



Resultados y Lecciones en **Potencial Económico del Copao (*Eulychnia acida* Phil)**

Proyecto de Innovación en
Región de Coquimbo





Resultados y Lecciones en **Potencial Productivo y Económico del Copao (*Eulychnia acida* Phil)**



Proyecto de Innovación en
Región de Coquimbo

Valorización a agosto de 2009



Agradecimientos

En la realización de este trabajo, agradecemos sinceramente la colaboración de los productores, técnicos y profesionales vinculados al proyecto. En especial a la Ingeniero Agrónomo María Angélica Salvatierra G., Investigadora de INIA y a Tomás García Huidobro, profesional de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA).

Resultados y Lecciones en

Potencial Productivo y Económico del Copao (*Eulychnia acida* Phil)

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° 209.813

ISBN N° 978-956-328-112-5

ELABORACIÓN TÉCNICA DEL DOCUMENTO

Rodrigo Cruzat G. y Gina Morales P. - AQUAVITA Consultores

REVISIÓN DEL DOCUMENTO Y APORTES TÉCNICOS

M. Francisca Fresno R. - Fundación para la Innovación Agraria (FIA)

EDICIÓN DE TEXTOS

Norberto Parra H.

DISEÑO GRÁFICO

Guillermo Feuerhake

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. Breve descripción de la especie	7
3. Interés por el copao	8
4. Objetivo del documento	9
5. Bases y experiencias para llegar a un potencial plan de negocios	9
5.1 Mercado del copao	9
5.2 Experiencias de comercialización del copao	11
5.3 Acercamiento a la valorización	13
6. Alcances y desafíos de la experiencia hacia un modelo de negocios	18
7. Claves de la viabilidad de la innovación	19
8. Asuntos por resolver	20

Sección 2. El proyecto precursor	23
1. El entorno económico y social	23
2. El proyecto	24
2.1 Metodología y resultados	25

Sección 3. El valor del proyecto	49
---	-----------

ANEXOS	
1. Cuadros económicos	53
3. Literatura consultada	57
4. Documentación disponible y contactos	58



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 “Valorización del recurso genético nativo: Potencial productivo y económico-comercial de *Eulychnia acida* Phil (copao), cactácea de la IV Región”, financiado por la Fundación para la Innovación Agraria (FIA).

Se espera que esta información que se ha sistematizado en este “documento de aprendizaje”,¹ aporte a los interesados elementos que les permitan adoptar decisiones para continuar con la investigación y desarrollo del cultivo de copaos en Chile.

► 1. Antecedentes

El copao, (*Eulychnia acida* Phil) corresponde a una cactácea columnar nativa de la IV Región de Coquimbo, considerada fuera de peligro (Hoffmann, 1989). Esta especie, se distribuye naturalmente a través de toda la región y sus frutos, recolectados de manera silvestre, de apariencia característica y de sabor ácido, se reconocen como típicos del valle de Elqui. Son consumidos en la época estival, especialmente por turistas, quienes los consideran un fruto exótico.

El interés de trabajar con esta especie surge de la necesidad de buscar nuevas alternativas productivas para los agricultores de pequeño tamaño de la IV Región (principalmente comunidades agrícolas), especies que se adapten a las condiciones edafoclimáticas de la zona, a la capacidad financiera y de gestión de los agricultores y a las bajas condiciones hídricas de la zona.

La experiencia local de consumo de copaos, (aún limitada) y su amplia dispersión a través de la región, permitió pensar en esta especie como una alternativa que cumpliera con las consideracio-



¹ “Documento de aprendizaje”: Este documento consigna los desafíos pendientes por abordar, y/o las limitantes que quedan por superar para el desarrollo del cultivo.

nes planteadas. De esta manera, el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA-Intihuasi, por medio del financiamiento de FIA, desarrolló un proyecto denominado “Valorización del recurso genético nativo: Potencial productivo, económico y comercial de *Eulychnia acida* Phil, cactácea de la IV Región de Chile”, entre diciembre de 2005 y marzo de 2007. Para efectos de este documento se constituye en un “proyecto precursor”.²

El proyecto precursor, tenía como objetivo general valorizar el potencial productivo, económico y comercial del recurso genético nativo; a partir de la caracterización y sistematización de información botánica y productiva de frutos de *Eulychnia acida* Phil (copao).

En tanto que sus objetivos específicos fueron:

- Levantar información sobre aspectos botánicos, productivos y de estado de conservación de poblaciones naturales de *Eulychnia acida* Phil (copao).
- Definir perfil bromatológico de los frutos y sus componentes (cáscara y pulpa).
- Evaluar la evolución de la madurez y calidad de los frutos, a través de parámetros fisiológicos y físico-químicos, respectivamente, a la cosecha y postcosecha.
- Prospeccionar y determinar presencia de insectos beneficiarios o perjudiciales (posibles plagas) presentes en el cultivo.
- Estudiar factibilidad económica comercial de la explotación productiva de la especie.
- Sensibilizar a la comunidad sobre el valor de un recurso genético nativo y su potencial.

Los resultados del proyecto generaron una gran cantidad de información acerca de la especie y alcanzaron satisfactoriamente los objetivos planteados. No obstante, aún están pendientes algunas validaciones técnicas y comerciales que permitan configurar una oportunidad de negocio probada que sea replicable por los agricultores.

El objetivo de este documento es recoger aquellas experiencias que se generaron en el contexto del proyecto, analizarlas a la luz de las opciones comerciales de la zona y entregar algunas pautas que permitan seguir perfilando el desarrollo de esta especie como alternativa económica viable para los productores de la región.



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 el plan de negocios aprendido que se da a conocer en el presente documento. Los antecedentes del proyecto precursor se detallan en la Sección 2 de este documento.

► 2. Breve descripción de la especie

Los cactus han sido descritos como nativos de Norte América, América del Sur y del oeste de India. México se considera como el centro de distribución del continente, siendo uno de los lugares con mayor densidad y diversidad de especies.

Dentro de la familia de las cactáceas se ha descrito 122 géneros con 1.600 a 2.000 especies. En Chile, las cactáceas son unas de las familias más ricas en endemismo y se encuentran en el país 145 de las 1.600 variedades descritas y clasificadas hasta 1.989.

En países de América Latina, alrededor de 20 especies de cactus son consumidas por el ser humano en diversas formas: como fruta fresca, procesada o utilizando otras partes de la planta.



En México, alrededor de 10 especies se utilizan industrialmente para la producción de bebidas alcohólicas; además del nopal (tuna) para consumo fresco (fruta y nopalitos). Otra de las más cultivadas es el “agave”, de cuyo proceso se obtiene el tequila.

La especie *Eulychnia*, a la cual pertenece el copao se encuentra distribuida en una gran extensión de la cordillera andina de Ecuador, Bolivia, Perú y el Norte de Chile; encontrándose en diversas variedades. La especie *Eulychnia acida* Phil (copao) es endémica de la región de Coquimbo (29°-32° S) Chile. Aunque se describen registros menores en Huasco y Aconcagua.

La *Eulychnia acida* Phil se caracteriza por ser un arbusto de 1,5 a 4 mts. de altura, muy ramificado. Presenta entre 10 a 16 costillas, anchas y bajas, espinas robustas, 10 a 16 en el margen de las areolas, 1 ó 2 centrales de 10 a 20 cms. de largo.

Las flores se ubican cerca del ápice de las ramas, de 5 a 7 cms. de longitud, acampanadas, con tépalos blancos y con línea central rosada.

El fruto es esférico, jugoso y lleno de innumerables semillas negras, muy pequeñas. Su sabor ácido característico le da el nombre a la especie.

Los cactus en general y por tanto, el copao, se caracterizan por desarrollar raíces superficiales, ventajosas para la absorción de agua. Tienen un metabolismo denominado CAM (Metabolismo Ácido de las Crasuláceas, por sus siglas en inglés) Permite captar CO₂ por la noche (evitando la apertura estomática de día cuando la demanda evapotranspirativa, es mayor), minimizando la pérdida de humedad. Esta característica es la que permite a este grupo de especies sobrevivir en condiciones de escasez hídrica.

Es importante señalar, que si bien las cactáceas pueden tolerar bajas condiciones de humedad, su cultivo a escala comercial exige disponer de un régimen mínimo de riego que permita alcanzar la productividad que requieren las inversiones.

► 3. Interés por el copao

Los estudios y la experiencia recogida en la zona indican que el copao podría despertar interés como cultivo para fruta fresca o procesada (jugos, licores, pastelería, etc.); en condiciones de baja disponibilidad de agua, adaptándose a un esquema de pequeña agricultura. La cultura local atribuye a esta especie propiedades benéficas para la salud, a propósito de su alto nivel de acidez. No obstante, estas consideraciones no han sido científicamente demostradas.



Si bien, en la actualidad existe una explotación mínima de la especie en un sistema de recolección silvestre y venta local estacional; los estudios y las experiencias recogidas del proyecto precursor indican que, para considerar al copao como una alternativa de cultivo comercial hay varios asuntos por resolver. Estos son indicados y analizados en este documento. Por lo pronto, la recolección artesanal; la misma que se practica hoy en día, seguirá siendo la manera tradicional de disfrutar del copao.

En atención a todo lo anteriormente expuesto, parece fundamental sistematizar la información y lecciones aprendidas en el proyecto precursor financiado por FIA, de cara a los importantes desafíos que plantea el establecimiento del cultivo del copao.



► 4. Objetivo del documento

Los resultados técnicos del proyecto y la escasa información comercial disponible para este producto, sugieren como improcedente plantear un negocio propiamente tal. Por lo menos en la etapa actual del desarrollo de la especie.

Este documento se propone extraer y sistematizar, a partir de las experiencias y lecciones aprendidas en el proyecto ejecutado (“proyecto precursor”) los elementos productivos y comerciales que serían claves para el desarrollo del copao como una opción real y sostenible de inversión.

► 5. Bases y experiencias para llegar a un potencial plan de negocios

5.1. Mercado del copao

El copao (*Eulychnia acida* Phil), cactácea endémica de la IV Región de Chile, produce un fruto silvestre, el copao, que se comercializa informalmente en los sitios turísticos del valle de Elqui. Siendo éste considerado como un fruto exótico por los turistas.

En la IV Región de Coquimbo se han realizado prospecciones que indican que la distribución de la especie se ubicaría en una extensión aproximada de 430.000 ha., de las cuales cerca de 32 mil ha. estarían en condiciones explotables (zona de recolección).

Lo que podría suponer una extracción estimada de un poco más de 7.500 ton. de fruta fresca, en el periodo estival comprendido entre diciembre y marzo, concentrándose entre enero y febrero. (información recogida del proyecto precursor basada en Sistemas de Información Geográfica).

La especie, también, es utilizada para la elaboración artesanal de jugos, copao sour, helados y pasteles tipo pie. Además, se usa para fines distintos al de la fruta. Del tronco se elabora el “palo



de agua”, ampliamente conocido en la zona como un “artículo musical artesanal”. Otro uso frecuente de la planta es utilizarla como cerco vivo en pequeñas explotaciones, a propósito de su resistencia a sequías, hábito de crecimiento erecto y espinas prominentes.

Si bien, la disponibilidad de frutos de copao es permanente, ésta aumenta en la medida que se registran precipitaciones en la zona. El fruto está disponible para la venta desde fines de noviembre hasta marzo, o incluso hasta algunos días de abril, registrándose el peak de ventas entre la segunda quincena de enero y la primera quincena de febrero.

En la región, existe una tradición en la venta de copao de aproximadamente tres décadas. En términos generales, las personas que se dedican a esta actividad se han concentrado en la comuna de Vicuña. Específicamente en torno al

embalse Puclaro. Inicialmente la venta se realizaba a orillas de la carretera, pero a partir del fin de la construcción del embalse (1999) se habilitó un pequeño pueblo artesanal donde actualmente se comercializa el copao de manera estable durante la temporada de verano. Este punto de venta se ha convertido en el de mayor movimiento a nivel local.

Los niveles de venta, en este punto de distribución, fluctúan entre las 200 a 300 unidades diarias. Los precios pueden variar, sin embargo, \$200 la unidad es un valor convenido para tasar este fruto. Debido a la concentración de la oferta, en un punto de ventas común, a menudo los precios son establecidos en conjunto por el grupo de personas que se dedican a esta actividad. La forma de consumo más popular para este fruto es comerlo en el mismo lugar, como fruta fresca y con azúcar. La venta de la fruta es además estimulada atribuyéndole propiedades de tipo cosmético y medicinales.

Con respecto al abastecimiento de materia prima (frutos del copao), éste proviene de la recolección directa de los “comercializadores” desde los cerros cercanos al sector del embalse Puclaro (sector de Gualiguaica). En algunos casos, dependiendo de la demanda, se contrata los servicios de temporeros. En este esquema de recolección silvestre los principales costos asociados a la actividad son: la recolección, el transporte (sitios de recogida al punto de venta) y los permisos y patentes municipales.

Como es posible advertir, la situación actual del negocio del copao es de carácter estacional, sustentada en la recolección silvestre y la venta artesanal. La experiencia que se tiene en el desarrollo de otras especies frutales indica que esta modalidad de explotación y comercialización es acotada y no constituye, en sí, un modelo de largo alcance. Es por esto, que el proyecto precursor intentó abordar y avanzar en las claves de la domesticación de la especie.



