó según el tipo de sustrato (capacidad de retención de agua, porosidad, etc.) y la fertilización se equilibró en base a los resultados de los análisis químicos NPK.



Se midió el crecimiento aéreo a través de la curva de crecimiento de brotes anuales. Al final de cada temporada se evaluó también la altura de planta, el número de brotes nuevos y su producción. También se midió la condición de los sustratos en relación a pH y CE, y el estado nutricional de las plantas, por medio de análisis químico foliar y de sustrato.

A partir de los resultados obtenidos, el sustrato alternativo presentó una CE constante al límite del máximo tolerable para los arándanos, que preferiblemente debe ser 1,5 dS/m. En cuanto a pH, los valores son similares entre ambos sustratos, constantemente sobre 6. La variedad O'neal demostró poder producir más en camellones con sustrato escobajo-sarmiento a volúmenes de 30 y 50 L, sin embargo, sólo se obtuvo fruta de calibre medio. A diferencia de Misty, que no tuvo buenas respuestas para la misma mezcla. Asimismo, comparando diferencias de crecimiento y producción en las dos variedades, el resultado es que en macetas de 20 L se desempeñó mejor el sustrato aserrín-suelo por la mayor eficiencia en la absorción de agua y nutrientes en el volumen de exploración de raíces, a pesar de que el calibre siguió siendo deficiente. Sin embargo, es recomendable en el caso de establecer el cultivo en macetas, que éstas sean desde un comienzo superiores a 30-40 L, con el fin de dejar volumen disponible para la exploración de raíces durante los años posteriores y no encarecer las labores de operación al tener que trasplantar al segundo año de crecimiento.

Objetivo 3: Optimizar fertilización en función de sustratos utilizados en condiciones de campo.

En el proyecto precursor se realizaron finalmente siete ensayos para medir y evaluar diferentes parámetros: (1) dosis de fertilización nitrogenada en ambos cultivares, (2) fertilización con fósforo, magnesio y micronutrientes, (3) toxicidad de manganeso en cv. O'neal, (4) fertilización de pre y pos cosecha en arándanos O'neal con sustrato aserrín-suelo en macetas, (5) mitigación de manganeso, (6) aplicación de enraizantes y por último (7) aplicación de nitrógeno en sustratos alter-

nativos en cv. Misty. Para los propósitos de la valoración de los resultados de este documento, se considera pertinente hacer énfasis sólo en los que apoyen el modelo planteado y/o que presenten resultados significativamente concluyentes.

En este caso tres fueron los ensayos más relevantes, los que son tratados a continuación:

Ensayo de Fertilización (1)

El primer ensayo realizado para ambas variedades Misty y O’neal, fue establecido en camellones, utilizando los mismos 2 sustratos ocupados en el objetivo 2¹⁵ y a cuatro dosis de nitrógeno (0, 80, 160 y 320 mg N/planta).

Para todos los ensayos se monitoreó en los sustratos continuamente la humedad, macronutrientes, pH y conductividad eléctrica. En las plantas se evaluó el largo y diámetro de brotes, absorción de nutrientes y el número, peso, calibre y firmeza de los frutos.

Con los resultados, en cuanto a rendimiento, se apreció que los más altos se produjeron con la dosis 80 mgN/planta; el doble de nitrógeno sólo produjo una disminución en la producción, principalmente por el aumento de la salinidad en el sustrato, sobre 2 dS/m. Se determinó también que la fertilización nitrogenada es responsable, en un 50%, de la variación de la producción por planta, a pesar de que el sustrato local demostró producir, en general, menores rendimientos que en condiciones normales de aserrín.

Ensayo de Fertilización (2)

El segundo ensayo, hecho sólo en var. Misty, en macetas de 30 L con mezcla de aserrín y suelo, fue para estimar los efectos de la presencia o ausencia de fósforo, magnesio y micronutrientes. Se dejó la fertilización nitrogenada constante a 80 mg N/planta y las siguientes dosis de fertilización para los demás elementos (g/planta):

- Ácido fosfórico: 0.104
- Sulfato de magnesio: 0.150
- Sulfato de cobre: 0.0086
- Ferrosol 6%: 0.166
- Sulfato de zinc: 0.036

De los resultados obtenidos, se infirió que el nitrógeno es el elemento fundamental en la elongación de los brotes y que el fósforo, el magnesio y los micronutrientes no estarían influyendo mayormente. Los tratamientos con mayor incremento de brotes se lograron con la fertilización completa que incluye N+P+Mg y micronutrientes, pero también en el tratamiento que no incluyó magnesio. El tratamiento con menor incremento correspondió a aquel que se fertilizó sin micronutrientes.

