

INFORME TECNICO FINAL

**Introducción y evaluación de oleaginosas
especiales de uso medicinal, cosmético y/o
industrial en la VIII y X Regiones.**

Codigo: PI-C-2001-1-A-082 (antes C-01-
1A-082)

13 DE JULIO DE 2006

OFICINA DE PARTES - FIA	
RECEPCIONADO	
Fecha	14 JUL. 2006
Hora	15:20
Nº Ingreso	3400

I. ANTECEDENTES GENERALES

Código: PI-C-2001-1-A-082 (antes C-01-1A-082)

Nombre del proyecto: **Introducción y evaluación de oleaginosas especiales de uso medicinal, cosmético y/o industrial en la VIII y X Regiones.**

Región: VIII Región - X Región

Agente ejecutor: Universidad de Concepción

Agentes asociados:

originalmente planteados: Unidad de Desarrollo Tecnológico, Rapalco Ltda. (Osorno), Loncopan S.A.

efectivos: Unidad de Desarrollo Tecnológico, Loncopan S.A., Rapalco Ltda., Ricardo Montesinos, Alejandro Montesinos

Coordinador del proyecto: Marisol Berti

Costo total: programado \$ 145.542.440

real \$ 129.019.343

Aporte del FIA: \$ 85.183.123 + \$ 4.8148.25 (bienes capital) = \$ 89997948, 69,75 % del costo total

Periodo de ejecución: programado: 1 noviembre 2001 – 30 abril 2005

real: 1 noviembre 2001 – 30 junio 2006

II. RESUMEN EJECUTIVO

Se obtuvo semilla de las nueve especies en estudio (*Calendula officinalis*, *Crambe abyssinica*, *Cucurbita pepo* convar. *citrullina* var. *styriaca*, *Cuphea* sp., *Euphorbia lagascae*, *Lesperella fendleri*, *Limnanthes alba*, *Sesamum indicum*, *Stokesia laevis*, *Vernonia galamensis*), a las cuales se les determinó el porcentaje de germinación previo al establecimiento de los ensayos de campo. Las especies *Lesquerella fendleri* WCL-LY1, *Stokesia laevis* SA640 y *Stokesia laevis* SA644 presentaron el más alto porcentaje de germinación, mientras que de *Vernonia galamensis* 49 B-OR1 y *Vernonia galamensis* 15D-10-12-2 no germinó más de un 20%. Para estas últimas especies se usó compuestos químicos o condiciones de luz que estimularan la germinación.

Las semillas de *Cuphea* sp y *Limnanthes alba* se multiplicaron inicialmente en maceteros con el fin de incrementar su monto para el establecimiento de los ensayos.

En la literatura se indica que todas las especies en estudio se deben sembrar en invierno. Sin embargo, salvo *Calendula officinalis* y *Limnanthes alba*, las plantulas de las demás especies no resistieron las heladas de invierno ni en Chillán (VIII Región) ni en Entre Lagos y Cocule (X Región), siendo necesario cambiar la fecha de establecimiento a la primavera en ambas zonas. En Entre Lagos y Cocule las condiciones de temperatura y suelo no fueron adecuadas, por lo que los ensayos se realizaron en el Fundo el Roble, comuna San Pablo.

Los rendimientos de semilla, en general, fueron mucho menores a los esperados según la literatura y dependió del año en estudio. En aquellas especies de maduración tardía como *Euphorbia lagascae*, *Sesamum indicum* y *Vernonia galamensis* pueden haber problemas con la cosecha si el otoño es demasiado lluvioso. De acuerdo a los resultados obtenidos sólo *Calendula officinalis* y *Limnanthes alba* se adaptaron a Osorno (X Región) y Chillán (VIII Región). *Limnanthes alba* tiene potencial para ser cultivado en Osorno. En el valle central regado la caléndula es una alternativa si se mecaniza la cosecha y se logra extraer el aceite por un método que no sea el prensado en frío.

De acuerdo al contenido de aceites especiales, las especies *Cucurbita pepo* convar. *citrullina* var. *styriaca*, *Euphorbia lagascae*, *Limnanthes alba*, *Sesamum indicum*, *Stokesia laevis* SA644 y *Vernonia galamensis* cumplirían con las exigencias del mercado. Los cultivos con futuro potencial de desarrollo son crambe, calendula y cuphea en Chillán. Mientras que *Euphorbia lagascae*, *Sesamum indicum*, *Vernonia galamensis* y *Cuphea* spp. tendrían posibilidades de ser cultivada más al norte de Chillán, las tres

- f. Transferir la tecnología más apropiada de extracción a la industria de extracción ya instalada en el país.
- g. Refinar muestras de aceite de las especies seleccionadas para ser enviadas a clientes nacionales y extranjeros

Cumplimiento de los objetivos general y específicos planteados

Objetivo planteado:

Introducir nueve especies de oleaginosas especiales a la VIII y X Regiones.

Principales resultados:

1. Al inicio del proyecto ya se disponía de semillas de caléndula asilvestrada, de calabaza aceitera y de *Lesquerella fendleri*.
2. En enero de 2002 ingresaron a Chile las semillas de las especies *Linmanthes alba*, *Cuphea hybrid* y *Cuphea lanceolata* provenientes desde Estados Unidos.
Durante febrero y marzo de 2002 ingresaron a Chile las especies *Vernonia galamensis* y *Lesquerella fendleri* desde Estados Unidos, mientras que la especie *Stokesia laevis* fue importada desde Alemania.
Entre noviembre 2002 y mayo de 2003 ingresaron las semillas de las especies *Euphorbia lagascae* de España y *Sesamum indicum* (sésamo) de Francia y Venezuela.
3. Se determinó la viabilidad de las semillas para lo cual se tomó una muestra y se colocaron en la estufa de germinación.
4. Las flores de *Cuphea* spp., cultivada en macetas en el invernadero, se fecundaron manualmente para aumentar el número de semillas disponibles.

Grado de impacto: 100%, se logró disponer de semillas de todas las especies en estudio

Objetivo planteado:

Evaluar agrónomicamente la adaptación de las 9 especies a dos zonas agroclimáticas distintas, Chillán y Entre Lagos, Cocule o San Pablo (Osorno)

Principales resultados:

Parámetros productivos en el cultivo de *Calendula officinalis*

1. Se adaptó a las zonas de Chillán y de la X Región
2. Debe sembrarse en abril en Chillán y en Osorno
3. Se cosecha en enero en Chillán y febrero en Osorno
4. Rendimiento de semilla: Entre 1.080 a 3.598 kg ha⁻¹ en Chillán y 217 a 342 kg ha⁻¹ en Osorno
5. Contenido de aceite: 12-17% en Chillán y 25% en Osorno
6. Contenido de ácido caléndico: 44% en Chillán y 40% en Osorno
7. Se determinó que el cultivo requiere ser regado en la época estival en Chillán

Grado de impacto: 90%, el contenido de ácido caléndico cumple con las expectativas. No fue posible extraer aceite por prensado en frío y tampoco fue posible hacer la evaluación técnico-económica.

Parámetros productivos en el cultivo de *Crambe abyssinica*

1. Sólo se adaptó a la zona de Chillán
2. Debe sembrarse a comienzos de septiembre
3. Se cosecha en marzo
4. Rendimiento de semilla: 12 kg ha⁻¹
5. Contenido de aceite: 29.0 %
6. Contenido de ácidos grasos: ácido vernólico 58,1%, ácido oleico 9,5%
7. Se determinó que el cultivo requiere ser regado en la época estival en Chillán

Grado de impacto: 40%, ya que se logra establecer, pero fructifica poco, bajo contenido de aceite en la semilla y el ácido oleico mayor. No se extrajo aceite por prensado y tampoco se realizó la evaluación técnico-económica.

Parámetros productivos en el cultivo de *Cucurbita pepo* convar. *citrullina* var. *styriaca* (calabaza aceitera)

1. Sólo se adaptó a la zona de Chillán
 2. Debe sembrarse en octubre en Chillán
 3. Se cosecha en abril-mayo en Chillán
 4. Se recomienda fertilizar con 160 kg ha⁻¹ de N y 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅, produciéndose 1,5 frutos por planta
 5. Con el insecticida imidacloprid (Punto 70 WP) aplicado al suelo en el momento de la siembra se controla más efectivamente la mosca de la semilla de la calabaza y se logra la mayor población de plantas
 6. Rendimiento de semilla: Entre 980 a 1800 kg ha⁻¹
 7. Contenido de aceite: 45 a 51 %
 8. Contenido de ácidos grasos: ácido linoleico 50-51%, ácido oleico 33-37%.
 9. Se determinó que el cultivo requiere ser regado en la época estival en Chillán
- Grado de impacto: 60%, ya que sólo se desarrolló en Chillán, determinándose cantidad de fertilizante requerido y el control de larva, alto contenido de aceite, se realizó evaluación técnico-económica de la producción de aceite y se dispuso de una pequeña muestra de aceite para refinarlo.

Parámetros productivos en el cultivo de *Cuphea* spp.

1. Sólo se adaptó a la zona de Chillán
 2. Debe sembrarse en septiembre
 3. Se cosecha periódicamente entre febrero a marzo
 4. Rendimiento de semilla: Entre 8,2 a 166 kg ha⁻¹
 5. Contenido de aceite: 29 a 35 %
 6. Se determinó que el cultivo requiere ser regado en la época estival en Chillán
- Grado de impacto: 40 %, ya que se logró incrementar el material genético y establecerlo. El contenido de ácido mirístico fue mayor, no se realizó la extracción de aceite por prensado ni la evaluación técnico-económica.

Parámetros productivos en el cultivo de *Euphorbia lagascae*

1. Sólo se adaptó a la zona de Chillán
 2. Debe sembrarse a fines de octubre
 3. Se cosecha en abril
 4. Rendimiento de semilla: Entre 24 a 116 kg ha⁻¹
 5. Contenido de aceite: 51,48 %
 6. Contenido de: ácido vernólico 57,8%
 7. Se determinó que el cultivo requiere ser regado en la época estival en Chillán
- Grado de impacto: 40%, ya que no se logra los rendimientos esperados porque el fruto es dehiscente y madura muy tardíamente. Sin embargo, la calidad del aceite y de ácido vernólico es buena, no se extrajo aceite por prensado y no se realizó la evaluación técnico-económica.

Parámetros productivos en el cultivo de *Lesquerella fendleri*

1. Sólo se adaptó a la zona de Chillán
 2. Debe sembrarse a comienzos de septiembre
 3. Se cosecha en febrero a abril
 - 4.- Rendimiento de semilla: Entre 37,6 a 87,7 kg ha⁻¹
 5. Contenido de aceite: 16,71 a 27,15 %
 6. Contenido de ácido lesquerólico 2,8-49,8%
 7. Se determinó que el cultivo requiere ser regado en la época estival en Chillán
- Grado de impacto: 50%, ya que se logra establecer sólo en Chillán, sin cumplir con las exigencias de aceite y ácido lesquerólico, no se extrajo aceite por prensado en frío, como consecuencia de las características del fruto. Tampoco fue posible hacer la evaluación técnico-económica.

Parámetros productivos en el cultivo de *Limnanthes alba* (meadowfoam)

1. Se adaptó a las zonas de Chillán y de la X Región

2. Debe sembrarse a fines de abril en Chillán y Osorno
 3. Se cosecha en noviembre en Chillán y enero en Osorno
 4. Rendimiento de semilla: Entre 65,2 a 337 kg ha⁻¹ en Chillán y 213 a 979 kg ha⁻¹ en Osorno
 5. Contenido de aceite: 18,4 a 26,9 % en Chillán y 20,39 a 65,62 % en Osorno
 6. Contenido de ácidos grasos sobre 20C: 91,8 a 95,2% en Chillán y 93,3 a 94,1% en Osorno
- Grado de impacto: 100%, ya que se estableció, con buen rendimiento de semillas y contenido de aceite.

Parámetros productivos en el cultivo de *Sesamum indicum* (sésamo)

1. Se adaptó parcialmente la zona de Chillán
 2. Debe sembrarse a fines de octubre
 3. Se cosecha a mediados de abril
 4. Rendimiento de semilla: Entre 0 a 176,6 kg ha⁻¹
 5. Contenido de aceite: 45,5 a 49,5%
 6. Contenido de ácidos grasos: ácido oleico 38,7 - 40,1%, ácido linoleico 44 - 46,7%
 7. Se determinó que el cultivo requiere ser regado en la época estival en Chillán
- Grado de impacto: 30%, ya que se establece el cultivo, pero por la temperatura otoñal, no madura. No realizó extracción de aceite por prensado y ni la evaluación técnico-económica.

Parámetros productivos en el cultivo de *Stokesia laevis*

1. Se adaptó a la zona de Chillán
 2. Debe sembrarse en septiembre
 3. Se cosecha en abril de la temporada siguiente (bianual)
 4. Rendimiento de semilla: Entre 490 a 1.374 kg ha⁻¹
 5. Contenido de aceite: 33,25 a 34,06 %
 6. Contenido de ácidos grasos: 61,5-69,2% ácido vernólico
 7. Se determinó que el cultivo requiere ser regado en la época estival en Chillán
- Grado de impacto: 50%, ya que sobrevive las heladas de invierno y logra madurar la semilla. Además, el aceite cumple con las exigencias. No hubo semilla disponible para hacer la extracción de aceite por prensado y realizar la evaluación técnico-económica.

Parámetros productivos en el cultivo de *Vernonia galamensis*.

1. Se adaptó a la zona de Chillán
 2. Debe sembrarse a fines de octubre
 3. Se cosecha entre mediados y fines de abril
 4. Rendimiento de semilla: Entre 33 a 458,0 kg ha⁻¹
 5. Contenido de aceite: 31,12 a 33,37 %
 6. Contenido de ácido vernólico 71,9 a 75,02 %
 7. Se determinó que el cultivo requiere ser regado en la época estival en Chillán
- Grado de impacto: 50 % ya que no se logra los rendimientos esperados porque madura muy tardíamente. Sin embargo, la calidad del aceite es buena. No hubo semilla disponible para hacer la extracción de aceite por prensado y realizar la evaluación técnico-económica.

Objetivo planteado:

Realizar la extracción experimental del aceite para determinar los pasos críticos necesarios para utilizar estos productos en la industria de extracción.

Principales resultados:

1. En todas las temporadas el rendimiento de semillas fue bajo, disponiéndose en algunos casos de muy poca semilla para realizar la extracción de aceite por prensado en frío
2. Sólo se extrajo el aceite en la temporada 2004-2005 de *Lesquerella fendleri*, *Cucurbita pepo*, *Calendula officinalis* y *Limnathes alba*.

3. No fue posible extraer aceite por prensado a partir de las semillas de *Lesquerella fendleri*, *Cucurbita pepo*, *Calendula officinalis* debido a un problema asociado al rango de proceso de la prensa.

4. Las tortas de *Lesquerella fendleri* y *Cucurbita pepo* se extrajeron por Soxhlet, con un rendimiento de un 28,1% y 50,1%, respectivamente

5. Las semillas de *Limnanthes alba* se extrajeron por prensado en frío, con un rendimiento de 11,7 a 12,1 %.

Grado de impacto: 40%, por falta de materia prima.

Objetivo planteado:

Realizar un estudio de mercado de los aceites producidos para las tres especies de mayor potencial, indicando, además, a que derivados de petroquímicos utilizados pueden reemplazar en la industria nacional.

Principales resultados:

1. Chile podría exportar aceite de *Cucurbita pepo* convar. *cirtullina* var. *styriaca*

2. Chile importa aceite de colza, que puede ser reemplazado por aceite de *Limnanthes alba*

3. Chile importa aceite de sésamo y semillas que puede ser reemplazado por producción propia más al norte de Chillán

4. Principal barrera de entrada a los mercados es un alto volumen de producción a precios competitivos en comparación a productos sintéticos de bajo costo

Grado de impacto: 60%

Objetivo planteado:

Transferir la tecnología de manejo del cultivo de las especies con mayor potencial agronómico y de mercado

Principales resultados:

1. Se realizaron exitosamente todos los días de campo

2. Se presentó un trabajo en el Congreso Agronómico

3. Se presentó el proyecto en la reunión informativa de FIA en Temuco

4. Se organizó el seminario Oleaginosas especiales: opción productiva para la zona sur de Chile.

5. Se redactó un texto en que se presentan los resultados obtenidos en el proyecto, complementados con información bibliográfica

Grado de impacto: 100%. Mediante la ejecución del proyecto el cultivo de plantas oleaginosas especiales está siendo conocido por un mayor número de personas.

Objetivo planteado:

Transferir la tecnología más apropiada de extracción a la industria de extracción ya instalada en el país.

Principales resultados:

1. Se redactó un texto en que se presentan los resultados obtenidos en el proyecto, complementados con información bibliográfica

Grado de impacto: 100%. El texto esta disponible para las personas interesada, con amplia información.

Objetivo planteado:

Refinar muestras de aceite de las especies seleccionadas para ser enviadas a clientes nacionales y extranjeros

Principales resultados:

1. Se dispuso de una muy baja cantidad de aceite como para obtener suficiente muestra refinada para enviar a los clientes

Grado de impacto: 20%, por falta de muestra

2. Metodología del proyecto

1. Introducción de especies

Actividad N°1

Al inicio del proyecto ya se disponía de semillas de caléndula asilvestrada, de calabaza aceitera y 10 g de semilla de *Lesquerella fendleri* en la Facultad de Agronomía.

Se contactó al SAG para recabar información sobre los documentos necesarios para ingresar las semillas al país y se hizo las respectivas solicitudes de internación.

Por otro lado, se contactó a numerosos investigadores para solicitarles si podían facilitar y enviaran una muestra de semillas, cifiéndose a las exigencias del SAG:

Cuphea sp.:

Wayne Coates Office of Arid Land Studies, Bioresources Research Facilities, University of Arizona.

Euphorbia lagascae:

Wayne Coates Office of Arid land studies, Bioresources Research Facilities, University of Arizona; Peter Lapinskas, Inglaterra, mail Meter@lapinskas.com,

David Tuley, Inglaterra, mail;

María Jesús Pascual, España; mail mjesus.pascual@carm.es;

Burton Jonson, Estados Unidos, mail burton.johnson@nds.u.nodak.edu.

Lesquerella fendleri

David Dierig, USDA/ARS Water Conservation Lab Phoenix, Arizona.

Limnanthes alba:

Steven Knapp, Department of Crop Science, Oregon Sate University.

Sesamum indicum:

Agrigenetics Co., Madison, Wisconsin, Estados Unidos

Jarif Abdulal , USDA en Morris, Estados Unidos.

Abdullah Jaradat , Estados Unidos; mail jaradat@morris.ars.usda.gov

Steve Edwardson, North Dakota, Estados Unidos; mail steve.edwardson@minndak.com

Elena Mazzani, Venezuela, ; mail (emazzani@telcel.net.ve)

Lesley Steigh de Francia; mail Lesley@b-and-t-world-seeds.com

Alfred Slinkard , Alberta Canadá; mail slinkard@sask.usask.ca

Valerie Sowiak , Alberta Canadá; mail Valerie.Sowiak@gov.ab.ca

Stokesia laevis:

Wayne Coates Office of Arid land studies, Bioresources Research Facilities, University of Arizona.

Vernonia galamensis:

Wayne Coates Office of Arid Land Studies, Bioresources Research Facilities, University of Arizona

La especie *Crambe abyssinica* cultivar *Meyer* se incorporó a las especies en estudio debido a que es una planta oleaginosa, cuyo aceite se utiliza como lubricante para motores que alcanzan una alta temperatura. Además, el contenido de ácido erúxico es alto. La semilla ya estaba en posesión de la directora del proyecto.

Actividad N°2

Germinación de semillas

Se hizo dos análisis de germinación.

El primero de ellos fue un análisis de germinación, con 4 repeticiones. Para ello se esterilizó arena (esterilizada 80°C/ 30 min autoclave), con ella se llenó bandejas plásticas hasta 2 cm y se dividió en 4 partes iguales. En cada sección se colocó 20 semillas humedecidas con agua. La bandeja se tapó con una bolsa transparente y se introdujo en cámaras de germinación a 15°C.

Una vez germinada la semilla se trasplantó a contenedores de germinación de 126 alveolos, (esterilizados con cloro al 10%/ 5 min), llenos con suelo esterilizado (bromuro de metilo, bombona de 0,5 mL para 1 m³ de sustrato) y se colocaron en invernadero frío.

El segundo análisis de germinación fue específico para las diferentes especies. Para ello se usó un diseño al azar con 4 repeticiones. En cada una de las repeticiones, una placa Petri de vidrio con arena

previamente esterilizada en el autoclave, se colocó 10 semillas y se humedeció con agua destilada. En la medida que las semillas fueron germinando se les fue removiendo de las placas y contando:

Lesquerella fendleri

Se determinó la germinación de las líneas WCL-LY1, WCL-SL1 y 98LO. Las semillas se expusieron a 4 °C y un fotoperíodo de 11 horas luz blanca por 14 días. Posteriormente el fotoperíodo se alargó a 18 h y la temperatura se aumentó a 20°C.

Limnanthes alba

Se determinó la germinación de la línea Mermaid. Las semillas se expusieron a 4 °C y un fotoperíodo de 11 horas por 14 días. Posteriormente el fotoperíodo se alargó a 18 h y la temperatura se aumentó a 20°C.

Stokesia laevis

Las semillas de las líneas SA 640 y SA 644 se expusieron a 4 °C y un fotoperíodo de 11 horas luz blanca por 14 días. Posteriormente el fotoperíodo se alargó a 18 h y la temperatura se aumentó a 20°C.

Vernonia galamensis

Se determinó el porcentaje de germinación de las líneas 49B-OR1, A0399 y 15D-10-12-2. Cada una de las líneas se sometieron a 3 tratamientos diferentes según se indica:

- humedecidas con agua, fotoperíodo 11 h luz blanca por 14 días.
- humedecida con solución acuosa de KNO₃ al 0,2% (p/v), fotoperíodo 11 h luz blanca por 14 días
- humedecida con solución acuosa de KNO₃ al 0,2% (p/v), en oscuridad por 14 días

La arena en las placas Petri fue humedecida con agua destilada o solución acuosa de KNO₃ al 0,2 % (p/v), cuando se trató de los tratamientos con luz blanca. Para aquel de oscuridad se procedió de igual forma, pero se usó una placa Petri de acero inoxidable.

Una vez pasado el período frío, en dos de los tres tratamientos el fotoperíodo se alargó a 18 h, permaneciendo en oscuridad el tercero y la temperatura se aumentó a 20°C.

Adicionalmente una muestra de semillas de *Limnanthes alba*, variedades OMF-78, OMF 64, Mermaid y Knowles; *Cuphea* hybrid PSR-23, VL-186 VL-160 VL-91, VL-92 y *Cuphea lanceolata* LN-183 se colocaron en la estufa de germinación. Aquellas que germinaron se transplantaron a macetas disponiendo 4 plantas en cada una, previamente desinfectadas con una solución de cloro al 10%. Estas macetas se dejaron al aire libre para observar su desarrollo y posteriormente se trasladaron a los invernaderos en los meses de frío y lluvias para que las plantas semillaran.

Las plantas de *Cuphea* hybrid sembradas en la temporada 2001-2002 en maceteros de 5L con tierra esterilizada (mencionada en el párrafo anterior) permanecieron al aire libre hasta que comenzó a bajar la temperatura y se les cambió a invernadero para poder prolongar el tiempo de floración. A medida que las flores estaban en antesis se les polinizó con un pincel y una vez madura las semillas, fueron cosechadas individualmente. De estas se volvió a sembrar 4 semillas por macetero de 5L en octubre 2002. Durante la segunda temporada (2002-2003) las plantas permanecieron siempre en invernadero, bajo condiciones térmicas constantes en el día (20°C), por lo cual el periodo de producción de flores fue más prolongado.

También la especie *Limnanthes alba* sembrada en macetas en la temporada 2001-2002 fue polinizada manualmente.

En el caso de *Stokesia laevis* se sembró semilla con radícula emergida en contenedores de 162 alvéolos, con una profundidad de la cavidad de 3,8 cm, los que se llevaron a invernadero. Como sustrato se utilizó una mezcla de 50% tierra esterilizada con bromuro de metilo y 50% Agromix.

2. Evaluación de la adaptación

Actividad N° 3

Evaluación de la adaptación en Chillán

Lugar

Los ensayos se realizaron durante tres temporadas en la Estación Experimental "El Nogal" de la Universidad de Concepción, en Chillán.

Diseño experimental

En los ensayos ejecutados se usó un diseño experimental de bloque completo al azar con 4 repeticiones, utilizando distancia entre hilera que varían desde 0,2 a 0,5 metros, dependiendo de la especie.

Preparación de suelo

Para el establecimiento de las especies sembradas en otoño como en primavera, el suelo se prepara con anticipación para eliminar las malezas y bajar gradualmente la presión de aquellas semillas que permanecen sin germinar en el terreno.

Para ello se recomienda hacer 4 labores de rastraje, incorporando el material vegetal, con tractor con implemento (rastra de clavos) a comienzos y fines de febrero, mediados de abril y mediados de agosto. En septiembre se realiza una labor más profunda con implemento rastra resorte y rodillos. Finalmente, para un mullido óptimo del terreno, se realizan 2 labores al suelo con motocultor en forma cruzada.

Cuando se siembra en primavera en el suelo que ha sido preparado en otoño, es necesario pasar una rastra combinada a mediados de octubre y 2 pasadas en forma cruzada con el motocultor.

Fertilización

Se fertiliza con una fórmula base que se aplica en la última intervención realizada con el motocultor: 100 U ha⁻¹ de P₂O₅ (como superfosfato triple) y 80 U ha⁻¹ de K₂O (como sulfato de potasio) a 7-10 cm de profundidad en la hilera. El nitrógeno (como urea) se aplica en una o dos parcialidades según la especie (Cuadro 1), a un costado de las hileras.

Cuadro 1. Cantidad de nitrógeno aplicado en las especies cultivadas en Chillán

especie	A la siembra (U N ha ⁻¹)	segunda aplicación (U N ha ⁻¹)	Comentario
<i>Calendula officinalis</i>	50	50, agosto	
<i>Limnanthes alba</i>	50	50, agosto	
<i>Cuphea sp.</i>	50	0	Sólo se fertilizó con P ₂ O ₅
<i>Crambe abyssinica</i>	50	0	
<i>Euphorbia lagascae</i>	50	0	
<i>Lesquerella fendleri</i>	50	0	
<i>Sesamum indicum</i>	50	25	
<i>Stokesia laevis</i>	50	0	
<i>Vernonia galamensis</i>	50	0	

En la temporada 2004-2005 el cultivo de *Crambe abyssinica* realizado por la empresa Aceites del Maule en la zona de San Carlos, camino a San Fabián de Alico se fertilizó un ensayo (tres repeticiones) con 23 U N ha⁻¹, 67,5 U P ha⁻¹ y 48 U K ha⁻¹ y otro (1 repetición) con 90 U N ha⁻¹, 67,5 U P ha⁻¹ y 48 U K ha⁻¹.

Siembra

La siembra es en forma manual y la profundidad de la hilera de siembra depende del tamaño de la semilla. Así, para *Lesquerella*, *Limnanthes* y *Vernonia*, cuyas semillas son pequeñas, se usa 0,5-1 cm de profundidad, mientras que para *Euphorbia* y Sésamo se recomienda una profundidad de 4 a 5 cm y 1-2 cm para caléndula. Después de la siembra se tapa las semillas con un rastrillo.

Debido al desconocimiento del comportamiento de las especies en Chile fue necesario ir probando las fechas de siembra y la dosis de semilla más adecuadas (Cuadro 2).

Las especies establecidas en otoño 2002 se presentan en el Cuadro 2.

Cuadro 2. Establecimiento de las especies en otoño 2002, correspondiente a la temporada 2002-2003.

Especie	línea	Fecha de siembra	Dosis de semilla (kg ha ⁻¹)	Marco plantación (entre hilera, m)
<i>Calendula officinalis</i>	chilena	abril	7	0,5
<i>Crambe abyssinica</i>	Meyer	8/4/02	8	0,5
<i>Lesquerella fendleri</i>	WCL-SLI	9/04/02	26,7	0,15
<i>Lesquerella fendleri</i>	98-LO	9/04/02	26,7	0,15
<i>Lesquerella fendleri</i>	WCL-LY1	9/04/02	26,7	0,15
<i>Limnanthes alba</i>	OMF-78	abril	22	0,15
<i>Limnanthes alba</i>	Knowles	abril	22	0,15
<i>Vernonia galamensis</i>	AO-399	9/04/02	6,7	0,3
<i>Vernonia galamensis</i>	49B-Ori	9/04/02	6,7	0,3
<i>Vernonia galameisis</i>	15D-10-12-2	9/04/02	6,7	0,3

Durante la primavera 2002 se debió resembrar las especies indicadas en Cuadro 3.

Cuadro 3. Establecimiento de las especies en primavera 2002, correspondiente a la temporada 2002-2003.

Especie	línea	Fecha de siembra	Dosis semilla (kg ha ⁻¹)	Marco plantación (entre hilera, m)
<i>Lesquerella fendleri</i>	WCL-SLI	15/08/02	26,7	0,15
<i>Lesquerella fendleri</i>	98-LO	15/08/02	26,7	0,15
<i>Lesquerella fendleri</i>	WCL-LY1	15/08/02	26,7	0,15
<i>Crambe abyssinica</i>	Meyer	15/08/02	8	0,5
<i>Crambe abyssinica</i>	Meyer	16/10/02	8	0,5
<i>Vernonia galamensis</i>	AO-399	15/08/02	6,7	0,3
<i>Vernonia galamenis</i>	49B-Ori	15/08/02	6,7	0,3
<i>Vernonia galameisis</i>	15D-10-12-2	15/08/02	6,7	0,3
<i>Vernonia galamenisi</i>	AO-399	18/11/02	6,7	0,3
<i>Vernonia galamenisi</i>	49B-Ori	18/11/02	6,7	0,3
<i>Vernonia galamensis</i>	15D-10-12-2	18/11/02	6,7	0,3
<i>Sesamum indicum</i>	francesa	5/11/02	4	0,5
<i>Sesamum indicum</i>	Francesa	2/12/02	4	0,5
<i>Sesamum indicum</i>	francesa	17/01/03	4	0,5
<i>Euphorbia lagascae</i>		5/11/02	4	0,5
<i>Euphorbia lagascae</i>		2/12/02	4	0,5
<i>Euphorbia lagascae</i>		17/01/03	4	0,5

Durante la temporada 2002-2003 las variedades de *Stokesia laevis* SA 644 y SA 640 se

transplantaron, después de ser sembradas entre mediados de abril y de junio, con el primer par de hojas desarrollado. Al cabo de 1,5 meses se aplicó 50 U ha⁻¹ de N (como urea) a un costado de la hilera.

Para la segunda temporada, es decir 2003-2004, las especies se sembraron de acuerdo a lo indicado en el Cuadro 4.

Cuadro 4. Especies sembradas en otoño y primavera de la temporada 2003-2004.