5.2. Experiencias de comercialización del copao

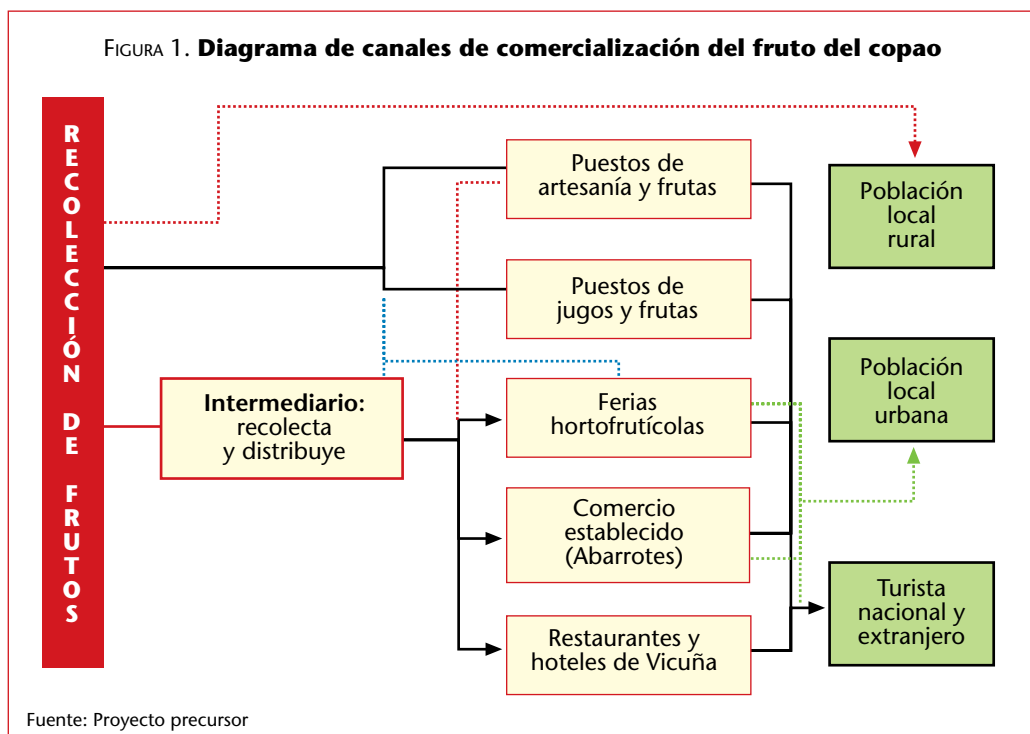
A partir de los trabajos e información recopilada por el proyecto precursor, se ha podido acceder a la mayor información disponible respecto de la comercialización de esta especie. En este sentido, el proyecto genera información que resulta relevante de consignar en esta parte del documento:

- Descripción de la cadena de comercialización actual del copao.
- El levantamiento de la experiencia comercial de un pequeño empresario de puestos de ventas a turistas.
- Un modelo simulado de la rentabilidad del cultivo bajo supuestos, generados a partir de las observaciones in situ.

a) Descripción de la cadena de comercialización actual del copao

Al analizar el proceso de comercialización, se establece que gran parte de las personas relacionadas al negocio de copaos desarrollan la actividad de recolección y venta directa del fruto, y en algunos casos se compra a terceros.

De esta manera, se establece que en términos generales existe una integración de la cadena que comprende la recolección y venta por parte del mismo comerciante (Figura 1). Por lo tanto, los actores que participan en el negocio de los frutos del copao corresponden en su gran mayoría a microempresarios que manejan bajos volúmenes de venta. Comprendiendo además negocios de carácter familiar y relativamente formalizados en términos legales y tributarios.



Gran parte de las personas o familias dedicadas a la venta de frutos del copao en puestos de venta establecidos como temporales, se abastece directamente de fruta recolectada en lugares del radio de las localidades de Diaguítas, Vicuña, Gualliguaica, Quebrada de Talca, entre otros. De manera eventual, a través de intermediarios. A nivel de negocio establecido se reporta que éstos adquieren su fruta a través de intermediarios.

b) El levantamiento de la experiencia comercial de un pequeño empresario de puestos de venta a turistas

A fin de presentar con un mayor nivel de detalle la experiencia comercial actual del copao, (recolección) el proyecto precursor hizo un levantamiento del caso de un comercializador³ de la fruta establecido en el embalse Puclaro, comuna de Vicuña.

Para la estructuración del flujo de ingresos del entrevistado, este fue consultado sobre su actividad principal, la que definió como artesano y comerciante. El entrevistado posee dos puntos de venta con características de comercio para artesanías: uno en el Embalse Puclaro que funciona durante todo el año y el segundo, en la feria de artesanías de la Plaza de Vicuña, que opera de manera esporádica, principalmente en los meses de verano, vacaciones de invierno, septiembre y fechas especiales.

Las principales líneas de productos que se comercializan en ambos locales y sus respectivos precios promedio, las define el entrevistado según el cuadro presentado a continuación:

CUADRO 1. Principales líneas de producto y precios (\$/unidad), temporada 2005-2006	
Líneas de Producto	Precio Promedio (\$/unidad)
Frutos de copao	150
Cactus	1.000
Palos de agua	1.500
Souvenirs	1.000
Frutos secos	1.000
Jabones /Leche de cabra	1.000

El entrevistado confirma que la venta de frutos de copaos se concentra en el periodo de verano. En cuanto a las demás líneas de productos se observa una tendencia estable a lo largo del año, a excepción de los frutos secos cuya temporada va desde marzo a octubre.

CUADRO 2. Niveles de venta promedio mensuales (unidades), según línea de producto													
Línea de Producto	Ener	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total Anual
Frutos de copao	14.400	14.400	1.200	600	300	-	-	-	-	-	600	9.000	40.500
Cactus	400	400	20	20	20	20	20	20	20	20	20	20	1.000
Palos de agua	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	10	120
Souvenirs	300	300	60	60	60	60	60	60	60	60	60	300	1.440
Frutos secos	-	-	150	300	300	300	300	300	300	150	-	-	2.100
Jabones	200	200	120	120	120	120	120	120	120	120	120	200	1.680

³ Sr. Víctor Véliz, entrevista personal en el proyecto precursor.

En el cuadro 3 queda de manifiesto que además de representar los mayores volúmenes de venta en términos de unidades, el copao a su vez genera casi el 50% de los ingresos del negocio.

CUADRO 3. Ingresos promedios mensuales (M\$) y participación de la venta de copaos													
Línea de Producto	Ener	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total Anual
Total Ventas	3.075	3.075	545	605	560	515	515	515	515	365	305	1.885	12.475
Ingresos frutos de copao	2.160	2.160	180	90	45	-	-	-	-	-	90	1.350	6.075
% Participación copao	70,2	70,2	33,0	14,9	8,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	29,5	71,6	48,7

En el cuadro 4 se presenta un resumen de egresos operacionales totales según líneas de producto.

CUADRO 4. Egresos promedio mensuales (M\$), según línea de producto													
Línea de Producto	Ener	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total Anual
Total Egreso	1.036,6	1.036,3	230,7	281,6	269,5	257,5	257,6	257,7	257,8	182,5	131,6	629,3	4.828,7
Frutos de copao	578,8	578,8	48,3	-	-	-	-	-	-	-	24,2	361,9	1.592,0
% Participación copao	56	56	21	0	0	0	0	0	0	0	18	58	33

A continuación, se presenta el resultado del negocio descontando los gastos generales de administración y comercialización.

CUADRO 5. Flujo de caja del negocio (M\$/mes)													
Línea de Producto	Ener	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic	Total Anual
Margen Bruto	2.038,4	2.038,7	314,3	323,4	290,5	257,5	257,4	257,3	257,2	182,5	173,4	1.255,7	7.646,3
Gastos Generales	696,0	696,0	246,0	246,0	246,0	246,0	246,0	246,0	246,0	246,0	246,0	696,0	4.302,0
Flujo de Caja	1.342,4	1.342,7	68,3	77,4	44,5	11,5	11,4	11,3	11,2	-63,5	-72,6	559,7	3.344,3

Para el caso de estudio el negocio tiene una rentabilidad satisfactoria en los meses de diciembre, enero y febrero. Durante los meses de temporada baja, las utilidades escasamente permiten cubrir los costos fijos. La operación del negocio en los meses de temporada alta y la venta de copaos particularmente, subsidia la operación del negocio durante el resto del año.

5.3. Acercamiento a la valorización

En la actualidad no existen plantaciones comerciales de copaos, sino que una venta estacional y local, basada en la recolección silvestre.

Uno de los objetivos del proyecto fue identificar los antecedentes productivos (técnicos) y comerciales que permitieran proyectar el desarrollo de esta especie como una alternativa de cultivo para la región.

A partir de los antecedentes recogidos en las observaciones de las poblaciones naturales se estimó una curva potencial de producción para la especie, como primer insumo para ilustrar este escenario productivo.

En el cuadro siguiente se presentan los resultados de producción recogidos de las observaciones de poblaciones naturales en el proyecto:

CUADRO 6. **Antecedentes productivos en poblaciones naturales de copao**

Localidad	Nº frutos/ tallo	Bº tallos productivos	Peso frutos (g)	Kg / individuo	Unidades/ Kg	Unidades/ planta
Gualiguaica	3,40	12,60	142,30	6,09	7	43
Quebrada Honda	1,90	9,90	169,50	3,18	6	19
La Coipa	5,40	21,00	90,90	10,30	11	113
Promedio	3,57	14,50	134,23	6,52	8	58

Con estos antecedentes, se estimó el inicio de producción a partir del año tres, con un incremento anual de un 5%, hasta que se establezca la producción al octavo año. En los dos primeros años podría haber producción de frutos, sin embargo, no se consideró suficiente como volumen comercial. Con este antecedente y un supuesto base de colocar 833 plantas/ha (símil a la situación tradicional de los tunales), se calculó una curva de producción que se puede observar en el cuadro a continuación:

CUADRO 7. **Estimación de la curva de producción para un huerto de copaos de 833 plantas/ha**

Año	Unidades/ha	Kilos/ha
1	-	-
2	-	-
3	33.768	4.533
4	35.456	4.759
5	37.229	4.997
6	30.090	5.247
7	41.045	5.510
8	43.097	5.785
9	43.097	5.785
10	43.097	5.785

El modelo simulado plantea que se utilicen tallos de plantas de copaos de 0,7 m a 1,0 m de altura. A propósito que las observaciones indican que a partir de los 2 metros de altura las plantas de copaos comienzan a ser productivas. La distribución de las plantas dentro de la superficie del huerto, que permita el espaciamiento correcto para el crecimiento, se estima en 4 x 3 metros.

En cuanto a otros requerimientos técnicos, se estimó necesario en este ejercicio incorporar riego por goteo para asegurar la pluviometría necesaria en periodos de escasez y un cercado perimetral para evitar el daño por animales (específicamente ganado caprino propio del entorno del estudio).

Basado en datos anexos de cultivos relacionados, el proyecto se basó en una estructura de costos similar a una plantación de tunas para poner en valor la explotación comercial de copaos. Para efectos de este documento, se actualizaron valores y uniformaron costos (mano de obra, costo jornada de maquinaria, etc.) para comparar en el futuro cercano la producción de copaos con otras alternativas. Como antecedente se debe indicar que el costo de mano de obra se consideró a un valor de \$ 8.740/JH (impuestos incluidos), lo que equivale a un valor líquido diario de \$ 7.000/JH. Con todo, las inversiones necesarias para el establecimiento de una hectárea de copaos en la simulación del ejercicio alcanzan los 4,6 millones de pesos (el detalle de las inversiones se adjuntan en los anexos). La inversión incluye la construcción de un pequeño tranque acumulador de agua.

CUADRO 8. Inversiones realizadas en un huerto de copaos (\$/ha)	
ITEM	\$/ha
Plantación	550.620
Materiales de Plantación	547.965
Sistema de riego	2.994.427
Cercado de terreno	550.000
TOTAL	4.643.012

Los costos de producción se calcularon, tal como se indicó, bajo un supuesto estimado por el proyecto precursor; alcanzando un máximo en el año siete en adelante de 1,019 millones de pesos/ha.

Para efectos de los ingresos se plantearon tres escenarios:

- **Destino fresco:** Es la venta total como fruta fresca, directamente al consumidor. Se presume que solo el 80% de la producción total puede ser comercializada y el resto presenta defectos en el fruto.
- **Destino agroindustria:** La totalidad de la producción se destina como materia prima a una agroindustria.
- **Destino mixto:** Comercializar el 80% de la producción como fruta fresca y el 20% restante destinar a la agroindustria.

Los ingresos se estimaron de acuerdo a los resultados obtenidos en la encuesta realizada para el estudio de comercialización del copao, en el que se obtuvo rangos de precios de acuerdo a la intención de compra y disposición a pagar por parte de los consumidores (ver Cuadro 9). Para efectos de esta evaluación se utilizaron los precios de un escenario conservador.

CUADRO 9. Disposición a pagar por frutos de copaos, según mercado de destino			
Mercado destino	ESCENARIO DE PRECIOS DE VENTA (\$/unidad)		
	Pesimista	Conservador	Optimista
Fruta fresca	50	100	200
Agroindustria	30	60	90

En cuanto a costos de producción, se realizaron estimaciones a través del cruzamiento de información con el manejo del cultivo de la tuna como cactácea de referencia. El valor de los costos fue revisado y actualizado para efectos de este documento. (Ver detalles en anexos).

Cabe señalar, que el análisis de rentabilidad se hizo sobre la base del margen bruto y no considera el valor de la tierra ni valor de salvamento (venta de los activos finales).

En el cuadro 10 se presenta el resultado operacional del escenario simulado de explotación de copaos, pensando en la venta de fruta en su valor estimado por unidad. A propósito de la experiencia actual de comercialización de esta fruta, cuyos valores se expresan en venta unitaria (\$/fruto).