Ensayo de Fertilización (7)

Este ensayo fue agregado al proyecto precursor, ya que durante el proceso de la ejecución asomaron dudas con respecto a la utilización de ciertas mezclas de sustrato frente a la fertilización. Estas mezclas habían sido descartadas en un principio, a raíz de los resultados del objetivo 1, pero se decidió incorporarlas de nuevo, con el fin de generar propuestas alternativas a los sustratos

¹⁵ Aserrín-Suelo y Escobajo-Sarmiento.

considerados previamente.¹⁶ Asimismo, se introdujo también un nuevo sustrato: compost de uva pisquera.

El objetivo de este ensayo fue optimizar la fertilización nitrogenada según los sustratos de la zona, por lo que se evaluó: compost pisquero y suelo (4:1), perlita y suelo (3:1) y alperujo y suelo (4:1). El ensayo se estableció en macetas de 21 L, con la variedad Misty y tres dosis de Nitrógeno, 0, 80 y 160 mg de N.

Según los resultados, a estas dosis de nitrógeno los compost de uva y oliva presentaron un mayor largo total de brotes, siendo la dosis de 80 mgN/planta la que permitió alcanzar el largo total adecuado. Al duplicar la dosis de N no se incrementó la longitud total de brotes. Sin embargo, al aplicar esta última dosis en perlita, recién se pudo apreciar un largo total de brotes similar a los otros dos tratamientos de sustratos. Esto se explicó, debido a que el sustrato inorgánico no aporta nitrógeno a las raíces, a diferencia del compost. Este resultado sugirió que al usar perlita se requiere aplicar más fertilizante nitrogenado.

Al margen de los ensayos expuestos, también es necesario mencionar que en aquel para la mitigación de manganeso (5), donde se evaluó los efectos de la materia orgánica, la temperatura del sustrato y la disponibilidad de potasio, no se obtuvo diferencias de concentraciones del elemento en cuestión entre los tratamientos. Sin embargo, sí se observó una relación productiva con los factores ambientales, donde las plantas que crecieron bajo malla sombreadora produjeron más que aquellas al exterior, indistintamente de las concentraciones de manganeso, así como también entraron más tardíamente en receso, acumulando más reservas y demostrando que con menos radiación, el manganeso tiene un menor efecto tóxico en las plantas.

Objetivo 4: Evaluar el manejo de agua considerando sustratos utilizados, sistema de plantación y las condiciones climáticas.

Para evaluar el manejo del riego para arándanos en esta zona árida, primero se hizo un ensayo para determinar el consumo hídrico. Éste se realizó con plantas de ambas variedades en macetas con aserrín y suelo, utilizando microlisímetros. Los datos ambientales se midieron a través de los registros de una estación meteorológica automática. Acabado este ensayo, se llevó a cabo el segundo con las mismas variedades, en camellones, pero agregando el tratamiento de escobajo, sarmiento y suelo (2:2:1). El objetivo era determinar el efecto de diferentes volúmenes de suelo mojado en camellones, utilizando una, dos y tres mangueras por hilera, con emisores 1.6 l/h separados a 0.5 m, pero con riego uniformado.



Variedad O'Neal con sustrato escobajo:sarmiento (1:1+20%Suelo) y tres líneas de riego.