Especie	línea	Fecha de siembra	Dosis semilla (kg ha ⁻¹)	Marco plantación (entre hilera, m)
<i>Calendula officinalis</i>	chilena	28/04/03	6,7	0,15 chorro continuo
<i>Limnanthes alba</i>	Knowles	28/04/03	22	0,15 chorro continuo
<i>Limnanthes alba</i>	OMF 78	28/04/03	22	0,15 chorro continuo
<i>Crambe abyssinica</i>	Meyer	4/09/03	8	0,5 chorro continuo
<i>Lesquerella fendleri</i>	WCL-SLI	04/09/03	22	0,15 chorro continuo
<i>Lesquerella fendleri</i>	98-LO	04/09/03	22	0,15 chorro continuo
<i>Lesquerella fendleri</i>	WCL-LY1	04/09/03	22	0,15 chorro continuo
<i>Cuphea sp.</i>		23/10/03	Trasplante	0,3
<i>Euphorbia lagascae</i>		24/10/03	8	0,5
<i>Vernonia galamensis</i>	AO 399	24/10/03	13	0,30
<i>Vernonia galamensis</i>	49B-Ori	24/10/03	13	0,30
<i>Vernonia galamensis</i>	15D-10-12-2	24/10/03	13	0,30
<i>Sesamum indicum</i>	Francesa	27/10/03	8	0,5
	Carapucha			
	Arawaca			
	Glauc			
	Morada			
	Acarigua			
	Inmar			
	Venezuela -51			
<i>Stokesia laevis</i>	SA 644	24/10/03	8	0,5
	SA 640			

En la temporada 2003-2004 las semillas de *Cuphea sp.* obtenidas por polinización manual fueron sembradas a comienzos de septiembre en bandejas speedling de 128 alveólos llenos con Agromix (100%) como sustrato y posteriormente se colocaron en invernadero de polietileno. Las fechas de siembra para la tercera temporada, 2004-2005, se indican en el Cuadro.5.

Cuadro 5. Especies sembradas en otoño y primavera de la temporada 2004-2005.

Especie	Tratamientos (variedades)	Fecha siembra	Dosis de semilla (kg ha ⁻¹)	Marco plantación (entre hilera m)
<i>Calendula officinalis</i>	Chilena	5/05/04	7	0,5
<i>Limnanthes alba</i>	OMF 78, Knowles	5/05/04	22	0,15
<i>Crambe abyssinica</i>	Meyer (Chillán)	27/08/04	8	0,5
	Meyer (San Carlos)	25/09/04	20	0,4
<i>Lesquerella fendleri</i>	98-10, WCL-LY1, WCL-SLI	27/08/04	22	0,2
<i>Stokesia laevis</i>	SA 640, SA 644	8/09/04	8	0,3
<i>Euphorbia lagascae</i>		20/10/04	8	0,5
<i>Vernonia galamensis</i>	15D-10-12-2, 49B-ORI, AO-399	20/10/04	20	0,3
<i>Cuphea sp.</i>	PS-23, VI-91, VI-92,	28/10/04	Trasplante*	0,5

<i>Sesamum indicum</i>	VI-160 Francesa, Arawaca, Morada, Inmar, Venezuela -51	Carapucha, Glauc, Acarigua	5/11/04	8	0.5
------------------------	--------------------------------------------------------------------	----------------------------------	---------	---	-----

* Todas las especies, salvo *Cuphea* sp, se sembraron directamente en terreno. Para *Cuphea* fue necesario hacer un almácigo.

La empresa Aceites del Maule en la temporada 2004-2005 se ofreció para hacer un ensayo con *Crambe abyssinica* en la zona de San Carlos, camino a San Fabián de Alico y en las cercanías de Pemuco. En la primera localidad el suelo es rico en materia orgánica y profundo, mientras que en Pemuco es arcilloso. La siembra se realizó a 1 cm profundidad con semilla pregerminada. Después de la emergencia se raleó plantas.

Control de malezas

Sólo en los cultivos de otoño *Calendula officinalis* y *Limnanthes alba* se controlan las malezas en mayo en forma química, aplicando Assure (I.A. Quizalofop-p-etil, 0,5 L ha⁻¹, equivalente a 25 mL producto 10 L⁻¹ de agua) más un surfactante. Se aplica una segunda dosis de herbicida con una bomba de espalda a mediados de junio, utilizando Panthera Plus (I.A. Quizalofop-p-tefuril, 2 L ha⁻¹, diluyendo 100 mL en 10 L de agua). Posteriormente, una vez que emergen las plantas, se realiza controles manuales, utilizando una escardilla y un azadón angosto, en la entre hilera.

En las demás especies en estudio sólo se realiza control manual, utilizando para ello azadón. Incluso se puede ir cortando con una tijera de podar a ras de suelo algunas malezas de hoja ancha tales como, por ejemplo, rábano. Se optó por no aplicar ningún herbicida ya que la mayoría de las maleza presente en primavera eran de hoja ancha y el uso de algún producto específico para este tipo de maleza habría podido dañar los cultivos en ensayo.

En la temporada 2004-2005 en los ensayos de *Crambe abyssinica* en la zona de San Carlos, camino a San Fabián de Alico y en las cercanías de Pemuco se controló manualmente las malezas.

Riego

De acuerdo a las condiciones climáticas, y la evaporación de bandeja, se recomienda regar con una frecuencia de 15 a 20 días, desde mediados de octubre hasta fines de febrero, procurando que el agua no moje el cuello de las plantas. Para ello se hacen surcos con un binador a lo largo de la hilera. El agua se conduce por un canal con sifones, cuyo caudal es 0,4 L min⁻¹. El tiempo de riego por especie es de 10 minutos.

En la temporada 2004-2005 en el ensayo de *Crambe abyssinica* en la zona de San Carlos, camino a San Fabián de Alico se regó y en las cercanías de Pemuco se regó sólo esporádicamente.

Rotación

Todos los años se ha realizado rotación. Sin embargo, en la temporada 2003-2004 el ensayo se realizó en un terreno donde se cultivó por dos años seguido *Echinacea angustifolia*, especie perenne de la familia Asteraceae, de origen Norteamericano. En el manejo de esta especie se presentó problemas de caída de plántulas debido al ataque de hongos, tales como *Fusarium* y *Phytophthora*.

Cosecha

La cosecha se realiza en forma manual, cortando las plantas con una hoz y tijeras de cortar pasto. Una vez cortada las plantas, se dejan en terreno para que pierdan humedad y posteriormente se trillan en un equipo estacionario.

Como las especies de los géneros *Vernonia*, *Euphorbia* y *Sesamum* maduran en forma muy tardía (abril, mayo) y desuniformemente, la cosecha se hace en forma parcializada a medida que madura la semilla.

En la temporada 2004-2005 el ensayo de *Crambe abyssinica* en la zona de San Carlos, camino a San Fabián de Alico se cosechó manualmente.

Secado

En general, el material cosechado en las últimas semanas de abril y mayo contiene mucha humedad, por lo cual es necesario secarlo primero en invernadero plástico y posteriormente en una estufa a 40°C si fuera necesario.

Actividad N° 4

Evaluación de la adaptación en Entre Lagos, Puyehue, y Fundo El Roble, San Pablo.

Lugar

En la temporada 2002-2003 el ensayo se estableció en el fundo El Carmen de Palo Colorado, Entre Lagos, Puyehue. Además, se estableció una pequeña estación demostrativa a 40 km al norte oeste de Osorno, en el sector Cocule.

En la temporada 2003-2004 y 2004-2005 los ensayos se cambiaron desde Entre Lagos, Puyehue, al Fundo El Roble, a 10 km de San Pablo, X Región. Esto se hizo porque en esa zona caen menos precipitaciones durante el verano, lo cual podría favorecer la maduración de las especies.

Diseño experimental

Las diferentes especies se establecieron siguiendo un diseño experimental en block completo al azar con 3 repeticiones y una distancia entre hilera de 0,15 a 0,5 m dependiendo de la especie.

Preparación de suelo

Para el establecimiento en la temporada 2002-2003, tanto en Entre Lagos como en Cocule el suelo se preparó con motocultor después de haber aplicado una semana antes un barbecho químico (1,5 kg de Round-up Max ha⁻¹, equivalente a 3 L de glifosato) que destruyó las malezas. En la estación demostrativa en Cocule se usó el sistema de cero labranza, mientras que en la temporada 2003-2004 se realizaron 2 barbechos químicos previo a la siembra y uno inmediatamente después de ser realizada ésta. En el primero se aplicó 3 L ha⁻¹ de Roundup (I.A. glifosato) + 0.7 L ha⁻¹ Esteron Ten Ten (I.A. 2,4 D) + 0.05 L ha⁻¹ de Silwet (I.A. copolímero de poliéter y silicona). En la segunda aplicación se usó 3 L ha⁻¹ de Roundup (I.A. glifosato) + 0.05 L ha⁻¹ de Silwet (I.A. copolímero de poliéter y silicona). Posterior a esta aplicación se sembró. El tercer barbecho se realizó inmediatamente después de la siembra aplicando 2 L ha⁻¹ de Roundup (I.A. glifosato) + 0.05 L ha⁻¹ de Silwet (I.A. copolímero de poliéter y silicona).

En la temporada 2004-2005 se usó nuevamente siembra en cero labranza en un suelo libre de malezas, ya que se había realizado previamente dos barbechos químicos con Roundup (I.A. glifosato) + 0.7 L ha⁻¹ Esteron ten ten (I.A. 2,4 D) + 0.05 L ha⁻¹ de silwet (I.A. copolímero de poliéter y silicona).

Fertilización

Las especies sembradas en otoño 2002, *Limnanthes alba* y *Calendula officinalis*, y que resistieron el invierno se fertilizaron en septiembre con 50 U N ha⁻¹ a la forma de urea. Mientras que en el cultivo de *Stokesia* en Entre Lagos, al momento de ser trasplantadas las plántulas, se abrió un surco al costado del camellón donde se depositó los fertilizantes que se indican en el Cuadro 6 y *Cucurbita pepo* se fertilizó en el momento del trasplante con 200 U ha⁻¹ P₂O₅ (como superfosfato triple) y 80 U ha⁻¹ K₂O (como nitrato de potasio) en una parcialidad.

Cuadro 6. Fertilización aplicada a *Stokesia* en Entre Lagos, temporada 2002-2003.

Tipo de fertilizante	Unidades (U) ha ⁻¹	N° parcialidades
Superfosfato Triple	100 (P ₂ O ₅)	1
Nitrato de potasio	80 (K ₂ O) y 25 (N)	1
Urea	25	1

En la temporada 2003-2004 los fertilizantes se aplicaron al momento de sembrar con el equipo de cero labranza utilizando súperfosfato triple en una dosis de 90 U ha⁻¹ P₂O₅ y muriato de potasio en una dosis de 60 U K₂O ha⁻¹. El nitrógeno no se aplicó en la siembra para no favorecer el crecimiento de malezas, sino que a comienzos de noviembre en una dosis de 60 un ha⁻¹ (como urea) con un equipo de cobertura al voleo.

En la temporada 2004-2005 la fertilización se aplicó al momento de la siembra con el equipo de cero labranza, utilizando mezclas especialmente diseñadas para el suelo: 87 U de P₂O₅, 34 U K₂O, 50 U N, 60 U S y otros microelementos por hectárea.

Siembra

En la primera temporada, 2002-2003, se procedió a abrir pequeños surcos a las distancias establecidas. La siembra fue a chorro continuo y en forma manual, usando las mismas distancia entre hilera que en Chillán (Cuadro 3).

Mientras que en las temporadas 2003-2004 y 2004-2005 se utilizó un equipo cero labranza, con 16 salidas, distanciadas a 17,5 cm.

Tanto en Entre Lagos, Puyehue, como en Cocule en la temporada 2002-2003 se sembraron las especies *Calendula officinalis*, *Crambe abyssinica*, *Limnanthes alba*, *Lesquerella fendleri* y *Vernonia galamensis* en otoño. Sin embargo, fue necesario reestablecer las especies que no se adaptaron a la siembra otoñal (Cuadro 7) en primavera.

Cuadro 7. Especies sembradas en otoño* y resembradas en primavera de la temporada 2002-2003

Especie	Localidad	Fecha	Dosis semilla (kg ha ⁻¹)	Marco de plantación (EH, m)
<i>Calendula officinalis</i> *	Entre Lagos	08/04/02	7	0,5
<i>Calendula officinalis</i> *	Cocule	09/04/02	7	0,5
<i>Limnanthes alba</i> *	Entre Lagos	08/04/02	22	0,15
<i>Limnanthes alba</i> *	Cocule	09/04/02	22	0,15
<i>Lesquerella fendleri</i>	Entre Lagos	30/08/02	26,7	0,15
<i>Lesquerella fendleri</i>	Cocule	31/08/02	26,7	0,15
<i>Vernonia galamensis</i>	Entre Lagos	30/08/02	8	0,15
<i>Vernonia galamensis</i>	Cocule	31/08/02	8	0,15
<i>Crambe abyssinica</i>	Entre Lagos	25/09/02	6,7	0,5
<i>Crambe abyssinica</i>	Cocule	25/09/02	6,7	0,5

Solamente en Entre Lagos se establecieron *Stokesia laevis* y *Cucurbita pepo*. Las plántulas de *Stokesia* se transplantaron en camellones a una distancia de 0,3 m, con un binador a una profundidad de 5 cm (Cuadro 8). En estos se hicieron orificios a una distancia 20 cm, colocándose las plantas con 3 a 4 hojas verdaderas. Para un buen prendimiento se presionó el suelo circundante al sector de trasplante para eliminar bolsas de aire al nivel de las raíces.

Cuadro 8. Trasplante de *Stokesia laevis* en Entre Lagos

Línea	Fecha	Población (Plantas ha ⁻¹)	Marco de plantación EH*SH (m)
SA 644	15/11/02	100.000	0,3*0,2
SA 640	15/11/02	100.000	0,3*0,2

Se trasplantó plántulas de calabaza con 1 hoja verdadera para asegurar el establecimiento en terreno. Para ello se abrió surcos de aproximadamente 10 cm de profundidad, y separados a 1,75 m. En ellos se hicieron orificios de 8 cm de profundidad a cada 30 cm sobre hilera, donde fueron colocadas las plántulas (densidad de plantación: 19.000 pl ha⁻¹).

En la temporada 2003-2004 se sembraron en abril sólo las especies *Calendula officinalis* (2 ha, dosis: 5 kg ha⁻¹) y *Limnanthes alba* (400 m², dosis: 22 kg ha⁻¹) debido a que estas fueron las que mejor se adaptaron en esta zona en la temporada 2002-2003.

En la temporada 2004-2005 estableció *Limnanthes alba* en abril en el fundo "El Roble". La siembra estuvo a cargo de la empresa Loncopan, con asistencia en terreno de técnico agrícola y agrónomo de la Universidad de Concepción. Dosis semilla: 22 kg ha⁻¹.

Control de malezas

En la primera temporada, 2002-2003, las malezas se controlaron con una aplicación de graminicida Centurión 240 (Clethodim) 0.7 L ha⁻¹ + Citroliv miscible (aceite mineral) 0.5 L en 150 L de agua, en septiembre. Posteriormente sólo se controló en forma manual con una escardilla, tanto en Entre Lagos como en Cocule. Específicamente para *Limnanthes alba* y *Caléndula officinalis* en Cocule el control de malezas manual se realizó en agosto y septiembre. Mientras que en *Stokesia laevis* y *Cucurbita pepo* sólo se hizo un control manual con una escardilla.

En la temporada 2003-2004 sólo se aplicó el tercer barbecho, señalado en preparación de suelo, usando 2 L ha⁻¹ de Roundup (IA glifosato) + 0.05 L ha⁻¹ de Silwet (IA copolímero de poliéter y silicona).

Riego

No fue necesario regar ningún ensayo, ya que se presentaron lluvias durante el periodo estival.

Rotación

En el Fundo El Roble, San Pablo, en la temporada 2003-2004 los cultivos fueron establecidos sobre una rotación de trigo.

Molusquicidas

En la temporada 2003-2004 hubo ataque de babosas o chapas (*Arion hortensis*) sobre las plantas de *Calendula officinalis* y *Limnanthes alba*. Es necesario controlar cuando se encuentran los primeros ejemplares, utilizando Clartex (IA Mercaptodimethur Tiodicarb) en una dosis de 21 pellets m⁻², cuya formulación permite la aplicación con tractor implementado con un trompo.

Abejas

En el mes de diciembre de 2003, cuando las plantas de *Limnanthes alba* se encontraban en plena floración se colocó 5 colmenas de abejas ha⁻¹ para favorecer una adecuada polinización de las flores.

Cosecha

Para ello se usó inicialmente una trilladora, aplicando desecante previo a la siega. Hubo una importante pérdida de semillas por desgrane causada por el desecante.

En las temporadas 2003-2004 y 2004-2005 la cosecha se realizó en enero, cortando las plantas con una segadora hileradora o windrower, la cual presta una gran utilidad ya que el cultivo permanece hilerado en el suelo por un par de días perdiendo humedad, facilitando el desprendimiento de la semilla durante la cosecha, la cual se hace con una trilladora estacionaria.

Actividad N°5

Análisis del contenido de aceite y perfil de ácidos grasos

Molienda. Las semillas fueron molidas en un molino centrífugo Retsch provisto de un tamiz de 500 mesh.

Aceite. Se pesó 5,000 g de semilla molida, se colocó en un dedal de extracción Whatman y sometió a extracción Soxhlet en 200 mL de éter de petróleo (p. eb. 60°C, Merck), durante 5 horas. Luego se separó el solvente en un Rotavapor Heidolph a 50°C, con vacío. Se pesó el matraz con el aceite y conocido el peso del matraz vacío se calculó el % de aceite en la muestra.

Ácidos grasos. En un vial, se trató un volumen de la muestra de aceite disuelta en n-hexano con KOH y metanol. Se agitó en un Vortex por 3 minutos, se dejó reposar para lograr separación completa de la capa hexanoica que contiene los derivados de los ácidos grasos. De esta fracción se inyectó 1 µL al cromatógrafo gaseoso provisto de una columna Supelcowax de 30 m, acoplada a un detector de ionización de llama (FID). La identificación de los ácidos grasos se realizó por comparación de los tiempos de retención con los estándares correspondientes. Para la cuantificación de los metilésteres se utilizó el método de estandarización interna.

Los análisis se realizaron entre marzo y junio del año 2003 para el primer año de cultivo, entre marzo y junio del año 2004 para la segunda temporada de cultivo, y marzo y mayo del año 2005 para la tercera temporada.

Actividad N° 6

Ensayo de adaptación de calabaza

En la temporada 2001- 2002 se llevó a cabo este ensayo en Chillán. Para ello se sembró a mediados de octubre de 2001 semilla desinfectada con Pomarsol Forte (2 g kg⁻¹ semilla) y se le aplica insecticida para controlar la mosca de la semilla.

Se sembró a una distancia de 1,6 m entre hilera y 0,3 m sobre la hilera (20.833 plantas ha⁻¹).

Se fertilizó con 100 kg ha⁻¹ N (como urea) y 300 kg ha⁻¹ de K₂O (como sulfato de potasio), en dos parcialidades en la misma proporción y en la misma fecha: 50% a los 60 días después de la siembra y 50% a los 90 días después de la siembra. No fue necesario aplicar fósforo.

Cuando los frutos ya estaban desarrollados se detectó oidio, que no fue necesario controlar.

Actividad N° 7

Ensayo de insecticidas en calabaza

Los ensayos se establecieron en la Estación Experimental "El Nogal" de la Universidad de Concepción en Chillán.

En la temporada 2002-2003 se probó diferentes insecticidas para evaluar su acción sobre el ataque de larvas en la semilla de calabaza. El marco de siembra usado fue de 15 cm en la sobre hilera y 1,7 m en la entre hilera. Se abrió un surco de 10 cm de profundidad, en la cual se depositaron 632,2 kg ha⁻¹ nitrato de potasio y 447,50 kg ha⁻¹ superfosfato triple.

Los tratamientos que se realizaron fueron:

Testigo T1: Las semillas desinfectadas con fungicida Pomarsol (2 g kg⁻¹ de semilla) se depositaron en terreno en la hilera, con el fertilizante tapado, a 7 cm de profundidad, y se taparon.

- T2: Cada hilera se tapó a 5 cm de profundidad correspondiente a este tratamiento, posteriormente se aplicó $5,9 \text{ kg ha}^{-1}$ de Carbodan granular (Ia: Carbofurano), se tapó con 2 cm de suelo y finalmente se sembró las semillas previamente desinfectadas con Pomarsol (2 g kg^{-1} semilla). Después de la emergencia se raleó a 0,3 m sobre hilera.
- T3: Las semillas desinfectadas con fungicida Pomarsol (2 g kg^{-1} de semilla) fueron tratadas con el insecticida Force CS (Ia: Teflutrina, $150 \text{ mL } 100 \text{ kg}^{-1}$ semilla), agitándolos juntos en un tarro para distribuir homogéneamente el producto. Se depositaron en terreno en la hilera, con el fertilizante tapado, a 7 cm de profundidad, y se taparon.
- T4: Las semillas desinfectadas con fungicida Pomarsol (2 g kg^{-1} de semilla) fueron tratadas con el insecticida Punto (Ia: Imidacloprid; $625 \text{ g } 100 \text{ kg}^{-1}$ semilla), agitándolos juntos en un tarro para distribuir homogéneamente el producto. Se depositaron en terreno en la hilera, con el fertilizante tapado, a 7 cm de profundidad, y se taparon.
- T5: Las hileras con fertilizante se taparon a 7 cm de profundidad, se sembraron las semillas desinfectadas previamente con Pomarsol (2 g kg^{-1} de semilla) y se tapó completamente. A continuación se aplicó Diazinon wp (Ia: Diazinon, $6 \text{ kg producto ha}^{-1}$ disuelto en 500 L de agua) con una bomba de espalda, cuyo gasto fue regulado para botar 500 L de agua ha^{-1} .
- Se usó un diseño de bloques completos al azar, con 5 tratamientos y cuatro repeticiones.

Durante la temporada 2003-2004 se repitió el ensayo y se agregó quitosano como posible insecticidas de presiembra para controlar el daño de *Delia platura*. Se usó un marco de plantación de 1,75 m entre hilera y 0,3 m sobre hilera. La fertilización se hizo en el fondo del surco aplicando nitrógeno 160 kg ha^{-1} a la forma de nitrato de potasio 50% a la siembra y 50% en floración y, fósforo 200 kg ha^{-1} a la forma de superfosfato triple (SFT).

Los tratamientos que se realizaron fueron:

- T1: Testigo sin aplicación de insecticida.
- T2 : Carbodán (i.a Carbofurano) en dosis de $5,7 \text{ kg ha}^{-1}$, aplicado en la hilera de siembra.
- T3 : Force 20 CS (i.a Teflutrina) en dosis de 150 g para 100 kg de semilla.
- T4 : Punto 70 WP (i.a Imidacloprid) en dosis de 625 g para 100 kg de semilla.
- T5 : Diazinón (i.a Diazinon) en dosis de 6 kg ha^{-1} , aplicado en la hilera de siembra.
- T6 : Quitosano (i.a Quitosano) en dosis de 6 kg ha^{-1} , aplicado en la hilera de siembra.
- El diseño experimental fue bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

Se evaluaron los siguientes parámetros:

Presencia del insecto plaga en cualquiera de sus estados (larva, pupa, adulto):. Esta se realizó en 3 oportunidades, presiembra para determinar la presión del insecto plaga en el terreno del ensayo, dos semanas postsiembra (inicios de noviembre) y 4 semanas postsiembra (tercera semana de noviembre).

Población definitiva de plantas ha^{-1} , y plantas dañadas por larva de *Delia platura* y/o hongos: Este muestreo se realizó en 2 oportunidades: a comienzo de enero y de febrero.

Rendimiento de frutos sanos por planta y por ha: Esto se evaluó al momento de la cosecha.

Rendimiento de semilla seca ha^{-1} : Después de la extracción las semillas se lavan, se estilan y se secan. El secado se llevó a cabo en una estufa a 40°C con aire forzado hasta alcanzar 8-10% humedad en las semillas. El 5 de mayo se inició la extracción de semilla de los frutos para su posterior secado.

Actividad N° 8

Ensayo de fertilización en calabaza

El ensayo se realizó en la Estación Experimental "El Nogal" de la Universidad de Concepción en Chillán en la temporada 2002-2003. Las plantas se establecieron separadas a 30 cm en la sobre hilera y 1,7 en la entre hilera.

Se aplicó diferentes dosis de nitrógeno (como urea) y fósforo (como superfosfato triple) (Cuadro 9), mientras que se usó una dosis única de $198 \text{ U potasio ha}^{-1}$ (899 kg ha^{-1} como sulpomag). Para ello se usó un diseño de bloques completos al azar, con 12 tratamientos y cuatro repeticiones.

Cuadro 9. Tratamientos de fertilización de calabaza aceitera en la temporada 2002-2003 en Chillán.

Tratamiento	Nitrógeno (U ha ⁻¹)	Urea (kg ha ⁻¹)	Fósforo (U ha ⁻¹)	SFT (kg ha ⁻¹)
1	0	0	0	0
2	0	0	100	217,39
3	0	0	200	434,78
4	80	173,9	0	0
5	80	173,9	100	217,39
6	80	173,9	200	434,78
7	160	347,8	0	0
8	160	347,8	100	217,39
9	160	347,8	200	434,78
10	240	521	0	0
11	240	521	100	217,39
12	240	521	200	434,78

Se depositaron los fertilizantes de cada tratamiento y la dosis única de sulphomag en un surco de 10 cm de profundidad, se tapó el surco hasta 4 cm de profundidad y se colocaron 3 semillas cada 30 cm. Se tapó completamente y se aplicó con bomba de espalda en toda la superficie Diazinon Wp (7 kg ha⁻¹) para prevenir el ataque de larvas a la semilla.

La siembra del segundo ensayo, 2004-2005, se realizó el 8 de septiembre de 2004 en bandejas de poliestireno expandido, con 135 cavidades, que se colocaron en invernadero frío. Se trasplantó cuando el almácigo de calabaza estaba con 2 a 3 hojas verdaderas. Estas plántulas estaban demasiado grandes, ya que el tiempo que requirió el almácigo fue más corto de lo esperado (sólo 25 días) y no se pudo establecer las plántulas en el momento oportuno en terreno porque las condiciones climáticas en ese momento eran adversas. Debido al retraso en el establecimiento las plantas se estresaron como consecuencia del reducido volumen de sustrato respecto del área foliar. Finalmente se trasplantó el 12 de octubre 2004 en un marco de plantación de 1,6 m entre hilera y 0,3 m sobre hilera, alcanzándose una población óptima de 20.833 plantas por ha.

El fertilizante (excepto el N) se colocó en el fondo del surco de plantación. Se fertilizó con 100 kg ha⁻¹ de P₂O₅ (super fosfato triple), 200 K₂O (sulphomag) y 150 Ca (fertiyeso). Para la aplicación de nitrógeno se consideró un diseño de bloques al azar con arreglo de parcelas divididas, donde la parcela principal correspondió a la cantidad de N aplicado y la subparcela al número de parcializaciones (Cuadro 10.).

Cuadro 10. Tratamientos de fertilizantes en calabaza en la temporada 2004-2005.

Tratamiento	Dosis N (kg ha ⁻¹)	Momento aplicación *
T1	0	-
T2	80	100% S
T3	80	50% S + 50% PF
T4	160	100% S
T5	160	50% S + 50% PF
T6	240	100% S
T7	240	50% S + 50% PF

* S= siembra PF= previo floración

Las aplicaciones de N se realizaron el 21 de octubre y el 25 de noviembre de 2004, es decir previo a floración, ya que la literatura indica que para cultivos oleaginosos este sería el momento

más tardío que se podría aplicar sin afectar la calidad y cantidad de aceite a extraer. La cosecha y extracción de semilla se realizó el 15 de marzo del 2005, una vez que los frutos se colorearon anaranjados y el follaje comenzó a senescer.

Después de extraer las semillas, se lavaron, se dejaron estilar y se secaron en una estufa a 55°C con aire forzado hasta alcanzar 8-10% de humedad en las semillas.

Las evaluaciones se hicieron sólo en la hilera central de cada parcela. Se evaluaron los siguientes parámetros:

- N° de plantas por hectárea (extrapolado de la hilera del medio donde se evaluó)
- Número frutos planta⁻¹
- N° frutos ha⁻¹ (extrapolado de la hilera del medio donde se evaluó)
- Rendimiento frutos (kg ha⁻¹) (extrapolado de la hilera del medio donde se evaluó)
- Rendimiento semilla (kg ha⁻¹) (extrapolado de la hilera del medio donde se evaluó)
- Peso semilla fruto⁻¹ (g)

Actividad N°9

Molienda y extracción de las especies

Extracción de aceites de semilla de *Cucurbita pepo*, *Limnanthes alba*, *Lesquerella fendleri* por prensado en frío y soxhlet.

Tratamiento post-cosecha

Se limpia las semillas cosechadas, retirando material vegetal y cuerpos extraños en forma manual y usando harneros de distinto tamaño. A continuación la semilla se seca en una estufa experimental a 40°C hasta un contenido de humedad de 7 – 9%, según la muestra.

Prensado en frío

Con la prensa en frío con capacidad de procesamiento para aproximadamente 5 kg de material por hora, adquirida en el proyecto, se realizó ensayos de prensado para las especies seleccionadas, determinando los rendimientos del proceso.

Se probaron muestras de:

Calendula officinalis:

Cucurbita pepo: la muestra de 1330 g de semillas se prensa en el equipo para tal efecto

Limnanthes alba OMF-78: la muestra total de 505 g de semillas se prensa en el equipo para tal efecto.

Limnanthes alba Knowles: la muestra total de 501 g de semillas se prensa en el equipo para tal efecto.

Lesquerella fendleri líneas WCL-LI, 98LO, WCL-SLI: Se mezclan las semillas de las tres líneas en estudio, se homogenizan, obteniéndose una muestra compuesta de 210 g de semilla que se prensa en el equipo para tal efecto.

El aceite obtenido se filtra al vacío con el fin de eliminar partículas sólidas.

Extracción por solvente

El solvente más utilizado en la extracción de aceites es hexano. Para las especies seleccionadas se realizará, al nivel de laboratorio, el proceso de extracción definido en los protocolos preliminares, determinando principalmente los rendimientos de extracción.

Las tortas de residuos de las muestras de *Cucurbita pepo*, *Limnanthes alba* OMF-78, *Limnanthes alba* Knowles y *Lesquerella fendleri* líneas WCL-LI + 98LO+WCL-SLI se somete a una extracción Soxhlet, en duplicado, con el fin de determinar el contenido de aceite residual de la torta después del prensado.

Actividad N°10.

Evaluación técnico-económica

Se determinaron, a partir de los datos de la operación piloto y laboratorio, los costos unitarios de prensado y extracción. Utilizando antecedentes de mercado, se determinó una evaluación económica preliminar para la obtención de aceite a partir de las especies en estudio.

4. Estudio de mercado

Actividad N°11

La primera fase del estudio de mercado se realizó en forma prospectiva, definiendo la conformación del mercado en los siguientes aspectos: principales productores, principales compradores para los distintos usos, productos derivados (aceites refinados u otros), precios, volúmenes transados, parámetros de calidad que influyen en el uso y/o en el precio. También se consideró recopilar mayor información respecto a los diferentes usos de cada uno de los productos de interés.

5. Transferencia tecnológica agronómica

Actividad N°12

Día de campo

Se enviaron invitaciones anualmente para los días de campo organizados en Chillán a partir de noviembre del 2002 y dos en Osorno a partir de noviembre 2003 hasta enero 2005.

Actividad N°13

Curso informativo

Se organizó un seminario en junio de 2004 al cual se invitó a charlistas extranjeros, contactándolos en noviembre – diciembre 2003.

6. Transferencia tecnológica de extracción y mercado

Actividad N°14

Libro del cultivo de oleaginosas especiales en Chile

Se recopiló información bibliográfica, se registró el manejo de los cultivos y se tabularon los resultados de estos.