CUADRO 10. Resultado operacional y principales indicadores de un modelo simulado de producción de copaos, basado en venta unitaria de fruta. Valores en pesos chilenos

	Fruta Fresca	Agroindustria	Mixto
Produccion (Frutos/Ha)	43.097	43.097	43.097
Destino Fresco	100%	0%	80%
Destino Agroindustria	0%	100%	20%
Precios (\$/Fruto)	Fruta Fresca	Agroindustria	Mixto
Destino Fresco	100	100	100
Destino Agroindustria	60	60	60
Margen Bruto (\$/ha)	Fruta Fresca	Agroindustria	Mixto
Ingresos	3.447.778	2.585.833	3.964.944
Costos Directos	1.019.493	1.019.493	1.019.493
Resultado MB	2.428.285	1.566.340	2.945.452
TIR	19,12%	10,47%	23,19%
VAN (12%)	2.324.099	-428.743	3.939.481

En este escenario el proyecto resulta interesante desde el punto de vista de rentabilidad cuando la producción es destinada a fruta fresca y/o con una venta mixta hacia agroindustria.

Dado que la realidad de la explotación de frutas y en particular de frutos de cactáceas (tunas) se realiza sobre la base de la venta de kilos y no frutos individuales, se calculó el valor de retorno a productor por kilo que haría más rentable este cultivo.

CUADRO 11. Resultado operacional y principales indicadores de un modelo simulado de producción de Copaos, basados en la venta de fruta en valores/kilo. Valores en pesos chilenos

	Fruta Fresca	Agroindustria	Mixto
Produccion (Kilos/Ha)	5.785	5.785	5.785
Destino Fresco	80%	0%	80%
Destino Agroindustria	0%	100%	20%
Precios (\$/kilo)	Fruta Fresca	Agroindustria	Mixto
Destino Fresco	600	600	600
Destino Agroindustria	100	100	100
Margen Bruto (\$/ha)	Fruta Fresca	Agroindustria	Mixto
Ingresos	2.776.800	578.500	2.892.500
Costos Directos	1.019.493	1.019.493	1.019.493
Resultado MB	1.757.307	-440.993	1.873.007
TIR	12,68%		13,82%
VAN (12%)	198.815	-6.786.813	542.583

Como se muestra en el cuadro 11, para que el negocio comience a ser rentable (es decir, mayor al 12% TIR) el precio de retorno mínimo a productor debe ser de \$600/kilo, manteniendo el resto de las variables constantes, de lo contrario el proyecto (incluyendo las inversiones) no resulta aconsejable.

Con todo, se cree conveniente traer al análisis la situación alternativa de producir tunas. Aunque no es el objeto de este libro analizar la producción de tunales en la zona. Para efectos de acercarse a la valorización de los resultados del proyecto precursor y su potencial impacto; resulta importante levantar las alternativas a las que se ve enfrentado un agricultor objetivo de esta iniciativa. A este respecto, a partir de la información recogida de la experiencia de "Producción de tunales en

la VII Región” (documento FIA de la misma serie), se pudo definir un escenario de explotación en donde los principales indicadores se presentan en el cuadro que continúa.

CUADRO 12. Resultado operacional y principales indicadores de un modelo de producción de tunas. Valores en pesos chilenos	
Fruta fresca	
Producción (kilos/Ha)	20.000
Precios (\$/kilo)	
Destino fresco	126
Margen bruto (\$/ha)	
Ingresos	2.520.000
Costos directos	1.534.143
Resultado MB	985.857
TIR	13,85%
VAN (12%)	532.323

Fuente: Libro FIA, “Producción de tunas en la VII Región”.

En este cuadro, es posible observar que el valor de retorno a productor es de \$126/kilo, basado en antecedentes de mercado. Cabe señalar que la producción en el modelo de tunas es mucho más alta que en el escenario planteado en el proyecto precursor de copaos. Situación comprensible si se considera que la explotación de tunaes tiene mucho mas desarrollo técnico que el copao. Basado en esta consideración se procedió a analizar escenarios para la producción de copaos, donde se aumentó arbitrariamente el nivel productivo, teniendo en cuenta que es un ítem posible de ser trabajado en futuros desarrollos. A fin de buscar un precio de mercado más cercano al valor de tunas y, que al mismo tiempo, justificará la rentabilidad de la inversión. De esta manera, es posible observar en el cuadro 13 que si la producción de copaos aumentara un 100%, (es decir, pasara de 5,7 toneladas/ha a 11,5 toneladas/ha), el precio de venta (a productor) sería de \$300/kilo, para obtener los mismos indicadores de rentabilidad que el escenario base (venta de copaos frescos a \$600/kilo).

CUADRO 13. Diferentes escenarios simulados del precio de venta de copaos (\$/kilo) basado en cambios en los niveles productivos (kilos/ha). Valores en pesos chilenos.					
FRUTA FRESCA					
Producción (Kilos/ha)	5.785	8.678	11.570	14.463	27.190
Destino fresco	80%	80%	80%	80%	80%
Destino agroindustria	0%	0%	0%	0%	0%
Aumento de producción	0%	50%	100%	150%	370%
Precios (\$/kilo)					
FRUTA FRESCA					
Destino fresco	600	400	300	240	126
Destino agroindustria	100	100	100	100	100
Margen Bruto (\$/ha)					
FRUTA FRESCA					
Ingresos	2.776.800	2.776.800	2.776.800	2.776.800	2.740.702
Costos directos	1.019.493	1.019.493	1.019.493	1.019.493	1.019.493
Resultado MB	1.757.307	1.757.307	1.757.307	1.757.307	1.721.209
TIR	12,68%	12,68%	12,68%	12,68%	12,29%
VAN (12%)	198.815	198.815	198.815	198.815	84.477

Este ejercicio solo pretende indicar la dirección hacia donde podrían ser enfocados los esfuerzos técnicos para acercarse a convertir esta especie en una alternativa real para los productores.

► 6. Alcances y desafíos de la experiencia hacia un modelo de negocios

El proyecto precursor se convierte en un importante y valioso aporte al conocimiento de la especie y en un avance para descifrar las claves que podrían convertirla en una alternativa de explotación comercial para las condiciones de la zona centro-norte del país. Sin embargo, hay aspectos técnicos y comerciales sobre los cuales seguir avanzando de manera que la experiencia se constituya en una opción efectiva.

Dentro de los alcances del proyecto se debe mencionar la identificación y levantamiento de las zonas de poblaciones naturales de copao dentro de la IV Región.

Alcances

En este sentido, el proyecto avanzó en descifrar algunas claves del cultivo y la especie:

1. **Caracterización de la fruta:** Los primeros estudios lograron establecer que la fruta es climática, presenta un alto contenido de sodio y potasio lo que ha hecho pensar en sus méritos como bebida del tipo energizante para deportistas.
2. **Hábito de fructificación:** La fruta crece en tallos de 3 años, lo que induce a creer que la entrada en producción de esta especie sería a partir del año tres de explotación. Estudios paralelos indican que esta etapa podría verse disminuida en la medida en que se comience con el cultivo con tallos maduros de manera de acelerar la entrada en producción.
3. **Cosecha:** El criterio utilizado para la cosecha es el brillo de la cáscara del fruto. Un fruto brillante se considera óptimo para ser cosechado.
4. **Aspectos de postcosecha:** Los frutos poseen una tasa de respiración y producción de etileno moderada. La temperatura más promisorio para conservar frutos de copaos sería de 5°C, permitiendo una duración de 20 días.
5. **Plagas y enfermedades:** La principal especie que ataca a plantas y frutos de copaos es la polilla de la tuna (*Sigalgaita chilensis*), la que provoca una pérdida de frutos de alrededor de un 10%. No se identificaron enfermedades que afectaran al cultivo.
6. **Comercialización:** Se concentra, principalmente, en la zona alta del valle de Elqui. Para posicionarse a nivel nacional se debieran hacer esfuerzos muy superiores en dar a conocer el fruto y asegurar el abastecimiento. Al mismo tiempo, y paralelo a la experiencia, se requiere levantar estudios de potencial demanda por parte de consumidores, en particular, para el sector conocido como “food service”: restaurantes, bares y otros.
7. **Selección de ecotipos:** Se estableció un jardín de ecotipos considerando el color del fruto para su selección: verde, amarillo y dorado. Esta experiencia se realizó en el centro experimental del INIA en la ciudad de Vicuña y está en proceso de evaluación.

Desafíos

Aspectos del cultivo:

1. **Curva de producción y productividad:** Es relevante determinar de manera efectiva en condiciones comerciales de cultivo, la curva de producción y trabajar sobre los niveles productivos de forma tal, de aumentar la productividad por hectárea.

2. **Programa fitosanitario:** Para obtener una mayor productividad y mejor calidad de la fruta es necesario realizar un programa fitosanitario, especialmente para el control de la polilla de la tuna.
3. **Cosecha y postcosecha:** Es necesario determinar cuál es el índice de madurez a recolección más fiable para recoger los frutos cuyo destino sea fruta fresca. El índice de madurez a recolección más apropiado para industrializar el producto, en caso que éste último objetivo sea comercialmente efectivo.
4. **Manejo general:** Para domesticar esta especie es importante tener claridad respecto de cuáles son los tallos apropiados para su reproducción, sistema de plantación, manejos de poda de formación y de producción, fertilización, control de malezas, etc.
5. **Riego:** Este aspecto resulta fundamental de conocer con detalle, pues se trata de una especie que naturalmente sobrevive en condiciones de secano semiárido, pero que para satisfacer las exigencias de un cultivo comercial los requerimientos hídricos deben estar cubiertos. En este sentido, se debe conocer con detalle el nivel de agua exigido por la especie, la época o distribución del riego, entre otros.
6. **Densidad de plantación:** En forma silvestre las densidades son muy distintas; sin embargo, considerando el tamaño de la planta el jardín de ecotipos fue plantado a 3x4 m. Esta densidad podría disminuir si se realiza un buen manejo de poda.

Aspectos de mercado

1. **Mercado fresco:** Conocer en mayor detalle la dimensión del mercado potencial que tendría esta especie. En este sentido los esfuerzos realizados en el proyecto precursor son valiosos, pero insuficientes. Por ejemplo, aún falta determinar el avance del desarrollo de la especie.
2. **Mercado agroindustrial:** Este destino es más factible de evaluar en términos de determinar un producto final que ofrecer: pulpa congelada, yogurt, jugo, etc. Asimismo, se debe establecer los coeficientes técnicos tales como: tamaño de la fruta, eficiencia de conversión kilos fruta/kilos de pulpa, etc.

► 7. Claves de viabilidad de la innovación

Si se lograra validar un modelo de producción de copaos se debiera tener en consideración lo siguiente:

1. **Asesoría técnica:** Entrenar a profesionales en el cultivo del copao para lograr que el establecimiento y el cultivo de la especie sean exitosos, y obtener de esta forma, niveles productivos superiores, cuidando que la estructura de costos sea compatible con las características de la explotación (zona, tipo de productores, nivel de ingresos, etc.)
2. **Disponibilidad de material reproductivo o plantas:** Se debe trabajar en la posibilidad de tener plantas que sean de buena calidad y sanas, o bien definir los protocolos de recolección de material vegetativo que sean apropiados para la explotación comercial y que respeten el ecosistema de las poblaciones naturales.
3. **Productividad:** Es importante que el cultivo mejore sustantivamente los niveles de productividad, de manera que la inversión y desarrollo pueda sortear mejor la natural

acomodación de precios que debiera enfrentar a la hora de aumentar la oferta. Los niveles actuales de producción, estimados en base a las observaciones de las poblaciones naturales, debieran ser superados una vez que se conozca mejor el comportamiento de la especie en condiciones comerciales.

4. **Riego y disponibilidad hídrica:** El adecuado manejo del riego es fundamental para el éxito del proyecto. De acuerdo a lo que se describe de las observaciones del proyecto precursor; quienes quieran explorar esta como una alternativa de producción, deberán asegurar la disponibilidad de agua que permita sustentar el negocio en términos comerciales.
5. **Cosecha y postcosecha:** Es clave para el buen resultado del negocio capacitar a los productores sobre cuál es el índice de cosecha para fresco e industria, como también el manejo de postcosecha que permita llegar con un producto de calidad al consumidor. Tanto para el mercado fresco como para el agroindustrial.
6. **Mercado:** Para estimular responsablemente el cultivo de la especie se debe disponer de un mayor desarrollo del mercado, especialmente si se espera que los beneficiarios sean pequeños agricultores, quienes no están en condiciones de correr riesgos en la inversión. Para mejorar este punto, es posible realizar estudios más acabados del potencial de la fruta, trabajar con grupos de productores e ir escalando en los niveles de producción en la medida que se desarrolle el mercado y se mejoren las técnicas de cultivo

► 8. Asuntos por resolver

Los asuntos por resolver y los desafíos que quedan planteados a partir de los resultados del proyecto precursor y de la validación de la experiencia se pueden agrupar como sigue:

1. **Plan de manejo:** Es fundamental estructurar un plan de manejo agronómico, respecto a densidad, plantación, tipo de plantas, riego, fertilización, control de plagas y enfermedades, control de malezas, orientados a obtener frutas certificadas.
2. **Ecotipos:** Si bien en el proyecto precursor se realizó una selección inicial de ecotipos, es necesario realizar un estudio más acabado para seleccionar las mejores especies. Se debe tener en consideración que ellos deben ser los que mejor se adapten a la zona, obtengan mayor producción y óptimas características para mercado fresco y/o agroindustrial.
3. **Plantas:** Debido a que actualmente no existen plantaciones, en Chile no existe un viverismo de la especie. Por tanto, el acceso a materiales debe hacerse a través de las plantaciones silvestres que existen en la zona.
4. **Mercado fruta fresca:** Es fundamental conocer el tamaño del mercado potencial para el desarrollo de la especie de manera de definir adecuadamente el alcance del modelo (para quiénes, para cuántos, dónde, cómo).
5. **Mercado agroindustrial:** Según el proyecto precursor para masificar el consumo del copao una forma es orientarlo a la agroindustria. Para ello, hay que determinar los requerimientos del sector, así como también el interés por el fruto. En cualquier caso, la experiencia señala que de ser ésta una alternativa, el valor agregado del proceso agroindustrial debiera ser también parte de un esfuerzo de los propios agricultores. De esta forma, se evita que ellos se transformen en meros proveedores de materia prima.