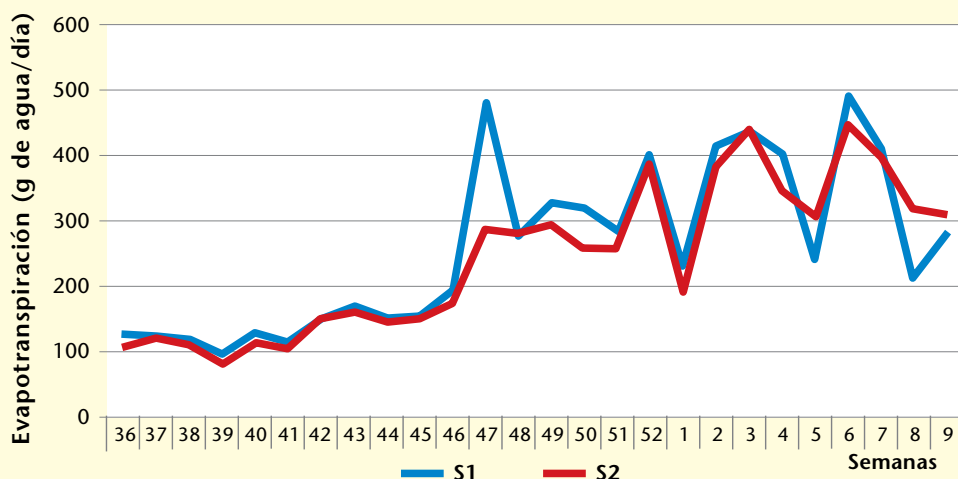
Durante el primer ensayo, se determinó el coeficiente Kc del arándano, que se obtuvo correlacionando la evapotranspiración potencial con el índice de área foliar y el consumo de agua, obtenido según las variaciones horarias de peso de la maceta. En el segundo ensayo, se midió el

¹⁶ Capotillo-alperujo según resultados de objetivo 1 y escobajo-sarmiento para efecto de los siguientes objetivos.

crecimiento de brotes, su diámetro y la productividad de cada planta para evaluar la respuesta de cada tratamiento.

De acuerdo a los resultados que se obtuvieron, se puede inferir que probablemente la frecuencia de riego sea más importante que las cantidades de agua aplicadas. Esto debido a que los sustratos orgánicos se caracterizan por poseer una alta capacidad de retención de humedad, pero una baja capacidad de liberarla, lo que obliga a riegos frecuentes. Con respecto a los parámetros fisiológicos y de crecimiento vegetativo no se observó una diferencia entre tratamientos de riego. Y en referencia al número de laterales por hilera de plantas, aparentemente una sola lateral es suficiente para humedecer la zona radicular en plantas de un año, siendo esta sola igual de eficiente en distribución que tres.

GRÁFICO 5. Curva de evapotranspiración de arándanos en Vicuña, temporada 2007-2008 en sustrato de aserrín-suelo (S1) y escobajo-sarmiento (S2)



Nota: Evapotranspiración del ensayo de determinación de consumo hídrico.
Fuente: Elaboración del documento a partir de datos del proyecto precursor.

Objetivo 5: Prospección y determinación de plagas.

Para este objetivo se visitaron distintos huertos de la Región, cada 15 días, para hacer una inspección visual y toma de muestras a 25 plantas, así como también en trampas amarillas pegajosas previamente colocadas. Con estas visitas se midió presencia y abundancia de plagas conocidas y de algunas nuevas que no se esperaba encontrar en arándanos. Entre las especies con gran presencia se encontró el pulgón del algodón *Aphis gossypii* y entre las conchuelas, la *Icerya purchasi*. También se detectó el chanchito blanco de la vid, *Pseudococcus viburni*, de gran importancia económica por ser plaga cuarentenaria.

Entre las nuevas especies de plagas detectadas aparecieron el curculiónido *Platyaspistes glaucus*, la mosquita blanca de los invernaderos *Trialeurodes vorariorum*, la chicharra grande común *Tettigades chilensis* que produce daño en brotes, el tortricido *Proeulia* sp., enrollador de hojas y el gusano blanco *Hylamorpha elegans*, que seguramente fue traído de los viveros del sur, ya que se encontró en sus últimos estadios.

TABLA 11. Plagas encontradas en huertos de arándano en la Región de Coquimbo, entre 2005 y 2007.