7. Refinar aceite para obtener muestras para comercialización

La empresa LONCOPAN S.A. realizará la extracción y el protocolo de refinación para cada especie para enviar muestras de 1 kg de aceite a clientes interesados en conjunto con la información generada en el estudio de mercado realizado por la UDT. Se realizará desde marzo del 2004 a marzo del 2005.

3. Actividades del proyecto (actividades y tareas ejecutadas para la consecución de objetivos).

Calendario de ejecución programado y real.

Actividades del proyecto año 2001 (años calendarios)

Obj	Actividad	Descripción	Fecha inicio	Fecha termino	Fecha inicio	Fecha termino	
			programado		real		
1	1	Introducción de especies: <i>Lesquerella fendleri</i> , <i>Limnathes alba</i> , <i>Vernonia galamensis</i> , <i>Stokesia laevis</i> , <i>Euphorbia lagascae</i> , <i>Cuphea sp.</i> , <i>Sesamun indicum</i> , <i>Caléndula officinalis</i> , <i>Cucurbita pepo convar citrullina</i> .	Noviembre 2001	Diciembre 2001	Enero 2002	Enero 2003	No se obtuvieron las semillas requeridas de inmediato
1	2	Ensayos de germinación	Noviembre 2001	Diciembre 2001	Enero 2003	Abril 2003	Al recibir semillas más tarde, se atrasó
2	6	Cultivo para multiplicación de semilla de calabaza aceitera	Octubre 2001	Diciembre 2001	Octubre 2001	Octubre 2001	
4	11	Estudio de mercado	Noviembre 2001	Diciembre 2001	Diciembre 2001	Diciembre 2001	

Actividades del proyecto año 2002 (años calendarios)

Obj	Actividad	Descripción	Fecha inicio	Fecha de termino	Fecha inicio	Fecha de termino	
			programado		real		
1	1	Introducción de especies: <i>Lesquerella fendleri</i> , <i>Limnathes alba</i> , <i>Vernonia galamensis</i> , <i>Stokesia laevis</i> , <i>Euphorbia lagascae</i> , <i>Cuphea sp.</i> , <i>Sesamun indicum</i> , <i>Caléndula officinalis</i> , <i>Cucurbita pepo convar citrullina</i> .	Enero 2002	Marzo 2002	Enero 2002	Enero 2003	No se obtuvieron las semillas requeridas de inmediato
1	2	Ensayo de germinación	Enero 2002	Marzo 2002	Enero 2002	Abril 2002	
2	3	Ensayos de adaptación en la localidad de Chillán. Especies de siembra otoñal.	Abril 2002	Diciembre 2002	Abril 2002	Abril 2002	
2	3	Ensayos de adaptación en la localidad de Chillán. Especies de siembra primaveral.	Octubre 2002	Diciembre 2002	Octubre 2002	Enero 2003	Hubo que resembrar
2	4	Ensayos de adaptación en la localidad de Puyehue. Especies de siembra otoñal.	Abril 2002	Diciembre 2002	Abril 2002	Abril 2002	

2	4	Ensayos de adaptación en la localidad de Puyehue. Especies de siembra primaveral.	Octubre 2002	Diciembre 2002	Septiembre 2002	Noviembre 2002	
2	6	Cultivo semilla de calabaza aceitera	Enero 2002	Abril 2002	Enero 2002	Abril 2002	
2	6	Siembra calabaza aceitera	Octubre 2002	Diciembre 2002	Octubre 2002	Noviembre 2002	
2	7	Ensayo de insecticidas	Octubre 2002	Diciembre 2002	Octubre 2002	Diciembre 2002	
2	8	Ensayo de fertilización en Chillán	Octubre 2002	Diciembre 2002	Octubre 2002	Diciembre 2002	
4	11	Estudio de mercado	Enero 2002	Diciembre 2002	Enero 2002	Diciembre 2002	
5	12	Asistencia a Congreso Agronómico presentando primeros resultados	No estaba planificado	No estaba planificado	Octubre 2002	Octubre 2002	
5	12	Día de campo dirigido a los agricultores de la zona de Chillán	Noviembre 2002	Noviembre 2002	enero 2003	Enero 2003	Se realizó en conjunto con otras estaciones del Depto. Prod. Vegetal
5	12	Día de campo dirigido a los agricultores de la zona de Puyehue	Diciembre 2002	Diciembre 2002	No se realizó	No se realizó	No había suficiente material para mostrar

Actividades del proyecto año 2003 (años calendarios)

Obj	Actividad	Descripción	Fecha		Fecha		
			inicio	de termino	inicio	de termino	
			programado		real		
2	3	Cosecha ensayo de adaptación localidad de Chillán.	febrero 2003	Febrero 2003	Noviembre 2002	Abril 2003	Las semillas maduraron más tarde
2	3	Ensayos de adaptación en la localidad de Chillán. Especies de siembra otoñal.	Enero 2003	Diciembre 2003	enero 2003	Diciembre 2003	
2	3	Ensayos de adaptación en la localidad de Chillán. Especies de siembra primaveral.	Enero 2003	Marzo 2003	Enero 2003	Mayo 2003	Las semillas maduraron más tarde
		Ensayos de adaptación en la localidad	Octubre	Diciembre	Septiembre	Octubre	

2	3	de Chillán. Especies de siembra primaveral.	2003	re 2003	bre 2003	2003	
2	4	Cosecha ensayo de adaptación localidad de San Pablo.	Febrero 2003	Marzo 2003	Febrero 2003	Febrero 2003	
2	4	Ensayos de adaptación en la localidad de San Pablo. Especies de siembra otoñal.	Enero 2003	Diciembre 2003	Enero 2003	Diciembre 2003	
2	4	Ensayos de adaptación en la localidad de San Pablo. Especies de siembra primaveral.	Enro 2003	Marzo 2003	Enero 2003	Marzo 2003	
2	4	Ensayos de adaptación en la localidad de San Pablo. Especies de siembra primaveral.	Octubre 2003	Octubre 2003	Octubre 2003	Octubre 2003	Se sembró sólo <i>Calendula</i> y <i>Limnanthes</i>
2	5	Análisis del contenido de aceite y perfil de ácidos grasos	Marzo 2003	Junio 2003	Marzo 2003	Junio 2003	
2	6	Cosecha Calabaza aceitera	Abril 2003	Mayo 2003	Abril 2003	Mayo 2003	
2	6	Siembra Calabaza aceitera	Octubre 2003	Diciembre 2003	Octubre 2003	Noviembre 2003	
2	7	Ensayo de insecticidas calabaza aceitera	Enero 2003	Abril 2003	Enero 2003	Abril 2003	
2	8	Ensayo de fertilización calabaza en Chillán	Enero 2003	Abril 2003	Enero 2003	Abril 2003	
3	9	Molienda y extracción de especies (UDT)	Marzo 2003	Octubre 2003	No se realizó	No se realizó	Porque se cosechó muy poca semilla
3	10	Estudio factibilidad técnico-económica	Marzo 2003	Octubre 2003	No se realizó	No se realizó	Porque se cosechó muy poca semilla
4	11	Estudio de mercado	Enero 2003	Octubre 2003	Enero 2003	Octubre 2003	
5	12	Día de campo dirigido a los agricultores de la zona de Chillán	Enero 2003	Enero 2003	Enero 2003	Enero 2003	
5	12	Día de campo dirigido a los agricultores de la zona de Osorno	Marzo 2003	Marzo 2003	Diciembre 2003	Diciembre 2003	A comienzos de verano se pudo mostrar los cultivos
5	13	Curso informativo. Resultados preliminares primer año de evaluación	Mayo 2003	Mayo 2003	Junio 2004	Junio 2004	Expositores no podían viajar antes

Actividades del proyecto año 2004 (años calendario)

Obj	Acti vida	Descripción	Fecha inicio	Fecha de	Fecha inicio	Fecha de
-----	-----------	-------------	--------------	----------	--------------	----------

	d		termino		termino		
			programado		real		
2	3	Ensayos de adaptación en la localidad de Chillán. Especies de siembra otoñal.	Enero 2004	Marzo 2004	Enero 2004	Abril 2004	Semillas maduraron más tarde
2	3	Ensayos de adaptación en la localidad de Chillán. Especies de siembra primaveral.	Enero 2004	Marzo 2004	Enero 2004	Marzo 2004	
2	4	Ensayos de adaptación en la localidad de San Pablo. Especies de siembra otoñal.	Enero 2004	Marzo 2004	Enero 2004	Marzo 2004	
2	4	Ensayos de adaptación en la localidad de San Pablo. Especies de siembra primaveral.	Enero 2004	Marzo 2004	Enero 2004	Marzo 2004	El ensayo lo hizo LONCOPAN
2	3	Cosecha ensayo de adaptación localidad de Chillán.	Febrero 2004	Marzo 2004	Febrero 2004	Abril 2004	
2	4	Cosecha ensayo de adaptación localidad de San Pablo.	Febrero 2004	Marzo 2004	Febrero 2004	Marzo 2004	
2	5	Análisis del contenido de aceite y perfil de ácidos grasos	Marzo 2004	Junio 2004	Marzo 2004	Noviembre 2004	La extracción de los aceites fue lenta
2	8	Ensayo de fertilización calabaza en la X Región	Octubre 2004	Octubre 2004	No se realizó	No se realizó	La especie no se adapta
5	12	Día de campo dirigido a los agricultores de la zona de Chillán	Enero 2004	Enero 2004	Enero 2004	Enero 2004	
5	12	Día de campo dirigido a los agricultores de la zona de Osorno en marco proyecto FONDEF	Enero 2004	Enero 2004	Diciembre 2004	Diciembre 2004	En verano se puede mostrar cultivos
6	14	Libro de cultivo de oleaginosas especiales en Chile	Julio 2004	Diciembre 2004	Septiembre 2004	Diciembre 2004	
7	15	Refinación de aceites y envío de muestras a clientes	Marzo 2004	Diciembre 2004	No se realizó	No se realizó	La muestra de aceite obtenida era insuficiente

Actividades del proyecto año 2005 (años calendarios)

Obj	Actividad	Descripción	Fecha inicio	Fecha de termino	Fecha inicio	Fecha de termino	
			programado		real		
2	3	Cosecha ensayo de adaptación localidad de Chillán.	Febrero 2004	Marzo 2004	Febrero 2004	Abril 2004	La semilla maduró tarde
2	4	Cosecha ensayo de adaptación localidad de San Pablo.	Febrero 2005	Marzo 2005	Febrero 2005	Marzo 2005	

2	5	Análisis del contenido de aceite y perfil de ácidos grasos	No programado	No programado	Marzo 2005	Mayo 2005	Debido al escaso material de semilla se hizo un año más tarde
2	8	Cosecha ensayo de fertilización calabaza	Marzo 2005	Abril 2005	Marzo 2005	Abril 2005	
3	9	Molienda y extracción de especies (UDT)	Marzo 2003	Octubre 2003	Abril 2005	Abril 2005	Sólo se hizo en 3 especies por falta de semillas
3	10	Estudio factibilidad técnico-económica	Marzo 2003	Octubre 2003	Abril 2005	Abril 2005	Sólo se calculó para 3 especies por falta de semillas
6	14	Libro de cultivo de oleaginosas especiales en Chile	Enero 2005	Abril 2005	Enero 2005	diciembre 2005	Elaboración manuscrito y corrección demoró
7	15	Refinación de aceites y envío de muestras a clientes	Enero 2005	Abril 2005	Abril 2005	Abril 2005	La muestra de aceite obtenida era insuficiente

Actividades del proyecto año 2006 (años calendarios)

Obj	Actividad	Descripción	Fecha inicio	Fecha de termino	Fecha inicio	Fecha de termino	
			programado		real		
6	14	Libro de cultivo de oleaginosas especiales en Chile	No presupuestado	No presupuestado	Enero 2006	Junio 2006	Se imprimió y distribuyó los textos

4. Resultados del Proyecto

1. Introducción

Actividad N° 1

Ingresaron al país en enero 2002 :

Cuphea sp. :

Proveedor: Oregon State University Agricultural Experimental Station, E.E.U.U.

especies *Cuphea hybrid*, líneas PSR-23, VL-186 VL-160 VL-91, VL-92

Cuphea lanceolata LN-183,

Limnanthes alba:

Proveedor Oregon State University Agricultural Experimental Station, E.E.U.U.
 Variedades: OMF-78, OMF 64, Mermaid y Knowles.

en febrero y marzo 2002

Lesquerella fendleri

Proveedor: USDA(United States Department of Agriculture), Tucson, Arizona, E.E.U.U.

Variedades: WCL-SLI, WCL-LY198LO,

Stokesia laevis:

Proveedor: Jellito Staudensamen, Alemania

Vernonia galamensis:

Proveedor: USDA(United States Department of Agriculture), Tucson, Arizona, E.E.U.U.

Variedades: 15D-10-12-2, 49b-ORI, AO399

En noviembre 2002 y enero 2003

Sesamum indicum:

Proveedor: Lesley Steig, dos partidas de semillas (una sin semillas viables)

Elena Mazzani, de CENIAP-INIAP, Venezuela

Variedades: francesa (U de Concepción), Acarigua, Arahuaca, Carripucha Glauca, Morada, Inmar, Venezuela

Euphorbia lagascae:

Proveedor: María Jesus Pascual, Centro de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, de la Región de Murcia, España

Actividad N°2

Germinación de semillas

En general, el porcentaje de germinación de las semillas que se recibieron dependió de la especie (Cuadro 11).

Cuadro 11. Germinación de semillas de especies oleaginosas recibidas.

ESPECIE	Germinación (%)	ESPECIE	Germinación (%)
<i>Vernonia galamensis</i> 49B-OR1	18,13	<i>Limnanthes alba</i> Knowles	16,67
<i>Vernonia galamensis</i> AO399	10,63	<i>Limnanthes alba</i> OMF78	40,83
<i>Vernonia galamensis</i> 15D-10-12-2	19,38	<i>Limnanthes alba</i> Mermaid	0,00
<i>Lesquerella fendleri</i> WCL-LY1	87,50	<i>Stokesia laevis</i> SA644	77,50
<i>Lesquerella fendleri</i> 98LO	36,25	<i>Stokesia laevis</i> SA640	80,00
<i>Lesquerella fendleri</i> WCL-SLI	42,50		

Las especies *Lesquerella fendleri* WCL-LY1, *Stokesia laevis* SA640 y *Stokesia laevis* SA644 presentaron el más alto porcentaje de germinación, mientras que de *Vernonia galamensis* 49 B-OR1 y *Vernonia galamensis* 15D-10-12-2 no germinó más de un 20% y *Limnanthes alba* Mermaid no tenía semillas viables, por lo cual no se sembró más.

Para incrementar la germinación de las semillas de las líneas de *Vernonia galamensis* se usó estimuladores de la germinación (Cuadro 12).

Cuadro 12. Porcentaje de germinación de las diferentes variedades de *Vernonia galamensis*

Tratamiento	<i>Vernonia galamensis</i>
-------------	----------------------------

	49 B-021	A 0399	15D 10-12-2	Promedio
Agua	62,5 a	22,5 a	30 a	38,33
Luz/KNO ₃	57,5 b	42,5 a	35 b	45,00
Oscuridad /KNO ₃	57,5 a	57,5 a	60 a	58,33
C.V.	9.94	13.3	44.7	
LSD(0,05)	1.32	1.43	4.57	

El mayor porcentaje de germinación se registró en *Vernonia galamensis* 49-B-OR1 al embeberla con agua. Sin embargo, el mayor porcentaje de germinación para las tres variedades de *Vernonia galamensis* se logró combinando oscuridad y KNO₃ (Cuadro 12).

Mientras que para *Lesquerella fendleri* la mayor parte de las semillas germinó a 4°C a los siete días de iniciado el ensayo, no necesitando temperaturas más altas ni luz, como se indica en la literatura, para hacerlo (Figura 1).

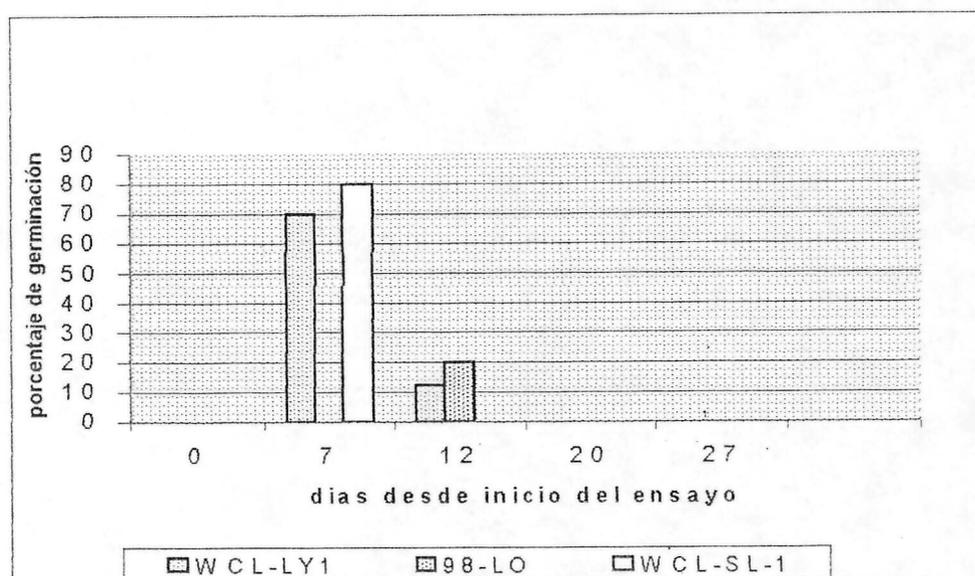


Figura 1. Germinación de semillas de las líneas de *Lesquerella fendleri*.

Stokesia laevis

La mayor parte de las semillas germinó a 20 días de iniciado el ensayo, después de estar expuestas por 14 días al frío. Según la literatura sería necesario exponerlas por 6 semanas a 4°C antes de aumentar la temperatura a 21°C.

En terreno *Stokesia laevis* se sembró como semilla con radícula emergida. Esto se hizo, porque la semilla es de elevado costo. Para su establecimiento se les colocó en placas Petri con arena, en una cámara de germinación a 15°C. Una vez germinadas se llevaron a invernadero para traspasarlas a contenedores (speedling). Esta especie se desarrolló lentamente en las bandejas, permaneciendo en invernadero hasta que desarrolló su segundo par de hojas (aproximadamente 2 meses). Se pudo observar que las plantas se crecieron lentamente con temperaturas bajas, agudizándose este comportamiento una vez que la raíz llega al fondo del alvéolo.

Limnanthes alba

La línea Mermaid, con semillas aparentemente no viables tampoco respondió a los estimuladores de la germinación, lo cual indica que estas habían perdido la viabilidad.

Las semillas de *Cuphea* sp y *Limnanthes alba* recibidas se sembraron en maceteros en la temporada 2001-2002 debido a la escasez de ellas y para así asegurar la producción más semillas. Las semillas obtenidas de esta polinización manual se sembraron nuevamente en maceteros para asegurar un stock de semillas.

1. Evaluación de la adaptación

Actividad N° 3

Evaluación de la adaptación en Chillán

Durante todas las temporadas los ensayos se realizaron en la Estación Experimental El Nogal, de la Universidad de Concepción, en Chillán.

Control de malezas

En la temporada 2002-2003 las malezas presente correspondieron a manzanilla (*Chamimilla suaveolens*) y correhuela (*Convolvulus arvensis*). Las gramíneas se controlaron fácilmente aplicando herbicidas específicos, tal como Pantera Plus.

Mientras que en la temporada 2003-2004 se logró un buen control de gramíneas anuales y perennes aplicando Assure (IA: Quisalofop-p-etil, 14,28 mL 10 L⁻¹ de agua), un herbicida altamente selectivo, en los cultivos de *Calendula officinalis* y *Limnanthes alba*. Sin embargo, se debe apoyar con un control manual en septiembre y octubre. Más tarde, en general, ambos cultivos compiten bien con malezas.

Para las demás especies el control de malezas siempre fue manual, ya que se desconoce si son sensibles a herbicidas o no.

Durante la temporada 2004-2005 el control de malezas en los cultivos de *Calendula officinalis* y *Limnanthes alba* consistió en la aplicación del graminicida Assure (0,5 L ha⁻¹) a fines de junio y Pantera Plus (2L ha⁻¹), aplicado a mediados de julio. Después de esta fecha y también en los demás cultivos sólo se hizo control manual de malezas.

Siembra

Para la temporada 2002-2003 se establecieron 5 especies oleaginosas en una siembra en otoño en 2002. La respuesta inicialmente fue buena, ya que todas germinaron y llegaron a desarrollar el primer par de hojas. La primera especie que germinó fue *Lesquerella fendleri*, entre la segunda y tercera semana después de la siembra, mientras que *Limnanthes alba*, *Crambe abyssinica*, *Vernonia galamensis* y *Caléndula officinalis* germinaron 4 semanas después de ella, siendo muy baja la población de *Vernonia galamensis*. Sin embargo, las bajas de temperatura (-6°C) invernales causaron daño por helada a nivel del cuello de la planta, debiendo resembrarse en primavera de 2002 *Lesquerella fendleri*, *Crambe abyssinica* y *Vernonia galamensis*.

En cuanto a los resultados de la velocidad de germinación de las diferentes especies, se presentan los resultados en el Cuadro 13.

Cuadro 13. Germinación (días postsiembra) de semillas de especies oleaginosas sembradas en Chillán

Cultivo	2002-2003		2003-2004	
	Germinación (días postsiembra)		Germinación (días postsiembra)	
Calendula			15	desuniforme
Crambe	25	desuniforme	35	
Euphorbia	18		23	desuniforme
Lesquerela	18	Uniforme, según línea	35	
Limnanthes			25	desuniforme

Sésamo	8		15
Vernonia	20	uniforme	23

Las especies sembradas entre mayo y octubre 2003, de la temporada 2003-2004, fueron *Caléndula officinalis*, *Limnanthes alba*, *Lesquerella fendleri*, *Crambe sp* y *Cuphea sp*. Los resultados del establecimiento se resumen en el Cuadro 14.

Cuadro 14. Resultados de establecimiento de especies oleaginosas sembradas en otoño y primavera de la temporada 2003-2004 en Chillán.

Especie	Fecha de siembra		Resultado del establecimiento
	otoño		
<i>Calendula officinalis</i>	28/04/03		Irregular
<i>Limnanthes alba</i> OMF 78	28/04/03		Bueno
<i>Limnanthes alba</i> Knowles	28/04/03		Bueno
<i>Limnanthes alba</i> Knowles	28/04/03		Bueno
	primavera		
<i>Lesquerella fendleri</i> WCL-SLI	04/09/03		Emerge a mediados de octubre
<i>Lesquerella fendleri</i> 98- LO	04/09/03		Emerge a mediados de octubre
<i>Lesquerella fendleri</i> WCL- LY1	04/09/03		Emerge a mediados de octubre
<i>Crambe abyssinica</i>	4/09/03		Emerge a mediados de octubre
<i>Cucurbita pepo</i> convar. <i>citrullina</i> var. <i>styriaca</i>	octubre		
<i>Vernonia galamensis</i> AO 399	24/10/03		Bueno
<i>Vernonia galamensis</i> 49B-Ori	24/10/03		Bueno
<i>Vernonia galamensis</i> 15D-10-12-2	24/10/03		Bueno
<i>Euphorbia lagascae</i>	24/10/03		Bueno
<i>Sesamum indicum</i> francesa y variedades venezolanas	27/10/03		Regulares dependiendo la variedad

Las dosis de siembra se duplicaron con respecto a las de la temporada 2002-2003, ya que análisis de germinación entregó entre un 50 y 60% de germinación, debido, probablemente, a problemas de almacenaje.

Mientras que la semilla de *Sesamum indicum* proveniente de Venezuela tenía más de 1 año de almacenamiento al momento de la siembra (esta semilla fue enviada en enero de 2002 por la Sra Elena Mazzani, de CENIAP-INIAP).

La especie *Cuphea sp*. sembrada a comienzos de septiembre de 2003-2004 en octubre ya había desarrollado el primer par de hojas verdaderas.

Mientras que la siembra directa de *Stokesia* realizada durante la temporada 2003-2004 no prosperó. Por lo tanto, sólo se pudo evaluar el cultivo de esta especie transplantada la temporada 2002-2003, debido a que es una especie bianual que no produce semillas el primer año de cultivo.

Floración

Las especies florecieron en fechas diferentes. Las primeras en hacerlo fueron las sembradas en otoño y posteriormente, en forma escalonada, florecieron las especies sembradas en primavera (Cuadro 1).

Cuadro 15. Fecha de floración de especies oleaginosas establecidas en Chillán.

Especie	2002-2003		2003-2004
	Fecha floración		Fecha floración
<i>Caléndula officinalis</i>	18/09/02		10/09/03
<i>Crambe abyssinica</i>			12/11/03
<i>Cuphea sp.</i>			20/01/04
<i>Euphorbia lagascae</i>	18/02/03		08/02/04
<i>Lesquerella fendleri</i>	11/11/02		09/11/03
<i>Limnanthes alba</i>	7/10/02		20/10/03
<i>Sesamum indicum</i> 1 ^{era} fecha siembra	11/ /02/03	Sin diferencia entre líneas	02/02/04
<i>Sesamum indicum</i> 2 ^{da} fecha siembra	26/02/03		
<i>Sesamum indicum</i> 3 ^{era} fecha siembra	13/03/03		
<i>Stokesia laevis SA 640</i>	10/02/03		30/10/03
<i>Stokesia laevis SA 644</i>	abril 03	menos del 50% flores abiertas	
<i>Vernonia galamensis</i>	20/02/03		17/02/04

Cosecha y rendimiento

La fecha de cosecha se determinó de acuerdo a la madurez fisiológica de cada especie, madurando primero las especies sembradas en otoño y posteriormente las de primavera. Por esta razón, las últimas especies cosechadas siempre fueron *Euphorbia lagascae*, *Sesamum indicum* y *Vernonia galamensi*.

Calendula officinalis

Se cosecha cuando la planta tiene más de un 90% de semillas maduras, comenzando a desgranarse del disco. Las plantas se cortan con tijeras de poda a aproximadamente 15 cm del suelo. El material se deja sobre plástico en invernaderos por aproximadamente 1 semana para eliminar la humedad. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 16.

Cuadro 16. Parámetros evaluados al momento de la en cosecha y rendimiento de semilla de *Calendula officinalis* cultivada en tres temporadas en Chillán.

temporada	Fecha cosecha	Altura (cm)	Peso semilla (kg unidad exp ⁻¹)	Rendimiento		Peso mil semillas (g)	Peso hectólitro (kg hL ⁻¹)
				Rendimiento biomasa (kg ha ⁻¹ bms)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)		
2001-2002	-	73,1	-	-	2.149	15,50	10,92
2002-2003	mediados enero/03	68,7	-	-	3.598	-	-
2003-2004	26/01/04	61,4	1,619	13,23	1.080	15,47	10,29
2004-2005	-	64,3	-	-	1.082,6	16,00	12,90

El rendimiento la temporada 2001-2002 coincide con resultados obtenidos en Inglaterra entre los años 1994 y 1996 (1600-2500 kg ha⁻¹), pero fue menor al de dos líneas mejoradas, CPRO-DLO 879144 y 880557, las que, en promedio, rinden cerca de 2000 kg ha⁻¹ (Froment *et al.*, 2004). En otros ensayos se ha determinado un rendimiento de semilla entre 700 y 3000 kg ha⁻¹ (Angelini *et al.*, 1997; Cromack y

Smith, 1998; Callan *et al.*, 2000; Martín y Deo, 2000; Froment *et al.*, 2004; Spencer, 2004). El bajo rendimiento en Chillán en la temporada 2003-2004 se debió a una cuaja defectuosa (limitada), como consecuencia de las altas precipitaciones en primavera y una maduración tardía de los frutos. El peso de 1000 semillas coincide con el valor más alto determinado por Angelini *et al.* (1997).

Crambe abyssinica

Se cosecha cortando las plantas con tijeras de podar a aproximadamente 5 cm del suelo. El material se deja sobre plástico en invernaderos por aproximadamente 1 semana para eliminar la humedad. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 17.

Cuadro 17. Parámetros evaluados al momento de la cosecha y rendimiento de semilla de *Crambe abyssinica* cultivado en Chillán y San Carlos.

Cultivar	Fecha cosecha	Población inicial (pl ha ⁻¹)	Altura (cm)	Peso de semilla (g unidad exp. ⁻¹)	Rendimiento biomasa (kg ha ⁻¹ bms)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Peso 1000 semillas (g)	Peso hectólitro (kg hL ⁻¹)
<u>2003-2004</u>								
Meyer	01/03/04	34.000	52,4	18	45,1	12,0	6,5	28,01
<u>2004-2005</u>								
Meyer ⁽¹⁾	09/02/05	-	-	-	-	3400	-	-
Meyer ⁽²⁾	09/02/05	-	-	-	-	4000	-	-

(1) San Carlos, 23 UN ha⁻¹, 67,5 UP ha⁻¹ y 48 UK ha⁻¹ (tres repeticiones). Aceites del Maule

(2) San Carlos, 90 UN ha⁻¹, 67,5 UP ha⁻¹ y 48 UK ha⁻¹ (una repetición). Aceites del Maule

El rendimiento en Chillán fue bastante menor a lo que se cosecha en Nebraska, donde se menciona algo más de 1000 kg ha⁻¹, mientras que es más alto en North Dakota (1350-1722 kg ha⁻¹) y en las Grandes Llanuras se puede cosechar hasta 2793 kg ha⁻¹. Posibles causas del bajo rendimiento se deban a lluvias que se presentaron en momentos cercanos a la maduración de la semilla, que causan una caída de estas o por atraso de la cosecha. Esta debe realizarse cuando aproximadamente un 50 % de las semillas adquieren la coloración café, ya que sino se pierden muchas por caída. Posiblemente la altura de la planta también haya tenido algún efecto negativo sobre el rendimiento, puesto que en Minnesota crece entre 86,3 y 104 cm de altura.

Los resultados obtenidos en San Carlos en la temporada 2004-2005 podrían atribuirse a las condiciones ambientales y al tipo de suelo sobre el cual se hizo el cultivo.

En Europa los rendimientos fueron diferentes, dependiendo de la localidad y la fertilización nitrogenada. Así, el rendimiento más alto se obtuvo en Bologna (4.13 a 4.66 t ha⁻¹) y el más bajo en Quetigny (1.63 a 2.03 t ha⁻¹). De acuerdo a estos resultados se recomienda fertilizar con 75 kg N ha⁻¹, según la disponibilidad de nitrógeno en el suelo, el tipo de suelo y el cultivo anterior en la rotación, debido a que la planta no es capaz de absorber todo el nitrógeno disponible en el suelo, especialmente cuando el monto aplicado es más alto (Diversification with *Crambe*: an industrial oil crop, 2003).

El peso de 1000 semillas es cercano al valor obtenido en cosechas realizadas en Minnesota.

Cuphea sp.

En la temporada 2003-2004 la cosecha se realizó de forma periódica a partir del mes de febrero hasta comienzos de marzo, ya que el objetivo fue aumentar la disponibilidad de semillas. Por otra parte, esta especie continua su floración hasta la primera helada.

Para cosechar se corta la planta a 10 cm del suelo, donde se concentra la mayor parte de la semilla. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 18.