6. **Niveles críticos de oferta:** Para el desarrollo de una “industria” asociada a este cultivo, es fundamental alcanzar niveles críticos en volumen y calidad que permitan a todos los actores de la cadena proyectarse sobre la base de precios y volúmenes más o menos conocidos.
7. **Asesoría:** El desarrollo de la especie exige que sea acompañada por especialistas que logren disminuir los riesgos a los productores que se animen a trabajar con la especie.
8. **Cosecha:** Es fundamental determinar el índice de cosecha, sólidos solubles, acidez titulable, tamaño de fruto, eficiencia de conversión (kilos fruta/ kilos pulpa) del fruto, ya sea para mercado fresco como para la agroindustria.
9. **Postcosecha:** Determinar todos los factores que inciden en la postcosecha del fruto para obtener productos de buena calidad; tanto para mercado fresco, como agroindustrial.



SECCIÓN 2

El proyecto precursor

► 1. El entorno económico y social

La actividad económica de las localidades de la zona árida de la región de Coquimbo, está basada en las actividades agrícolas tradicionales (porotos, maíz, papas) y ganaderas extensivas (ovina y caprina).

La población rural corresponde al 22% de la población regional, las comunidades agrícolas al 5% de la población regional, lo que equivale a 30.000 habitantes. Es así, como la población activa de estas comunidades es del orden del 2.8% (6.000 habitantes).

Los rendimientos de los rubros son significativamente inferiores a los promedios regionales y nacionales, debido a la utilización de escasa tecnología de manejo de cultivos y la sobre explotación del recurso suelo, esto ha provocado problemas de degradación de los recursos naturales, una emigración de la población y avance de la desertificación.



La delicada problemática que viven los agricultores del mundo campesino del secano interior de la IV Región, asociada a la alta degradación de los recursos, con bajas producciones y el creciente deterioro de los recursos materiales; (casas, herramientas y maquinarias) tiene a los agricultores en una precaria situación productiva, económica, ambiental y social.



La problemática económica productiva de las familias, los bajos rendimientos y precios de los cultivos tradicionales, la escasa diversidad productiva, las prácticas agronómicas migratorias, con ciclo de roce, quema, aradura y barbecho descubierto, explotación intensa, y el posterior abandono de las tierras por las bajas producciones; genera un circuito de disminución de los ingresos familiares, por tanto, una disminución de las oportunidades de mejoría económica.

► 2. El proyecto

El proyecto “Valorización de recurso genético nativo: potencial productivo y económico-comercial de *Eulychnia acida* Phil (copao), cactácea de la IV Región”, fue ejecutado por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias, INIA-Intihuasi entre diciembre de 2005 y marzo de 2007. Esta iniciativa tuvo como objetivo principal valorizar el potencial productivo y económico-comercial de un recurso genético nativo a partir de la caracterización y sistematización de información botánica y productiva de los frutos de *Eulychnia acida* Phil (copao). Los objetivos específicos planteados fueron:

- A. Levantar información sobre aspectos botánicos, productivos y de estado de conservación de poblaciones naturales de *Eulychnia acida* Phil (copao).
- B. Definir perfil bromatológico de los frutos y sus componentes (cáscara y pulpa).
- C. Evaluar la evolución de la madurez y calidad de los frutos a través de parámetros fisiológicos y físico-químicos respectivamente, a la cosecha y postcosecha.
- D. Prospeccionar y determinar presencia de insectos beneficiarios o perjudiciales (posibles plagas) presentes en el cultivo.
- E. Estudiar factibilidad económica comercial de la explotación productiva de la especie.
- F. Sensibilizar a la comunidad sobre el valor de un recurso genético nativo y su potencial.

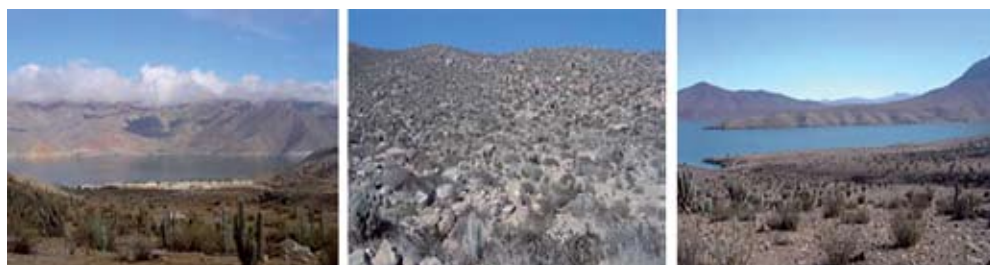
2.1 Metodología y resultados

A continuación se presenta la metodología y resultados siguiendo los objetivos específicos del proyecto.

A. Levantar información sobre aspectos botánicos, productivos y de estado de conservación de poblaciones naturales de copaos

En esta actividad se consideraron cuatro unidades de seguimiento en las provincias de Elqui y Limarí. Se trata de explotaciones que pertenecen a las comunidades agrícolas de Gualliguaica, Quebrada Honda y Coipa, y la hacienda El Tangué al sur de Coquimbo, cerca del balneario de Tongoy.

Figura 2. **Sitios de muestreo de variables meteorológicas en la Región de Coquimbo**



a) Gualliguaica,

b) Quebrada Honda

c) La Coipa.

En cada uno de los 3 sectores seleccionados se delimitaron 3 cuadrantes de 0,1 ha. (20x50m) localizados en diferentes lugares que representaron distintas condiciones microclimáticas-edáficas. En estos cuadrantes se caracterizó la: densidad poblacional, estructura poblacional y estado sanitario y tasa de infestación.

Densidad y estructura poblacional

La densidad poblacional en las localidades de Quebrada Honda y El Tangué fluctúa entre 370 y 523 individuos de copaos por/ha, respectivamente.

El porcentaje de individuos en estado reproductivo (con presencia de frutos) varía entre las localidades, siendo la de Quebrada Honda la de menor porcentaje de copaos reproductivos con sólo 12.8%.

Cabe destacar que las otras poblaciones tienen valores sobre 50% de individuos reproductivos. Esto es, sobre el 50% de las plantas de copao en estas localidades produjeron al menos un fruto.



CUADRO 14. **Características generales de las poblaciones de *Eulychnia acid* Phil nativas**

Localidad	Densidad Copaos/ha	Copaos Reproductivos (%)	Copaos Muertos (%)	Copaos Parasitados (%)
La Coipa	370	65.2	1.8	21.4
Quebrada Honda	503	12.8	3.8	7.2
El Tangué	523	64.9	4.2	13.6
Gualiguaica	347	52.4	0	12

Por otro lado, todas las poblaciones muestreadas se caracterizaron por presentar una incidencia significativa de individuos infestados (parásitos) por *Tristerix aphyllus* (Loranthaceae).⁴

Cabe señalar, que se observó que los individuos menores de 2 a 2,5 metros no produjeron frutos, sugiriendo que bajo estas alturas los copaos aún no han alcanzado su estado reproductivo.

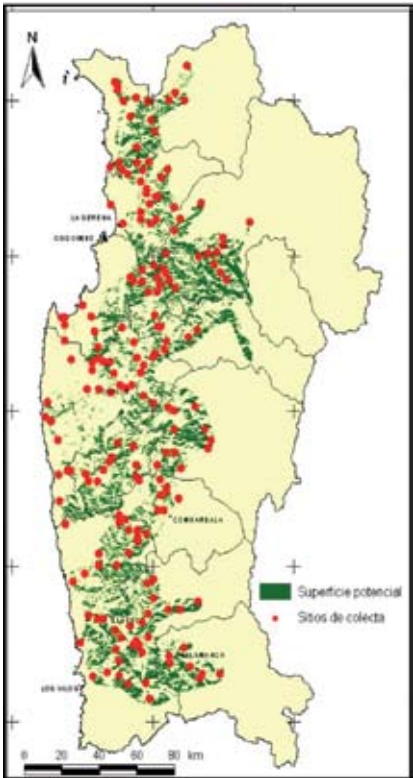


Se pudo determinar que existe una relación entre el perímetro con la productividad y la altura en las plantas de copaos.

Estimación de la productividad potencial en frutos de *Eulychnia acid* Phil en la región de Coquimbo

Por medio del Sistema de Información Geográfica (SIG) se estableció la superficie potencialmente accesible y la productividad potencial de copaos, tanto regionales como de las áreas accesibles a 100, 200 y 300 metros de algún camino (Figura 4).

FIGURA 4. **Superficie potencial y superficie accesible en el sector de Gualiguaica, alrededor del Embalse Puclaro, Valle de Elqui, Región de Coquimbo.**



⁴ Liga es endémica de Chile y crece parasitando al Quisco (*Echinopsis chiloensis*), en la Cordillera de los Andes entre Tarapacá y Linares (I a VII Región). Descripción: Planta parásita, desprovista de hojas, glabra, con tallos rojizos que alcanzan 20 cm. de largo. Flores hermafroditas de 4-5 cm de longitud, de color rojo intenso, dispuestas en panojas. Perigonio de 4 tépalos, 4 estambres. El fruto es una baya rosada a roja.

La estimación de la productividad potencial tanto regional como de área accesible fue estimada usando la siguiente información recopilada en terreno:

- a) Peso promedio por fruto de 134,5 gr. determinado también en los estudios de fenología y productividad.
- b) Porcentaje promedio de individuos reproductivos de 40% en las 4 poblaciones.
- c) Fruto promedio de individuos reproductivos (8,5 frutos).

FIGURA 5. **Superficie potencial accesible (áreas en verde) con copaos en la región de Coquimbo**



El análisis SIG arrojó una superficie potencial estimada con copaos de 433.595 ha equivalente a un 10.7% de la superficie regional. (Cuadro 15).

La productividad potencial regional de copaos fue de 105.450 toneladas por año. Sin embargo, la productividad por superficie potencial accesible (distancias posibles de permitir la recolección) fue bastante menor, de 2.500 a 7.745 ton en superficies de 100 y 300 metros de camino, respectivamente.

CUADRO 15. Superficie potencial y productividad potencial de frutos de copaos a nivel regional. A 100, 200 y 300 metros de caminos			
	Ha	Copao ha	Potencial
Superficie regional	433.595		105.450
A 100 m de algun camino	10.303	2.4	2.506
A 200 m de algun camino	20.783	4.8	5.055
A 300 m de algun camino	31.842	7.3	7.745

Caracterización inicial de poblaciones naturales

En el Cuadro 16 se presentan las evaluaciones iniciales de las plantas marcadas dentro de las poblaciones naturales.

CUADRO 16. **Características de altura, diámetro de copa (m) y número de tallos de los individuos (30) marcados en poblaciones naturales de las 3 localidades consideradas**

		LOCALIDADES		
		Gualligaica	Quebrada Honda	La Coipa
m.s.n.m.		633	399	447
Altura (m)	Media	3.19	2.29	2.7
	DE	0.7	0.47	0.66
	CV	23.3	20.5	24.5
Perímetro copa (m)	Media	4.1	4.09	4.87
	DE	1.0	0.93	1.18
	CV	24.6	22.7	24.2
Tallos número por planta	Media	16.6	16.5	24.2
	DE	7.05	6.54	10.1
	CV	42.4	39.6	41.6

DE: Desviación Estándar; CV: Coeficiente de Variación



Evaluaciones de *biología reproductiva in situ*

A partir de la información anterior del estudio y sobre la base de información recopilada se construyó una tabla fenológica considerando las fases reproductivas.

CUADRO 17. Determinación de estados fenológicos relacionados con la producción, que fueron definidos según la siguiente tabla		
Estado	Descripción proceso	Apoyo visual
Yema algodónosa	En la axila de las espinas, sobre la base de las areolas, comienza a formarse una yema con una apariencia algodónosa recubierta con pelitos.	
Yema hinchada	La yema floral comienza a hincharse, creciendo en longitud y diámetro. Las espinas tienden a bajar.	
Yema inicio de flor	La yema alcanza su máxima longitud y los tépalos comienzan a marcarse en el ápice.	
Inicio de flor	La yema comienza a abrirse dando paso a la aparición de tepalos, los que pueden ser blancos o rosados.	
Plena flor	La flor comienza a abrirse y se visualizan los estambres.	
Flor expandida	La flor llega a su máxima apertura, donde se visualizan los estambres y pistilos.	
Fruto cuajado	En la parte expuesta se observa la cicatriz de la estructura floral. El fruto toma forma de trompo.	
Cosecha	Fruto en estado de cosecha. Piel brillante.	

Seguimiento de fenología temporada 2006-2007

Características de los estados fenológicos referidos a la etapa productiva, observados en las tres localidades:

- Las yemas florales en su etapa inicial y la apertura de flores son similares prolongándose en general y superponiéndose estos dos estados hasta mediados de verano.
- El proceso de floración se inicia en la primavera siendo La Coipa y Quebrada Honda donde se adelanta en alrededor de dos semanas.
- Este estado se superpone a la cuaja de frutos comenzándose a visualizar los primeros frutos cuajados en Quebrada Honda y La Coipa a fines de septiembre.

Selección y plantación de material genético de interés agronómico

En las comunidades agrícolas de Manquehua, Barraza y Gualliguaica, las que cuentan con poblaciones naturales de interés, fueron seleccionados individuos para constituir un jardín de ecotipos de la especie en el centro experimental del Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) en Vicuña.