PLAGAS	VALLES		
	Choapa	Limarí	Elqui
Acaros			
<i>Oligonychus ilicis</i>		●	●
<i>Tetranychus urticae</i>			●
Conchuelas			
<i>Icerya purchasi</i>		●	●
<i>Coccus hesperidum</i>		●	●
<i>Saissetia oleae</i>			●
<i>Saissetia coffeae</i>	●		
<i>Ceroplastes cirripediformis</i>		●	
Escamas			
<i>Hemiberlesia rapax</i>	●		●
<i>Aspidiotus nerii</i>	●		
Chanchitos blancos			
<i>Pseudococcus viburni</i>	●	●	●
Trips			
<i>Frankliniella occidentalis</i>	●		●
<i>Frankliniella australis</i>	●		
<i>Thrips tabaco</i>	●		
Pulgones			
<i>Aphis gossypii</i>	●		●
<i>Myzus. persicae</i>		●	●
<i>Macrosiphum euphorbiae</i>			●
Langostas			
<i>Schistocerca cancellata</i>		●	
Escarabajos			
<i>Pantomorus cervinus</i>			●
<i>Hylamorphia elegans</i>			●
Cuncunillas			
<i>Trichoplusia ni</i>			●
<i>Copitarsia decolora</i>			●
Moluscos			
<i>Deroceras reticulatum</i>		●	
Aves			
<i>Turdus falklandii</i>	●	●	●
<i>Mimus thenca</i>	●	●	●
<i>Sturnella loyca</i>	●	●	●
<i>Curaeus curaeus</i>	●	●	●
<i>Molothus bonariensis</i>	●	●	●
<i>Zonotrichia capensis</i>	●	●	●

Nota: Mediciones tomadas entre diciembre 2005 y febrero 2007

Fuente: Proyecto precursor.

Objetivo 6: Evaluar económicamente las alternativas de manejo seleccionadas

Si bien a la fecha de la elaboración de este documento, este objetivo aún no había sido abordado por el proyecto precursor, los ejecutores ya habían tomado ciertas determinaciones en base a las conclusiones generadas durante el proceso. Finalmente, la evaluación económica no se realizó para las alternativas de manejo seleccionadas, como herramienta, ya que los sustratos no estaban disponibles económicamente para los usuarios, por lo que no constituyen una opción por el momento.

► 3. Los productores del proyecto hoy

Los resultados del proyecto ejecutado en conjunto por el INIA-Intihuasi y el CEAZA, permitieron establecer y aclarar, de cierta manera, algunas de las incógnitas técnicas que son recurrentes en torno a la producción de arándanos en la zona árida de la región centro-norte del país. Con respecto a los dos productores que habían facilitado sus campos para realizar en ellos algunos ensayos de mitigación de manganeso y fertilización, ninguno pudo continuar después del año del proyecto, uno por problemas financieros y el otro por reconversión de su producción a hortalizas. Por otra parte, sólo algunas plantas permanecen en el Centro Experimental del Inia en Vicuña, ya que la mayoría fue arrancada después de diciembre del 2009 (última cosecha) para evaluar otros parámetros, como peso seco.

Actualmente, los productores que están involucrados en este cultivo en la zona o que se aprontan a iniciarlo, recurren constantemente a las instalaciones del INIA-Intihuasi para solicitar directrices en cuanto a información técnica, de ahí que los avances en este proyecto y sus difusiones hayan sido de gran valor para ellos. En entrevista personal con la Ingeniera Agrónomo Angélica Salvatierra, señaló que algunas de las preocupaciones más reiterativas, y que fueron abordadas por el proyecto, se refieren a la porosidad ideal del sustrato o de la mezcla sustrato-suelo, con el fin de lograr la eficiencia en el equilibrio aire-agua, así como evitar el arrastre de las partículas más finas que provocan encostramiento en los fondos de macetas. En este aspecto, también es importante la frecuencia de riego y realizar pulsos constantes para mantener la humedad. Cada agricultor, basado en estos conceptos, va realizando pruebas de campo para determinar la mejor receta acorde a la zona climática en la que está inserto.

SECCIÓN 3

El valor del proyecto

A la luz de los resultados obtenidos por el proyecto precursor se puede establecer la potencialidad que tendría el uso de sustratos locales alternativos al tradicional aserrín en la producción de arándano en la zona centro-norte de Chile, si estos pudiesen disponerse para tal efecto. Si bien el impacto final no se puede visualizar todavía, debido a ciertos aspectos de la herramienta que aún quedan por resolver, y porque existen dificultades de disponibilidad local en la IV Región, lo más destacable del proyecto es haber liderado la búsqueda de una solución para los productores que carecen del conocimiento técnico específico en dicha zona.