Cuadro 18. Parámetros evaluados al momento de la cosecha y rendimiento de semilla de *Cuphea* sp. cultivada en Chillán.

línea	Fecha cosecha	Poblacion inicial (pl ha ⁻¹)	Altura (cm)	Peso de semilla (g unidad exp. ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Peso 1000 semillas (g)	Peso hectolitro (kg hL ⁻¹)
					<u>2003-2004</u>		
PSR- 23	Periódica Febrero a marzo	64000	32,2	41,5	166a	4a	43,0
VL-91	Periódica Febrero a marzo	64000	16,66	5,8	19b	2b	48,66
VL-92	Periódica Febrero a marzo	64000	16,5	8,65	34,6b	2,5b	50,5
VL-160	Periódica Febrero a marzo	64000	23	2,8	11,2b4a	4a	47,0
					<u>2004-2005</u>		
PSR- 23	-	32000	48,0	-	28,3	2,75	49,5
VL-91	-	32000	26,6	-	13,3	3,25	51,2
VL-92	-	32000	52,3	-	19,3	3,50	55,0
VL-160	-	32000	59,3	-	8,42	3,25	52,8

Letras distintas en sentido vertical indican hubo diferencia significativa al 5% entre tratamientos (variedades). Prueba DMS ($P \leq 0.05$).

En la temporada 2003-2004 la línea PSR-23 fue la más productiva, lo cual coincide con los resultados obtenidos de ensayos en North Dakota. Se observó que las variedades VL no fructificaron adecuadamente, posiblemente por una dificultad en su polinización y por ello mala cuaja del fruto. Mientras que en la temporada 2004-2005 el rendimiento más alto se obtuvo con VL-92.

Euphorbia lagascae.

Como los frutos maduran muy tardíamente (abril-mayo) y en forma desuniforme, es necesario cosechar en forma parcializada como se hizo en la temporada 2003-2004 a medida que iba madurando la semilla.

Se cosecha cortando las plantas a aproximadamente a 30 cm del suelo de modo de obtener aquella parte aérea donde se encuentra la mayor cantidad de semilla. El material recolectado se deja sobre plástico en invernaderos por aproximadamente 1 semana para disminuir el volumen y la humedad. El material cosechado en las últimas semanas de mayo estaba muy húmedo, por lo que hubo que ventilarlo y luego secarlo en estufa a 40°C por varios días. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 19.

Cuadro 19. Parámetros evaluados al momento de la cosecha y rendimiento de semilla de *Euphorbia lagascae* cultivada en Chillán.

Fecha	Altura	Peso de	rendimiento	peso mil semillas	Peso hectolitro
-------	--------	---------	-------------	-------------------	-----------------

cosecha	(cm)	semilla (g unidad exp. ⁻¹)	semilla (kg ha ⁻¹)	(g)	(kg hL ⁻¹)
--	--	35,4	<u>2002-2003</u> 24	--	--
30/04/04	68,8		<u>2003-2004</u> 115,9	10,75	52,28
15/4/05	69,2	57,7	<u>2004-2005</u> 38,4	6,95	30,67

El rendimiento de la temporada 2004-2005 posiblemente fue tan bajos porque después de la cosecha se mojó el material que estaba secando y sólo se recuperó aproximadamente un tercio de lo cosechado.

La cosecha presenta dificultades, ya que cuando la semilla está madura, la cápsula que la contiene estalla y las disemina. Por lo anterior, en el momento de la cosecha se perdió gran cantidad de semilla. Y por lado, en la primera temporada hubo muchas plantas que no alcanzaron a madurar.

El rendimiento promedio de semilla en España es de 1 a 1,3 t ha⁻¹, con un máximo de 1,6 t ha⁻¹ en zonas costeras (Pascual-Villalobos *et al.*, 1992). Mientras que Angelini *et al.* (1997) estimaron un rendimiento de 1,7 t ha⁻¹ en el centro de Italia. Por otro lado, en el sur de Inglaterra se ha cosechado 1,1 t ha⁻¹, presentándose también problemas de dehiscencia.

Lesquerella fendleri

La maduración de los frutos en la temporada 2002-2003 fue muy dispareja, por lo cual fue necesario realizar 3 cosechas parcializadas entre mediados de febrero y principios de abril para obtener un mayor rendimiento. Mientras que en la temporada 2003-2004 se cosechó a intervalos de 5 días a partir de la última semana del mes de enero hasta fines de febrero, debido a la madurez desuniforme que presenta esta especie.

Para cosechar la planta se corta con tijera de podar, cortando entre 5 a 8 cm del suelo y se extrae sólo la parte superior de la planta, donde se concentra la mayor cantidad de semilla madura.

Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 20.

Cuadro 20. Parámetros evaluados al momento de la cosecha y rendimiento de semilla de *Lesquerella fendleri* cultivada en Chillán durante tres temporadas.

línea	Fecha cosecha	Población inicial (plantas ha ⁻¹)	Altura (cm)	Peso bioma sa (g unidad exp. ⁻¹)	Peso semilla (g unidad exp. ⁻¹)	Rendimient o biomasa (kg ha ⁻¹ bmf)	Rendimient		
							o semilla (kg ha ⁻¹)	Peso mil semillas (g)	Peso hectólitro (kg hL ⁻¹)
<u>2002-2003</u>									
WCL-SLI	Febrero-abril	-	-	640,9	18,3	-	40,7	0,8	68,75
WCL-LYI	Febrero-abril	-	-	512,9	16,9	-	37,6	0,67	68,75
98LO	Febrero-abril	-	-	788,2	30,1	-	66,9	0,65	69,75
<u>2003-2004</u>									
WCL-SLI	Enero-febrero	51.112	21,2	287	39,27	637,8	87,7	1,5	65,20
WCL-LYI	Enero-febrero	40.000	24,5	193	27,0	428,8	60,0	1,0	64,70

98-LO	Enero- febrero	46.667	25,5	210	29,1	466,7	64,6	1,66	65,00
					<u>2004-2005</u>				
WCL-SLI	Enero- febrero	86.000	20,0	71,5	-	-	119,1	0,6	68,00
WCL-LYI	Enero- febrero	63.333	21,5	56,4	-	-	94,0	0,47	72,00
98LO	Enero- febrero	160.000	22,5	133,9	-	-	223,1	0,47	65,00

Para la temporada 2002-2003 según el análisis estadístico no hubo diferencia entre los tratamientos, el coeficiente de variación fue 35,1 y R^2 de 93%. Los bajos rendimientos podrían deberse a que esta especie es de siembra otoñal en climas con inviernos más suaves que Chillán (como Santiago o Tucson, Arizona, E.E.U.U.). También en las siguientes temporadas el rendimiento fue bajo.

Los rendimientos actuales fluctúan entre 950 y 1120 kg ha⁻¹, pero en líneas avanzadas se han logrado hasta 1800 kg ha⁻¹ (Roseberg, 1996). En Argentina, con *L. angustifolia* el rendimiento de semilla se alcanzó 725 kg ha⁻¹, mientras que con *L. fendleri* sólo se obtuvo 174 kg ha⁻¹ (Ploschuk *et al.*, 2003). Además, Angelini *et al.* (1997) observaron que con una siembra en primavera en Pisa, Italia, aumentó la producción de semilla por planta.

El peso de 1000 semillas fue similar al informado por Angelini *et al.* (1997).

Limnanthes alba

En la temporada 2002-2003 las plantas se tendieron y producto de la distancia entre hilera (0,15 cm) no se pudo separar por variedad en el momento de la cosecha, por lo que se cosechó todas las hileras juntas.

Los resultados de rendimiento de las variedades OMF 78 y Knowles se presentan en el Cuadro 21.

Cuadro 21. Parámetros evaluados al momento de la cosecha y rendimiento de semilla de *Limnanthes alba* cultivada en Chillán durante tres temporadas.

Tratamiento (variedad)	Fecha de cosecha	Altura (cm)	Peso fresco biomasa (kg unidad exp. ⁻¹)	Peso seco biomasa (kg unidad exp. ⁻¹)	Rendimiento biomasa (kg ha ⁻¹ bms)	Peso de semilla (g unidad exp. ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Peso 1000 semillas (g)	Peso hectólitro (kg hL ⁻¹)
<u>2002-2003</u>									
OMF 78	--	--	2795	0,531	--	141,7	262,4	--	--
Knowles	--	--	3056	0,581	--	168,8	312,6	--	--
OMF 78 + Knowles	--	--	6709	1,129	--	471,4	436,0	--	--
<u>2003-2004</u>									
OMF 78	24/11/03	14,25	--	--	2156,9	20,4	68 a	6,25	38,12
Knowles	24/11/03	15,25	--	--	1274,2	18,75	65,2 a	5,75	37,75
<u>2004-2005</u>									
OMF 78	25/11/04	15,5	--	--	--	--	337,6	6,00	--
Knowles	25/11/04	16,2	--	--	--	--	316,7	6,25	--

En el Cuadro 21 observa que los rendimientos en la temporada 2002-2003 fueron muy bajos respecto a los resultados de los principales centros de investigación de esta especie. Este bajo rendimiento se atribuye a las fuertes precipitaciones (218,2 mm entre el 1 al 31 de octubre) durante la floración de la

temporada 2002-2003, por lo que se disminuyó la presencia de abejas, absolutamente indispensables para una buena cuaja de frutos.

Los resultados obtenidos durante la temporada 2003-2004 fueron inferiores a los obtenidos la temporada anterior. Esto se explica por una deficiente polinización de las abejas en el momento de la floración de esta especie, ya que en ese período coincidió con fuertes precipitaciones.

El rendimiento de este cultivo en Estados Unidos oscila entre los 700 y 1.500 kg ha⁻¹. Sin embargo, también se señala que cuando se presentan lluvias fuertes en la etapa de floración el rendimiento baja a menos de 100 kg ha⁻¹.

Sesamum indicum

En todas las temporadas los frutos maduraron muy tardíamente (abril-mayo) y en forma desuniforme, por lo cual la cosecha se hizo en forma parcializada a medida que iba madurando la semilla. La planta se corta a 15 cm del suelo con tijera de podar. El material cosechado en las últimas semanas de mayo estaba muy húmedo, por lo que hubo que colocarlo en invernadero plástico para ventilarlo y luego secarlo en estufa a 40°C por varios días.

Los resultados según la fecha de siembra se muestra en el Cuadro 22 y aquellos para los diferentes cultivares sembrados en Chillán en el Cuadro 23.

Cuadro 22. Parámetros evaluados en la cosecha de *Sesamum indicum*, línea francesa, cultivado en Chillán durante la temporada 2002-2003, según fecha de siembra.

Fecha de siembra	Peso de semilla (kg unidad exp. ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)	Peso hectolitro (kg hL ⁻¹)
1 ^{era} , inicios noviembre	1,55	1035	62,0
2 ^{da} , inicios diciembre	0,54	360	72,0
3 ^o , inicios enero	0,00	0,00	--

Cuadro 22. Parámetros evaluados al momento de la cosecha y rendimiento de semilla de *Sesamum indicum* cultivado en Chillán durante la temporada 2003-2004.

variedad	Fecha cosecha	Altura promedio (cm)	Rendimiento semilla (kg ha ⁻¹)	Peso mil semillas (g)	Peso hectolitro (kg hL ⁻¹)
U de C, francesa	16/04/04	101	245	3	53.18
Carripucha	16/04/04	118	122.8	3	58.31
Arahuaca	16/04/04	104.7	21.2	1.7	35.17
Glauca	16/04/04	99	38.6	2.3	48.05
Morada3	16/04/04	96.5	92.2	2	58.34
Acarigua	16/04/04	102.3	176.6	2.3	53.48
Inmar	16/04/04	139.7	0	2	32.96
Venezuela	16/04/04	102.7	140.3	2.7	52.63

Las variedades venezolanas (Carripucha, Arahuaca, Glauca, Morada, Acarigua, Inmar y Venezuela) si bien se desarrollaron de acuerdo a lo esperado, no se alcanzaron a completar totalmente la maduración de las semillas, encontrándose gran cantidad de semillas inmaduras y vanas en el producto cosechado, por lo que el rendimiento fue muy bajo. Lo anterior se atribuye al fuerte cambio de temperatura la segunda quincena del mes de marzo, cuando la planta comienza la senescencia y en consecuencia no completando el llenado de grano. Mientras que en la temporada 2004-2005 la situación fue más crítica, porque los frutos simplemente no maduraron, a pesar que el otoño fue seco y cálido.

Se han alcanzado rendimientos de 2200 kg ha⁻¹. Sin embargo, 1500 kg ha⁻¹ es lo que normalmente se ha obtenido en Venezuela y Estados Unidos (Mazzani, 1999).

Stokesia laevis

En la temporada 2003-2004 se cosechó por única vez, ya que se trata de una planta bianual. La cosecha se realizó el 8 de abril de 2004, cortando solamente los capítulos abiertos a nivel del tallo con tijeras de podar. Una vez secos, se trilló. Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 24.

Cuadro 24. Parámetros evaluados al momento de la cosecha y rendimiento de semilla de *Stokesia laevis* cultivada en Chillán durante la temporada 2003-2004.

Variedad	Población inicial (plantas ha ⁻¹)	Altura promedio (cm)	Rendimiento semilla (kg ha ⁻¹)	Peso mil semillas (g)	Peso hectolitro (kg hL ⁻¹)
640	68.000	27.30 b	490.0 b	8.5	35.72 b
644	68.000	78.25 a	1374.6 a	10.3	52.65 a

Letras distintas indican hubo diferencia significativa al 5% entre tratamientos. Prueba DMS (P > 0.05)

Se observó diferencia estadística entre las dos variedades de *Stokesia*, alcanzando valores más altos la variedad 644. El potencial de rendimiento de semilla es de 2000 kg ha⁻¹. Aunque Callan y Kennedy (1995) sólo obtuvieron 1000 kg ha⁻¹ en el primer año de producción.

Vernonia galamensis

En todas las temporadas los frutos maduraron muy tardíamente (abril-mayo) y en forma desuniforme, por lo cual la cosecha se hizo en forma parcializada a medida que iba madurando la semilla. Para ello se utiliza tijeras de podar con las cuales se corta las plantas a 30 cm del suelo. Debido al alto contenido de humedad del material cosechado, éste se coloca sobre plástico durante 2 semanas en invernadero, para eliminar el excedente de humedad. Los resultados se muestran en el Cuadro 25.

Cuadro 25. Parámetros evaluados al momento de la cosecha y rendimiento de semilla de *Vernonia galamensis* cultivada en Chillán durante tres temporadas.

Tratamiento (línea)	Fecha cosecha	Altura (cm)	Peso semilla (g exp. ⁻¹)	de semilla vana (g unidad exp. ⁻¹)	Peso de semilla no vana (kg ha ⁻¹)	Rendimiento* (kg ha ⁻¹)	Peso 1000 semillas (g)	Peso hectolitro (kg hL ⁻¹)
					<u>2002-2003</u>			
AO 399	--	--	32,8		67,0	74	--	--
49B-ORI	--	--	21,2		29,5	33	--	--
15D-10-12-2	--	--	61,0		65,0	72	--	--
					<u>2003-2004</u>			
AO 399	30/04/04	85	--		--	458,08 a	5,00	22,15
49B-ORI	30/04/04	87	--		--	422,75a	5,25	23,65
15D-10-12-2	30/04/04	90	--		--	372,75a	5,00	23,22
					<u>2004-2005</u>			
AO 399	15/04/05	89	119,7		--	199,51	3,60	13,94
49B-ORI	15/04/05	91	132,2		--	215,58	3,63	14,57
15D-10-12-2	15/04/05	93	137,2		--	229,60	3,65	11,56

* Se considera el rendimiento promedio de 4 repeticiones y sólo semillas viables o no vanas.

Letras iguales en sentido verticalmente que no hubo diferencias significativas (P > 0,05) entre tratamientos (variedades).

Los rendimientos de la temporada 2003-2004 superaron a los obtenidos la temporada 2002-2003. Los rendimientos de la temporada 2004-2005 fueron bajos, ya que el material cosechado en abril se estaba secando en invernadero plástico, que fue destruido por el temporal del 6 de mayo de 2005, mojándose nuevamente. Por esa razón no se pudo recuperar todas las semillas.

Los rendimientos obtenidos en Zimbabwe alcanzan a 1345 a 2494 kg ha⁻¹ (Perdue *et al.*, 1986) y en Etiopía se han logrado rendimientos de hasta 4000 kg ha⁻¹ (Baye y Gudeta, 2002).

Actividad N° 4

Evaluación de la adaptación en Entre Lagos, Cocule y San Pablo.

Durante la temporada 2002-2003 los ensayos se realizaron en Entre Lagos, Puyehue, y Cocule mientras que en las temporadas 2003-2004 y 2004-2005 se hicieron en el Fundo el Roble, cerca de San Pablo.

Siembra

De las diferentes especies oleaginosas establecidas en otoño de la temporada 2002-2003 en Entre Lagos y Cocule (*Calendula officinalis*, *Crambe abyssinica*, *Lesquerella fendleri*, *Limnanthes alba*, *Vernonia galamensis*) sólo lograron sobrevivir *Limnanthes alba* y *Calendula officinalis*, las cuales en Entre Lagos y Cocule se desarrollaron muy vigorosas.

En Entre Lagos *Cucurbita pepo* convar. *citrullinina* var. *styriaca* se estableció bien en la temporada 2002-2003, desarrollándose hojas, guías y frutos.

En la temporada 2003-2004 en Entre Lagos sobrevivían las plantas de ambas variedades de *Stokesia laevis*, trasplantadas en la temporada 2002-2003, después del receso invernal y rebrotando. Mientras que en el Fundo El Roble, San Pablo, los cultivos de *Calendula officinalis* y *Limnanthes alba* tuvieron una buena germinación y la emergencia de plantas, 8 y 11 días después de siembra, respectivamente. El establecimiento fue de acuerdo a lo esperado.

En general, para las especies establecidas en La X Región (*Calendula officinalis* y *Limnanthes alba*) el desarrollo del cultivo es lento pero uniforme. Esto se explica, en parte, por las temperaturas medias de esta zona, las cuales en la temporada 2003-2004 fueron de 9,4, 11,4, 13,3 12,8 y 16,5°C para los meses de septiembre, octubre, noviembre y diciembre, respectivamente (Datos proporcionados por INIA Remehue).

Floración

En Entre Lagos a comienzos de octubre de la temporada 2002-2003 *Calendula officinalis* comenzó a florecer, mientras *Limnanthes alba* estaba en estado de iniciación de botones florales.

En la temporada 2003-2004 *Limnanthes alba* establecido en el Fundo El Roble estaba en plena floración en diciembre.

Cosecha

La cosecha de ambas especies en estudio se realizó con una segadora hileradora, o windrower, que presta gran utilidad ya que el cultivo cortado e hilerado sobre el suelo por un par de días pierde humedad, facilitando la trilla de la semilla con una trilladora estacionaria.

Calendula officinalis

Los resultados obtenidos se presentan en el Cuadro 26.

Cuadro 26. Rendimiento de semilla de *Calendula officinalis* cultivada en Entre Lagos y Cocule durante la temporada 2002-2003.

Localidad	Fecha cosecha	Peso fresco biomasa (kg unidad exp ⁻¹)	Peso semilla (g unidad exp ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)

Entre Lagos	--	--	--	342
Cocule	--	--	--	217

Cucurbita pepo convar. *citrullinina* var. *styriaca*

Esta especie no alcanzó a madurar en la temporada 2002-2003 en Entre Lagos, ya que con los primeros fríos en marzo de 2003 se secaron las hojas, perdiéndose la capacidad fotosintética.

Limnanthes alba

Los resultados de rendimiento obtenidos se presentan en el Cuadro 27.

Cuadro 27. Resultados obtenidos para el cultivo de *Limnanthes alba* en Entre Lagos y Cocule en la temporada 2002-2003.

línea	Localidad	Fecha cosecha	Peso fresco biomasa (kg unidad exp ⁻¹)	Peso semilla (g unidad exp ⁻¹)	Rendimiento (kg ha ⁻¹)
OMF 78	Entre Lagos	02/01/03	1,7	95,9	213,0
Knowles	Entre Lagos	02/01/03	---	125,7	279,3
OMF 78	Cocule	03/01/03	---	363,5	807,7
Knowles	Cocule	03/01/03	---	440,7	979,3

En Entre Lagos los rendimientos alcanzados fueron bajos, posiblemente como consecuencia de las constantes lluvias que cayeron en la zona durante los estados de floración y cosecha. En Cocule, que está situado en el secano de transición al norte de Osorno, los rendimientos obtenidos fueron mucho más altos, cumpliéndose las expectativas. Esto se debe, principalmente, a la ausencia de precipitaciones en la época de floración, abundante presencia de abejas (ya que se pusieron cajones de abejas), y buenas condiciones ambientales durante de cosecha.

Uso de molusquicida

La pérdida de plantas de ambas especies en estudio en la temporada 2003-2004 a causa del ataque de babosas o chapas (*Arion hortensis*) se pudo disminuir controlando con Clartex (I.A Mercaptodimethur Tiodicarb) en una dosis de 3 kg ha⁻¹.

Actividad N°5

Análisis del contenido de aceite y perfil de ácidos grasos

Los ácidos grasos más comunes en las plantas son:

C12, ácido láurico. Industrialmente se utiliza en la elaboración de jabones y tensoactivos, cosméticos, plásticos y emulsionantes

C16:0, ácido palmítico: Sus principales aplicaciones están en la fabricación de jabones, cosméticos, productos textiles, pinturas y barnices, y emulsionantes.

C18:0, ácido esteárico: Se usa en la industrias de jabones, cosméticos, productos textiles, plásticos, velas y ceras, pinturas y barnices, papelería, lubricantes y emulsionantes.

C 18:1, ácido oleico: Se requiere en la industria de alimentos y la industria cosmética

C18:2, ácido linoleico: Se utilizan principalmente en la industria de alimentos

C18:3, ácido alfa-linolénico

C20: 1-0H, ácido lesquerólico

C22:1n9, ácido erúico

Calendula officinalis

Los contenidos de aceite y de cada una de las fracciones se presentan en el Cuadro 28.

Cuadro 28. Contenido de aceite y composición de aceites en semillas de *Calendula officinalis* cultivada en Chillán y la X Región en tres temporadas diferentes.

Localidad	Contenido de aceite (%)	C14:0	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3 linoléico	C18:3 Caléndico
<u>2002-2003</u>								
Chillán	12,79	-	-	-	-	-	-	-
<u>2003-2004</u>								
Chillán	17,91	-	4,07	2,7	7,92	34,0	0,63	44,7
San Pablo	25,17	-	3,7	2,4	8,6	31,0	14,3	40,0
<u>2004-2005</u>								
Chillán	21,58	0,15	3,32	2,15	6,55	33,9	-	43,65

El contenido de aceite fue bastante bajo en la primera temporada, probablemente debido a que la variedad no es la adecuada y porque la semilla tiene un pericarpio grueso lo que dificulta la extracción del aceite. En las dos siguientes temporadas se encuentra en el rango informado en el extranjero (10-21%) (Angelini *et al.*, 1997; Cromack y Smith, 1998; Callan *et al.*, 2000; Martin y Deo, 2000; Froment *et al.*, 2004; Spencer, 2004).

Sin embargo, el contenido de ácido caléndico no es tan bajo. En la literatura se indica para el ácido caléndico entre un 37-60% en diferentes países y años de cultivo (Angelini *et al.*, 1997; Cromack y Smith, 1998; Callan *et al.*, 2000; Martin y Deo, 2000; Froment *et al.*, 2004; Spencer, 2004).

Crambe abyssinica

Los contenidos de aceites se presentan en el Cuadro 29.

Cuadro 29. Contenido de aceite y composición de aceites en semillas de *Crambe abyssinica* cultivada en Chillán y San Carlos en dos temporadas diferentes.

Contenido aceite (%)	C14:0	C14:1	C16:0	C16:1	C17:0	C18:0	C18:1 (ac. oleico)	C18:2 (ac. linoleico)	Ac. erúxico
<u>2003-2004</u>									
29,01	1,9		trazas			16,9	9,5	4,2	58,1
<u>2004-2005</u>									
36,59 ⁽¹⁾	2,13	0,43	18,63	7,6	4,9	1,03	5,26	0,2	56,53
33,94 ⁽²⁾	2,6	0,3	21,4	9	5,2	1,1	4,6	0,2	58,5

(1) Localidad San Carlos fertilización 23 UN ha⁻¹, 67,5 UP ha⁻¹, 48 UK ha⁻¹. Aceites del Maule.

(2) Localidad San Carlos fertilización 90 UN ha⁻¹, 67,5 UP ha⁻¹, 48 UK ha⁻¹. Aceites del Maule.

El contenido de aceite, ácido oleico y linoleico en la semilla de crambe cultivado en Chile fue más bajo que lo mencionado en la literatura (30-32% de aceite, del cual un 55 a 60% corresponde a ácido erúxico, un 17% a ácido oleico y el ácido linoleico, un 8%). Mientras que la semilla de *Crambe* cultivado en Europa contiene aproximadamente un 35% de aceite y de ese, alrededor de un 60% corresponde a ácido erúxico, es decir, más alto que en raps con alto contenido de ácido erúxico (aprox. 45%) (Diversification with crambe: an industrial oil crop, 2003).

En el Cuadro 29 se aprecia que el contenido de los diferentes aceites varío de un año a otro, y no se tiene explicación para ello. Sin embargo, se aprecia en la temporada 2004-2005, que al incrementarse la fertilización nitrogenada, disminuyó el contenido de aceite. En Europa se determinó que al aumentar el aporte de nitrógeno disminuyó el contenido de aceite, pero no afectó el contenido de ácido erúxico (Diversification with crambe: an industrial oil crop, 2003). Como este ensayo no se realizó de acuerdo a un diseño experimental, no es posible comparar estadísticamente los resultados.

Cucurbita pepo

El contenido de aceite fue 51,4 % (2002-2003). Este varió de acuerdo a la cantidad de nitrógeno y fósforo aplicado al cultivo, observándose que con 160 U N ha⁻¹ se obtuvo la mayor cantidad de aceite en la temporada 2002-2003 (Figura 2 y Figura 3).

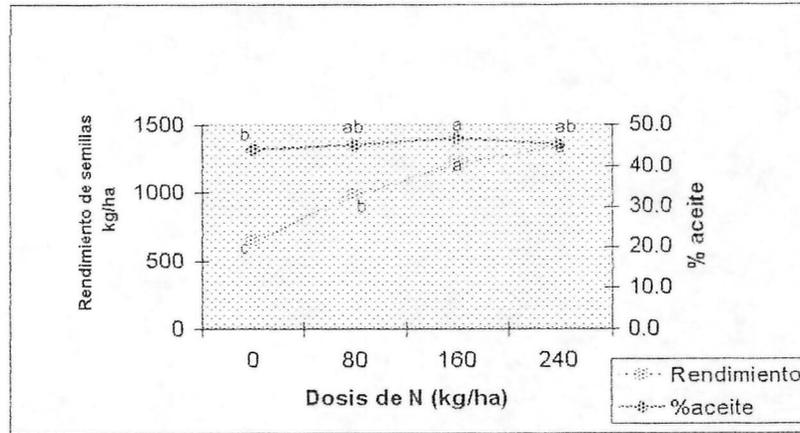


Figura 2. Respuesta del rendimiento y contenido de aceite de semillas de calabaza a la fertilización nitrogenada

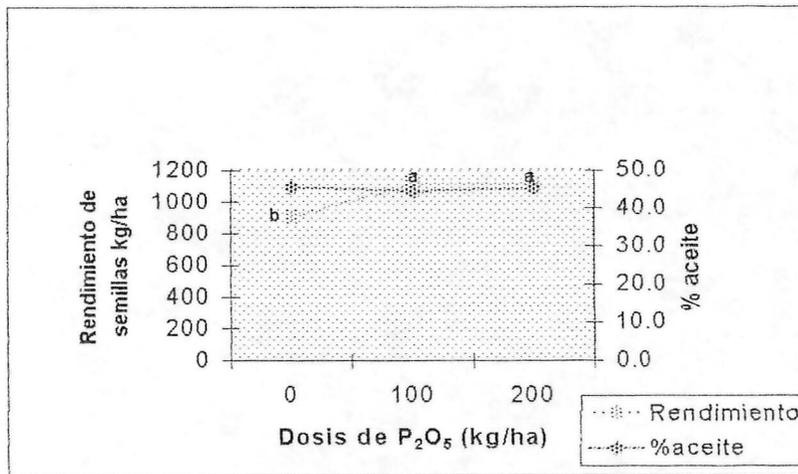


Figura 3. Respuesta del rendimiento y contenido de aceite de semillas de calabaza a la fertilización fosfatada.

En la temporada 2004-2005 se obtuvo el siguiente resultado respecto al contenido total de aceite y la fertilización nitrogenada que se aplicó en diferentes estados fenológicos del cultivo (Cuadro 30).

Cuadro 30. Producción de aceite en semillas de calabaza aceitera y composición de aceite según la cantidad de fertilizante nitrogenado aplicado y el momento de aplicación.

tratamiento	Contenido aceite (%)	C16	C18	C18:1	C18:2
0 kg ha ⁻¹ N	40,77	11,53	4,30	37,57	43,27
80 kg ha ⁻¹ N siembra	48,21	11,20	4,27	33,50	50,93
80 kg ha ⁻¹ N 50% S, 50 % PF	44,70	11,37	3,73	33,67	51,10
160 kg ha ⁻¹ N 100% S	48,47	12,60	3,43	32,50	50,97
160 kg ha ⁻¹ N 50% S, 50 % PF	53,32	11,07	4,37	33,93	50,17
240 kg ha ⁻¹ N 100% S	47,97	11,25	4,45	33,55	50,55
240 kg ha ⁻¹ N 50% S, 50 % PF	43,06	11,77	3,60	33,90	50,00
	NS	NS	NS	NS	NS

S: siembra, PF: plena floración

También en esta temporada, a pesar que no fue distinto ($P>0,05$) a los demás tratamientos, con el tratamiento de 160 kg N ha⁻¹ aplicados un 50% a la siembra y el restante 50 % en plena floración se obtuvo la mayor cantidad de aceite en la semilla.

Los resultados obtenidos concuerdan con lo indicado en la literatura, en que se menciona un rango de 40-50% de aceite (Schuster et al., 1983; Abak et al., 1999; Bavec et al., 2002). En las muestras cosechadas la mayor proporción correspondió al ácido linoleico (C18:2) con un 50-51% y ácido oleico (C18:1) con un 33-37%. Le siguieron en importancia el ácido palmítico, con un 11%, y finalmente el ácido esteárico, con un 4 %, aproximadamente. Estos resultados coinciden con los rangos mencionados por Murcovich et al. (1999) y otros, quienes indican que el aceite contiene 42,1 a 51,5 % de ácido linoleico, 30,5 a 40,8 % de ácido oleico (C18:1), ácido palmítico (C16:0) 10 a 25 y esteárico (C18:0) 3 a 6%.

Cuphea hybrid, línea PSR-23

Los contenidos de aceite y de cada una de las fracciones se presentan en el Cuadro 31.

Cuadro 31. Contenido de aceite y composición de aceites en semillas de *Cuphea* hybrid, línea PSR-23 cultivada en Chillán en dos temporadas diferentes

línea	Contenido de aceite (%)	C8	C10	C12	C14:0 (ácido mirístico)	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C22 e isómero
					<u>2003-2004</u>						
PSR-23	32,43	-	-	-	21,6	21,3	3,0	27,0	19,6	1,3	6,1
					<u>2004-2005</u>						
VL-92	30,51	2.53BC	65.63	3.30	5.20AB	5.63	1.85*	7.10B	4.97	3.9*	4.3*
VL-160	34.67	4.80B	64.17	3.47	4.70B	5.17	nd	6.26B	4.57	2.6*	11.6*
VL-91	29.44	9.87A	66.13	3.43	2.80C	3.93	3,1*	5.90B	5.43	1.0*	0.6*
PSR-23	35.50	1.96C	63.93	3.60	6.56A	6.03	1,65*	8.50A	5.23	6.6*	10.7*
	NS		NS	NS		NS			NS		

Letras iguales en sentido verticalmente indican que no hubo diferencias significativas ($P> 0,05$) entre tratamientos (líneas).