El procedimiento de corte se hizo sobre la base de conocimientos de los lugareños, quienes acostumbra segmentar estas cactáceas con el propósito de obtener tallos para cercar. Los tallos fueron cortados bajo el punto de crecimiento evitando hacerles daño con las espinas y su dimensión fue de no menos de 50 cm. Luego fueron trasladados al lugar de plantación donde permanecieron durante 20 días en espera que la herida de corte se secara.



Una vez seca la herida y cuando los tallos ya manifestaban algún grado de deshidratación se procedió a plantarlos en un marco de plantación de 4 a 3 m., en hileras. La distancia se estimó a partir de los volúmenes de copa evaluados en los sectores de seguimiento. Los hoyos de plantación fueron de 20 cm de profundidad. Una vez plantados los tallos, se procedió a realizar un riego con el fin de apretar el suelo contra la base de la paleta.

B. Evaluar y definir perfil bromatológico de los frutos y sus componentes

La composición química se evaluó en pulpa. El análisis de saponinas se realizó en pulpa, semillas y cáscara de frutos del copao. Este material cosechado en febrero, provino de la comunidad de Manquehua y se muestreó según color de cáscara: verde y roja.

Las muestras para determinar el contenido de vitamina C fueron tomadas a inicios de marzo en las localidades de Manquehua y Gualliguaica. Cada una de las muestras estuvo compuesta por cinco frutos con madurez de cosecha, tomados al azar.



La madurez de cosecha se determinó por el color brillante de la cáscara y el tamaño de frutos por sobre 50 mm de diámetro polar.

Para determinar el contenido de polisacáridos de la pulpa se cosecharon frutos provenientes de la localidad de Gualliguaica, durante el mes de febrero. Las tres muestras analizadas correspondieron a cinco frutos de cáscara color verde.

Composición química del copao

En el cuadro 18 se presenta la composición química de frutos de piel color verde y color rojo.

CUADRO 18. Composición química de frutos de <i>Eulychnia acida</i> Phil (copao)						
Análisis	Verde			Rojo		Tuna
Humedad (g/100g)	93.7	93.3	96.2	94.3	94.5	
Proteínas (g/100g)	1.1	1.2	1.2	0.8	0.9	0.21-1.6
Grasa (g/100g)	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.09-0.7
Ceniza g/100g	0.5	0.6	0.6	0.4	0.4	0.4-1
Fibra cruda g/100g	1.7	2.3	2.3	2.0	1.8	0.02-3.15
Calcio, mg/100g	7	16	11	10	8	15.4-32.8
Magnesio mg/100g	26	36	37	23	25	
Fósforo g/100g	0.03	0.04	0.03	0.03	0.03	128-27.6
Sodio mg/100g	23	32	28	33	31	0.6-1.19
Potasio mg/100g	170	180	215	140	165	217
Hierro mg/kg	1.5	2.7	2.0	1.8	2.0	
Cobre mg/hg	0.8	1.2	0.9	0.5	0.7	
Manganeso	7	5.8	4.6	2.7	4.4	
Zinc mg/kg	2.1	2.4	2.3	1.3	1.6	

Nota: Datos de tuna agregados de Sáenz, 2000.

Al ser comparado con la composición química de una tuna (*Opuntia* spp) (Sáenz, 2000), puede decirse que los valores de proteínas y fibra cruda se encuentran dentro del rango.

Cabe destacar los valores muy bajos de fósforo y los altos valores de sodio al compararse con los rangos definidos para las tunas. Esto último, podría ser negativo para personas con problemas de hipertensión o problemas renales. Sin embargo se visualiza que la proporción de contenido de potasio y sodio se presenta similar al de las bebidas isotónicas.

Contenido de vitamina C

Los análisis realizados durante dos temporadas en ambas localidades, indican que el contenido de vitamina C puede ser similar al contenido que presenta un pepino dulce cultivado localmente (26 mg/100 g), (Díaz, 2006), o por bajo al contenido de un fruto cítrico o de un kiwi (Nishikawa, 2004).

CUADRO 19. Contenido de vitamina C (mg/100g) de pulpa de frutos de copao. Temporadas 2005-2006 y 2006-2007			
Localidad	Fecha de colecta	Color de frutos	Acido Ascórbico (mg/100g)
2005-2006			
Manquehua	Mediados de febrero	rojos	18
		verdes	18
2006-2007			
Gualiguaica	Fines de febrero	verdes	22-28
Manquehua	Fines de febrero	verdes	25-33

En tuna (*Opuntia ficus*) indica que el contenido de vitamina C va entre un rango de 18 a 30 mg / 100 g (Cantwell, 1995; Piga *et al.*, 1996; Sáenz, 1995), valores similares a los encontrados en un fruto de copao.

Saponinas

En cuanto al contenido de saponinas, si bien no se pudo detectar la presencia de éstas, no se descarta la posibilidad que exista algún tipo de saponinas que tenga baja capacidad para generar espuma.

Polisacáridos

Fueron determinados los contenidos de polisacáridos como la fructosa, glucosa, sacarosa y polisacáridos totales. Estos valores están en niveles más bien bajos si son comparados con los encontrados en la pitahaya⁵ (Ninio, 2003). En un contexto de uso agroindustrial esto podría significar tener que adicionar azúcares.

CUADRO 20. Contenidos de azúcares (mg/100g) en jugo (no incluye mucílagos) de copaos provenientes de la localidad de Gualiguaica				
Muestra	Fructosa	Sacarosa	Hiexosas	Polisacáridos expresado como sacarosa
1	12.2	6.8	Mayor de 17	20.22
2	10.4	5.9	Mayor de 14	21.22
3	7.3	5.8	Mayor de 12	23.24

CUADRO 21. Contenidos de polisacáridos (mg/100g) presentes en el total de muestra (incluye mucílagos) de frutos de copaos provenientes de localidad de Gualiguaica		
Muestra	Fructosa	Glucosa
1	105	167
2	200	143
3	76	112

⁵ De la familia de las cactáceas, comúnmente se describen dos tipos de pitahayas: la amarilla (*Selenicereus megalanthus*) y la roja (*Hylocereus undatus*). La primera con espinas, es originaria de Centro América; la segunda con bractáceas, originaria de los Andes entre Colombia y Perú.

En conclusión, los frutos de copaos contienen vitamina C en valores inferiores al de un kiwi, no se detectó presencia de saponinas, y si se pudo determinar que, tanto en el mucílago como en el jugo, había fructosa y glucosa.

C. Evaluar la evolución de la madurez y calidad de los frutos a través de los parámetros fisiológicos y físico-químicos respectivamente a la cosecha y postcosecha

Se utilizaron frutos de *Eulychnia acida* Phil (copao) recolectados en la zona de Gualliguaica. El criterio para seleccionar los frutos fue:

- tamaño: cuyo diámetro ecuatorial promedio fue de 64 mm
- peso entre los 160 a 180 g
- color de cubrimiento
- forma característica de la fruta

En laboratorio se caracterizaron 30 frutos en cuanto a su calidad fisiológica y físico-química. Cabe señalar, que en esta etapa se seleccionaron frutos para realizar un panel de cata. Además, cada fruto fue asociado con un color de piel determinado visualmente. Estos fueron: verde, dorado y rojo.

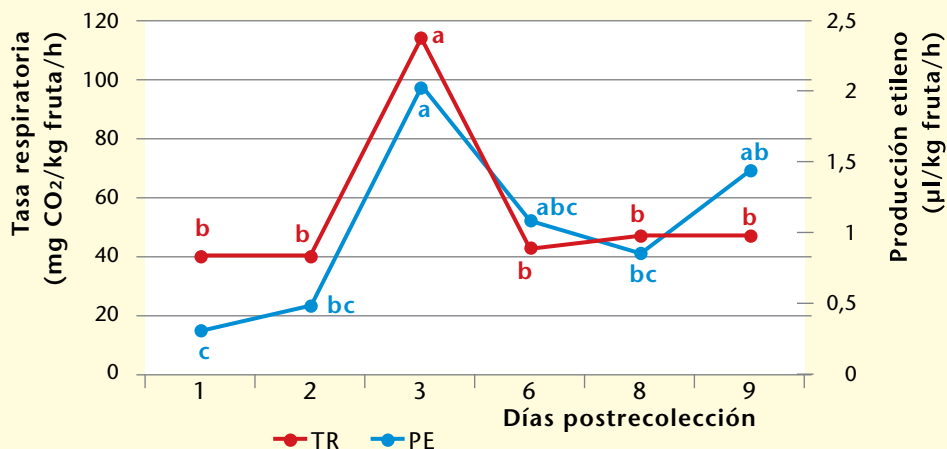
El resto de los frutos fueron conservados en dos cámaras de almacenamiento con temperaturas de 5°C y 10°C con una humedad relativa de 95%. Las muestras fueron removidas después de 5, 10, 15 y 20 días.

Determinación de parámetros fisiológicos

Respecto a la medición de la tasa respiratoria ($\text{mg CO}_2/\text{kg fruta/hora}$) y la producción de etileno ($\mu\text{l/kg fruta/h}$) a la cosecha; se utilizaron tres réplicas en cada día de evaluación. Considerando desde 1 a 9 días de post recolección, los frutos fueron puestos en frascos que se mantuvieron hasta los 9 días bajo temperatura ambiental de 20°C.

Se midió la tasa respiratoria expresada en mg/kg fruta/h y la producción de etileno como $\mu\text{l/kg fruta/h}$.

FIGURA 6. Evolución de la tasa respiratoria (TR) y producción de etileno (PE) en frutos de copaos, medidos hasta 9 días tras la cosecha a 20 °C



Se puede observar que durante las primeras 48 horas después de la recolección de los frutos, la tasa respiratoria no manifestó cambios significativos en sus niveles, presentando valores de 40.5 mg /kg fruta/h. Este nivel representa una tasa respiratoria moderada, según Kader (1992).

Sin embargo, a las 72 horas de post recolección, la respiración presentó un comportamiento diferente, incrementándose significativamente a niveles superiores a 100 mg CO₂/kg fruta/h, para decrecer a partir del sexto día en adelante, con niveles similares a las primeras 48 horas de haber sido recolectados los frutos.

Cabe señalar, que no existen registros de esta variable durante el cuarto y quinto día. Sin embargo, podríamos suponer que en estos días, lo más probable es que la tasa respiratoria se haya mantenido en niveles altos como el registrado a partir del tercer día de post recolección.

Considerando los resultados obtenidos, se podría concluir que el patrón respiratorio de esta especie manifiesta un comportamiento climático.

El comportamiento de los frutos respecto a su producción de etileno, no superó niveles de 2.2 µl/kg fruta/h, durante los 9 días de evaluación. Según, lo indicado por Kader (1992), en condiciones de 20 °C, una producción de etileno, baja a moderada, presenta rangos de 0,1 a 1,0 y 1,0 y 10 µl/kg fruta/h respectivamente. El comportamiento de este parámetro fue muy similar al detectado en la tasa respiratoria, ya que a partir del tercer día de post recolección, la producción de este gas se incrementó significativamente, se mantuvo en un nivel sin variaciones hasta el sexto día y decreció a partir del octavo día, manifestándose un incremento al final del periodo. Esta observación puede coincidir con la etapa de senescencia de la fruta.

Es importante destacar que los niveles de etileno producidos por los frutos de copao en este estudio, se encuentran en un rango de baja a moderada producción.

Determinación de parámetros físico-químicos

Para la determinación de parámetros físico-químicos, los frutos de copao fueron analizados a la cosecha y después de cada salida de la cámara según:

- a. Firmeza
- b. Color
- c. Peso
- d. Diámetro ecuatorial y polar (mm)
- e. pH
- f. Acidez titulable (% de ácido cítrico)
- g. Nivel de jugo en los frutos
- h. Peso de pulpa
- i. Sólidos solubles

Observamos que la fruta recolectada en la localidad de Gualiguaica manifiesta visualmente un color de cubrimiento distinto. El color que presentan los frutos es verde, dorado y rojo.

FIGURA 7. Colores de frutos de copaos a la cosecha



En el Cuadro 22 se observa la madurez de los frutos de copao cuando estos fueron recolectados, mediante parámetros físico-químicos.

CUADRO 22. Parámetros de calidad de frutos de copaos medidos a la cosecha

Parámetro	Fruto de piel verde	Fruto de piel dorada	Fruto de piel roja
Acidez titulable%	0.24 a	0.26 a	0.25 a
Sólidos solubles (° Brix)	2.87 a	3.10 a	3.00 a
Diámetro polar (mm)	65.36 a	66.30 a	63.25 a
Diámetro ecuatorial (mm)	63.61 a	63.36 a	61.11 a
Peso fruto (g)	10.94 a	159.50 a	147.58 a
Peso jugo (g)	39.88 a	35.21 a	36.58 a
Peso cáscara (g)	91.79 a	88.28 a	76.26 a
Firmeza de fruto (g/mm)	239.18 a	230.21 a	210.71 a
Luminosidad (L)	42.67 a	42.76 a	38.93 a
a*	(-5.34b)	(-310 b)	2.39 b
b*	18.35 a	17.99 a	13.36 b
a+b	13.01 b	14.88 ab	15.76 a

Nota 1: Los frutos fueron recolectados en la localidad de Gualligaica en la primera quincena del mes de febrero/2006.

Nota 2: Cada valor representa el promedio de 30 frutos. Medias en cada fila de ≤ 0.05 , de acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de Duncan.

Nota 3: a*, b* y a+b, corresponden a unidades de color del sistema de medición con colorímetros tri estímulo.

Sí se observa el Cuadro 22, independientemente del color de piel de la fruta queda de manifiesto que los frutos de copaos no presentan diferencias estadísticas significativas en sus parámetros físico-químicos, excepto en las variables de color. Por lo tanto, es el color de cubrimiento el factor relevante que hace que las muestras se diferencien y no los parámetros físico-químicos.