De la misma manera, se destaca el espíritu innovativo con el que fue concebido el proyecto, con el fin de lograr una adaptación tecnológica del paquete que venía preconcebido desde las regiones sureñas de Chile sobre la producción del arándano. En este aspecto, el proyecto precursor logró importantes avances para mejorar las técnicas de cultivo en la zona, principalmente en cuanto a las proporciones de aserrín en la mezcla de sustrato, manejo de riego y cobertura del cultivo. Por otra parte, el proyecto obtuvo la clasificación físico-química de los sustratos orgánicos locales evaluados, una información que no había sido recabada con anterioridad por ningún organismo y que puede ser de utilidad para las mismas empresas que los producen.



Anexos

Anexo 1. Cuadros económicos y estadísticas

Anexo 2. Literatura consultada

Anexo 3. Documentación disponible y contactos

ANEXO 1. Cuadros económicos y estadísticas

CUADRO 1. Superficie de arándanos plantada en países del hemisferio sur

País	SUPERFICIE (ha)		
	2003	2007	Incremento
Argentina	1.300	3.804	2.504
Aust. / N. Z.	914	1.109	195
Uruguay	283	587	304
Sudáfrica	370	526	156
Total	5.893	16.789	10.896

Fuente: Censo Frutícola 2007 y Cámara Argentina de Productores de Arándanos y otros Berries.

CUADRO 2. Distribución de la superficie plantada de arándanos por regiones de Chile, en 2007

Región	Superficie (ha)
IV de Coquimbo	290
V de Valparaíso	292
VI de O'Higgins	929
VII del Maule	2.649
VIII del Bío-Bío	2.640
IX de La Araucanía	1.525
X de Los Lagos	889
XI de Aysén	2
Región Metropolitana	417
XIV de Los Ríos	1.130
Total país	10.763

Fuente: Censo Frutícola 2007.

CUADRO 3. Volúmenes (t) de exportaciones de arándanos chilenos, según destino, entre las temporadas 2002/03 y 2006/07

Destino	TEMPORADA				
	2002/03	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07
USA	4.615	8.219	9.263	11.905	16.606
Reino Unido	150	301	707	1.437	2.302
Holanda	113	356	711	1.097	1.698
Japón	194	336	298	268	308
México	7	8	11	20	30
Francia	16	16	21	12	29
Taiwán	3	8	12	15	19
Hong Kong	10	3	2	6	17
España	11	9	15	11	23
Italia	32	11	14	7	30
Canadá	94	32	37	38	20
Alemania	26	29	33	26	13
Los demás	26	77	34	29	55
Total	5.299	9.406	11.158	14.872	21.149

Fuente: Odepa 2007, con datos del Servicio Nacional de Aduanas.

CUADRO 4. Volúmenes (t) de arándanos frescos importaciones por EE.UU., según origen, entre 1996 y 2006

Año	ORIGEN						Total
	Canadá	Chile	Argentina	N. Zelanda	México	Resto del Mundo	
1996	6.603	529	-	164	4	-	7.301
1997	5.630	578	-	114	4	1	6.327
1998	5.110	1.141	42	100	5	1	6.398
1999	6.010	1.262	71	75	17	-	7.434
2000	8.771	2.782	183	103	1	14	11.853
2001	9.614	3.631	252	106	1	1	13.605
2002	9.352	5.287	359	97	-	3	15.097
2003	10.416	4.671	537	139	11	4	15.778
2004	12.121	8.354	1.108	118	-	27	21.728
2005	10.923	9.424	1.824	140	11	27	22.348
2006	10.725	12.533	4.074	184	25	33	27.574

Fuente: USDA con datos de comercio del US Department of Commerce US Census Bureau.