* Sólo corresponde a datos de una o dos repeticiones, no detectándose (nd) el ácido en las demás repeticiones

NS: no significativo

El contenido de ácido mirístico en la temporada 2003-2004 fue mayor al mencionado para varias especies del género *Cuphea* (rango 1,3-11,1%) e incluso mayor al contenido en el aceite de coco (Knapp, 1988). Mientras que al año siguiente el comportamiento fue diferente, encontrándose en el rango mencionado en la literatura (Knapp, 1988).

Para el contenido de ácidos grasos de cadena más corta se puede indicar que el de ácido caprílico (C8:0) de la línea VL-91 fue similar al de la especie *C. viscosissima*; en las demás líneas fue más bajo el de ácido cáprico (C10:0), lo cual coincide con resultados obtenidos en las especies *C. viscosissima* y *C. wrightii* y el de ácido laurico (C12:0) de las tres líneas fue similar a lo encontrado en *C. viscosissima*.

Euphorbia lagascae

Los contenidos de aceite y de cada una de las fracciones se presentan en el Cuadro 32.

Cuadro 32. Contenido de aceite y composición de aceites en semillas de *Euphorbia lagascae* cultivada en Chillán en 2003-2004.

Contenido de aceite (%)	C14:0	C16:0	C18:0	C18:1 (ác. oleico)	C18:2 (ác. linoleico)	C18:9c12-13 epoxivernólico
				2003-2004		
51,48	1,65	5,1	1,5	22,25	10,35	57,85

El contenido de aceite y de ácido epoxivernólico en la semilla están en el rango informado en el extranjero, mientras que las cantidades de ácido oleico y linoleico fueron menores. Según Pascual y Correal (1992), Pascual-Villalobos *et al.* (1992) y Turley *et al.* (2000) la semilla contiene entre un 48 a 52% de aceite, del cual el 58 a 67% corresponde a ácido vernólico (ácido 12,13-epoxi-cis-9-octadecenoico), 24 % ácido oleico y 12 % ácido linoleico. El contenido de aceite y ácido vernólico de la semilla aparentemente no depende del grado de maduración de la semilla al momento de la cosecha (Vogel *et al.*, 1993).

En la temporada 2004-2005 no se pudo hacer análisis de aceite, porque no se cosechó mucha semilla y esta, además, se mojó.

Lesquerella fendleri

Los contenidos de aceite y de cada una de las fracciones se presentan en el Cuadro 33.

Cuadro 33. Contenido de aceite y composición de aceites en semillas de *Lesquerella fendleri* cultivada en Chillán en tres temporadas diferentes.

Línea	Contenido de aceite (%)	C16:0	C16:1	C18:0	C18:1	C18:2	C18:3	C20:1 OH ác. lesquerólico
<u>2002-2003</u>								
WCL-SLI	23,41	1,3	-	12,4	14,7	6,8	10,4	30,9
98LO	18,02	2,5	-	2,3	26,8	12,2	18,8	29,9
WCL-LYI	21,07	3,2	-	3,4	30,6	16,9	21,1	19,0
<u>2003-2004</u>								
WCL-SLI	20,8	1,6	-	2,7	21,4	9,9	15	44,4
98LO	16,71	2	-	3,4	27	27	17,7	2,8
WCL-LYI	27,15	1,7	-	2,4	18,6	9,4	12,7	49,8
<u>2004-2005</u>								
WCL-SLI	21,02	28,8	5,8	3,2	41,8	7,7	0,3	1,7
98LO	23,48	6,0	1,6	3,3	21,7	9,3	12,4	41,6
WCL-LYI	19,41	3,0	1,0	1,5	19,4	8,7	13,5	47,9
NS								

NS: no significativo

El contenido de aceite varió entre las líneas según el año de cultivo. En general, fue más bajo a lo mencionado en la literatura (23-25%). El ácido de interés industrial, el lesquerólico, fluctuó entre 2,8% y 49,8%, menor a lo informado, 50-80% (United States Water Conservation Laboratory, 2004)

Limnanthes alba

Los contenidos de aceite y de cada una de las fracciones se presentan en el Cuadro 34.

Cuadro 34. Contenido de aceite y composición de aceites en semillas de *Limnanthes alba* cultivada en Chillán y la X Región en tres temporadas diferentes.

Cultivar	Localidad	Contenido aceite (%)	C12	C14	C16:0	C18:1	C18:2	C18:3	C:20	C:22 isómeros	Suma >C20
<u>2002-2003</u>											
OMF78	Cocule	20,35	-	-	--	--	--	--	60,6	33,5	94,1
Knowles	Cocule	21,91	-	-	--	--	--	--	58,9	34,4	93,3
OMF78	Chillán	19,21	-	-	--	--	--	--	60,2	35,0	95,2
Knowles	Chillán	18,40	-	-	--	--	--	--	--	--	--
OMF78	Entre Lagos	--	-	-	--	--	--	--	--	--	--
Knowles	Entre Lagos	--	-	-	--	--	--	--	--	--	--
<u>2003-2004</u>											
OMF78	Chillán	26,9	-	-	0,4	1,9	1,5	0,3	56,6	37,6	94,2
Knowles	Chillán	19,67	-	-	0,6	2,9	2,9	0,4	55,6	36,2	91,8
OMF78	San Pablo	61,65	-	-	5,3	16,1	18,1	57,5	ND	ND	-
<u>2004-2005</u>											
OMF-78	Chillán	29,62	-	0,05	0,45	1,25	1,4	0,5	60,0	32,45	92,45
Knowles	Chillán	27,80	5,96	8,85	9,25	11,1	7,56	2,65	59,8	32,1	91,9

¹ Indica el contenido de ácidos grasos con 20 átomos de carbono (C:20), 22 átomos de carbono (C:22) o la suma de ácidos grasos con más de 20 átomos de carbono.

ND: no detecta

El contenido de aceite determinado tanto en Chillán como en la X Región fue menor a lo mencionado en el extranjero, mientras que aquel de los ácidos grasos de cadena larga siempre fue mayor al 91 %.

La semilla contiene entre un 17 a 32% de aceite, que se caracteriza por la alta concentración de ácidos grasos mono insaturados de cadena larga (C20: 50-65%), y muy altas concentraciones de dobles enlaces Δ -5 (83-98%) (Kleiman, 1993; Knapp y Crane, 1999; IENICA, s/f.). Estas características del aceite lo hacen muy estable a altas temperaturas y al oxígeno (Bhardwaj *et al.*, 1999).

Sesamum indicum

Los contenidos de aceite y de cada una de las fracciones se presentan en el Cuadro 35.

Cuadro 35. Contenido de aceite y composición de aceites en semillas de *Sesamum indicum* cultivado en Chillán en dos temporadas diferentes.

Línea	Contenido de aceite (%)	C16:0	C18:0	C18:1 (ác. oleico)	C18:2 (ác. linoleico)
francesa	45,46	8,2	<u>2002-2003</u> 5,6	40,1	44,0
	49,56	8,0	<u>2003-2004</u> 5,6	38,7	46,7

En la temporada 2004-2005 no se pudo realizar análisis de ácidos grasos, porque las semillas no maduraron. Sin embargo, el contenido de aceite determinado está en el rango mencionado para esta especie (45-60%), siendo mayor el de ácido oleico (38%) y un poco menor el ácido linoleico (48%) (Ashri, 1989).

Stokesia laevis

Los contenidos de aceite y de cada una de las fracciones se presentan en el Cuadro 36.

Cuadro 36. Contenido de aceite y composición de aceites en semillas de *Stokesia laevis* cultivada en Chillán y cosechada en la temporada 2003-2004.

línea	Contenido de aceite (%)	C16:0	C18:0	C18:1	C18:2	C18:9c12-13 ác. epoxivernólico
SA 640	34,06	2,67	1,05	11,0	23,5	61,57
SA644	33,25	2,45	1,67	6,5	19,5	69,2

Sólo se dispone de un análisis, ya que es una planta bianual y no hubo una segunda cosecha. El contenido de aceite en la semilla fue menor a lo informado en la literatura, que indica rangos de 36 a 49%. Mientras que el contenido de ácido vernólico en la línea SA644 cumple con lo informado, que corresponde a un 64 a 79%) (Campbell, 1981, Shands y White, 1990).

Vernonia galamensis

Los contenidos de aceite y de cada una de las fracciones se presentan en el Cuadro 37.

Cuadro 37. Contenido de aceite y composición de aceites en semillas de *Vernonia galamensis* cultivada en Chillán durante 2003-2004

línea	Contenido de aceite (%)	C16:0 ác. palmítico	C18:0 ác. esteárico	C18:1 ác. oleico	C18:2 ác. linoelico	C18:9c12-13 ác. epoxivernólico
				<u>2003-2004</u>		
A0399	31,12	2,95	2,65	4,22	13,37	74,12
49B-ORI	31,42	3,32	2,62	4,75	14,2	71,9
15D-1012-2	33,37	2,87	2,7	3,97	13	75,02

El contenido de aceite fue menor a lo mencionado en la literatura (35 a 42%), mientras que sí se cumple con las concentraciones de ácido vernólico (72% a 80%), de ácido linoleico (12 a 14%), de ácido oleico (4 a 6%), de ácido esteárico 2 a 3% y de ácido palmítico (2 a 3%) (Baye y Gudeta, 2002).

En la temporada 2004-2005 no se realizó el análisis, ya que las semillas se mojaron durante el secado y gran parte de ellas se perdió.

Actividad N° 6

Ensayo de adaptación de calabaza

Después de la desinfección de la semilla con Pomarsol Forte (2 g kg⁻¹ semilla) y la aplicación de insecticida contra la mosca de la semilla se estimó que la emergencia en la temporada 2001-2002 fue de un 80% y no todas las plantas produjeron frutos comerciales. La pérdida se debió a la pudrición de la semilla y, presuntamente, a un ataque de roedores (plántula cortada), ya que no se detectó huella de babosas.

Se cosechó 15000 frutos ha, lo que correspondió a un 90% de plantas productivas de la población establecida en terreno. Sin embargo, en general, los frutos fueron pequeños, lo cual se atribuye, en parte, a la ausencia de fertilización fosforada, ya que este elemento juega un papel decisivo en la cantidad, calidad y fertilidad de flores.

Una vez maduros los frutos, es recomendable dejarlos en terreno, expuestos al frío en otoño, para que aumente la concentración de aceite.

Actividad N° 7

Ensayo de insecticidas en calabaza

Los resultados que se obtuvieron con la aplicación de diferentes insecticidas en la siembra realizada en la temporada 2003-2004 en Chillán se presentan en el Cuadro 38.

Cuadro 38. Incidencia de *Delia platura* como insecto plaga en calabaza aceitera en la temporada 2003-2004.

INSECTICIDAS DE PRESIEMBRA	PLANTAS AFECTADAS POR <i>Delia platura</i> (%)
1- TESTIGO	45,8 a
2- CARBODAN	22,3 c
3- FORCE 20 CS	26,6 b c
4- PUNTO 70 WP	19,3 c d
5- DIAZINON	4,1 d
6- QUITOSANO	47,8 a

Letras iguales en sentido verticalmente indica que no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) entre tratamientos.

La mejor protección del cultivo en su etapa inicial, estado semilla, se obtuvo con los productos Diazinón y Punto CS. Carbodan, a pesar de ser un insecticida de largo efecto residual de contacto y sistémico, no logró controlar aceptablemente al insecto. Probablemente hubiera mejorado su acción si se hubiese incorporado una semana o más antes de la siembra. Pero como este producto no cumple con los actuales estándares medioambientales es esperable que se desincentive su uso a futuro. Force CS, a pesar de ser un producto de última generación, recomendado para larvas del suelo, no controló satisfactoriamente. El quitosano, producto natural extraído del exoesqueleto de artrópodos, se comportó deficientemente, sin diferenciarse del testigo. Por lo tanto, de acuerdo a las condiciones de aplicación usadas (junto a la semilla) no se puede recomendar para controlar las larvas de la mosca de la semilla. Posiblemente el momento de aplicación no fue el más adecuado, ya que se aplicó al momento de siembra y como el producto necesita solubilizarse, se requiere más tiempo. En futuras evaluaciones debiera aplicarse mínimo 2 semanas antes de la siembra, para tener tiempo para solubilizarse y estar disponible cuando se coloque la semilla en el suelo.

En el Cuadro 39 se presenta el número de plantas sanas que se obtuvo posterior a la aplicación de diferentes insecticidas.

Cuadro 39. Efecto de insecticidas sobre el número de plantas sanas de calabaza.

TRATAMIENTO DE INSECTICIDAS DE PRESIEMBRA	POBLACIÓN DEFINITIVA DE PLANTAS SANAS (n°)
1- TESTIGO	5.714 ab
2- CARBODAN	6.190 ab
3- FORCE CS	2.619 b
4- PUNTO CS	10.000 a
5- DIAZINON	5.000 b
6- QUITOSANO	2.619 b

Letras iguales en sentido verticalmente indica que no hubo diferencias significativas ($P > 0,05$) entre tratamientos

Con Punto CS se logró la mayor población final de plantas. A pesar que sólo el 4,1 % de las plantas fueron atacadas por larvas de la mosca de la semilla en el tratamiento con Diazinon sólo un 26% de las plantas llegaron a estado adulto. Esta diferencia se debió a que otros agentes como hongos y otros insectos también atacaron el cultivo. Además, hubo un cierto porcentaje de plantas que se perdieron y para las cuales no se encontró una explicación. Un aspecto importante es que Diazinon disminuye la germinación de semillas de algunas especies, lo que podría haber ocurrido en este caso. Sin embargo este aspecto no está descrito en la literatura para la calabaza. Además, es un producto muy antiguo, organofosforado, de moderada toxicidad, cuyo uso se discontinuará en el manejo integrado de plagas y será reemplazado por productos más eficientes y menos dañinos, como en este caso, Punto (i.a. imidacloprid), que además de contacto es sistémico y cumple con altos estándares ambientales

No hubo diferencia entre los tratamientos tanto para el número de frutos por planta como por hectárea (Cuadro 40), lo cual se atribuye al alto coeficiente de variación, un 34,7 y 51,5 %, respectivamente. Esto se vio favorecido por la baja densidad poblacional final de plantas, por lo cual las no todas las plantas fueron sometidas a la misma competencia intraespecífica. La producción de 1,5 frutos por planta se considera un buen resultado, ya que en las últimas 6 temporadas de cultivo no se obtuvo un promedio superior a 1,2 frutos por planta. Además, debe destacarse que las plantas provenientes de semillas tratadas con quitosano produjeron más frutos que el resto, lo cual se atribuye, fuera de la actividad insecticida, a su acción estimulante del crecimiento, influenciando el transporte de nutrientes.

Cuadro 40. Parámetros de rendimiento de calabaza después de la aplicación de diferentes insecticidas.

INSECTICIDAS DE PRESIEMBRA	FRUTOS PLANTA ⁻¹	FRUTOS (ha ⁻¹)	SEMILLA FRUTO ⁻¹ (g)	PESO 100 SEMILLAS (g)	RTO SEMILLA (kg ha ⁻¹)
1- TESTIGO	1,5 a	8.09 a	88,4 a	26,2 a	700,1 a
2- CARBODAN	2,0 a	12.61 a	89,3 a	27,6 a	858,7 a
3- FORCE CS	2,1 a	5.47 a	81,0 a	24,2 a	383,9 a
4- PUNTO CS	1,2 a	11.19 a	94,3 a	26,5 a	839,6 a
5- DIAZINON	2,2 a	8.33 a	95,1 a	26,0 a	651,6 a
6- QUITOSANO	2,5 a	5.95 a	104,5 a	30,3 a	572,6 a
C.V	34.7	51.5	29,7	15,9	55,2

El uso de distintos insecticidas en el control de la mosca no influyó sobre los parámetros peso de semillas por fruto, que varió entre 81 y 104,5 g; peso de 100 semillas, que alcanzó en promedio 26,8 g; y el rendimiento de semilla, que varió entre 384 y 859 kg ha⁻¹. Que no haya habido diferencia pudo deberse, en parte, al alto coeficiente de variación de este último

parámetro. Los demás parámetros fueron mucho más estables, especialmente el peso de 100 semillas con sólo un 16% de variación.

En base a estos resultados se puede concluir que

- El imidacloprid (Punto 70 WP) es el insecticida más efectivo para controlar la mosca de la semilla, aumentando la población de plantas definitivas.
- La efectividad de demás productos aplicados con un costo muy inferior a imidacloprid podría mejorarse incorporándolos al suelo dos o más semanas previo a la siembra.
- Los distintos productos usados no afectaron el número de frutos por planta. Sin embargo, el quitosano posiblemente tenga un efecto sobre la formación de frutos.

Actividad N° 8

Ensayo de fertilización en calabaza

El ensayo de fertilización realizado en Chillán en la temporada 2002-2003 se cosechó en mayo, ya que el fruto debe exponerse a bajas temperaturas para obtener una buena calidad de semilla. Los resultados obtenidos para los parámetros evaluados están en el Cuadro 41.

Cuadro 41. Parámetros de rendimiento de *Cucurbita pepo* cultivado en Chillán en la temporada 2002-2003, fertilizados con diferentes dosis de nitrógeno y fósforo.

Parámetro	Unidades nitrógeno ha ⁻¹				Unidades P ₂ O ₅ ha ⁻¹		
	0	80	160	240	0	100	200
Número frutos planta ⁻¹	1.08a	1.09a	1.14a	1.23a	1.03a	1.2a	1.17a
Número frutos ha ⁻¹	15317b	15714b	16905ab	18810a	15952a	16905a	17202a
Rendimiento frutos (kg ha ⁻¹)	35794c	54127b	66627a	75397a	48542b	6270a	62946a
Rendimiento semilla (kg ha ⁻¹)	649.1c	981.4b	1217.4a	1338.6a	899.93b	1117.6a	1122.4a
Peso semilla fruto ⁻¹ (g)	42.3b	62.9a	72.3a	71.2a	56.6b	64.5ab	65.8a

Letras iguales en sentido horizontal indican no hubo diferencia significativa al 5% entre tratamientos Prueba DMS (P > 0,05).

No hubo interacción nitrógeno-fósforo (Cuadro 41) para ningún de los parámetros de rendimiento evaluados. Sin embargo, se observó un efecto del nitrógeno y del fósforo sobre el número frutos ha⁻¹, rendimiento frutos (kg ha⁻¹), rendimiento semillas (kg ha⁻¹) y peso semilla por fruto (g). Todos ellos aumentaron en la medida que aumentó la dosis de nitrógeno. Sin embargo, no hubo efecto del nitrógeno sobre el número de frutos por planta ni en el número de plantas por hilera. Por esa razón, se recomienda aplicar 160 kg N ha⁻¹ y 100 kg P₂O₅ ha⁻¹.

En la temporada 2004-2005 el ensayo se vio enfrentado a diferentes situaciones problemáticas que determinaron una pobre sobrevivencia de plantas:

- las plántulas crecieron demasiado rápido en invernadero y estuvieron listas antes de lo previsto, pero no se podían trasplantar porque las condiciones climáticas externas no lo permitían. Esto motivó un crecimiento exagerado y perjudicial en el contenedor y, por ende, un estrés importante en las plantas al trasplante.
- Una semana después de plantación (17/10/04) una granizada dañó severamente el follaje, quebrando la guía principal de algunas plantas y matando a otras.
- El mismo mes de octubre hubo temperaturas mínimas cercanas a cero grados, por las cuales se perdió por daño por helada parte de las plantas sobrevivientes a la granizada

- El suelo sobre el cual se estableció el cultivo de calabazas es pesado y tuvo una preparación deficiente, con demasiada humedad, lo que compacto aún más el suelo. Esto perjudicó el crecimiento de las plantas, aunque estas tengan un patrón de crecimiento radicular lateral. Aún así se continuó con el cultivo y a fines de la temporada se pudo realizar algunas evaluaciones, que se presentan en el Cuadro 42.

Cuadro 42. Efecto de la dosis de nitrógeno sobre parámetros de rendimiento de calabazza en la temporada 2004-2005.

Nitrógeno (kg ha ⁻¹)	Nº frutos planta ⁻¹	Rendimiento frutos (t ha ⁻¹)	frutos inmaduros (%)	Rendimiento semilla fresca (kg ha ⁻¹)	Rendimiento semilla seca (kg ha ⁻¹)
0	1,0 a	13c	58 a	384b	115b
80	1,7 a	27bc	25 b	1031ab	482a
160	1,9 a	39ab	27 b	1374a	629a
240	1,8 a	41a	30 b	1378a	652a
CV (%) *	24,0		18,8		

CV = coeficiente de variación

En esta temporada tampoco se encontró interacción entre la dosis y parcialización de nitrógeno para ninguno de los parámetros evaluados, por lo que se analizaron sólo los efectos simples. De los parámetros evaluados el número de plantas y frutos por hectárea y frutos por planta (Cuadro 42) no fueron afectados por la dosis de nitrógeno. Todos ellos obtuvieron coeficientes de variación (CV) inferiores a 36,4%. Aunque estadísticamente el número de frutos por planta no mostró diferencias la experiencia indica que obtener más de 1,5 frutos no es común, tanto aquí como en Austria (Schuster, 1977). Por lo tanto, los 1,9 frutos obtenidos con la dosis de 160 kg N ha⁻¹ fueron un muy buen resultado, a pesar de las dificultades que se presentaron durante el cultivo. Probablemente el alto valor se vio influenciado por el bajo número de plantas por hectárea. Al disminuir la competencia la planta pudo acumular más fotosintatos, lo cual se tradujo en un número mayor de frutos, por sobre los 1,2 normales para la zona en buenas condiciones de cultivo. Sin embargo, en la maravilla el momento y la cantidad de N afecta tanto el porcentaje como la composición del aceite (Steer y Seiler, 1990).

Se encontró diferencias estadísticas entre las dosis de nitrógeno para el rendimiento de frutos y semillas por hectárea y el porcentaje de frutos inmaduros al momento de cosecha (Cuadro 42). El rendimiento de frutos por hectárea fue mayor en las plantas fertilizadas con 160 y 240 kg N ha⁻¹. Este resultado no concuerda con el de Aroiee y Omidbaigi (2004), quienes trabajando con la misma especie en macetas encontraron que con dosis de N superiores a 225 kg ha⁻¹ la planta permanece en estado vegetativo y no produce frutos. A su vez, en el tratamiento sin N se registró el mayor porcentaje de frutos inmaduros, lo cual se contradice con la opinión general de que un estrés (en este caso nutricional) adelanta la floración y maduración de los frutos como mecanismo de supervivencia. En las plantas sin fertilización nitrogenada el rendimiento de semilla tanto húmeda como seca fue significativamente menor que en el resto de los tratamientos, sin diferenciación entre las plantas que recibieron entre 80 y 240 kg N ha⁻¹. Es decir, no se encontró diferencias en el peso seco de semillas como sí lo hicieron Aroiee y Omidbaigi (2004). Esto coincide, en parte, con lo obtenido en el primer ensayo de fertilización nitrogenada realizado en 2002, en el cual se concluyó que los mejores resultados se obtuvieron con fertilizaciones de 160 kg N ha⁻¹. Del Cuadro 42 se puede deducir que los frutos se

cosecharon (aunque esto no cambia la respuesta diferencial entre tratamientos), ya que el contenido de humedad de las semillas fue de aproximadamente un 50%, excepto en las semillas del tratamiento sin N en que llegó a un 70%. Lo normal es cosechar con alrededor de un 40% de humedad, lo cual se logra cuando se hace en mayo después de haber dejado los frutos en el terreno.

Se puede concluir que

1. Un incremento de la fertilización nitrogenada fue beneficioso para el rendimiento de frutos y semillas por hectárea y la maduración de ambos.
2. La parcialización del N en dos dosis iguales, distanciadas 40 días entre ellas, no tuvo efecto sobre la sobrevivencia de plantas ni en la respuesta productiva ni cualitativa.
3. Desde el punto de vista agronómico la dosis más adecuada para el cultivo de calabaza sería 160 kg N ha⁻¹.
4. Desde el punto de vista económico el nitrógeno debiera aplicarse en un 100% a la siembra para disminuir los costos de operación, mientras que desde el punto de vista ambiental (contaminación de napas de agua) sería mejor aplicarlo en dos parcialidades.

3. Molienda y extracción de aceite de las especies

Actividad N°9

En todas las temporadas el rendimiento de semillas fue bajo (resultado actividades N° 3 y 4), lo cual imposibilitó disponer de suficiente muestra como para realizar procesos de extracción por prensado en frío (*Lesquerella fendleri*, *Cucurbita pepo*, *Calendula officinalis*, *Limnathes alba*). Por esa razón sólo, se extrajo el aceite en la temporada 2004-2005 de aquellas especies en que la cantidad de semilla cosechada alcanzara para propagar las especies y obtener aceite.

Calendula officinalis

No fue posible extraer aceite por prensado a partir de las semillas debido a un problema asociado a un factor físico de la prensa disponible: la razón de compresión necesaria para extraer el aceite de la semilla está fuera del rango de proceso de la prensa. Si se quisiera prensar aceite de caléndula, sería necesario cambiar piezas de la prensa, con el fin de aumentar la razón de compresión. También Fleck et al. (1999) mencionan que es difícil extraer aceite de la semilla, ya que probaron un pre-prensado con una prensa Monfort con poco éxito y la causa principal se debería al bajo contenido de aceite en el aquenio (aprox. un 60 % del peso corresponde a las paredes del fruto).

Cucurbita pepo

La extracción de aceite por prensado en frío se presenta en el Cuadro 43.

Cuadro 43. Resultados del prensado en frío de las semillas de calabaza en la temporada 2004-2005.

muestra	Peso muestra (g)	Peso aceite	Peso filtrado	Peso sólido	Peso torta (g)
Semilla	1300.0	***	***	***	1189.0
Calabaza					

***: No se obtuvo aceite del prensado

Debido a que se presentaron problemas en la extracción de aceite de semillas de calabaza por prensado en frío se repasó la torta mas de tres veces y no se obtuvo aceite de las semillas. Posiblemente el problema se haya debido al pequeño tamaño de la muestra. No se pudo hacer extraer una partida más

grande, ya que en la primera partida enviada algunas semillas estaban rancias – posiblemente por un secado inadecuado - y había disminuido el monto de semillas disponibles. En años anteriores se logró extraer aceite por prensado en frío, pero de una muestra a lo menos 3 veces más grande que la de este año. Por esa razón, se hizo una extracción Soxhlet (Cuadro 44).

Cuadro 44. Resultados de la extracción Soxhlet de la torta de semillas de calabazas en la temporada 2004-2005.

muestra	Peso húmedo (g)	Humedad (%)	Peso seco (g)	Aceite (g)	Rendimiento (%)
semilla Calabaza (A)	44.53	4.5	42.1	20.98	49.8
Semilla Calabaza (B)	47.52	4.5	45.3	22.87	50.4
Promedio	6,02	4,5	43,7	21,92	50,1

Lesquerella fendleri

La extracción de aceite por prensado en frío se presenta en el Cuadro 45.

Cuadro 45. Rendimiento de aceite por prensado en frío en una muestra compuesta de semillas de *Lesquerella fendleri*.

Muestra compuesta	Peso muestra (g)	Peso Aceite (g)	Peso filtrado (g)	Peso sólido (g)	Peso Torta (g)
Lesquerella	215.0	***	***	***	211.8

***: No se obtuvo aceite del prensado

No fue posible extraer aceite por prensado a partir de las semillas debido a un problema asociado a un factor físico de la prensa disponible: la razón de compresión necesaria para extraer el aceite de la semilla está fuera del rango de proceso de la prensa. Si se quisiera prensar aceite de *Lesquerella*, sería necesario cambiar piezas de la prensa, con el fin de aumentar la razón de compresión. Por esa razón se realizó una extracción Soxhlet, cuyos resultados se presentan en el Cuadro 46.

Cuadro 46. Resultados de la extracción Soxhlet de la torta de *Lesquerella fendleri*.

Muestra	Peso húmedo (g)	Contenido humedad (%)	Peso seco (g)	Aceite (g)	Rendimiento (%)
Lesquerella (A)	39,59	7,78	36,51	10,3	28,2
Lesquerella (B)	41,22	7,32	38,20	10,7	28,0
Promedio	40,40	7,55	37,35	10,5	28,1

El tiempo de ejecución del prensado para la muestra compuesta de *Lesquerella fendleri* WCLSLH+WC-LYT+98 LO, fue de 3.5 minutos por cada 100g y presentó dificultad en la extracción por la dureza de la semilla, por lo que fue necesario detener a la prensa para enfriar, vaciar, limpiar y

posteriormente proseguir en el prensado utilizando un tiempo indefinido para esta extracción (sólo se considera el tiempo de la extracción de las semillas). La torta se repasó mas de tres veces y no se obtuvo aceite de las semillas.

Limnanthes alba

La extracción de aceite por prensado en frío se presenta en el Cuadro 47 y sus características (Cuadro 48).

Cuadro 47. Rendimiento de aceite por prensado en frío en semillas de *Limnanthes alba*.

Muestras	Peso muestra (g)	Peso Aceite (g)	Peso o filtrado (g)	Peso sólido (g)	Peso Torta (g)
OMF-78	505,0	67,2	59,5	7,1	371,2
Knowles	501,0	69,1	55,7	12,6	414,4

Cuadro 48. Características del aceite obtenido por prensado en frío de las semillas y por extracción Soxhlet de la torta.

Muestra	Humedad (%)	Peso aceite(g)	Rendimiento (%)
		<u>Prensado en frío</u>	
OMF-78	7,78	59,5	11,7
Knowles	7,96	55,7	12,1
		<u>Extracción Soxhlet</u>	
OMF-78 (A)	7,97	7,31	18,6
OMF-78 (B)	7,73	7,34	18,9
Promedio	7,85	7,325	18,75
Knowles(A)	7,77	7,31	18,6
Knowles(B)	7,62	7,9	18,8
Promedio	7,69	7,35	18,7

El aceite de las semillas de *Limnanthes alba* se pudo extraer sin problemas con la prensa disponible. La torta se repasó tres veces en la prensa con el fin de maximizar el rendimiento.

Actividad N°10.

Evaluación técnico-económica

Debido a los bajos rendimientos de semilla en las diferentes especies sólo se puede entregar un cálculo aproximado de los costos unitarios de prensado y extracción (Cuadros 49 y 50). Sin embargo, la cantidad de aceite extraída no permitió obtener un kg de aceite como era lo presupuestado para ser refinado y enviado a los clientes. Por esa razón fue imposible realizar un escalamiento de costos de producción a nivel semi-industrial, evaluando alternativas en el deshidratado del material y el transporte de materias primas.

Cuadro 49. Ficha de costos operación planta piloto UDT. Costos generales.

Ítem	Cantidad	unidad	Costo unitario	unidad	Costo diario, \$
Personal (operador)	8	HH	1750	\$/HH	14000
Energía eléctrica (motor 1,1 kW)	8.8	kWh	100	\$/kWh	880
Total					14.880

Cuadro 50. Costo operación por especie.