Caracterización físico-química de frutos de copaos sometidos a diferentes temperaturas y periodos de conservación frigorífica⁶

A continuación, se describe la influencia de diferentes temperaturas de almacenamiento en los distintos periodos en que los frutos fueron removidos de la cámara frigorífica.

Acidez titulable

Respecto a este parámetro, el análisis indica una interacción entre la temperatura y el tiempo de conservación. Si se observa el Cuadro 23, se manifiesta un incremento de la acidez en los frutos conservados a 10 °C a la segunda salida de cámara (10 días).

CUADRO 23. Evolución de la acidez titulable (% ácido cítrico) de frutos de copaos conservados a 5°C y 10°C hasta por 20 días

Periodo de Conservación (días)	Temperatura 5°C	Temperatura 10°C
5	0.241 c	0.240 c
10	0.246 bc	0.260 ab
15	0.216 d	0.266 a
20	0.190 e	0.250 abc

Cada valor representa la media de seis réplicas cada una de cuatro frutos. Medias seguidas por diferentes letras en filas y columnas indican diferencias significativas con un alfa ≤ 0.005 , de acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de Duncan.

⁶ Cada valor representa la media de 6 réplicas cada una de 4 frutos. Medias seguidas por diferentes letras en la columna indican diferencias significativas con un alfa ≤ 0.05 , de acuerdo a la prueba de comparaciones múltiples de Duncan.

Sólidos solubles

En el Cuadro 24 se observa la evolución de los sólidos solubles, mostrándose claramente que los niveles son bastante bajos respecto a otras especies frutales que tienen como sustrato de reserva almidón, el que se degrada a azúcares simples. Observamos, que los sustratos de reserva en esta especie serían ácidos orgánicos que evolucionan a otros o se degradan.

Se observó un incremento después de 20 días de conservación en los copaos sometidos a 10 °C. Es más, la fruta sometida a la mayor temperatura incrementa los sólidos solubles a partir de los 15 días de conservación. Este comportamiento no fue observado en los frutos almacenados por 5 °C durante todo el estudio.

CUADRO 24. Evolución de los sólidos solubles (grados Brix) de frutos de copaos conservados a 5°C y 10°C hasta por 20 días		
Periodo de Conservación (días)	Temperatura 5°C	Temperatura 10°C
5	3.20	3.13
10	3.06	3.11
15	3.00	3.24
20	2.90	3.60

Firmeza de fruto

El Cuadro 25 muestra que la firmeza de los frutos se mantuvo solamente hasta los 5 días de almacenamiento.

CUADRO 25. Evolución de la firmeza (g/mm) de frutos de copaos conservados a 5° y 10°C hasta por 20 días	
Periodo de conservación (días)	Firmeza de fruto (g/m)
5	311.29 a
10	252.55 b
15	211.99 b
20	254.02 b

Nivel de pH en el jugo

El pH en el jugo evoluciona a medida que los frutos permanecen en conservación frigorífica. En el Cuadro 26 se observa que el pH de los copaos difiere entre los 5 y 20 días de conservación. Se podría mencionar que esta especie cuando es conservada por 10 días a una temperatura de 10 °C y es catada por panelistas, éstos perciben un gusto ácido bastante intenso.

CUADRO 26. Evolución del pH de jugo de frutos de copao conservados a 5°C y 10 °C hasta por 20 días.	
Periodo de conservación (días)	pH de jugo
5	2.67 b
10	2.74 ab
15	2.73 ab
20	2.78 a

Peso de fruto

El peso de los frutos decrece significativamente a partir de los 10 días de conservación en cámara, tal como se muestra en el Cuadro 27.

CUADRO 27. Evolución de la pérdida de humedad por diferencia de peso de frutos de copao conservados a 5°C y 10 °C hasta por 20 días

Periodo de Conservación (días)	Peso de fruto (g)
5	127.15 ab
10	135.21 a
15	111.94 bc
20	107.23 c

Peso cáscara de fruto

El comportamiento de esta variable en los frutos de copao fue afectado significativamente por la diferencia de temperatura de conservación. Tal como se muestra en el Cuadro 28, los frutos conservados a 5 °C revelan un mayor peso de cáscara que los mantenidos a una temperatura de 10 °C. Es probable que a una mayor temperatura, la fruta haya perdido humedad, ya que dicha humedad no sólo está ubicada en la pulpa propiamente tal, sino también, en el exocarpo. El peso de los frutos disminuyó significativamente a partir de los 10 días de almacenamiento.

CUADRO 28. Evolución del peso de cáscara (g) de frutos de copaos conservados a 5°C y 10°C hasta por 20 días

Temperatura	Peso de cáscara de fruto (g)
5	64.55 a
10	59.22 a

Diámetro ecuatorial y polar de fruto

A medida que se prolonga el almacenamiento, los frutos tienden a mostrar un menor diámetro ecuatorial y polar como se muestra en el Cuadro 29. Sí asociamos los resultados de la pérdida de humedad de los frutos por diferencia de peso a partir de los 10 días de conservación (Cuadro 29), podríamos pensar en una contracción del exocarpo, cuando un fruto pierde agua, lo que podría afectar su forma y tamaño.

CUADRO 29. Diámetro polar y ecuatorial de frutos de copaos conservados a 5° y 10 °C hasta por 20 días

Periodo de Conservación (días)	Diámetro polar fruto (días)	Diámetro ecuatorial fruto (mm)
5	64.85 ab	59.96 ab
10	68.15 a	62.47 a
15	62.57 b	58.40 b
20	61.45 b	58.54 b

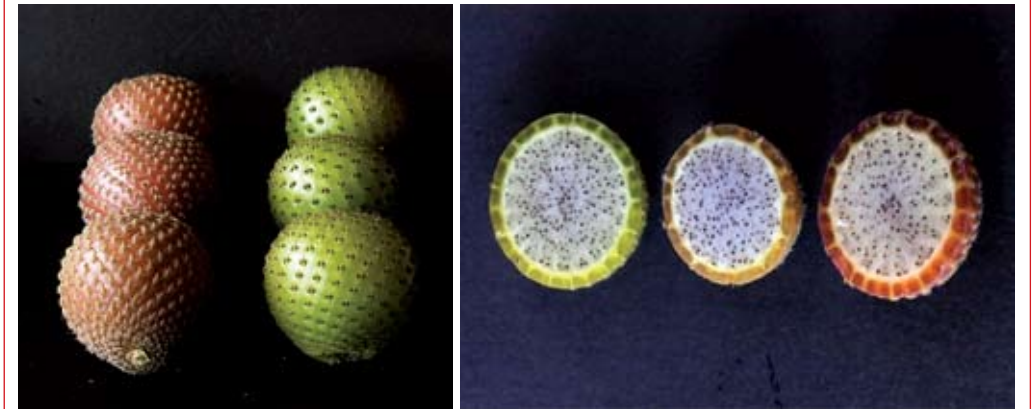
Color de cubrimiento de los frutos (Coordenadas colorimétricas)

El color de cubrimiento de los copaos se influencia significativamente a medida que el período de conservación se prolonga (Cuadro 30). Es más, la relación a^*+b^* manifiesta un valor significativamente mayor a los 20 días de conservación. Esto sería normal ya que la fruta en este periodo está más madura. Es más, la relación a^*+b^* indica el cambio de color en la piel de los frutos en la zona de verde a amarillo.

CUADRO 30. **Evolución del color de piel de frutos de copaos conservados a 5°C y 10 °C hasta por 20 días**

Conservación (días)	L	a*	b*	a*+b+
5	40.00 ab	(-4.25) a	16.46 a	12.21 b
10	38. 29 b	(-3.10)a	16.05 a	12.94 b
15	40.21 a	(-2.55)a	17.60 a	13.19 b
20	40.28 a	(-3.99)a	17.18 a	15.05 a

FIGURA 8. **Diferencias de color en los frutos de copaos**



Caracterización sensorial de frutos de copaos al momento de la recolección y después de cada salida de cámara

Este proceso se llevó a cabo por un panel entrenado compuesto por 8 catadores. Los expertos valoraron 8 parámetros:

- a. apariencia
- b. aroma
- c. textura
- d. dulzor
- e. acidez
- f. sabor
- g. jugosidad
- h. aceptabilidad

De acuerdo a la valoración organoléptica realizada por los catadores, es posible apreciar en el Cuadro 30 que los atributos de dulzor y acidez manifiestan una importancia significativa en la aceptabilidad de los copaos.

Al mismo tiempo, se observa que la fruta desde la cosecha hasta después de 10 días en conservación frigorífica (independiente de la temperatura de almacenamiento), manifiesta una alta acidez, sin percibir dulzor. Los sólidos solubles presentan niveles del orden de 3 a 3.5 grados Brix, este es un valor bastante bajo en comparación a otras especies frutales. Incluso es después de 10 días de conservación que los frutos manifiestan una acidez extrema, independientemente de la temperatura utilizada.

Respecto de la apariencia de los frutos manifestada por los panelistas, ésta es buena hasta los 5 días de conservación, independiente de la temperatura utilizada. Sin embargo, los catadores, discriminan la fruta por este atributo, una vez que ésta ha permanecido por más de 5 días en frigo conservación.

En relación al aroma y jugosidad, se concluye que el fruto presenta la mayor intensidad al momento de la cosecha. Se identifica éste como un comportamiento normal de la fruta, ya que la producción de compuestos volátiles como el aroma, forma parte del metabolismo del fruto. Es más, durante la permanencia en almacenamiento frigorífico, la fruta ralentizó su metabolismo. También se observa que ha perdido un cierto nivel de humedad, lo que explicaría la respuesta de los catadores, presentando la fruta, una menor jugosidad y aroma.

CUADRO 31. Interpretación de los resultados obtenidos (medianas) durante la evaluación sensorial en frutos de copaos a la recolección, tras 5 y 10 días de conservación frigorífica a temperaturas de 5°C y 10°C

Atributo	Cosecha	5 °C y 5 días de conservación	10 °C y 5 días de conservación	5 °C y 10 días de conservación	10 °C y 10 días de conservación
Apariencia	Buena	Buena	Buena	Regular	Conservación
Aroma	Levemente alto	Normal	Normal	Normal	Normal
Textura	Regular	Más que regular	Más que Regular	Menos que Regular	Regular
Dulzor	Sin Dulzor	Sin Dulzor	Sin Dulzor	Sin Dulzor	Sin Dulzor
Acidez	Muy Ácido	Muy Ácido	Muy Ácido	Extremadamente Ácido	Extremadamente Ácido
Sabor	Normal	Intenso	Muy Intenso	Muy Intenso	Normal
Jugosidad	Levemente alto	Jugoso	Muy Seco	Normal	Normal
Aceptabilidad	Gusta algo	Disgusta algo	Disgusta algo	Disgusta algo	Disgusta mucho



Resumen de las evaluaciones de caracterización de los frutos de copao, destacadas en el proyecto

1. Los frutos de copao recolectados en la segunda quincena de febrero de 2006 en la zona de Gualiguaica, Valle de Elqui, en la IV Región de Coquimbo; revelan un patrón respiratorio tipo climatérico.
2. Los frutos de copao recolectados en verano con diferente tonalidad de color en su exocarpo (verde, dorado y rojo), manifiestan un comportamiento parejo respecto del estado de madurez en que fueron cosechados. En esta etapa el factor más importante que marca la diferencia de estos frutos, es el color de cubrimiento de la piel.
3. De acuerdo a los resultados, la acidez titulable y el nivel de sólidos solubles de los copaos son afectados por las diferentes temperaturas a medida que se incrementa el periodo de conservación.
4. La temperatura de 10 °C, luego de 10 días de conservación imprime a los frutos un incremento de la acidez titulable y de los niveles de sólidos solubles a diferencia de los copaos sometidos a 5 °C.
5. Variables tales como la acidez titulable, sólidos solubles y pH están muy relacionados, independientemente de la temperatura de conservación. No se tiene claro el metabolismo de los ácidos orgánicos de estos frutos, sin embargo, se podría inferir que los sustratos de reserva contenidos en los copaos son ácidos orgánicos. El nivel de azúcares en la especie no está siendo representado por los niveles de sólidos solubles, lo más probable es que sean ácidos.
6. Variables tales como acidez titulable, sólidos solubles, pH y firmeza mantienen una correlación negativa con el cambio de color de piel, expresado como la relación a^*+b^* , de acuerdo al análisis quimiométrico.
7. La pérdida de humedad a medida que transcurren los diferentes periodos de almacenamiento es un factor gravitante en la forma y tamaño de la fruta.
8. La temperatura más adecuada para conservar frutos de copaos parece ser la de 5 °C. Sin embargo, no se cuantificó en el presente estudio la incidencia de desórdenes fisiológicos tales como *chilling injury* (daño por frío). Es efectivo que la temperatura de 10 °C, luego de 10 días de conservación otorga una mayor acidez a los frutos, pues fueron discriminados por un grupo de catadores expertos.
9. La valoración organoléptica llevada a cabo por un panel entrenado en la recolección y después de la conservación de los copaos revela que los frutos fueron castigados por ser ácidos y sin dulzor. Esta percepción apreciada por los catadores fue común en cada fecha de panel, sobre todo, tras 10 días después de conservación.
10. El sabor y la apariencia es bien evaluada por los panelistas durante la totalidad del estudio. Los panelistas manifestaron preferencias por los frutos al momento de la recolección ya que los encontraron muy aromáticos y jugosos.
11. Es importante destacar que algunas necesidades de investigación relativas a cosecha y postcosecha de esta especie, deben orientarse a determinar el índice de madurez de recolección más óptimo para recoger los frutos destinados a fruta fresca y el índice de madurez a recolección más apropiado.