CUADRO 5. Volúmenes (t) de arándanos exportados por Chile, según mes, 2001 a 2006

Año	MES								
	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Oct	Nov	Dic	Total
2001	1567	842	726	385	19	1	77	805	4423
2002	2107	1960	972	369	3	4	253	690	6356
2003	1776	1323	938	302	12	49	366	1643	6409
2004	2665	2603	1689	341	50	22	414	2321	10105
2005	3173	2857	1866	465	39	21	444	3073	11938
2006	4047	3815	2685	636	140	82	641	3371	15416

Fuente: Odepa 2007.

CUADRO 6. Precio FOT promedio (US\$/caja, 1,5 kg equivalente) de las exportaciones de arándanos al mercado de EE.UU. entre las temporadas 2003/04 a 2008/09

Mes	TEMPORADAS							
	Semana	03-04	04-05	05-06	06-07	07-08	08-09	Promedio
octubre	oct							
	43							
	44	27		42	17,5			28,8
noviembre	nov	27		38	17			27,3
	46	27		24	16		11,0	19,5
	47	23	29	17	16	9,6	9,3	17,3
diciembre	48	18,5	21	17	16	12,4	10,5	15,9
	dic	18,5	18	17	17	10,6	10,4	15,3
	50	17	15,5	17	21	11,2	8,4	15,0
enero	51	16	17	18	17	12,5	10,3	15,1
	52	15	17	17	20	11,3	8,9	14,9
	ene	13,5	15	14,5	17	10,2	8,5	13,1
febrero	2	13,5	15	11	15	11,7	8,2	12,4
	3	12	15	11	15	10,7	8,4	12,0
	4	12	15	11	12	10,9	7,6	11,4
marzo	feb		13	11	12	10,1	7,5	10,7
	6		13	14	12	9,2	8,1	11,2
	7		13	17	14	10,1	6,3	12,1
abril	8	15	13	18	13	9,0	6,1	12,4
	mar	14	13	18	13	34,5	6,0	16,4
	10	14	13	19	13	9,9	7,9	12,8
mayo	11	15	17	24	17	8,5	8,4	15,0
	12	17,5	20	25	18	10,4	9,2	16,7
	13	19	27	29	18	8,1	9,2	18,4
junio	abr	22	31	29	17	9,5	11,8	20,0
	15	22	35	26	17	10,6	10,8	20,2
	16	23,5	35			13,8	5,5	19,5
Promedio		18,3	19,1	20,2	15,9	11,6	8,6	16,1

Nota: En base a llegada vía marítima para ambas costas

Fuente: Servicio Nacional de Aduanas 2009.

CUADRO 7. Precio promedio de retorno a productor (US\$/kg), de exportaciones de arándanos a EE.UU., temporada 2003/04 a 2008/09

Precio promedio de venta/ retorno	Oct.	Noviembre				Diciembre				Enero			
		44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3
Semana	44	45	46	47	48	49	50	51	52	1	2	3	4
Precio FOT (US\$/caja 1,5kg)	28,83	27,33	19,51	17,32	15,91	15,25	15,02	15,15	14,86	13,11	12,42	12,00	11,42
Comisión													
Importador 8%	2,31	2,19	1,56	1,39	1,27	1,22	1,20	1,21	1,19	1,05	0,99	0,96	0,91
Costos en puerto destino	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Flete	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
Total Costos en Destino	4,43	4,31	3,68	3,51	3,39	3,34	3,32	3,33	3,31	3,17	3,11	3,08	3,03
Precio FOB	24,41	23,03	15,83	13,82	12,51	11,91	11,70	11,81	11,55	9,94	9,30	8,92	8,39
Comisión													
Exportador 8%	1,95	1,84	1,27	1,11	1,00	0,95	0,94	0,95	0,92	0,80	0,74	0,71	0,67
Packing (materiales y servicios)	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17
Total Costos en Origen	5,12	5,01	4,44	4,28	4,17	4,12	4,11	4,12	4,09	3,97	3,91	3,88	3,84
Retorno a productor por caja 1,5 k	19,28	18,01	11,39	9,54	8,34	7,79	7,59	7,70	7,46	5,98	5,39	5,04	4,55
Retorno a productor por kilo 1,5	12,9	12,0	7,6	6,4	5,6	5,2	5,1	5,1	5,0	4,0	3,6	3,4	3,0