Item	Especie	
	<i>Limnathes alba</i>	
Cantidad de material procesado	3	kg/día
Rendimiento	12	%
Cantidad de aceite producido	0.36	kg/día
Costo producción piloto	41.333	\$/kg aceite
	33.067	\$/litro aceite
	<i>Cucurbita pepo</i>	
Cantidad de material procesado	10	kg/día
Rendimiento	40	%
Cantidad de aceite producido	4	kg/día
Costo producción piloto	3720	\$/kg aceite
	2976	\$/litro aceite

Así, el costo de producción por kg de aceite de *Limnathes alba* es de \$ 41.333 o bien cuesta \$33.067 producir un litro de aceite. Mientras que producir un kg de aceite de calabaza es muchísimo más barato, \$ 3720, ó \$2976 por un litro de aceite.

4. Estudio de mercado

Actividad N° 11

SEMILLAS OLEAGINOSAS DE USO INDUSTRIAL abril 2005

INTRODUCCIÓN

La Unión Europea es uno de los principales participantes en el mercado mundial por grasas y aceites naturales. El consumo anual de aceites y grasas en aplicaciones químicas y técnicas asciende a 2,6 millones de toneladas sólo en Europa. Además, para los aceites y grasas y sus derivados hay un amplio espectro de industrias y usuarios de sus productos; entre ellos: la industria de pinturas y recubrimientos, lubricantes y fluidos hidráulicos, surfactantes y cosméticos, entre otras (Chemical-technical utilisation of vegetable oils, 1998- 2000).

A raíz de ello comenzó la búsqueda de nuevos cultivos que pudieran tener potencial como fuentes de distintos aceites y ácidos grasos destinados a la manufactura de productos, tales como lubricantes, películas y resinas. Para que un cultivo de oleaginosas sea exitoso, el precio del aceite debería ser comparable con las alternativas que están disponibles para las industrias (Vegetable Oil for Innovation in Chemical Industries, 1992 – 1993).

El principal material crudo usado en la industria química actual es el aceite mineral (petróleo), con un consumo mundial anual de cerca de 200 millones de toneladas métricas. Los aceites vegetales de productos agrícolas, químicamente más parecidos a los aceites minerales, son capaces de competir exitosamente con los éstos últimos en numerosas aplicaciones técnicas. Alrededor de un 15% de todos los

aceites vegetales producidos (cerca de 15 millones de toneladas por año) se utilizan en procesos no relacionados con la alimentación. Eso sí, los costos de producción de aceites vegetales son dos o tres veces superiores a los precios de mercado de los aceites minerales (IENICA).

La importancia de los aceites vegetales radica en que pueden ser químicamente modificados para propósitos específicos muy distintos. La industria del aceite tiene fácil acceso a aceites vegetales económicos en el mercado mundial. Así, por ejemplo, el uso farmacéutico de aceites vegetales es un nicho de producción que tiene exigencias extremadamente altas con respecto a la pureza y homogeneidad, mientras que los requerimientos de la industria de oleoquímicos y agroquímicos más a menudo se centra en volúmenes grandes de aceites económicos y de determinadas características. Así, para elaborar lubricantes se demanda aceites vegetales que tengan una mayor estabilidad a la oxidación. El interés de la industria y los consumidores en el uso de aceites vegetales en la elaboración de productos industriales se debe a su reducida toxicidad, mejor biodegradación, y en algunos casos, mejor calidad y posibilidad de mejores precios. También el aumento de conciencia de los consumidores respecto al ambiente y a la necesidad de una diversificación de productos a nivel agrícola e industrial pueden ser puntos decisivos para reemplazar exitosamente los aceites minerales por aceites vegetales con aplicaciones industriales. Según CRODA, el mercado global para los aceites vegetales y sus derivados es de 50 billones de dólares por año.

Entre las investigaciones realizadas con aceites de semilla y ácidos grasos especiales, se ha determinado que en las semillas de algunas especies, tales como la *Calendula officinalis*, *Limnanthes alba* y *Euphorbia lagascae* contienen ácidos grasos poco comunes. Estos nuevos cultivos incluyen a aquellos cuyos aceites contienen un alto porcentaje de ácidos grasos deseables o un bajo porcentaje de ácidos grasos indeseables y aquellos que contienen mayoritariamente un ácido graso único. Los ácidos grasos poco comunes pueden, por un lado, reemplazar como recurso renovable la materia prima de origen petroquímico y, por otro lado, ampliar la disponibilidad de materia prima disponibles y su potencialidad, dirigida a nuevos productos finales.

Debido a la versatilidad química de los ácidos grasos, los investigadores en todo el mundo están estudiando nuevas especies de aceites vegetales. De allí, que en los últimos años se han analizado más de 8000 especies buscando aceites nuevos y poco comunes. De estos, *Lesquerella spp.*, *Limnanthes alba*, jojoba, *Cuphea spp.*, entre otras especies, han sido seleccionadas por su contenido poco común de aceites de semilla con potencial industrial. Y también los aceites de semillas que pueden suministrar nuevos ácidos grasos hidroxilados (*Lesquerella spp.*) o epoxidados (*Vernonia spp.*, *Euphorbia lagascae*) son de interés (Cuperus y Derksen, 1996).

Los nuevos cultivos de oleaginosas especiales para aceite han sido introducidos, en parte, por la reducción sostenida en los precios de los cultivos tradicionales y el intento de agregar valor a los cultivos tradicionales en el mercado mundial como, por ejemplo, a los cultivos tradicionales de oleaginosas tales como soya, maíz, maravilla, algodón, cacahuate, colza y canola. En E.E.U.U. los nuevos cultivos incrementan la diversidad de recursos y reducen la dependencia de unos pocos commodities para el comercio extranjero.

En general, estos nuevos cultivos industriales tienden a ser producidos en menor volumen, logrando mejores precios respecto a los cultivos commodities debido a que contienen aceites para aplicaciones específicas. Entre ellos se encuentra *Cuphea sp.*, y tiene el potencial de que a futuro sea un cultivo commodities.

Por otro lado, cuando hay cultivos renovables para usos industriales es más probable que los productos sean biodegradables respecto a los productos elaborados basándose en petróleo y, además, reducen la dependencia de plantas de producción química sobre la base de petróleo.

Hay algunos productos agrícolas que son materias primas críticas para la defensa nacional en EE.UU., como es el caso del aceite de ricino y del caucho natural.

Es así, como algunos nuevos cultivos industriales, que están siendo comercializados desde hace menos de 10 años, actualmente alcanzan valores de producción a partir de materia prima agrícola superior a los US\$ 25,000,000 en los EE.UU.

Los nuevos cultivos que aún no están siendo comercializados incluyen *Lesquerella* sp., *Euphorbia lagascae*, *Cuphea* sp. y *Vernonia galamensis*, y se presume aún se necesite un tiempo para el desarrollo del mercado (www.utexas.edu/depts/bbr/natfiber/natnews/1999/May.1999.nat.htm).

A continuación se señala el nivel de exportaciones de semillas y frutos de oleaginosas, de Chile, y otros países como EEUU, Canadá y China.

Chile

Cuadro 51. Exportaciones de aceites de semillas y frutos de oleaginosas

Año	Valor de exportaciones (MUS\$)
1999	6.469
1998	5.850
1997	10.259
1996	5.989
1995	4.071

(www.tradeport.org/ts/countries/chile/tradcx.html)

E.E.U.U.

Cuadro 52. Exportaciones de aceites des emillas y oleaginosas.

Año	Valor de exportaciones (MUS\$)
1998	5.425.000

(www.census.gov/foreign-trade/Press-Release/98_press_releases/aip/rp98-ext-5.txt)

Las exportaciones de aceites y semillas de oleaginosas durante los dos primeros meses del 2002, alcanzaron un total de 818.881 kg, por un valor de 610.000 US\$.

A continuación se presenta las importaciones (consumo) de EE.UU. para el periodo enero-febrero de 2002.

Cuadro 53. Importaciones a EE.UU. en enero-febrero 2002.

Aceites de semilla y frutos de oleaginosas	Cantidad (kg)	Valor (MUS\$)
Total	463.039	472
India	186.553	70
Etiopía	90.000	35
Canadá	62.412	160
China	41.350	58
México	33.714	50
Argentina	22.440	54
Brasil	15.000	26
Chile	9.620	16
Vietnam	1.950	3

Con respecto a las importaciones de EE.UU., un 2,08% de los aceites importados durante enero y febrero de ese año provenían de Chile. En la actualidad el hecho de que existan exportaciones de aceites de semilla y frutos de oleaginosas desde Chile a EE.UU. da una buena perspectiva en el ámbito de amplitud de la oferta de nuevos productos del rubro hacia este mercado.

Canadá

Cuadro 54. Exportaciones de aceites de semillas y oleaginosas

Año	Valor de exportaciones (MUS\$)
1999	887.890

China

La producción china de aceites vegetales comestibles fluctúa entre 9 y 10 millones de toneladas, lo cual sitúa a China como segundo productor a nivel mundial. Sin embargo, el abastecimiento doméstico no es completamente cubierto por las demandas de mercado en la China (<http://estore.chinaonline.com/resrepofchin.html>).

En el rubro de aceites de semillas existen diversos tipos de negocios: algunos de ellos corresponden a productos tipo commodities, de bajo precio y transacciones de gran volumen; otros, a mercados nicho para aceites con propiedades específicas que pueden alcanzar altísimos precios. Es claro que Chile tiene pocas ventajas comparativas para competir con Estados Unidos o China en el terreno de los commodities. Sin embargo, una apuesta viable para Chile, especialmente considerando su gran diversidad edafoclimática, es el desarrollo de productos orientados a satisfacer las demandas de mercados específicos, de aceites vegetales de alta calidad y alto precio.

1. *Euphorbia lagascae*

Características y usos

El contenido de aceite en la semilla es alto, comúnmente entre 48 a 67%. Más importante que esto es que su perfil de ácidos grasos, en el cual predomina uno en particular, una resina epoxídica, llamada ácido vernólico, sustancia de alta demanda para la producción de pinturas y otros recubrimientos. Sólo la industria de las pinturas requiere alrededor de 325 millones de galones por año, como se observó en el estudio de *Vernonia galamensis*.

Esta especie está adaptada a condiciones climáticas mediterráneas, en las cuales el área potencial de cultivo (delimitada por la caída de lluvia) es probablemente similar a la de los cultivos de cereales. El principal factor que limita sus aplicaciones comerciales es la falta de variedades con frutos no deshiscentes. Si la cápsula se abre con facilidad, la cosecha mecánica se vuelve menos eficiente puesto que muchas semillas caen al suelo. El rendimiento del cultivo es de 1,0 a 1,3 t ha⁻¹.

La industria de las pinturas está interesada en el ácido vernólico de estas plantas porque éste puede reemplazar algunos solventes costosos que se agregan para el secado, y que son ambientalmente dañinos. Los solventes que se usan actualmente provienen de petroquímicos o se obtienen a partir de costosos procesos para transformar el aceite de soya o de linaza. Sin embargo, el aceite de semillas de *Euphorbia lagascae* presenta la propiedad única de emitir sólo cantidades pequeñas de compuestos orgánicos volátiles en pinturas de alta calidad (Roseberg, 1998). Adicionalmente, este aceite se puede usar en la industria de lubricantes e insecticidas (www.fao.org/).

El ácido vernólico también se encuentra en semillas de otras especies, tales como *Vernonia* spp. Su aceite contienen sobre un 60% de ácido vernólico, permitiendo una fácil recuperación de este versátil material para la síntesis de una gama de compuestos químicos finos (Cuperus y Derksen, 1996).

Para emplear los métodos convencionales de extracción de aceite se debe eliminar la testa ("cáscara") de la semilla de *Euphorbia* sp. antes del procesamiento. Estudios en que se ha analizado los usos industriales del aceite de *Euphorbia* mostraron que tiene una buena estabilidad oxidativa y térmica, y debido a la presencia de componentes antioxidativos, la estabilidad oxidativa fue mejor que la del aceite de colza (rapeseed oil).

Sin embargo, la *Euphorbia*, como otras especies relacionadas, contiene compuestos terpénicos irritantes que pueden liberarse durante el procesamiento del material vegetal. Por esa razón, en los sitios de trabajo deberán tomarse precauciones simples de seguridad, aunque se espera que cuando se obtengan de nuevas variedades este problema sea subsanado.

Volumen de mercado

Las propiedades técnicas del aceite crudo de *Euphorbia* son generalmente comparables a las del aceite de colza (rapeseed oil). Mediante modificaciones químicas del aceite de *Euphorbia* se podría obtener ácido 1,2-hidroxi-estérico, que tiene aplicaciones en grasas lubricantes. También debería ser posible usar directamente el aceite de *Euphorbia* en grasas lubricantes. El aceite de *Euphorbia* es mucho más resistente a la degradación oxidativa que el aceite de colza y puede competir en igual pie con el aceite de soya epoxidizado.

En la industria de polímeros, el aceite de *Euphorbia* puede utilizarse para producir poliuretanos nuevos, análogo a los que se obtienen del aceite de ricino y, más recientemente, de los aceites de colza hidroxilados.

Como subproductos valorables también se dispone de la torta de desecho, con alto contenido de proteína. Sin embargo, el contenido de lisina es bajo, tiene una baja digestibilidad de la fibra y aún se desconoce la toxicidad de otros compuestos presentes, lo que limita su aplicación en la alimentación animal.

Una visión más detallada de los mercados potenciales para *Euphorbia* se presenta para el caso de *Vernonia galamensis*, su principal competidor como fuente de ácido vernólico.

Precios

De acuerdo a estimaciones el precio del aceite de *Euphorbia* sería de 1 a 1,5 US\$/kg y 0,6US\$/kg de semilla.

Barreras de entrada y otras características del mercado

La principal barrera de entrada a los mercados señalados (industria química e industria de polímeros) es la necesidad de un alto volumen de producción para ingresar al mercado con precios competitivos.

2. *Vernonia galamensis* y *Stokesia laevis*

Características y usos

Vernonia galamensis es una planta nativa del noreste africano, con un alto contenido de ácido vernólico en la semilla, razón por la cual es un competidor natural de *Euphorbia lagascae*. Las semillas de *Vernonia galamensis* contienen un 40% de aceite, del cual un 80% corresponde a ácido vernólico.

A diferencia de *Euphorbia*, los frutos de *Vernonia* no se abren tan fácilmente, aunque aún así se tiene algunos problemas en el cultivo a grandes escalas. Crece en áreas con precipitaciones desde los 500 mm de agua al año. Por eso se le ha cultivado para su evaluación comercial en Etiopía, Argentina, Alemania, Israel, Italia, Zimbabue y Norteamérica. Los rendimientos obtenidos van desde 155 kg ha⁻¹ (en Argentina) hasta 820 kg ha⁻¹ (en Virginia, EE.UU.). El contenido de aceite de las semillas fluctúa entre 35% (Oregon) hasta 42% (Argentina). En Etiopía se obtuvo hasta 4 toneladas de semilla por hectárea, con un rendimiento de aceite de hasta 40%.

Las barreras actuales para la comercialización de *Vernonia* incluyen la baja germinación de las semillas, el efecto del fotoperiodo, la dehiscencia del fruto y la necesidad de desarrollar métodos de cosecha.

La demanda del mercado industrial por aceites vegetales epoxidizados sintéticamente, tales como los de linaza (linseed oil) y poroto de soya (soybean oil) es alta. Sin embargo, el proceso de epoxidación es costoso. De allí el interés, ya que el aceite de *Vernonia* está naturalmente epoxidizado al momento de la cosecha, y podría completar algunos de los nichos de mercado. El aceite de *Vernonia* también es menos viscoso que los aceites epoxidizados sintéticamente. Por ello, se le considera un buen solvente en la manufactura de pinturas, y el grupo epóxico altamente reactivo permitirá se establezcan enlaces químicos durante el secado de la pintura, solucionado la evaporación a la atmósfera. En general, los solventes que se evaporan desde las pinturas han sido identificados como los principales contribuyentes al smog fotoquímico.

Sólo en EE.UU. se manufactura anualmente 325 millones de galones de pintura. Los agentes de secado comúnmente usados contienen polucionantes. Un estudio realizado en Los Angeles (EE.UU.) demostró que diariamente se liberaba al aire una cantidad superior a las 22 toneladas de compuestos

orgánicos volátiles desde pinturas y barnices. De allí que se considere al aceite de *Vernonia* como un "reactivo diluido" que reduce esos contaminantes.

Además, el aceite de las semillas es rico en ácidos grasos epóxicos que son ampliamente utilizados en la industria del plástico y como aditivos en resinas de PVC. Actualmente este mercado es abastecido mediante la epoxidación de los aceites de soya y linaza. Pero, la composición del aceite de *Vernonia* le otorga a éste una calidad superior en comparación con los aceites anteriormente mencionados. De allí que se vislumbre un mercado de uso potencial como agente de secado en reformulaciones de pinturas basadas en aceite o resina alquídica.

Otros usos potenciales incluyen el mercado de lubricantes, adhesivos, formulaciones plásticas, recubrimientos de protección, cosméticos, detergentes y productos crudos, tales como nylons y muchos otros (www.echonet.org/tropicalag/aztext/azch16oi.htm).

Otros usos para este aceite están en la manufactura de nuevos tipos de plásticos llamados plásticos impenetrables plásticos elásticos o para recubrir metales.

Otra de las especies que, al igual que *Vernonia galamensis*, contiene ácido vernólico en altas concentraciones es *Stokesia laevis* (www.uswcl.ars.gov/EPD/newcrops/Vernonia.htm).

Volumen de mercado

Las investigaciones sobre el aceite de *Vernonia* han mostrado que existen al menos tres áreas con fuerte potencial de mercado: (1) en industria de plásticos y estabilizantes para el PVC, (2) como componente en recubrimientos de protección, (3) uso en redes de polímeros impenetrables con poliestireno para hacer plásticos específicos.

El mejor mercado potencial para este cultivo en el futuro cercano está en el desarrollo de recubrimientos epóxicos (<http://corn.agronomy.wisc.edu/FISC/Alternatives/Vernonia.htm>).

En Chile, el mercado de las pinturas es grande y del total de empresas de área de la industria manufacturera un 1,26% fabrica de pinturas, existiendo, sólo en la región metropolitana 25 empresas de la industria manufacturera de pinturas. Por otro lado, en Chile, los proveedores de aceite de soya epoxidado registrados en ASQUIM son tres: Harting S.A., Interquímica Ltda. y Mathiesen S.A.C.; los cuales son importadores o distribuidores de los productos. Mientras que los proveedores de aceite de linaza son sólo dos: Harting S.A. y Mathiesen S.A.C.

Precios

El valor de la semilla de *Vernonia* alcanza a 0,6 US\$ por kg.

Por su parte, EE.UU. exportó durante los meses de enero y febrero de 2002 en total 7.878.639 kg de soya, por un valor de 1.444.310 MUS\$; e importó un total de 1.635.801 kg de este producto, por un valor de 2.793 MUS\$. A su vez, durante el mismo periodo, exportó un total de 824.295 kg de linaza por un valor de 133 MUS\$ e importó una cantidad total de 2.915.039 kg. Es difícil indicar qué porcentaje de este material vegetal se dedicó a los usos por los cuales compiten *Vernonia* y *Stokesia*, y también *Euphorbia*, y cuánto se destinó, por ejemplo, al área alimenticia, ya sea como semilla o como aceite, por lo que en el análisis de volumen de mercado en este caso es más decidor recopilar antecedentes del mercado de los aceites.

El precio promedio del aceite de soya en USA es 0,56 US\$/kg, lo que sube al doble o al triple después de su epoxidización. Este valor da un rango de precios para el aceite de *Vernonia* 1,12 a 1,7 US\$/kg.

En Chile, el principal uso del aceite de soya es en la industria alimenticia (Cuadro 55).

Cuadro 55. Volumen de importaciones de aceite de soya a Chile.

Año	aceite de soya (kg)	US cif
1998	86.952.578	60.211.373
1999	71.545.421	36.333.253
2000	24.954.276	10.617.375
2001	5.108.493	3.010.055
2002	250.000	141.488
2003	41.588.210	22.354.472
2004	9.590.000	5.888.608

También se realizan importaciones de aceite de linaza (Cuadro 56) destinado a la industria de pinturas y barnices, aunque el volumen presenta una tendencia a disminuir en los últimos años.

Cuadro 56. Volumen de importaciones de aceite de linaza a Chile

Año	aceite de linaza (kg)	US cif
1998	368.817	277.048
1999	278.431	176.128
2000	204.569	107.693
2001	250.174	133.434
2002	145.003	99.787
2003	129.865	118.168
2004	168.281	144.851

Puesto que Chile, desde hace algunos años, ha empezado a producir lino, probablemente que una parte de esta disminución de las importaciones se deba a una contracción del mercado y no al reemplazo de las importaciones.

El precio promedio del aceite de linaza para su uso en la industria de pinturas y barnices es 0,86 US/kg (precio cif año 2004).

Barreras de entrada y otras características del mercado

Al igual que en el caso de *Euphorbia*, la principal barrera parece ser alcanzar un volumen de producción que permita entregar el producto a precios competitivos, sobre todo en comparación con productos sintéticos de bajo costo.

3. *Lesquerella fendleri* (Gray S. Watts, bladderpod)

Características y usos

El género *Lesquerella* agrupa a varias especies, en cuyas semillas se almacena varios ácidos grasos hidróxicos insaturados, los cuales son similares, aunque no iguales, al ácido ricinoleico del aceite de ricino (Princen, 1990). Así, las semillas de contienen un 23% de aceite, del cual un 60% es ácido lesquerólico, un ácido graso hidróxico importante como materia prima para la industria de resinas, ceras, nylons, plásticos, inhibidores de la corrosión, revestimientos, grasas lubricantes y cosméticos. El ácido lesquerólico es el ácido graso hidróxico predominante.

El aceite de *Lesquerella* es similar y en algunos casos superior al aceite de ricino (castor oil), el cual es importado desde Brasil e India y que es usado en muchos productos industriales. Esencialmente, no se está produciendo de aceite de ricino en EE.UU., producto de factores económicos y reacciones alérgicas en los trabajadores durante el cultivo en terreno y el procesamiento. Muchos estudios confirman que *Lesquerella* puede, en muchos casos, reemplazar al aceite de ricino, cuyo principal mercado es el cosmético, pues se emplea para elaborar lápices labiales que contienen este aceite en un 50%, bálsamos labiales y ungüentos para los labios. También es usado para elaborar jabones transparentes y productos para el cuidado capilar (www.connock.co.uk/vegetable_oils.htm).

El aceite de ricino es actualmente la única fuente comercial disponible de ácidos hidróxicos usados en la producción de revestimientos, lubricantes, plásticos y de otros productos. Sin embargo, el aceite de *Lesquerella* puede ser usado en plásticos, nylons y recubrimientos internos de latas de bebidas no alcohólicas y también como ingrediente en productos de uso personal, como por ejemplo, en tratamientos para el cabello (www.drugstore.com/qxp43.../Potion_9_wearable_treatment_to_restore_and_restyle.html). Por ser un producto natural se puede agregar como revestimiento para incrementar la flexibilidad y la resistencia a solventes, agua y corrosión. El aceite de *Lesquerella* deshidratado agregado a tinturas es efectivo y presenta características equivalentes o mejores que el aceite de ricino deshidratado.

El aceite de *Lesquerella* también ha sido evaluado en la producción de derivados del aceite, tales como espumas de poliuretano y recubrimientos. El mayor segmento del mercado del poliuretano que requiere espumas flexibles es el de transporte y de muebles. Sin embargo, uno de los puntos más importantes, fuera de sus excelentes propiedades físicas, es la biodegradabilidad de la espuma (www.psrc.usm.edu/TRG/lesq.htm).

El primer mercado desarrollado para el aceite de *Lesquerella* es la industria cosmética, debido al elevado valor de estos productos, lo que permite pagar un alto precio por el aceite. En la innovación se han realizado formulaciones nuevas en que se está incorporando aceite de *Lesquerella* en productos tales como lápices labiales, los cuales inicialmente podían contener hasta un 80% de aceite de ricino y que ha sido sustituido por aceite de *Lesquerella fendleri* (www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1993/v2-367.htm). Sin embargo aún se pueden desarrollar muchos productos usando este aceite hidroxilado y para los cuales actualmente el aceite de ricino es la única fuente disponible (www.uswcl.ars.ag.gov/EPD/newcrops/Lesquerella.htm).

Volumen de mercado

De acuerdo a información de exportaciones de aceite de semillas de ricino, India exportó 12,412,585 kg, equivalente de 209,186,385 Rupias, unos 4,8 millones de dólares (www.infobanc.com/emsum120.htm). Por otro lado, Estados Unidos importa 40 millones de dólares anuales de aceite de ricino desde China, India, Tailandia y Brasil.

Chile también es un importador de aceite de ricino para uso industrial. En el cuadro 57 se muestra el desarrollo de las importaciones desde 1998 a 2004.

Cuadro 57. Importaciones de aceite de ricino a Chile.

Año	aceite de ricino (kg)	US\$ cif
1998	51.118	102.801
1999	88.128	182.123
2000	49.261	71.660
2001	88.496	99.960
2002	57.875	59.226
2003	66.547	75.970
2004	143.120	190.724

Hasta el año 2002 el volumen importado fue cíclico pero estable, tendiendo a bajar el monto, en US\$, de las importaciones como consecuencia de la caída en los precios. A partir de ese año, se observa una tendencia al aumento en el volumen consumido, junto con un aumento del precio del producto. Esto indica que no sólo los mercados extranjeros, sino también el mercado nacional pueden ser atractivos en el desarrollo de un cultivo comercial de *Lesquerella*.

Precios

Los importadores norteamericanos han manifestado su preocupación por la estabilidad en el precio del producto y la de sus principales proveedores en el largo plazo. Se ha estimado que el precio de las semillas de *Lesquerella* podría alcanzar entre 0.33 y 0.4 US\$/kg.

En Chile, el precio del aceite de ricino importado ha disminuido de 2,01 US\$/kg en 1998 a 1,02 US\$/kg en el 2002, para aumentar de nuevo a 1,33 US\$/kg en el 2004.

Barreras de entrada y otras características del mercado

No se observan barreras importantes de entrada al mercado.

Las oportunidades del empleo de aceite de *Lesquerella* en otros rubros, como la manufactura de nylon, espumas y otros materiales derivados, es aún incipiente y no se observan ventajas competitivas especiales. En Chile, los proveedores de aceite de ricino (natural/hidrogenado) registrados en ASIQUIM son cuatro: Clariant Colorquímica Ltda., Comex S.A., Harting S.A. y Mathiesen S.A.C., los cuales son importadores o distribuidores de los productos. Existen otras empresas no registradas en ASIQUIM como distribuidores, que igualmente importan una cantidad significativa de aceite de ricino, como Reutter Ltda. y Jory S.A.

4. *Limnantes alba* (meadowfoam)

Características y usos

El aceite de meadowfoam tiene sobre un 90% de ácidos grasos de C₂₀ y C₂₂, contenido similar al ácido éurico del aceite de colza (rapeseed oil). Como consecuencia de los dobles enlaces no conjugados, el aceite se mantiene líquido a muy bajas temperaturas y es estable a la oxidación.

El aceite de meadowfoam compite directamente con el aceite de colza (rapeseed oil), cuya demanda en volumen por parte del mercado industrial es alta (<http://corn.agronomy.wisc.edu/FISC/Alternatives/Meadowfoam.htm>).

Este aceite tiene diferentes aplicaciones. Así puede transformarse químicamente en cera líquida, sustituyendo la esperma de ballena (whale oil) y el aceite de jojoba (jojoba oil) o bien en cera sólida levemente coloreada, grado premium, un polímero de sulfuro potencialmente valiosos para la industria del caucho, o ser usado como lubricante, detergente, en la industria del plástico, en cosmética (bálsamos labiales), productos para el cuidado del pelo y de la piel y en formulaciones para el cuidado de la salud (www.newuses.org/EG/EG-15/roundup15.html). El aceite y sus derivados se ocupan en más de 200 nuevos productos a nivel mundial, incluyendo productos tales como Revlon Color-Stay Hair.

Recientemente se determinaron distintos componentes bioquímicos que tienen potencial de desarrollo como nuevos productos con aplicaciones farmacéuticas y en la agricultura.

También es posible el desarrollo de productos "verdes" como alternativa a los productos sintéticos, y/o fertilizantes basados en el petróleo, tales como pesticidas, fumigantes del suelo y reguladores del crecimiento de plantas, reduciéndose la potencial contaminación ambiental y contribuyendo a la agricultura sustentable. La explotación de compuestos bioactivos en nuevos cultivos oleaginosos, tales como meadowfoam, podría ofrecer un potencial económico interesante para los productores de estos cultivos (www.seedmeal.com/).

Por otro lado, debido a que el aceite crudo de meadowfoam es conocido como el aceite vegetal oxidativamente más estable, puede agregarse a otros aceites para aumentar la estabilidad. Es así, como se han desarrollado ácidos grasos dimerizados como anticorrosivos, lubricantes, detergentes y productos para el cuidado personal.

El aceite de semilla de meadowfoam lo ofrece comercialmente Fanning Corporation. Esta empresa se ha especializado en el uso de aceite de semilla de meadowfoam para la producción cosméticos y productos para el cuidado personal. Además, como el aceite de meadowfoam es uno de aceites más estables disponibles, ha encontrado aplicaciones donde el olor es un problema.

Volumen del mercado

El mercado del aceite de esta especie se abrió en 1992 y actualmente se cultiva en Oregon (3500 ha), Illinois y Virginia, en Estados Unidos, además de ensayos pilotos realizados en Francia, Reino Unido, Holanda y Nueva Zelandia (Knapp y Crane, 1998). La superficie cultivada total alcanzado las 16000 ha. Según la información disponible, las especies oleaginosas con las que el meadowfoam compite dan una idea del volumen de mercado que se podría abarcar.

Durante el año 2002 India exportó 108,000 kg de semillas de colza, lo que equivale a con un valor de 597,981 rupias (aproximadamente US\$ 13.800). Adicionalmente, exportó una pequeña cantidad de semillas de jojoba, aproximadamente 7 toneladas, con un valor de exportaciones por este producto de 128,967 rupias (unos US\$ 3.000) (www.infobanc.com/emsum120.htm).

Por su parte, EEUU exportó durante los meses de enero y febrero del 2003 15,011,276 kg de semillas de colza, por un valor de 3,628 MUSS; e importó un total de 87,090 kg de semillas de colza, por un valor de 21 MUSS.

Precios

El precio del aceite de meadowfoam se transó en 1999 entre US\$ 5 y US\$ 6 la libra de aceite. (www.utexas.edu/depts/bbr/natfiber/natnews/1999/May.1999.nat.htm). En la actualidad, con el limitado volumen de mercado que se maneja, el precio del aceite de meadowfoam se ha mantenido alto y oscila entre 7 y 8 US\$/kg.

Es posible que el aceite de meadowfoam llegue a un mercado mucho más amplio a un precio aún respetablemente alto de 3 a 4 US\$/kg. Sin embargo, la Asociación de Productores de Meadowfoam de Oregon (Oregon Meadowfoam Growers, OMG) está impidiendo la salida del producto a ese mercado.

Barreras de entrada y otras características del mercado

Los cultivares comerciales del meadowfoam (Foamore, Mermaid y Floral) son propiedad de la Oregon State University (OSU), que las ha seleccionado y mejorado durante aproximadamente 20 años. La OSU parece estar poco dispuesta a liberar estas variedades, puesto que mantiene un fuerte compromiso con OMG, quienes han contribuido económicamente en el desarrollo de las variedades en el transcurso de los años. La OMG es la única entidad en el mundo que comercializa este producto, y tiene en la actualidad un problema de sobrestock de aceite, puesto que han tratado de impedir que el producto baje de precio y se convierta en un commodity, lo que les impide acceder a mercados más grandes. Sin embargo, la OMG está interesada hacer alianzas estratégicas con países del hemisferio sur para diversificar su mercado a través del desarrollo de nuevos derivados, productos y estrategias de comercialización. La disposición de OSU a entregar las variedades comerciales se ve favorable en el futuro, en la medida en que exista una colaboración y acuerdo entre los grupos productores y no una competencia por los mismos mercados con la OMG.