D. Prospeccionar y determinar presencia de insectos beneficiarios o perjudiciales (posibles plagas) presentes en el cultivo

El monitoreo se realizó en las localidades de Gualliguaica, La Coipa y Quebrada Honda. Cada zona se visitó al menos en dos oportunidades cada mes. Las plantas fueron revisadas directamente y también los frutos. De la misma forma se realizó un recuento indirecto de los insectos capturados en trampas de agua y pegamento, colocados por el proyecto para estos efectos.

Identificación de especies de insectos asociados a las plantas de *Eulychnia acida* Phil

La principal plaga que se encuentra atacando a plantas y frutos de copao, es la polilla de la tuna *Sigalgaita chilensis* (Figura 9).

Otras especies detectadas en plantas de *Eulychnia acida* Phil fueron el chanchito blanco de la vid (*Pseudococcus viburni*) y la escama blanca de la hiedra (*Aspidiotus nerii*). Sin embargo, estas se encontraron en muy bajas poblaciones y sólo en algunas plantas aisladas, por lo que pueden ser considerados insectos asociados y no plagas con potencial de daño en esta planta.

FIGURA 9. Larvas de polilla de la tuna



Polinizadores

En este grupo benéfico, se identificaron algunos himenópteros pertenecientes a las familias Apoidea, Halictidae y Sphecidae, y dípteros de la familia Syrphidae.

E. Estudiar la pre-factibilidad técnico-económica y comercial de la explotación productiva de *Eulychnia acida* Phil

Se realizaron encuestas a público general, entrevistas con informantes claves y estudios de casos. De igual forma, se prepararon muestras de productos para evaluar sus niveles de aceptación en supermercados y ferias regionales. También en empresas gastronómicas locales.

Asimismo, se analizaron las alternativas de industrialización y potencial uso medicinal sobre la base del análisis bromatológico y de entrevistas con el sector industrial.

Para evaluar la rentabilidad asociada a la explotación de *Eulychnia acida* Phil, bajo una condición de cultivo tradicional (manejo sustentable de la población natural de copaos existentes en la región) y mediante un sistema de tecnificado (planta cultivada), se procedió a estructurar los costos operacionales y de comercialización para dichas situaciones de manejo. Además de estimar sus flujos proyectados e indicadores de rentabilidad (TIR, VAN, PRI y relación costo/beneficio).

Evaluación de hábitos, usos y niveles de aceptación del producto

Fueron aplicados 2 instrumentos: Encuestas al público y entrevistas a informantes claves.

Encuestas

El objetivo central de estos instrumentos perseguía determinar: (1) el grado de conocimiento por parte de los encuestados del fruto de copao, (2) nivel consumo, (3) escala de aceptación del producto, (disponibilidad para comprar un fruto de copao).

Este instrumento se aplicó a 350 personas en el periodo comprendido entre el 1 y 15 de febrero de 2006. Los puntos de aplicación se seleccionaron considerando aquellos que tuvieran una afluencia importante de turistas, de manera de recoger información de consumidores no sólo de la IV Región.



Los puntos elegidos fueron: Plaza de Armas y La Recova de La Serena, Plaza de Vicuña y Embalse Puclaro (Vicuña).

Las encuestas se clasificaron en dos tipos:

1. Conocimiento y disposición a consumir: público general
2. Aceptación del producto (evaluación sensorial): público general y público extranjero

Encuestas dirigidas a público general

Cabe destacar, que donde se concentra una mayor intención de compra de la fruta es en el rango etáreo de los mayores de 65 años (85%), en términos de nivel de ingreso, aquellos con un ingreso mensual familiar sobre M\$1.800. La intención de compra se incrementa en 12% si el fruto está asociado a algún beneficio de salud como, por ejemplo, reducir el colesterol.

Con respecto a la disposición a pagar por unidad, la media de los valores informados es de \$165, incrementándose a \$253 (53%) si el copao fuera identificado como alimento funcional. La frecuencia de compra entre los potenciales consumidores fue en su mayoría, según lo señalado, de una vez a la semana (59%) con una cantidad promedio de 8 frutos.

Encuestas para la evaluación sensorial del copao

Respecto de la presentación del fruto, un 96% la consideró atractiva y la asoció a frutas exóticas. Entre las frutas mencionadas por los entrevistados que de alguna manera asociaban al copao, están entre otras: la chirimoya de Venezuela, la pitahaya, el kiwi, y el kumquat.⁷

Respecto de la motivación a pagar, se observa una media superior a la informada por encuestados chilenos de US\$0,57/unidad, lo que cla-



⁷ Los kumquats (*Fortunella* spp.) son un género de árboles de la familia de las rutáceas, estrechamente emparentados con los cítricos (*Citrus* spp.). Son originarios de China. Hoy se cultivan en el sur de Europa y en algunas regiones de Estados Unidos, Argentina y Brasil (como frutal) además de su zona de origen.

ramente se relaciona con los niveles de ingresos percibidos y la valorización de este fruto como exótico. En el caso del consumidor extranjero, su disponibilidad de consumo y disposición a pagar es superior. En este caso el precio puede ser al menos de US\$ 1,00 /unidad.

CUADRO 32. Resultados de la encuesta sensorial a público en general	
	Porcentaje
Conocimiento	44%
Consumo	28%
Aceptación	85%
Disponibilidad a pagar	85%

CUADRO 33. Resultados de la encuesta sensorial a público extranjero	
	Porcentaje
Conocimiento	0%
Cosumo	0%
Aceptación	96%
Disponibilidad a pagar	90%

Entrevistas a informantes claves

Las entrevistas fueron realizadas a:

- Comercializadores actuales de frutos de copao, ubicados en Vicuña,
- Actores del ámbito privado, chefs, empresarios de turismo, agentes relacionados a la cadena comercial de frutas (encargados de sección de supermercados).
- Actores del sector público de instituciones como CONAMA, SAG, y Municipios de la Provincia de Elqui en zonas rurales.

La entrevista realizada se dividió en dos partes.

La primera, relacionada con antecedentes generales, factores críticos y potencial comercial del fruto, se aplicó a todos los entrevistados por igual. La segunda sección, constaba de preguntas específicas, donde el objetivo principal consistía en determinar apreciaciones y/o juicios técnicos respecto a la fruta según el sector y/o área de trabajo de los entrevistados.

Aspectos generales sobre el copao

Usualmente, las personas que comercializan copaos, específicamente en el Valle de Elqui, poseen gran conocimiento y una larga tradición en el consumo del fruto.

Entre los usos y propiedades atribuidas al copao, destacan las de tipo cosmético (para la piel y cabello), las medicinales (alto contenido de vitaminas y cualidades como cicatrizante), además, del consumo humano y animal (como alimento para ganado caprino).



Los entrevistados del sector público, manifestaron conocer el fruto, pero no manejar mayores antecedentes a excepción del uso como shampoo que es el más reconocido a nivel local.

Un fenómeno distinto se apreció entre los entrevistados del sector privado. Los entrevistados del sector gastronómico y comercial (supermercados), no manejaban antecedentes sobre la fruta. Incluso muchos de ellos jamás habían visto o escuchado sobre el copao.

Presentación del fruto

Con respecto a la presentación del fruto, en términos del color y apariencia de la cáscara, las respuestas entre todos los entrevistados coinciden en que es un fruto atractivo, único y exótico.

A juicio de los chefs consultados, es un fruto con características únicas, y que se diferencia en un alto grado de las demás frutas. Pero es el copao en su variedad de color rojizo el que les parece más atractivo visualmente.

Textura y sabor

En cuanto al sabor y textura, los comercializadores entrevistados señalan que el fruto tiene buena aceptación entre los consumidores. Sin embargo, la mayoría lo consume con azúcar, debido a su sabor muy ácido.

Los entrevistados del sector gastronómico, en su calidad de especialistas en el tema, opinaron que el copao presenta un sabor extremadamente ácido que podría transformarse en una barrera limitante para producirlo en forma masiva.

Los entrevistados del área comercial señalaron, respecto al sabor en su estado natural (sin azúcar), encontrarlo demasiado ácido. Por esta razón, no proyectan un potencial alto como fruta fresca de consumo masivo. No obstante, se hace énfasis en que al ingerirlo con azúcar resulta bastante más agradable. Por lo que se hace necesario informar al consumidor sobre las opciones de preparación.

Factores críticos en el desarrollo del producto como fruto de consumo masivo

Los entrevistados de los distintos sectores coinciden en que el copao por sus características es un fruto atractivo y por lo tanto con potencial comercial para explotar su consumo. No obstante, su expansión como fruto de consumo masivo, dependerá en gran medida de las propiedades efectivas que registre, ya sea por sus beneficios asociados a patologías médicas o usos cosméticos. Este es un factor clave para el desarrollo e introducción del producto en los mercados formales.

En base a lo anterior, si bien se reconoce un potencial importante en el fruto, fundamentado principalmente en tendencias de mercado, se identifica también limitantes de tipo técnica y operativas, que podrían transformarse en barreras para la expansión del producto.

Los comercializadores de copao identificaron como principales limitantes, la disponibilidad de fruta y el acceso a ella, considerando que es un fruto estacional (temporada de verano) y se encuentra de manera silvestre en los cerros a lo largo de los valles de la IV Región.

A juicio de los entrevistados del sector gastronómico, las principales limitantes del fruto se relacionan con el desconocimiento que existe respecto al copao. Lo anterior, unido a su sabor en extremo ácido, podría generar rechazo entre los consumidores a nivel masivo. También se menciona que el bajo atractivo de la pulpa, en términos de aroma y color, serían elementos que podrían desfavorecer su consumo.

Los actores de la cadena comercial también mencionan como elemento restrictivo, la inexistencia de una demanda establecida. Tanto por desconocimiento de las características y propiedades de la fruta. Lo anterior requeriría una fuerte inversión en la promoción del copao. Otra limitante es la incertidumbre respecto a la estabilidad de la oferta. Pues es muy probable que esta sea restringida o discontinua, factor clave para el desarrollo de canales de comercialización.

Otras limitantes mencionadas por actores del sector público, tienen que ver con falta de información relativa a aspectos técnicos de la producción del copao; tales como niveles productivos, volúmenes de cosecha y postcosecha del fruto, entre otras. Por esta razón, se considera imprescindible incrementar el conocimiento sobre la fenología de la planta, sus requerimientos climáticos, hídricos y nutricionales, además de establecer los parámetros adecuados para la cosecha y almacenamiento del fruto. Al mismo tiempo, se requiere evaluar la estrategia de solución a problemas como el reclutamiento de mano de obra capacitada y la distancia a centros de acopio, si lo que se busca es desarrollar el cultivo del copao a escala comercial.

Entrevista al segmento comercializadores de copaos

La entrevista se realizó a dos comercializadores de copao, cuyos puntos de venta se encuentran en el Embalse Puclaro, sector de Gualliguaica, comuna de Vicuña.

Con respecto al abastecimiento de materia prima (frutos de copaos), los comerciantes consultados indicaron recolectarlo directamente de los cerros cercanos (sector Gualliguaica), y en algunos casos, (dependiendo de la demanda), contratan a terceros para esta tarea. Los principales costos asociados a la actividad que identifican los entrevistados es transporte, para llegar a los sitios de recolección y punto de venta; permisos y patentes municipales; recolección, en caso de contratarlo a terceros; contratación de fuerza de ventas e insumos (azúcar, servilletas y cucharitas).

Los entrevistados identificaron otros puntos de venta de copaos en la región como la Villa Puclaro (sector Punta Azul, comuna de Vicuña), la Plaza de Armas de La Serena, y la Plaza de Vicuña, lugares en los cuales la venta del fruto es esporádica.

A juicio de los comercializadores, el mayor potencial del fruto se encuentra en sus propiedades cosméticas y medicinales, cualidades reconocidas por la población local y que se encuentran bastante arraigadas como parte del conocimiento popular del copao.

Entrevista al segmento gastronómico

Con el propósito de obtener un juicio de valoración técnica respecto de la comercialización del copao, se entregaron muestras de la fruta (aproximadamente 8 kilos) a dos chefs de reconocidos hoteles de La Serena. Ellos realizaron distintas pruebas con la fruta, para evaluar su durabilidad y para conocer el potencial gastronómico del fruto.

Ambos chefs coinciden en que el fruto se adapta mejor a preparaciones frías y dulces, destacando el helado y el mousse. También se menciona como alternativa interesante la preparación de jugos y tragos (Copao sour).

Con respecto a la apreciación de consumidores no especializados que degustaron las preparaciones realizadas, se observa que las preferencias se inclinan en gran medida por las preparaciones frías, en especial postres.

Respecto a si reconocían alguna similitud entre el copao y otra fruta, señalan que por su sabor ácido, y en términos de aporte a la preparación, se le podría asociar con el limón o el kiwi. En cuanto a su presentación, lo consideran único.

En cuanto al potencial del fruto, entre los entrevistados existen visiones contrapuestas. Algunos mencionan que el producto posee características que permitirían expandir su consumo, ya que es valorado como un fruto en extremo exótico, con cualidades únicas y que se encuentra en línea con la tendencia de productos naturales altamente valorados, específicamente en los mercados consumidores gourmet. Esta apreciación se confirma al consultar a los encuestados por su disposición a pagar por el producto \$1.500 por kilo.

En cambio, en el caso de otros entrevistados, estos señalan, que si bien, es un producto con características exóticas y que podría tener potencial destacando su carácter nativo, en especial para turistas extranjeros y también nacionales; factores como su sabor en extremo ácido y el desconocimiento de la fruta podrían restringir en gran medida su potencial en el mercado.

Entrevista segmento supermercados

Se realizaron entrevistas a supervisores de la sección de vegetales y frutas de dos importantes supermercados de la ciudad de La Serena. Ambos entrevistados consideran que el copao sería un fruto de interés en el rubro para iniciar su comercialización. Desde la perspectiva de los consumidores, señalan que puede ser interesante, en especial para el tipo de público que desea o está dispuesto a experimentar nuevos sabores.