Precio promedio de venta/ retorno	Febrero				Marzo				Abril			
	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Semana	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Precio FOT (US\$/caja 1,5kg)	10,71	11,25	12,09	12,35	16,41	12,80	14,98	16,69	18,39	20,04	20,24	19,46
Comisión												
Importador 8%	0,86	0,90	0,97	0,99	1,31	1,02	1,20	1,34	1,47	1,60	1,62	1,56
Costos en puerto destino	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03	1,03
Flete	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09	1,09
Total Costos en Destino	2,98	3,02	3,09	3,11	3,43	3,14	3,32	3,46	3,59	3,72	3,74	3,68
Precio FOB	7,73	8,23	9,00	9,25	12,97	9,66	11,66	13,24	14,80	16,32	16,50	15,78
Comisión												
Exportador 8%	0,62	0,66	0,72	0,74	1,04	0,77	0,93	1,06	1,18	1,31	1,32	1,26
Packing (materiales y servicios)	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17	3,17
Total Costos en Origen	3,79	3,83	3,89	3,91	4,21	3,94	4,10	4,23	4,35	4,48	4,49	4,43
Retorno a productor por caja 1,5 k	3,94	4,40	5,11	5,34	8,77	5,72	7,56	9,01	10,45	11,85	12,01	11,35
Retorno a productor por kilo 1,5	2,6	2,9	3,4	3,6	5,8	3,8	5,0	6,0	7,0	7,9	8,0	7,6

Nota: Vía marítima para ambas costas

Fuente: Servicio Nacional de Aduanas y elaboración propia.

CUADRO 8. Volúmenes (ton) de arándanos exportados al mercado de EE.UU. y precios US\$/kg FOB, temporadas 2003/04 a 2008/09

Volumen exportado a USA vía marítima						
Temporada	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09
Volumen (ton)	8.219	9.263	11.905	16.606	16.679	27.687
Precios US\$/Kg	9,8	10,3	11,0	8,3	6,5	3,9

Fuente: Servicio Nacional de Aduanas 2009 y elaboración propia.

CUADRO 9. Disponibilidad y consumo de arándanos en USA entre 2000 y 2008

Año	Producción	Importaciones	Total suministro	Exportaciones	Consumo		
					Total	Per capita	
Miles de toneladas						Gramos	
2000	36,1	16,6	52,7	19,5	33,2	117,5	
2001	40,3	22,4	62,7	18,4	44,3	155,2	
2002	45,8	21,1	66,9	15,9	51,0	176,8	
2003	47,2	23,2	70,5	19,9	50,6	173,7	
2004	56,7	28,9	85,6	15,2	70,4	239,5	
2005	56,1	26,4	82,4	22,6	59,8	201,9	
2006	66,9	32,7	99,5	23,0	76,5	255,8	
2007	68,2	35,1	103,4	23,0	80,4	266,2	
2008	88,2	48,3	136,5	28,9	107,6	373,7	

Fuente: USDA, Economic Research Service y elaboración propia.

CUADRO 10. Registro de evapotranspiración en arándanos en Vicuña en tratamientos de sustrato aserrín-suelo (S1) y escobajo-sarmiento (S2), durante la temporada 2007/08

Evapotranspiración temporada 2007/08		
Semanas	S1 (g de agua/día)	S2 (g de agua/día)
36	123	106
37	121	118
38	115	109
39	92	78
40	129	112
41	113	99
42	147	147
43	168	160
44	146	144
45	152	148
46	190	170
47	471	283
48	271	278
49	322	294
50	316	254
51	282	252
52	399	388
1	227	185
2	412	372
3	432	436
4	403	349
5	241	300
6	489	448
7	413	399
8	210	318
9	276	309

Notas: Mediciones con lisímetro en el Centro Experimental de INIA, IV Región. Semana 36 corresponde a la primera semana de septiembre y la semana 9 a la primera de marzo. Fuente: proyecto precursor.

ANEXO 2. **Literatura consultada**

Ayers, R.S., y D.W. Westcot. La calidad del agua en la agricultura. Estudio FAO Riego y Drenaje N° 29. Roma, Italia.