5. *Cuphea* spp

Características y usos

Las semillas de *Cuphea* contienen entre 30 y 36% de aceite (www.fao.org/docrep/x0043E/X0043E0d.htm), del cual sobre un 80% corresponde a ácido láurico. Por eso, la disponibilidad de él podría reducir la dependencia de importación de aceite láurico de países en los cuales la fluctuación del abastecimiento por productores de coco es grande. Este nuevo cultivo podría satisfacer la demanda del enorme mercado de aceite láurico. Además, permitiría la expansión del mercado de triglicéridos de cadenas medias (mezclas de C_8 y C_{10}), que se usan especialmente como lubricantes y en el área nutricional y clínica. Además, hay mucho interés por las propiedades farmacológicas de los extractos, ya que está demostrado su uso potencial para reducir la presión sanguínea en animales (www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1990/v1-367.html).

La industria siempre ha usado ácidos grasos de cadena corta y ácidos saturados (C_8 , C_{10} y C_{12}), los que se obtienen del aceite de coco (coconut oil) y endosperma de palma (kernel palm oil). Los ácidos grasos C_8 y C_{10} se encuentran entre un 6 y 10% en esos commodities.

Debido al reciente aumento en los precios hay interés por fuentes alternativas de ácidos grasos de cadena corta, que se encuentran en altas concentraciones en varias especies del género *Cuphea*.

Volumen de mercado

La producción mundial de aceite de coco y de palma alcanza a 3.6 billones de toneladas al año. El consumo total de este tipo de aceites en Estados Unidos proviene de importaciones, ya que no se conocían otras especies vegetales de clima templado con estas características. Así, EE.UU. durante enero y febrero de 2002 importó un total de 22,569 kg de cocos y endosperma de palma por un monto de 21 MUS\$. A esto se debe sumar las importaciones en la comunidad europea, que alcanzó a 1.72 billones de kg de aceite de coco y palma entre los años 1986 y 1988.

De acuerdo a estudios realizados se calcula que el precio de la semilla alcanzaría 0.65 US\$/k, con un rendimiento promedio de 2500 kg/ha.

Las importaciones chilenas de aceite de coco han presentado una tendencia general de disminuir baja en los últimos años (Cuadro 58).

Cuadro 58. Importación de aceite de coco a Chile

Año	aceite de coco (kg)	US cif
1998	1.366.371	1.167.496
1999	528.895	528.350
2000	935.027	885.700
2001	600.934	409.814
2002	205.081	177.419
2003	265.421	309.649
2004	249.674	312.572

La principal razón de la disminución de la importación radica en que las importaciones de algunas empresas grandes del rubro de alimentos, como Nestlé, probablemente hayan cambiado hacia materias primas de menor costo. Desde el 2002 las empresas importadoras son del rubro cosmético, especialmente jabones. Es precisamente este segmento, y no al rubro alimenticio, al que el aceite de *Cuphea* apunta. En Chile, los proveedores de aceite de coco registrados en ASQUIM son dos: Mathiesen S.A.C. y Pérez y Jacard S.A., ambos importadores o distribuidores de los productos.

Precios

Se ha especulado que el aceite de *Cuphea* podría alcanzar los 5 US\$/kg. Sin embargo, esto podría darse sólo en casos especiales. El precio del aceite de coco importado a Chile se mantuvo aproximadamente en 0,85 US\$/kg desde 1998 hasta 2002, aumentando a 1,25 US\$/kg en el año 2004.

Barreras de entrada y otras características del mercado

Esta especie todavía se encuentra en fase experimental y no existe producción comercial. Los ensayos se están realizando en Minnesota, EE.UU. y la licencia la tiene OSU. Las investigaciones para el mejoramiento de las variedades disponibles las ha financiado la empresa Procter & Gamble, por lo que son ellos principalmente quienes pueden autorizar la producción comercial. Probablemente, cuando el paquete tecnológico del cultivo se encuentre listo, la empresa busque proveedores en el hemisferio sur.

6. *Sesamum indicum* (ajonjolí o sésamo)

Características y usos

La semilla contiene un alto porcentaje de aceite, alrededor de un 55%, el cual es muy estable debido a la presencia de antioxidantes naturales. Además, contiene también un 25% de proteínas. Su principal uso es en la gastronomía en Asia, donde se cocina con el aceite (Checkbiotech.org) y también se consume la semilla fresca o tostada. Este aceite es un buen sustituto del aceite de oliva (www.connock.co.uk/vegetable_oils.htm) debido a su bajo contenido en colesterol y su alta proporción de grasas poliinsaturadas, usadas en la elaboración de oleomargarina, aceites para ensaladas, pinturas, perfumes, farmacéuticos e insecticidas (www.intracen.org/mb/english/guide/prodesc.htm). En el área clínica se usa en tratamientos de la anemia, de la visión y relajación del intestino (www.tropilab.com/sesam.html).

Los mercados en EE.UU., Europa, Asia del Este y del Sur, países en África y América Latina deben ser abastecidos con sésamo.

Volumen del mercado

La mayor parte de la producción de semillas de sésamo es consumida en los países donde se produce, usualmente como aceite para cocinar.

En 1994, la producción mundial de semillas de sésamo fue de 2,5 millones de toneladas métricas. La India es el mayor productor mundial de semillas de sésamo. Así, en 1994, India exportó 51,7 t métricas, valoradas en US\$ 41,1 millones. Mientras que China es el mayor exportador mundial de semillas de sésamo, y continúa incrementando sus exportaciones. En 1995, China exportó 130,5 t métricas, con un valor de US\$ 131,7 millones. A su vez, en 1995 EE.UU. importó 39,4 t métricas de semilla de sésamo, valorado en US\$ 54,1 millones. Ese mismo año, la Unión Europea importó 70,6 t métricas de semilla de sésamo valorado en US\$ 54,1 millones (www.marketag.com/ma/news/archive/v35/sesame.stm).

Mientras que EE.UU. en el año 2002 exportó durante los meses de enero y febrero del año 2002 138,864 kg de semillas de sésamo, por un valor de 154 MUS\$; e importó un total de 7,983,587 kg de semillas de sésamo, por un valor de 7,051 MUS\$. Tanto importaciones como exportaciones excluyen las semillas para siembra. Este país importa principalmente desde Guatemala, debido a la alta calidad de las semillas de sésamo.

Debido a la prevalencia del aceite de semilla de sésamo en la cocina asiática, esta región es lejos la mayor importadora de semillas de sésamo. Los principales importadores son Japón y Corea. Japón importa casi ¼ del total mundial cada año. En 1995, un 44,1% del total de las semillas de sésamo exportadas desde China fueron destinadas a Japón, y el 36,3% a Corea. Ese año Japón importó 139,6 t métricas, valoradas en US\$ 123 millones, mientras que China sólo importó 4,3 t métricas, valoradas en US\$ 1,7 millones.

Chile importó 98,8 y 82,3 t de semilla de ajonjolí entero y pelado para abastecer el consumo nacional en 1998 y 1999, respectivamente. El precio promedio de importación fue de 1,75 y 1,89 US\$ /kg para los años ya señalados. Por otro lado, Chile también aparece como exportador en algunos años (de material excedente, puesto que no existe producción chilena), alcanzando el año 1997 el mayor volumen exportador, de aproximadamente 15 t destinadas a Argentina y Bolivia, a un precio promedio de 1US\$/kg (ProChile, 2001).

Existen también importaciones chilenas de aceite de sésamo como aceite para cocinar, aunque los volúmenes son pequeños (Cuadro 59).

Cuadro 59. Importación de aceite de sésamo a Chile

Año	aceite de sésamo (kg)	US cif
1998	2.689	12.323
1999	1.868	8.709
2000	2.260	6.811
2001	2.401	7.890
2002	4.940	11.606
2003	4.430	19.431
2004	7.982	24.069

Precios

El precio de las semillas de sésamo depende de su pureza y contenido de aceite. El contenido de humedad y el de ácidos grasos libres son también importantes en su valoración.

El precio del aceite de sésamo (proveniente de Europa) al detalle es de US\$ 11,32 los 100 mL y US\$ 24,52 los 250 mL (www3.sympatico.ca/derekwatts/Oilcar.htm). A granel, el precio promedio del aceite de sésamo importado a Chile ha experimentado grandes variaciones: disminuyó de 4,6 US/kg en 1998 a 2,3 US/kg en el 2002, para aumentar a 4,4 US\$/kg en el 2003 y descender nuevamente a 3 US\$/kg en el 2004. Esta variabilidad de precios puede deberse a que se importan pequeños volúmenes, donde el precio no corresponde al precio al por mayor y depende del volumen importado.

Barreras de entrada y otras características del mercado

Parece existir una barrera de entrada al mercado puesto por los actuales productores, que se manifiesta en la dificultad para adquirir semillas para el cultivo.

7. *Curcubita pepo* convar. *citrullina* var. *styriaca* (calabaza aceitera)

Características y usos

El aceite de calabaza aceitera ha sido usado por largo tiempo en medicina natural, debido a su efecto medicinal sobre afecciones de la vejiga y la próstata. Adicionalmente, el aceite de calabaza aceitera tiene cualidades antibacterianas y antiinflamatorias. Además, a nivel mundial también se ha usado en el tratamiento de heridas, úlceras y otros problemas de la piel. Es alto su contenido en esteroles y vitamina E, que explica este uso (www.connock.co.uk/vegetable_oils.htm).

Precios

La información obtenida corresponde a precios al detalle: el precio del aceite de calabaza aceitera ofrecido en el mercado, a pequeña escala, es 8,8 US\$ (0,25 litros), 15,15 US\$ (0,5 litros) y 26,2 US\$ (1 litro) (www.nature-products.com/pkern_e.html).

Puesto que el uso de esta especie es medicinal, se cuenta con el precio a granel de otras especies de uso medicinal como referencia. Por ejemplo, el aceite de borraja se ha transado hasta a 30 US\$/kg, aunque en la actualidad alcanza los 12 a 16 US\$/kg. Sin embargo, ya que no se orientan al tratamiento de las mismas afecciones, no es posible homologar el volumen del mercado de aceite de borraja con el de la calabaza aceitera.

Barreras de entrada y otras características del mercado

Aparentemente no existen barreras de entrada importantes.

8. Calendula officinalis (pot marigold)

Características y usos

El aceite de aquenios de calendula contiene alrededor de un 60% de ácido caléndico, el cual tiene diferentes aplicaciones por contener ácidos grasos con dobles enlaces conjugados, que le otorgan propiedades especiales.

En la industria de productos farmacéuticos y cosmética se usa en el cuidado de la piel para ayudar a preservar su frescura, tiene propiedades anti-arrugas, debido al alto contenido de carotenos, fitoesteroles, polifenoles y ácidos grasos epóxicos (<http://floraleads.com/EVENING.HTM>). También se usa en el cuidado de piel dañada, especialmente piel resquebrajada o endurecida, y tradicionalmente es en el cuidado de las venas varicosas (www.connock.co.uk/vegetable_oils.htm, www.fao.org/).

También se usa en la manufactura de pinturas, recubrimientos, lubricantes y detergentes (www.fao.org/) y algunas industrias de productos plásticos (www.nf-2000.org/secure/Crops/S582.htm). El aceite de *Calendula officinalis* presenta características de secado comparables al aceite de tung, y puede reemplazar a este producto en la producción de resinas comerciales (www.nf-2000.org/secure/Fair/s1124.htm).

Volumen de mercado

La mayor parte del aceite de tung que se utiliza en Estados Unidos es importado desde China y alcanzan a 5600 t/ anuales. Chile también es importador de aceite de tung, principalmente desde Argentina, aunque no en grandes volúmenes (Cuadro 60).

Cuadro 60. Importación de aceite de tung a Chile

Año	aceite de tung (kg)	US cif
1998	15.031	34.929
1999	15.075	31.766
2000	28.202	44.259
2001	5.403	7.973
2002	7.600	9.860
2003	7.100	12.794
2004	6.600	13.494

Precios

El precio del aceite de caléndula al detalle es de US\$10 (2 oz.) (www.galaxymall.com/health/naturalherbs/oils.html).

Una estimación del precio de este aceite a granel se obtiene homologándolo a otros aceites de uso medicinal, como la borraja, que se encuentra en un rango de 12 a 16 US\$/kg.

El precio del aceite de tung importado a Chile descendió de 2,3 US\$/kg en 1998 a 1,3 US\$/kg en el 2002, para volver a aumentar a unos 2 US\$/kg en el 2004.

5. Transferencia tecnológica agronómica

Actividad N°12

Día de campo

2002-2003

Se realizó un día de campo el día 16 de enero del 2003 en la Estación Experimental "El Nogal", donde se mostró los ensayos de plantas oleaginosas de este proyecto, el huerto demostrativo de plantas medicinales y los ensayos del proyecto FIA COO-1A- 003. La información de las especies se entregó como manual de bolsillo, con la descripción de cada especie, su uso y forma de establecimiento (Anexo 1). Del equipo técnico asistieron: Sra Marisol Berti D., coordinador del proyecto; Sra Rosemarie Wilckens, coordinador alterno del proyecto; Sra Susana Fischer G., Ing Agrónomo, Jefe del proyecto; Sr Luis Zañartu, Técnico Agrícola; Sr. Wilson González, Técnico Agrícola.

Los días 9 y 10 de octubre se asistió al Congreso Agronómico, organizado por la Universidad de Magallanes en la XII Región. En este la directora del Proyecto; Marisol Berti D. expuso los resultados preliminares del proyecto (Anexo 2)

2003-2004

El día 17 de diciembre del 2003 se realizó un día de campo, organizado por la Universidad de Concepción, Facultad de Agronomía y la empresa Loncopan, en el Fundo El Roble, Comuna de San Pablo, ubicado a 27 km de Osorno, X Región. En esa oportunidad se mostró el desarrollo de los cultivos oleaginosos *Limnanthes alba* y *Calendula officinalis* y cultivos alternativos manejados en forma comercial, tales como borraja, Don Diego de la Noche y lino (Anexo 3) Los participantes vieron los cultivos e hicieron consultas técnicas. Del equipo técnico asistieron: Sra Marisol Berti D., coordinador del proyecto; Sra. Rosemarie Wilckens, coordinador alterno del proyecto; Sra Susana Fischer G., Ing Agrónomo, Jefe del proyecto; Sr. Luis Zañartu, Técnico Agrícola; Sr. Wilson González, Técnico Agrícola.

Asistencia 26 personas

El día 7 de enero del 2004 se organizó un día de campo en la Estación Experimental "El Nogal" de la Facultad de Agronomía. Se recorrió los ensayos de plantas oleaginosas de este proyecto, el huerto demostrativo de plantas medicinales y los ensayos de plantas medicinales del proyecto FIA COO-1A- 003 y. La información agronómica y antecedentes generales de los cultivos establecidos durante esta temporada se entregó en carpetas (Anexo 3).

Del equipo técnico asistieron: Sra Marisol Berti D., coordinador del proyecto; Sra Rosemarie Wilckens, coordinador alterno del proyecto; Sra Susana Fischer G., Ing Agrónomo, Jefe del proyecto; Sr Luis Zañartu, Técnico Agrícola; Sr Wilson González, Técnico Agrícola.

Asistencia: 55 personas

2004-2005

El 15 de diciembre de 2004 se realizó en Osorno el lanzamiento del proyecto FONDEF D03I1100 "Optimización de la tecnología de producción de oleaginosas especiales (borraja, echium, lino) en el sur de Chile" en cuyo marco se hizo alusión que este proyecto se había gestado gracias al desarrollo de algunas tesis de grado para alumnos de la Facultad de Agronomía, algunos proyectos Fontec y este proyecto de oleaginosas.

Asistencia. 42 personas

El día 13 de enero de 2005 se organizó el día de campo " Plantas oleaginosas especiales: alternativas agrícolas para la VIII y X Región" en la Estación Experimental "El Nogal" de la Facultad de Agronomía. Se recorrió los ensayos especies oleaginosas de este proyecto y aquellos del proyecto FONDEF y el huerto *ex situ* del proyecto SAG. Se entregó un documento con la información agronómica y antecedentes generales de los cultivos establecidos (Anexo 4).

Del equipo técnico asistieron: Sra Rosemarie Wilckens, Coordinador alterno del proyecto; Sra Susana Fischer G., Ing Agrónomo, Jefe del proyecto; Sr Luis Zañartu, Técnico Agrícola; Sr Wilson González, Técnico Agrícola.

En abril 2005 se presentó el proyecto en la reunión informativa de FIA para promocionar la participación en proyectos en Temuco.

Se envió un trabajo para ser presentado en 2005 Annual Meeting International Conference on Industrial Crops and Rural Development a realizarse en Murcia, España, en septiembre de 2005 (Anexo 5). Este fue aceptado (Anexo 5), sin embargo la cosecha de la temporada 2004-2005 no se alcanzó a finalizar antes de la fecha de envío del trabajo completo, por lo cual se enviará más adelante para ser publicado en una revista relacionada al tema de las oleaginosas.

A fines de mayo se envió el **manuscrito del libro "Oleaginosas especiales: Alternativas productivas para el sur de Chile"** junto con el 7 Informe de Avance N° 7 a FIA. En el texto (formato libro) se incluyó información sobre oleaginosas especiales en Chile, que se presenta en una ficha técnica completa para el cultivo de las diferentes especies en estudio, con la finalidad que sirva como texto de consulta para los agricultores, productores y otros interesados, además de antecedentes de mercado y extracción de aceite.

Actividad N°13

Curso informativo

El 3 de junio de 2004 se organizó el seminario "OLEAGINOSAS ESPECIALES: OPCIÓN PRODUCTIVA PARA LA ZONA SUR DE CHILE", orientado a profesionales y alumnos relacionados o interesados en la producción de aceites especiales utilizados en la cosmética, pintura, fármacos y otros. Participaron como expositores Marisol Berti, Universidad de Concepción, con la conferencia "Adaptación de oleaginosas en Chile", Clifford Spencer de Springdale Crop Synergies Ltd. (Inglaterra), presentando "Market and production of specialty oilseeds in England", Daniel Sorlino de la Universidad de Buenos Aires, Argentina, en "El Lino, ecofisiología y producción"; Randy Ellis de Bioriginal Food & Science Corp, Canadá, con la presentación "Specialty crop production and markets in Canada"; Rosa Pertierra, Universidad de Concepción, con "Calabaza aceitera (*Cucurbita pepo* convar. *citrullina* var. *styriaca*)" y Pablo Opazo, de Loncopan, Chile, con "Producción de aceites especialidad en Chile" (Anexo 6). Además, en el seminario "Plantas medicinales de alto valor comercial", realizado al día siguiente el Sr. Damián Ravetta de la Universidad de Buenos Aires, Argentina, participó con la presentación "Desarrollo del cultivo de *Lesquerella*, fuente de ácidos hidroxilados".

La inscripción fue gratuita, asistiendo aproximadamente 50 personas. Los costos de los pasajes de los invitados y los gastos de estada fueron financiados, en gran parte, por el proyecto FIA C 00-1-A-003 "Paquete tecnológico para fomentar la competitividad y calidad en la producción de plantas medicinales".

6. Transferencia tecnológica de extracción y mercado

Actividad N° 14

Libro del cultivo de oleaginosas especiales en Chile

El texto "Oleaginosas especiales: Alternativas productivas para el sur de Chile" (2006) incluye:

Presentación

Introducción: procesamiento de semillas oleaginosas

Para cada especie, descrita en un capítulo, se ha especificado nombre común, nombre científico, otros nombres, familia, centro de origen, distribución geográfica, descripción, composición de la semilla, usos, antecedentes de mercado, países productores, requerimientos de suelo y clima, cultivares ofrecidos en el mercado, fecha de siembra, marco de plantación, riego, control de malezas, plagas y enfermedades, rotaciones, cosecha, rendimiento, resultados obtenidos en Chile:

Calendula officinalis, *Crambe abyssinica*, *Cucurbita pepo* convar. *citrullina* var. *styriaca*, *Cuphea* sp., *Euphorbia lagascae*, *Lesquerella fendleri*, *Limnathes alba*, *Sesamum indicum*, *Stokesia laevis*, *Vernonia galamensis*

A fines de mayo se envió el **manuscrito del libro "Oleaginosas especiales: Alternativas productivas para el sur de Chile"** junto con el 7 Informe de Avance N° 7 a FIA. En el texto (formato libro) se incluyó información sobre oleaginosas especiales en Chile, que se presenta en una ficha técnica completa para el cultivo de las diferentes especies en estudio, con la finalidad que sirva como texto de consulta para los agricultores, productores y otros interesados, además de antecedentes de mercado y extracción de aceite.

2006

En junio se recibió 1000 ejemplares del libro **"Oleaginosas especiales: Alternativas productivas para el sur de Chile"**.

De estos, con fecha 9 de junio se envió 320 ejemplares a FIA, y con fecha 13 de junio a otras Universidades, Centros de Estudios y de Investigación como se detalla a continuación:

BIBLIOTECA CAMPUS CHILLÁN UNIVERSIDAD DE CONCEPCIÓN	3 ejemplares
PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DE CHILE FACULTAD DE AGRONOMÍA E INGENIERÍA FORESTAL	3 ejemplares
UNIVERSIDAD DE CHILE FACULTAD DE CIENCIAS AGRONÓMICAS	4 ejemplares
UNIVERSIDAD DE LA FRONTERA FACULTAD CIENCIAS AGROPECUARIAS Y FORESTALES	3 ejemplares
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE VALPARAÍSO FACULTAD DE AGRONOMÍA	3 ejemplares
UNIVERSIDAD DE TALCA FACULTAD DE CIENCIAS AGRARIAS	3 ejemplares
UNIVERSIDAD AUSTRAL FAC. CIENCIAS AGRARIAS	3 ejemplares
UNIVERSIDAD CATÓLICA DE TEMUCO ESCUELA DE AGRONOMÍA	3 ejemplares
FACULTAD DE AGRONOMÍA UNIVERSIDAD SANTO TOMAS	1 ejemplar
UNIVERSIDAD ADVENTISTA Fac. Agronomía	1 ejemplar
INIA- Quilamapu CHILLÁN	10 ejemplares
Liceo Agrícola de Chillán	3 ejemplares
Pablo Opazo RAPALCO	1 ejemplar
Roberto Araos LONCOPAN	1 ejemplar

Ricardo Montecinos

1 ejemplar

Alejandro Montesinos

1 ejemplar

7. Refinar aceite para obtener muestras para comercialización

Debido a los bajos rendimientos de semilla, sólo en abril de 2005 se envió a LONCOPAN muestras de aceite obtenido en la UDT. Sin embargo, a raíz de la poca cantidad de semilla disponible no fue posible enviar un kg de aceite por especie, como estaba establecido en el proyecto originalmente, sino que cantidades mucho menores (Cuadro 61) y no de todas las especies.

Cuadro 61. Muestras enviadas a LONCOPAN

Especie	Método extracción	Cantidad enviada
<i>Cucurbita pepo</i>	Soxhlet	43 g
<i>Limnathes alba</i> Knowles	Prensado en frío	55,7 g
<i>Limnanthes alba</i> OMF-98	Prensado en frío	59,5 g
<i>Lesquerella fendleri</i> muestra compuesta	Soxhlet	21,0 g

5. Fichas Técnicas y Análisis Económico

Sólo se calcularon dos fichas técnicas, ya que por los bajos rendimientos obtenidos en los demás cultivos, el cálculo de costos sería irreal.

FICHA TECNICA FIA Referencial

Rubro: <i>Limnanthes alba</i>	Mes	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Costo (\$ ha)
Preparación suelo	Marzo Abril				
Tractor-Arado cincel		0.5	JT	8000	4000
Tractor-Vibrocultivador		0.5	JT	15000	7500
Siembra	Abril				
Semilla certificada		22	kg	2900	63800
Molusquicida (Clartex, Metarex)		5	kg	6815	34075
Sembradora (maíz)		0.5	JT	8000	4000
Fertilización-abono	Abril- Agosto				
Nitrógeno		100	U N	230	23000
Fósforo		100	U P ₂ O ₅	200	20000
Potasio		80	U K ₂ O	197	15760
Otros					
Control maleza					
Centurión 240		0.7	L	27608	19326
Citroliv		0.5	L	4500	2250
Riegos		4	JH	5000	20000
Cosecha					0
Segadora hileradora		0.5	JT	15000	7500
Trilla		1	JM	15000	15000
Fletes de insumo y productos		1	Flete	25000	25000
Sub total					261210.6
Imprevistos (5%)					13061
Total costo de producción					274,271
Cosecha		970	kg		

FICHA TECNICA FIA Referencial

Rubro: Calendula officinalis	Mes	Cantidad	Unidad	Valor unitario	Costo (\$ ha)
Preparación suelo	Marzo Abril				
Tractor-Arado cincel		0.5	JT	8000	4000
Tractor-Vibrocultivador		0.5	JT	15000	7500
Siembra	Abril				
Semilla		7	kg	2500	17500
Sembradora (maíz)		0.5	JT	8000	4000
Fertilización-abono	Abril- Agosto				
Nitrógeno(urea)		100	U N	230	23000
Fósforo (SFT)		100	U P ₂ O ₅	200	20000
Potasio (muriato potasio)		80	U K ₂ O	197	15760
Otros					
Control maleza					
Centurión 240		0.7	L	27608	19326
Citroliv		0.5	L	4500	2250
Riegos		4	JH	5000	20000
Cosecha					0
Segadora hileradora		0.5	JT	15000	7500
Trilla		1	JM	15000	15000
Fletes de insumo y productos		1	Flete	25000	25000
Sub total					180835.6
Imprevistos (5%)					9042
Total costo de producción					189,877
Cosecha		2500	kg		

Análisis económico actualizado, comparando con los análisis de la propuesta de proyecto.

Los bajos rendimientos obtenidos en la mayoría de las especies introducidas no permitieron relajar un análisis económico

- **Análisis de las perspectivas del rubro después de finalizado el proyecto.**

Calendula officinalis

Se estableció bien en Chillán y la X Región, pero el contenido de aceite no fue tan alto, como consecuencia del material genético no seleccionado usado, el contenido de ácido caléndico cumple con las expectativas. Si se implementa el método de extracción del aceite es una especie promisoría.

Crambe abyssinica

Sólo fue posible establecerlo en Chillán y en primavera. El rendimiento de semilla fue bajo, el contenido de aceite en la semilla fue más bajo que lo mencionado en la literatura y el ácido oleico mayor que lo indicado. Si se le cultiva más al norte de Chillán posiblemente se incremente el rendimiento.

Cucurbita pepo convar. citrullina var. styriaca

Sólo fue posible establecerlo en Chillán y en primavera. Se controló la mosca de la semilla. El nitrógeno y el fósforo son necesarios para incrementar el número frutos ha^{-1} , rendimiento semillas ha^{-1} y el contenido de aceite en la semilla fue cercano al 50%. Es una especie que puede ser promisoría.

Cuphea sp.

Sólo fue posible establecerlo en Chillán y en primavera, por ser sensible a la helada. Sólo el rendimiento de la línea PSR-23 coincide con los resultados obtenidos en ensayos en el extranjero. El contenido de ácido mirístico fue mayor al mencionado para otras especies de *Cuphea*. Puede ser promisoría más al norte de Chillán.

Euphorbia lagascae

Sólo fue posible establecerla en Chillán y en primavera. Madura tardíamente en otoño perdiéndose gran cantidad de semilla. El rendimiento fue mucho menor al informado en el extranjero. El contenido de aceite y de ácido epoxivermólico en la semilla está en el rango informado en el extranjero,

Lesquerella fendleri

Sólo fue posible establecerla en Chillán y en primavera. El rendimiento, el contenido de aceite y de ácido lesquerólico fue más bajo a lo mencionado en la literatura. No fue posible extraer aceite por prensado en frío.

Limnanthes alba

El cultivo se estableció bien en Chillán y la X Región en siembra de otoño. El rendimiento fue menor a lo informado en el extranjero, siendo mayor en la X Región respecto a Chillán. Cuando llueve en la etapa de floración el rendimiento baja a menos de 100 kg ha^{-1} . El contenido de aceite fue menor a lo mencionado en el extranjero, mientras que aquel de los ácidos grasos de cadena larga siempre fue mayor al 91%. El rendimiento de aceite por prensado en frío, es 12%. Es una especie promisoría para ambas regiones.

Sesamum indicum

Sólo fue posible establecerlo parcialmente en Chillán, pues es sensible a las heladas y los frutos maduran tardíamente en otoño o no alcanzan a hacerlo. El rendimiento de semillas es muy bajo con respecto a lo indicado en literatura. Sin embargo, el contenido de aceite determinado está en el rango mencionado para esta especie, siendo mayor el de ácido oleico y un poco menor el ácido linoleico. Podría ser promisorio más al norte de Chillán.

Stokesia laevis

Sólo fue posible establecerla en Chillán en primavera. El rendimiento de semilla de la línea SA 644 está en los rangos mencionados en el extranjero, mientras que el contenido de aceite menor a lo informado en

la literatura, no así el de ácido vernólico que cumple con lo informado. Al ser una especie bianual, es poco rentable su establecimiento.

Vernonia galamensis

Sólo fue posible establecerla en Chillán en primavera. La maduración desuniforme y tardía de los frutos dificulta la cosecha. El rendimiento de semilla y el contenido de aceite fue menor a lo informado en el extranjero, mientras que sí logró las concentraciones de ácido vernólico, ácido linoleico, ácido oleico, ácido esteárico y de ácido palmítico mencionados.

En todas las temporadas el rendimiento de semillas fue bajo, disponiéndose sólo de semilla de *Lesquerella fendleri*, *Cucurbita pepo*, *Calendula officinalis* y *Limnathes alba* para realizar la extracción de aceite por prensado en frío. Sólo se pudo extraer de las semillas de *Limnathes alba* mientras que no fue posible a partir de las semillas de *Lesquerella fendleri*, *Cucurbita pepo*, *Calendula officinalis*. Por ello, las tortas de *Lesquerella fendleri* y *Cucurbita pepo* se extrajeron por Soxhlet.

El estudio de mercado de los aceites producidos para las tres especies de mayor potencial no se pudo desarrollar más, debido a la falta de materia prima.

6. Impactos y Logros del Proyecto:

- Descripción y cuantificación de los impactos obtenidos, y estimación de lograr otros en el futuro, comparación con los esperados, y razones que explican las discrepancias.

La ejecución del proyecto el cultivo de oleaginosas especiales ha permitido recopilar información sobre el comportamiento de cada especie en un ambiente que inicialmente se consideró sería favorable para el desarrollo de cada uno de ellos. Los resultados obtenidos permiten sugerir que algunos de ellos deberían eventualmente cultivarse más al norte de Chillán, con el fin de incrementar el rendimiento de semillas y sin desmedro del contenido de aceite. Estos resultados se han entregado a través de días de campo y un seminario sobre oleaginosas especiales.