Con respecto a la categoría más adecuada para comercializar el producto, señalan que debería potenciarse el carácter nativo del fruto. Además, se menciona que sería interesante mejorar su presentación, de manera de hacerlo más atractivo para el consumidor.

Al consultar acerca de posibles precios del producto al consumidor final, existen diferentes visiones. Uno de los entrevistados, señala que debería estar al nivel de frutos exóticos, es decir entre \$800 y \$1.000 el kilo. El segundo consultado señala que debería ser similar al precio de la tuna, del orden de \$500 por kilo. Ambos entrevistados señalan marginar un 30% sobre el precio de costo del producto, con lo que se concluye que los precios a productor estarían entre \$350 y \$700 el kilo.

En cuanto al manejo de potenciales volúmenes de fruta a comercializar, los entrevistados coinciden que se comenzaría con cantidades pequeñas, del orden de 40 kilos semanales y ubicados en lugares de mayor atractivo de la sección “vegetales”. Los volúmenes expuestos podrían incrementarse según sea la evolución de la demanda.

En este mismo sentido, los entrevistados señalan que el consumo de este tipo de frutas se asocia principalmente a segmentos socioeconómicos medio-altos y gourmet (chefs).

Finalmente, se considera que una estrategia de penetración de mercado exitosa debiera considerar el diseño de una buena presentación del producto, por ejemplo en cajas de 4 a 5 kilos, con una etiqueta atractiva y con buena uniformidad de los frutos tanto en tamaño, color y forma. Del mismo modo es fundamental desarrollar actividades de promoción y degustación en puntos estratégicos de venta para evaluar sus niveles de consumo y venta.

F. Sensibilizar a la comunidad sobre el valor de un recurso genético nativo y su potencial

Con el objetivo de dar a conocer el estudio y sensibilizar a la comunidad de la región sobre las perspectivas de este fruto es que se realizaron charlas en asociaciones de comunidades agrícolas, algunas de ellas dedicadas a la explotación de copaos, tanto en las Provincias de Elqui como Limarí. Las charlas se enfocaron en la entrega de resultados de avance del estudio.

El proyecto ha causado cierto interés en medios de comunicación por lo cual se han realizado diversas actividades de difusión del estudio en diarios locales, y en el programa de televisión nacional “Frutos del país”. Además, se participó de reuniones mensuales que tienen las comunidades para difundir la experiencia.

En la fiesta de la vendimia realizada en Ovalle, se presentó el estudio estableciendo nexos con comunidades en general. En estas charlas se entregaron resultados de avance del estudio.

Tras la finalización de la experiencia, se realizó un seminario final para entregar los resultados más relevantes a la comunidad en general.

Algunos de los resultados fueron presentados en congresos de especialidad, además de publicarse un boletín informativo dedicado a especies cactáceas y suculentas.

SECCIÓN 3

El valor del proyecto

El proyecto precursor financiado por FIA corresponde al primer estudio realizado sobre la especie *Eulychnia acida* Phil (copao), a través del cual se obtuvo información relevante para evaluar el desarrollo comercial de la especie.

El estudio permitió acceder a antecedentes preliminares sobre aspectos botánicos, edafoclimáticos, características bromatológicas del fruto y factibilidad técnico-económica de la explotación comercial de copaos, aspectos que constituyen la base para futuras líneas de investigación.

De acuerdo a lo anterior, se generó un nuevo proyecto, el cual busca determinar las propiedades nutraceuticas y potencial de uso industrial. Esta investigación, cuyos resultados se obtendrán para el año 2011, es financiada por el programa Innova de la Corporación de Fomento de la Produc-



ción (CORFO) y es desarrollada por el Instituto de Investigaciones Agropecuarias (INIA) y el Centro de Investigación y Desarrollo en Grasas y Aceites (CIDGRA), de la Universidad de Chile.

Los resultados, además, han motivado a algunos agricultores de la zona a analizar vías de financiamiento para el desarrollo industrial de la especie lo que manifiesta el interés de los comuneros y habitantes de la región por desarrollar el negocio del copao. Sin embargo, aún existen desafíos técnicos, comerciales y económicos que necesitan ser abordados para que el cultivo del copao pueda constituirse en una alternativa viable para los comuneros y habitantes de la zona. Es muy importante destacar la realización de un estudio de mercado a nivel nacional para masificar el cultivo y lograr que la comercialización que no sea exclusiva de la Región de Coquimbo.

Anexos

Anexo 1. Cuadros económicos

Anexo 2. Literatura consultada

Anexo 3. Documentación disponible y contactos

ANEXO 1. Cuadros económicos

CUADRO 1. Inversiones requeridas en un huerto de copaos (\$/ha)			
ITEM			
Plantación	\$/unidad	JH	\$/ha
Limpieza y despedrado	8.740	18	157.320
Trazado de hileras	8.740	4	34.960
Hoyadura	8.740	20	174.800
Acarreo de plantas	8.740	1	8.740
Plantación	8.740	20	174.800
Subtotal Plantación			550.620
Materiales de Plantación	\$/unidad	Cantidad	\$/ha
Plantas	550	916	503.965
Enmienda orgánica	550	30	16.500
Herbicida	5.500	5	27.500
Subtotal Material			547.965
Sistema de riego			
Materiales de riego			312.618
Diseño proyecto			221.809
Materiales y construcción caseta de riego			340.000
Materiales y construcción estanque acumulador			2.000.000
Instalación sistema de riego			120.000
Subtotal riego			2.994.427
Cercado de terreno			
Malla hexagonal (bizcocho)			160.000
Palos			240.000
Mano de obra instalación			150.000
Subtotal cercado			550.000
Costo Establecimiento (ha)			4.643.012

CUADRO 2. Estructura de costos directos en un huerto de Copao (\$/ha)

COSTOS DIRECTOS	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7 en adelante
Mano de Obra (JH)	100.510	83.030	292.025	412.719	417.269	475.522	556.993
Limpias	52.440	52.440	69.920	104.880	104.880	104.880	104.880
Hoyadura	13.110	0	0	0	0	0	0
Aplicación Enmienda	13.110	13.110	21.850	21.850	21.850	21.850	21.850
Aplicación insecticidas	17.480	17.480	13.110	13.110	13.110	17.480	17.480
Replante	4.370	0	0	0	0	0	0
Poda	0	0	17.480	17.480	17.480	34.960	34.960
Riego	0	0	34.960	52.440	52.440	52.440	52.440
Cosecha	0	0	91.005	159.259	163.809	200.212	281.683
Otras Labores	0	0	43.700	43.700	43.700	43.700	43.700
Maquinaria Agrícola (JM)	22.500	22.500	97.500	97.500	97.500	112.500	112.500
Aplicación Enmienda	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	15.000	15.000
Aplicación insecticidas	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500	15.000	15.000
Poda	7.500	7.500	0	0	0	0	0
Cosecha	0	0	75.000	75.000	75.000	75.000	75.000
Otras Labores	0	0	7.500	7.500	7.500	7.500	7.500
Fertilizantes	12.000	18.000	24.000	30.000	30.000	30.000	30.000
Enmiendas Orgánicas	12.000	18.000	24.000	30.000	30.000	30.000	30.000
Pesticidas	0	0	60.000	96.000	120.000	120.000	120.000
Insecticidas	0	0	60.000	96.000	120.000	120.000	120.000
Otros Insumos	100.000	150.000	200.000	200.000	200.000	200.000	200.000
TOTAL COSTOS	235.010	273.530	673.525	836.219	864.769	938.022	1.019.493

CUADRO 3. Detalle de la estructura de costos directos en un huerto de copaos (\$/ha)																
COSTOS DIRECTOS	Unidad	Valor unidad	Año 1		Año 2		Año 3		Año 4		Año 5		Año 6		Año 7 en adelante	
			Cantidad	Valor total (\$)	Cantidad	Valor total (\$)	Cantidad	Valor total (\$)	Cantidad	Valor total (\$)	Cantidad	Valor total (\$)	Cantidad	Valor total (\$)	Cantidad	Valor total (\$)
Mano de Obra (JH)		\$		100.510		83.030		292.025		412.719		417.269		475.522		556.993
Limpías	JH	8.740	6,0	52.440	6,0	52.440	8,0	69.920	12,0	104.880	12,0	104.880	12,0	104.880	12,0	104.880
Hoyadura	JH	8.740	1,5	13.110	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Aplicación Enmienda	JH	8.740	1,5	13.110	1,5	13.110	2,5	21.850	2,5	21.850	2,5	21.850	2,5	21.850	2,5	21.850
Aplicación insecticidas	JH	8.740	2,0	17.480	2,0	17.480	1,5	13.110	1,5	13.110	1,5	13.110	2,0	17.480	2,0	17.480
Replante	JH	8.740	0,5	4.370	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Poda	JH	8.740	0,0	0		0	2,0	17.480	2,0	17.480	2,0	17.480	4,0	34.960	4,0	34.960
Riego	JH	8.740	0,0	0	0,0	0	4,0	34.960	6,0	52.440	6,0	52.440	6,0	52.440	6,0	52.440
Cosecha	JH	8.740	0,0	0	0,0	0	10,4	91.005	18,2	159.259	18,7	163.809	22,9	200.212	32,2	281.683
Otras Labores	JH	8.740	0,0	0	0,0	0	5,0	43.700	5,0	43.700	5,0	43.700	5,0	43.700	5,0	43.700
Maquinaria Agrícola (JM)				22.500		22.500		97.500		97.500		97.500		112.500		112.500
Limpías	JM	15.000	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Hoyadura	JM	15.000	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Aplicación Enmienda	JM	15.000	0,5	7.500	0,5	7.500	0,5	7.500	0,5	7.500	0,5	7.500	1,0	15.000	1,0	15.000
Aplicación insecticidas	JM	15.000	0,5	7.500	0,5	7.500	0,5	7.500	0,5	7.500	0,5	7.500	1,0	15.000	1,0	15.000
Replante	JM	15.000	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Poda	JM	15.000	0,5	7.500	0,5	7.500	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Riego	JM	15.000	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0	0,0	0
Cosecha	JM	15.000	0,0	0	0,0	0	5,0	75.000	5,0	75.000	5,0	75.000	5,0	75.000	5,0	75.000
Otras Labores	JM	15.000	0,0	0	0,0	0	0,5	7.500	0,5	7.500	0,5	7.500	0,5	7.500	0,5	7.500
Fertilizantes				12.000		18.000		24.000		30.000		30.000		30.000		30.000
Enmiendas Orgánicas	KG	12	1.000	12.000	1.500	18.000	2.000	24.000	2.500	30.000	2.500	30.000	2.500	30.000	2.500	30.000
Pesticidas				0		0		60.000		96.000		120.000		120.000		120.000
Insecticidas	LT	12.000	0	0	0	0	5	60.000	8	96.000	10	120.000	10	120.000	10	120.000
Otros Insumos	GL			100.000		150.000		200.000		200.000		200.000		200.000		200.000
TOTAL COSTOS				235.010		273.530		673.525		836.219		864.769		938.022		1.019.493

CUADRO 4. Rentabilidad de un huerto de tunales (\$/ha)									
Tunales Valores \$/ha									
Item		Año 0	Año 1	Año 2	Año 3	Año 4	Año 5	Año 6	Año 7 al 20
Ingresos		-	-	88.200	630.000	882.000	1.260.000	1.575.000	2.520.000
Produccion (kg)				700	5.000	7.000	10.000	12.500	20.000
Costos		561.135	384.772	391.370	642.203	758.870	950.810	1.096.643	1.534.143
Implantacion		561.135							
Replante	10%		34.235						
Fertilización			200.650	200.650	200.650	200.650	200.650	200.650	200.650
Riegos			24.912	24.912	24.912	24.912	24.912	24.912	24.912
Podas			84.700	84.700	84.700	84.700	101.640	101.640	101.640
Aplicación Herbicida			19.100	19.100	19.100	19.100	19.100	19.100	19.100
Limpia manual			21.175	21.175	21.175	21.175	21.175	21.175	21.175
Cosecha (JH/kg)	120,0			40.833	291.667	408.333	583.333	729.167	1.166.667
MARGEN BRUTO		- 561.135	- 384.772	- 303.170	- 12.203	123.130	309.190	478.357	985.857
Inversiones		1.399.873		-	-	-	-	-	-
Establecimiento		300.000							
Cerco		499.873							
Riego Tecnificado		600.000							
Capital de trabajo		384.772	303.170	-	-	-	-	-	-
FLUJO NETO CAJA		- 2.345.779	- 687.942	- 303.170	- 12.203	123.130	309.190	478.357	985.857
VAN (12%)	532.323								
TIR	13,85%								

Fuente: Libro FIA, Producción de tunas en VII Región.

ANEXO 2. **Literatura consultada**

Kader, A., 1992. Postharvest biology and technology: An overview. In: Postharvest Technology of Horticultural Crops. University of California /A. Kader, ed. 15-20.

Ninio, R.; Efraim Lewinsohn; Yosef Mizrahi and Yaron Sitrit, 2003. Changes in Sugars, Acids, and Volatiles during Ripening of Koubo [*Cereus peruvianus* (L.) Miller]. Fruits. J. Agric. Food Chem. 2003, 51, 797-801.

Squeo FA, J Arancio & JR Gutierrez (2001). Libro Rojo de la Flora Nativa y de los Sitios Prioritarios para su Conservación: Región de Coquimbo. Ediciones Universidad de La Serena, La Serena, Chile.

Sudzuki, F., Muñoz, C., y Berger, H. 1993. El cultivo de la tuna (cactus pear). Universidad de Chile. Santiago. 88 p.

Páginas Web:

<http://www.chilebosque.cl>

<http://www.redagricola.com>

<http://www.inia.cl>

<http://www.gorequimbo.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