Buzeta, A. 1997. Chile: Berries para el 2000. Fundación Chile, Santiago, Chile. 133 p.

Holzapfel, E., 2005. Riego en Arándano. En: Cultivo del Arándano. Seminario Internacional. La Serena, Chile 13 de Abril, 2005. Organizó el Centro de Berries de la Universidad de Concepción.

FIA, 2009. Resultados y Lecciones en Cultivo de Arándanos en IV Región, Serie Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario, Volumen 19, Fundación para la Innovación Agraria, Ministerio de Agricultura, Chile.

Se consultaron además los siguientes sitios web:

Carlos Godoy, Ing. Agrónomo y Técnico en fruticultura de la FCA Balcarce de Buenos Aires, Argentina. "El Arándano", de abril del 2002. Disponible en:
<http://www.inta.gov.ar/balcarce/info/documentos/agric/frutic/elarandano.htm>
Leído el 10 de diciembre del 2009.

Eduardo Montenegro, Ing. Agrónomo y Asesor en Berries. "Manejo productivo y tendencias de mercado (frambuesas, moras y arándanos)". Disponible en:
http://www.fedefruta.cl/talleres_ohiggins.php
Leído el 14 de diciembre del 2009.

Fedefruta, Taller General nodo O'Higgins, "Requerimientos para el cultivo de arándanos". Disponible en: <http://www.fedefruta.cl/Talleres%20Ohiggins/berries/Seminario%20general%20de%20berries2.pdf>
Leído el 11 de diciembre del 2009.

Gabriel Ormeño, Presidente Comité de Arándanos. "Análisis temporada 2008/09 del arándano". Disponible en: <http://www.fedefruta.cl/regionales2009/LosAngeles/charlas/Ormeno.pdf>
Leído el 14 de diciembre del 2009.

María Victoria Núñez, Coordinadora departamento de Estudios Decofrut, "Resultados y Análisis de la temporada de arándanos, cereza y manzana chilena 2008-09 Visión del sistema de inteligencia de mercado Simfruit". Disponible en:
<http://www.fedefruta.cl/regionales2009/LosAngeles/charlas/Nunez.pdf>
Leído el 10 de diciembre del 2009.

Raúl Dastres, vice presidente del Comité de Arándanos y relator de Fruittrade 2008. Disponible en:
<http://www.fedefruta.cl/convencion/programa.html>
Leído el 10 de diciembre del 2009.

USDA, Economic Research Service, US Blueberry Industry. Disponible en: [http://US\\$a.mannlib.cornell.edu/MannUS\\$a/viewDocumentInfo.do?documentID=1765](http://US$a.mannlib.cornell.edu/MannUS$a/viewDocumentInfo.do?documentID=1765)
Leído el 5 de enero del 2010.

USDA, Economic Research Service, Fruit and Tree Nuts Outlook del 24 noviembre 2009. Disponible en: [http://www.ers.US\\$a.gov/Publications/FTS/2009/11Nov/FTS340.pdf](http://www.ers.US$a.gov/Publications/FTS/2009/11Nov/FTS340.pdf)
Leído el 9 de diciembre del 2009.

Además se utilizó información de los siguientes sitios:

www.odepa.cl

www.aduana.clwww.censoagropecuario.cl www.chilepotenciaalimentaria.cl

Se entrevistó también a:

Angélica Salvatierra, Ingeniero Agrónomo, Ph. D. Tsukuba University, Japón, 1999. Investigador frutales menores, arándanos, cerezos y porta injertos. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Sede Inia-Intihuasi de las regiones de Atacama y Coquimbo, Colina San Joaquín s/n, La Serena, Chile. Fono: (56-51) 223290. Email: asalvatierra@inia.cl

ANEXO 3. **Documentación disponible y contactos**

El presente documento, su ficha correspondiente y los informes finales del proyecto precursor se encuentran disponibles como PDF, en el sitio Web de FIA “Experiencias de Innovación para el Emprendimiento Agrario” (<<http://experiencias.innovacionagraria.cl>>), al cual también puede ingresar desde la página de inicio del sitio Web institucional, desde la opción “Experiencias de Innovación de FIA” (<www.fia.gob.cl>).

Contacto: fia@fia.cl