- Indicadores de impactos y logros a detallar dependiendo de los objetivos y naturaleza del proyecto:

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Formación de empresa o unidades de negocio	0	0	0
Producción <i>Calendula</i>	0 kg ha ⁻¹	1080 kg ha ⁻¹	1080 kg ha ⁻¹
Costos de producción	0 \$ ha ⁻¹	189.877 \$ ha ⁻¹	189.877 \$ ha ⁻¹
Producción <i>Crambe abyssinica</i>	0 kg ha ⁻¹	12 kg ha ⁻¹	12 kg ha ⁻¹
Producción <i>Cucurbita pepo</i>	0 kg ha ⁻¹	600 – 1300 kg ha ⁻¹	600 – 1300 kg ha ⁻¹
Producción aceite (Soxhlet)	0%	49,8 – 50,4 %	49,8- 50,4 %
Costos de producción aceite	0 \$ kg ⁻¹	3.720 \$ kg ⁻¹	3.720 \$ kg ⁻¹
Producción <i>Cuphea</i> sp.	0 kg ha ⁻¹	8,4 – 28,3 kg ha ⁻¹	8,4 – 28,3 kg ha ⁻¹

Producción <i>Euphorbia lagascae</i>	0 kg ha ⁻¹	115,9 kg ha ⁻¹	115,9 kg ha ⁻¹
Producción <i>Lesquerella fendleri</i>	0 kg ha ⁻¹	94 - 223,1 kg ha ⁻¹	94 - 223,1 kg ha ⁻¹
Producción aceite (Soxhlet)	0 %	28,2 %	28,2%
Producción <i>Limnanthes alba</i>	0 kg ha ⁻¹	316-979 kg ha ⁻¹	316- 979 kg ha ⁻¹
Costos de producción semilla	0 \$ ha ⁻¹	274.271 \$ ha ⁻¹	274.271 \$ ha ⁻¹
Producción aceite (prensado frío)	0 %	11,7 - 13,79%	11,7 - 13,79%
Producción aceite (Soxhlet)	0 %	7,3 %	7,3 %
Costos de producción aceite	0 \$ kg ⁻¹	41.333 \$ kg ⁻¹	41.333 \$ kg ⁻¹
Producción <i>Sesamum indicum</i>	0 kg ha ⁻¹	21-176 kg ha ⁻¹	21-176 kg ha ⁻¹
Producción <i>Stokesia laevis</i>	0 kg ha ⁻¹	490-1374 kg ha ⁻¹	490-1374 kg ha ⁻¹
Producción <i>Vernonia galamensis</i>	0 kg ha ⁻¹	33- 458 kg ha ⁻¹	33- 458 kg ha ⁻¹
Ventas y/o Ingresos	0	0	0
<i>Nacional</i>			
<i>Internacional</i>			
Convenios comerciales	1	1	1 (Loncopan)

Impactos Sociales

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Nivel de empleo anual			
Nuevos empleos generados	0	1	1
Productores o unidades de negocio replicadas			

Impactos Tecnológicos

Logro	Numero			Detalle
	Nuevo en mercado	Nuevo en la empresa	Mejorado	
Producto	x	Loncopan		Aceites de <i>Lesquerella fendleri</i> , <i>Limnanthes alba</i> , <i>Cucurbita pepo</i>
Cultivo	25 ha <i>Limnanthes alba</i>	Loncopan		En la zona de Osorno
Proceso		1 (UDT, U. Concepción)		Extracción aceites: <i>officinalis</i> , <i>Lesquerella fendleri</i> , <i>Limnanthes alba</i> , <i>Cucurbita pepo</i>
Servicio		1 (U. Concepción, Campus Chillán)		Determinación contenido de aceite y composición de aceites

Propiedad Intelectual	Número	Detalle
Patentes		
Solicitudes de patente		
Intención de patentar		
Secreto industrial		
Resultado no patentable		
Resultado interés público		

Logro	Número	Detalle
Convenio o alianza tecnológica		
Generación nuevos proyectos	1	Optimización de la tecnología de producción de oleaginosas especiales (borraja, echium y lino) en el sur de Chile. FONDEF D0311100. Octubre 2004 - 2007

Impactos Científicos

Logro	Número	Detalle (Citas, título, descripción)
Publicaciones	1	libro "Oleaginosas especiales: Alternativas productivas para el sur de Chile"
		(Por Ranking)
Eventos de divulgación científica	2	- Evaluación de la adaptación de oleaginosas eseciañes en la VIII y X Regiones. 54º Congreso Agronómico de Chile. octubre 2003. - Seminario "Oleaginosas especiales: opción productiva para la zona sur de Chile. junio 2004
Integración a redes de investigación	2	- FIA, grupo de plantas medicinales - Universidad de Bs. Aires, Fac. Agronomía, Cátedra de Cultivos Industriales

Impactos en Formación

Logro	Numero	Detalle (Título, grado, lugar, institución)
Tesis pregrado		
Tesis postgrado		
Pasantías		
Cursos de capacitación		

7. - Problemas enfrentados durante la ejecución del proyecto

Legales: Sin dificultad. Siempre se obtuvo las resoluciones necesarias del SAG para internar material.

Técnico:

Hubo problemas para conseguir semilla de sésamo, ya que aquellas recibidas en el primer envío desde Francia no germinaron. También fue más difícil conseguir semilla de *Euphorbia lagascae*. Mientras que para *Stokesia laevis* fue más fácil adquirir la semilla a un productor y comercializador de ellas.

Hubo problemas con la fecha de siembra de las especies, pues según la información en la literatura todas ellas debía ser sembradas en otoño. Sin embargo, sólo se pudo sembrar *Calendula officinalis* y *Limnanthes alba* en otoño y las demás especies en primavera y avanzada primavera

Fue necesario multiplicar *Cuphea* sp durante varias generaciones en invernadero para incrementar la disponibilidad de semillas.

Crambe abyssinica es fuertemente depredado por palomas en la Estación Experimental, afectando el rendimiento. Aparentemente además, la especie requiere de un suelo profundo, bien drenado para

desarrollarse bien.

Los frutos de *Euphorbia lagascae* maduran tardíamente, en forma desuniforme y son dehiscentes, cayéndose muchas semillas antes de la cosecha o puede que no alcancen a madurar, lo cual incide en el rendimiento.

Los frutos de *Lesquerella fendleri* maduran en forma muy desuniforme, por lo cual se debe cosechar en forma parcialidad durante el verano y otoño.

Las semillas de *Limnanthes alba* Mermaid recibida había perdido su viabilidad, por lo cual se le excluyó de los ensayos. Fue necesario multiplicar semillas en macetas en invernadero para incrementar la disponibilidad de semillas. Además, si durante la floración llueve, disminuye el rendimiento.

Sesamum indicum no alcanza a madurar en todas las temporadas en Chillán.

Los frutos *Vernonia galamensis* maduran muy tardíamente y en forma desuniforme, obligando a realiza una cosecha parcializada.

En la X Región sólo prosperaron *Calendula officinalis* y *Limnanthes alba*, ya que las condiciones ambientales fueron inadecuadas para las demás especies en estudio. Además fue necesario cambiar la localidad de ensayo desde Entre Lagos a las cercanías de San Pablo, ya que en la primera las precipitaciones, la temperatura y el pH del suelo influyeron negativamente sobre el crecimiento y desarrollo de las plantas. El área de San Pablo es más seca en otoño.

Por otro lado, el rendimiento de semillas fue muy bajo, de modo que no se pudo realizar la extracción de aceites a escala semiindustrial. Esto mismo, el bajo rendimiento y la imposibilidad de extraer el aceite imposibilitó realizar para la mayoría de las especies una evaluación técnico económica como asimismo establecer los protocolos de extracción y la refinación de un volumen mayor de aceite para ser ofrecido a clientes interesados en este producto.

El aceite, tanto de la semilla de *Calendula officinalis* como de *Lesquerella fendleri*, no se pudo extraer por prensado en frío, ya que el rango de operación de la prensa no lo permitió.

No se realizaron algunos días de Campo en Osorno, porque los cultivos no se establecieron bien en terreno y no había que mostrar.

8. Otros aspectos de interés

Debido al comportamiento poco promisorio de *Crambe abyssinica* en Chillán, se facilitó semilla a Aceites del Maule, que hicieron ensayos en San Carlos, camino a San Fabián, y en Pemuco. En la primera localidad el cultivo se desarrolló muy bien, mientras que en Pemuco fue poco tolerante a las bajas temperaturas ambientales, al stress por falta de agua y el suelo sobre el cual se le sembró (arcilloso).

9. Conclusiones y Recomendaciones:

- *Calendula officinalis*

Ventajas: Se adaptó bien a las condiciones edafoclimáticas de Chillán y X Región. Tolera la aplicación de herbicida o ser establecida sobre suelo con barbecho químico.

Potencialidades: Para un mayor rendimiento se recomienda usar semilla seleccionada para producción de aceite y cosechar en forma mecanizada.

Problema por resolver: Buscar otro método para extraer el aceite desde los aquenios ("semillas"), como, por ej., CO₂ supercrítico. Falta realizar evaluación técnico-económica y refinado de aceite, como consecuencia de la imposibilidad de disponer de aceite.

- *Crambe abyssinica*:

Ventajas: Se adaptó a las condiciones edafoclimáticas de la VIII Región.

Potencialidades: Posiblemente más al norte de la VIII Región el cultivo produzca mayor cantidad de semilla

Problema por resolver: Depredación de semillas por palomas. No hubo suficiente semilla disponible para hacer la extracción de aceite por prensado, realizar la evaluación técnico-económica y elaborar aceite refinado.

- *Cucurbita pepo* convar. *citrullina* var. *styriaca*

Ventajas: Se adaptó a las condiciones edafoclimáticas de la VIII Región.

Potencialidades: Al aplicar quitosano, de acción insecticida, de incrementa el número frutos por planta. La semilla contiene alrededor de un 50% de aceite. El costo de extracción de un litro de aceite es bajo.

Problema por resolver: Probar otro tipo de prensa que tenga capacidad para extraer el aceite por prensado en frío o buscar otro método para extraer el aceite.

- *Cuphea sp.*

Ventajas: Se adaptó a las condiciones edafoclimáticas de la VIII Región.

Potencialidades: Si se dispone de suficiente material para un cultivo a mayor escala, tiene potencial de ser cultivado, ya que no presenta mayores problemas para ello.

Problema por resolver: Acortamiento del período de cosecha. No hubo suficiente semilla disponible para hacer la extracción de aceite por prensado, realizar la evaluación técnico-económica y la refinación de aceite.

- *Euphorbia lagascae*

Ventajas: Se adaptó bien a las condiciones edafoclimáticas de Chillán.

Potencialidades: Posiblemente más al norte de la VIII Región tenga un mayor rendimiento.

Problema a resolver: Buscar líneas con cápsulas indehiscentes, para incrementar el rendimiento y de maduración menos tardía en otoño. No hubo suficiente semilla disponible para hacer la extracción de aceite por prensado, realizar la evaluación técnico-económica y la refinación de aceite.

- *Lesquerella fendleri*

Ventajas: Se adaptó bien a las condiciones edafoclimáticas de Chillán

Potencialidades: Posiblemente más al norte de la VIII Región se incremente el rendimiento de semillas.

Problemas a resolver: Reducción del período de cosecha. Probar otro tipo de prensa que tenga capacidad para extraer el aceite por prensado en frío o buscar otro método para extraer el aceite. Falta realizar evaluación técnico-económica y refinado de aceite, como consecuencia de la poca cantidad de aceite disponible.

- *Limnanthes alba*

Ventajas: Se adaptó bien a las condiciones edafoclimáticas de Chillán y la X Región. Tolerancia a la aplicación de herbicida o ser establecida sobre suelo con barbecho químico.

Potencialidad: El rendimiento fue mayor en la X Región respecto a Chillán. Y a pesar que el contenido fue menor a lo mencionado en el extranjero, aquel de los ácidos grasos de cadena larga siempre fue mayor al 91 %.

Problemas a resolver: incrementar más aún el rendimiento.

- *Sesamum indicum*

Ventajas: Se adapta medianamente bien a las condiciones edafoclimáticas de Chillán.

Potencialidad: Posiblemente más al norte de Chillán se obtenga un mayor rendimiento de semilla, el contenido de aceite está en el rango mencionado para esta especie.

Problema a resolver: Se debería usar cultivares precoces para que los frutos alcancen a madurar en otoño. No hubo suficiente semilla disponible para hacer la extracción de aceite por prensado, realizar la evaluación técnico-económica y la refinación de aceite

- *Stokesia laevos*

Ventajas: Se adaptó a las condiciones edafoclimáticas de Chillán

Potencialidades: el contenido de ácido vernólico aceite cumple con lo informado en la literatura.

Problemas a resolver: No hubo suficiente semilla disponible para hacer la extracción de aceite por prensado, realizar la evaluación técnico-económica y la refinación de aceite. Al ser una bianual, posiblemente el costo de producción sea demasiado alto.

- *Vernonia galamensis*

Ventajas: Se adaptó a las condiciones edafoclimáticas de Chillán

Potencialidades: Las concentraciones de ácido vernólico, ácido linoleico, ácido oleico, ácido esteárico y de ácido palmítico se ajustan a lo mencionado en la literatura.

Problemas a resolver: Lograr una maduración más uniforme de los frutos y temprana en otoño. No hubo semilla disponible para hacer la extracción de aceite por prensado, realizar la evaluación técnico-económica y la refinación de aceite.

En general, hubo una buena respuesta al realizar la transferencia de los resultados a agricultores, productores, empresarios y estudiantes. Los agricultores y empresarios se interesaron por aquellas especies promisorias desde el punto de vista económico.

IV. INFORME DE DIFUSIÓN

- Difusión de los resultados obtenidos

○ Listado (número y detalle) de actividades por instrumento de difusión

Actividad	2002	2003	2004	2005	
Presentaciones en congresos		1			Evaluación de la adaptación de oleaginosas especiales en la VIII y X Regiones. 54° Congreso Agronómico de Chile.
Presentaciones en seminarios					
Organización de seminarios			1		Oleaginosas especiales: opción productiva para la zona sur de Chile.
Días de campo		2	1	1	Estación Experimental "El Nogal", Chillán, VIII Región Fundo "San Francisco" Comuna de San Pablo, X Región. Visitas varias de estudiantes de colegios particulares y liceos y productores Proyecto se presentó en lanzamiento FONDEF D03I1100 "Optimización de la tecnología de producción de oleaginosas especiales (borraja, echium, lino) en el sur de Chile"
Publicaciones científicas				1	libro "Oleaginosas especiales: Alternativas productivas para el sur de Chile"

13.-Anexos

EXPOSICIONES ORALES: INTRODUCCIÓN DE NUEVOS CULTIVOS EVALUACIÓN DE LA ADAPTACIÓN DE OLEAGINOSAS ESPECIALES EN LA VIII Y X REGIONES(1)

Berti, M. (2), Wilckens, R.(2), Hevia, F.(3), Pertierra, R.(2) y Fischer, S.(2).

(2) Universidad de Concepción. Facultad de Agronomía. Departamento de Producción Vegetal. Casilla 537, Chillán.
mberti@udec.cl

(3) Universidad de Concepción. Facultad de Ingeniería Agrícola. Departamento de Agroindustrias. Casilla 537, Chillán.

Con el fin de buscar nuevas alternativas rentables para la agricultura de la VIII y X Regiones se introdujeron trece especies de oleaginosas especiales utilizadas en la industria cosmética, de pinturas y plásticos en países desarrollados. Las especies evaluadas fueron *Borago officinalis*, *Oenothera biennis*, *Echium plantagineum*, *Cuphea* spp., *Vernonia galamanensis*, *Lesquerella fendleri*, *Calendula officinalis*, *Limnanthes alba*, *Crambe abyssinica*, *Stokesia laevis*, *Sesamum indicum*, *Euphorbia lagascae* y *Cucurbita pepo* var. *styriaca* convar. *citrullina*. Las especies ya mencionadas fueron sembradas en Chillán, VIII Región y en Puyehue y Cocule, X Región. En cada una de las especies se evaluó fecha inicio de floración, rendimiento de semillas y contenido de aceite y el perfil de ácidos grasos. De acuerdo a los rendimientos y calidad obtenidos las especies que se muestran promisorias en la VIII Región son *Sesamum indicum* en el que se obtuvo un rendimiento que fluctuó entre 868 y 1039 kg ha⁻¹, *Calendula officinalis* con un rendimiento de semilla de 2149 kg ha⁻¹ promedio, *Limnanthes alba* con rendimientos que fluctuaron entre 262 y 435 kg ha⁻¹ y *Cucurbita pepo* convar *citrullina* var *styriaca* en la que se evaluaron distintas dosis de fertilización y tratamientos insecticidas para la semilla. En la X Región las especies promisorias son *Borago officinalis*, *Oenothera biennis*, y *Limnanthes alba*. Las dos primeras alcanzaron los contenidos de GLA requeridos por la industria, con rendimientos que permiten que el cultivo sea rentable. En *Limnanthes alba* se obtuvo un rendimiento de 807 kg ha⁻¹ para la variedad OMF64 y 979 kg ha⁻¹ para la variedad Knowles.

(1) Esta investigación ha sido financiada con el apoyo del FIA proyectos CO1-1A-082 y COO-1A-003 y FONTEC 2002250 y 2002204.

DETERMINACIÓN DEL EFECTO DEL VIRUS DEL MOSAICO DE LA ALFALFA EN LA ESTRUCTURA, CRECIMIENTO Y RENDIMIENTO DE CEDRÓN (*Aloysia triphilla*), EVALUADO EN DOS TEMPORADAS DE CRECIMIENTO

Délano, G.(1), Sepúlveda, P.(2) y Blanco, G.(1)

(1) Universidad Santo Tomás. Escuela de Agronomía. gdelano@ust.cl

(2) Instituto de Investigaciones Agropecuarias. CRI - La Platina. psepulve@ust.cl

En cedrón (*Aloysia triphilla*), el virus del mosaico de la alfalfa se manifiesta con hojas de menor tamaño, deformaciones y clorosis. Dado que las plantas cedrón se propagan en forma vegetativa, vía de transmisión del virus, es indispensable cuantificar el efecto de la enfermedad en el crecimiento y rendimiento de las plantas y de este modo poder determinar la necesidad de promover el uso de plantas sanas en viveros y al establecer el cultivo. Durante dos temporadas agrícolas, se evaluó el crecimiento y rendimiento de plantas cedrón sanas y enfermas con virus. El ensayo se realizó en el Campus Experimental San Bernardo, de la Universidad Santo Tomás. Se utilizó un diseño experimental completamente al azar, con 8 repeticiones. Los resultados fueron sometidos a un Análisis de Varianza (ANDEVA), al nivel de significancia del 95%. En la primera temporada de crecimiento, aunque las plantas enfermas manifestaron los síntomas descritos, no se encontraron diferencias significativas en los parámetros de crecimiento y rendimiento evaluados. En la segunda temporada, el virus afecta fuertemente tanto la estructura fotosintética como los parámetros de crecimiento y rendimiento de las plantas. Es así como en las plantas infectadas, se observó una reducción de 45% en el número nudos/planta, 13% en el número de hoja/planta, 30% del peso/hojas, un 77,5% del peso seco total y 79% en el rendimiento comercial.



PLANTAS MEDICINALES Y OLEAGINOSAS ESPECIALES: ALTERNATIVAS AGRICOLAS PARA LA VIII REGION

ORGANIZA
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

PATROCINA
FUNDACION PARA LA INNOVACION AGRARIA (FIA)
FONTEC (CORFO)

COLABORADORES
LONCOPAN S.A.
Yerbamed Ltda.
Sociedad Rapalco Ltda.

2003

Tema de interés: la capa de Ozono, la síntesis de metabolitos secundarios y su efecto en las plantas

Entre 20 a 40 km por sobre la faz de la tierra se encuentra una capa de la atmósfera, la estratósfera, que contiene mayor concentración de ozono (O₃, entre 0,0005 - 0,001 %). La molécula se sintetiza a partir del oxígeno presente en el aire, ya sea por exposición a radiación UV (< 242 nm) de la luz solar, por descargas electrostáticas, rayos y arcos de luz. Actualmente se tiene la certeza, que los hidrocarburos fluorocarbonados volátiles (gases incoloros que contiene cloro y/o fluor, no inflamables, comercializados como FREON y FRIGEN, propelentes en sprays, solución refrigerante, solventes para tintorería, extintor de incendios, en la industria química, en mezclas de gases para anestesiarse) contribuyen a la destrucción del ozono. Idealmente las moléculas de ozono se sintetizan y destruyen por efecto de la radiación UV, estableciéndose un equilibrio entre la formación y la destrucción de este.

Y a ras del suelo se sintetiza ozono, en presencia de luz solar, al reaccionar el oxígeno con el óxido nítrico liberado por motores, por motores eléctricos de uso doméstico, fotocopiadoras e impresoras laser, cuya carga electrostática es alta, los vapores de solventes orgánicos, actividad microbiana en el suelo e incendios de bosques. El ozono es un oxidante fuerte, que reacciona con la mayoría de las moléculas orgánicas.

Desde 1966, cuando se descubrió la formación del hoyo de ozono sobre la Antártida, ha ido creciendo y se ha calculado que actualmente sólo se encuentra aproximadamente un 60% del ozono original. La atmósfera absorbe esta radiación UV-C a 100 km de altura y el ozono la radiación UV-B y parte de la UV-A. Mientras menor es la filtración de las radiaciones UV mayor es la incidencia sobre las moléculas de animales y vegetales, dañándolas.

¿Quiénes somos ?

Somos profesionales; docentes, investigadores y técnicos agrícolas de la Universidad de Concepción, de la Facultad de Agronomía, que conformamos un equipo de trabajo orientado al área de ecofisiología y nuevos cultivos; tales como plantas medicinales y oleaginosas especiales.

Nuestros nombres son:

Rosemarie Wilckens E.
Marisol Berti D.
Alejandro Del Pozo L.
Felicitas Hevia H.

Susana Fischer G.
Alejandro Montecinos Ll.
Luis Zañartu P.
Wilson González

Empresas comprometidas en proyectos FIA

- * Soc. Agroindustrial Yerbamed LINARES * Forestal el Alamo, PARRAL
- * Rapalco Ltda. PUYEHUE * Loncopan S.A, SANTIAGO
- * Liceo Agrícola de Cato. CHILLÁN

Anfitriones del día de campo de Puyehue: Raimundo Opazo y Pablo Opazo, Rapalco Ltda..

Proyectos Vigentes en Plantas Medicinales

- Paquete tecnológico para fomentar la competitividad y la calidad en la producción de plantas medicinales. (FIA COO-1A- 003)
- Optimización de metodologías de establecimiento en *Echinacea angustifolia* y su efecto en el desarrollo radicular
- Desarrollo del paquete tecnológico para el cultivo comercial y la extracción de principios activos de echinacea (*Echinacea angustifolia*)

Proyectos Vigentes en Oleaginosas Especiales (FIA CO1-1A- 082)

- Introducción y evaluación de oleaginosas especiales de uso medicinal, cosmético y/o industrial en la VIII y X Regiones.

Calabaza aceitera (*Curcubita pepo* convar. *Citrullina*, var *styriaca*)

Es una especie anual, de la familia Cucurbitaceae, de origen Europeo. Se cultiva por su semilla la cual es conocida por el alto contenido de aceite, el cual ha sido usado por largo tiempo en medicina natural, debido a su influencia positiva sobre la vejiga y la próstata. Adicionalmente, el aceite de calabaza aceitera tiene cualidades antibacterianas y antiinflamatorias.

Por otra parte el aceite de semilla de calabaza aceitera ha sido usado en todo el mundo como tratamiento de heridas, úlceras y otros problemas de la piel. Es alto su contenido en esterol y vitamina E, que lo hace ideal para este propósito

El principal país productor de este aceite es Austria con un rendimiento de 600- 700 kg/ha.

Meadowfoam (*Limnanthes alba*)

Es una especie anual cuyo aceite de es usado en cosmética y formulaciones del cuidado de la salud. El aceite de meadowfoam crudo es el aceite vegetal oxidativamente más estable conocido y puede ser agregado a otros aceites para agregar estabilidad. Tiene sobre 90% de ácidos grasos de C₂₀ y C₂₂, los cuales son dimerizados como inhibidores de la corrosión, estolido para productos de cuidado personal y lubricantes y detergentes.

Este aceite está comercialmente disponible por Fanning Corporation, USA. el cual lo comercializa para productos del cuidado personal y cosmética.

Oleaginosas especiales

Stokesia (*Stokesia laevis*)

Es una especie herbácea anual, que contiene aceite rico en ácido vernólico, el cual es un ácido graso epoxidizado natural, poco viscoso. Se encuentra en altas concentraciones, al igual que en *Vernonia* sp. que es otra de las especies que se investiga en este proyecto. Este aceite se utiliza en la industria de plásticos y como estabilizantes para el PVC, además, como componente en recubrimientos de protección y en redes de polímeros impenetrables con poliestireno, para hacer plásticos específicos.

Chinita (*Calendula officinalis*)

Es una especie herbácea anual, cuya semilla contiene aceite con 60% de ácido caléndico en ella, el cual tiene aplicaciones en la manufactura de pinturas y recubrimientos, cosméticos y algunas industrias de productos plásticos.

Además, el aceite de *Calendula officinalis* se usa en el cuidado de la piel para ayudar a preservar su frescura ya que tiene propiedades anti-edad, debido al alto contenido de diversos carotenos, fitoesteroles, polifenoles y ácidos grasos epóxicos.

Resumen Proyecto FIA C00-1A- 003 : Las especies *Tanacetum parthenium*, *Oenothera biennis*, *Borago officinalis*, *Trifolium pratense* y *Actaea racemosa* han sido evaluadas clínicamente por el efecto que tienen sobre el ciclo hormonal de la mujer; *Hydrastis canadensis* tiene propiedades antisépticas, mientras que *Crataegus oxycantha* es demandada por su actividad cardiotónica; *Silybum marianum* por su actividad antihepatotóxica; *Tussilago farfara* por su acción en afecciones respiratorias; *Taraxacum officinale* es usado como colagogo y diurético y *Tilia cordata* o *T. platyphyllos* para controlar la tos y es sudorífico. Dado los antecedentes, existe la posibilidad que estas especies sean exportadas. El objetivo del proyecto es desarrollar el manejo técnico-económico para las especies de plantas medicinales en tres zonas edafoclimáticas diferentes. Se realizaron plantaciones demostrativas de *Borago officinalis*, *Actaea racemosa*, *Hydrastis canadensis*, *Crataegus oxycantha* y *Tilia cordata* o *T. platyphyllos* en la VII y VIII Región y de *Oenothera biennis*, *Actaea racemosa*, *Hydrastis canadensis* y *Crataegus oxycantha* en la X Región. En la VIII Región se realizaron ensayos en las siguientes especies: *Trifolium pratense* (cosecha en distintos estados fenológicos), *Silybum marianum* (dosis de fertilización nitrogenada y riego) y *Crataegus oxycantha* (ensayos de propagación). Con los resultados se espera generar un paquete técnico-económico para cultivar estas especies comercialmente y cumplir con las normas de calidad y las GAP (Good Agricultural Practices) que serán exigidas internacionalmente en los próximos años, pudiendo llegar a constituir una alternativa para los agricultores de la VII, VIII, y X Región mediante el fomento de la competitividad tanto en el mercado interno como externo.

Resumen Proyecto FIA C01-1A- 082 La propuesta se inserta en la disminución de la rentabilidad de los cultivos tradicionales en los últimos 10 años. Junto ha esto han desaparecido algunas especies del cultivo en la zona Sur como la maravilla y el raps que sólo existe, en este último caso, para alimento animal.

Las alternativas para la rotación en el valle central regado y en secano precordillera de la VIII Región son muy escasas lo mismo para la X Región que es principalmente ganadera.

Otros países han resuelto la disminución de alternativas agrícolas con un fuerte apoyo a la investigación de nuevos cultivos industriales de posible masificación, bajo costo productivo, altamente mecanizados y que sirvan de alternativa en las rotaciones. Dentro de las especies con expectativas futuras como oleaginosas de uso cosmético e industrial se encuentran nueve especies que se evaluarán en este proyecto: *Lesquerella fendleri*, *Limnathes alba*, *Cucurbita pepo* convar *citrullina* var *styriaca*, *Sesamum indicum*, *Stokesia laevis*, *Vernonia galamensis*, *Euphorbia lagascae*, *Cuphea spp.* y *Calendula officinalis*. Las especies mencionadas serán evaluadas en dos localidades: Chillán: valle central regado VIII Región y Puyehue: Secano precordillera, X Región. Los primeros dos años se evaluará la adaptación y potencial de rendimiento y desarrollo de cada una de estas especies en las localidades señaladas. Una vez determinado esto se realizará el análisis de contenido y composición del aceite obtenido.

La Unidad de desarrollo tecnológico (UDT) de la Universidad de Concepción, someterá muestras de semilla a proceso extracción para determinar los parámetros tecnológicos para la extracción del aceite de cada una de las especies.

La empresa LONCOPAN S.A. principal exportadora nacional de aceites refinados para la industria cosmética mundial realizará la refinación de muestras de aceite a pequeña escala para originar muestras para clientes específicos e interesados en la compra del producto terminado.

Huerto demostrativo del Agricultor

<u>Nombre común</u>	<u>Nombre científico</u>	<u>Familia</u>
Cedrón	<i>Aloysia triphylla</i>	Verbenaceae
Lavandín	<i>Lavandula angustifolia</i>	Lamiaceae
Llantén	<i>Plantago major</i>	Plantaginaceae
Matico	<i>Buddleja globosa</i>	Buddlejaceae
Melissa	<i>Melissa officinalis</i>	Lamiaceae
Menta	<i>Mentha x piperita</i>	Lamiaceae
Mil en ramas	<i>Achillea millefolium</i>	Asteraceae
Romero	<i>Rosmarinus officinalis</i>	Lamiaceae
Salvia	<i>Salvia officinalis</i>	Lamiaceae
Vitex	<i>Vitex agnus- castus</i>	Vitaceae
Echinacea	<i>Echinacea angustifolia</i>	Asteraceae
Echinacea	<i>Echinacea purpurea</i>	Asteraceae
Digital	<i>Digitalis purpurea</i>	Scrophulariaceae
Sauce amargo	<i>Salix chilensis</i>	Salicaceae
Sanddorn	<i>Hippophae rhamnoides</i>	Elaeagnaceae
Sauco	<i>Sambucus nigra</i>	Caprifoleaceae

Espino Blanco (*Crateagus oxycanta*)

Es una especie arbustiva perenne, pertenece a la familia Rosaceae, de origen Norte Americano y Europeo. Se utiliza para los trastornos cardíacos, de hipertensión y espasmos vasculares, debido a sus ingredientes activos que son taninos, flavonoides y vitaminas B y C.

Se utiliza las hojas, flores, frutos y corteza.

Esta especie muchas veces se confunde con el crategus que se usa como cerco vivo en jardines y casas que tiene similares características ya que pertenecen a la misma familia, aun cuando pertenece a otra especie.

Cultivo

Propagación: Por semilla y por estacas. En el caso de usar semillas, estas deben ser maceradas 5 días en agua y posteriormente se saca manualmente la pulpa (parte carnosa). Esta semilla se deja en frío a 4 °C en un contenedor que conserve la humedad. La germinación ocurre en forma muy lenta y paulatina tomando más de 1 año para algunas de ellas.

En caso de usar estacas, estas deben ser cortadas de ramas que contengan crecimiento nuevo (material flexible) y crecimiento del año anterior (material más leñoso). Una vez cortadas las estacas, estas deben ser sumergidas durante 5 minutos en ácido indol acético a 2000 mg kg⁻¹ (se destaca que aun utilizando la mejor metodología de propagación, esta especie no tiene porcentajes altos de enraizamiento).

Fecha de transplante: Durante el otoño cuando la planta ha alcanzado una altura aproximada de 20 cm. También se ha probado el establecimiento durante la primavera, logrando un buen prendimiento, sin embargo hay que procurar que las plantas dispongan de suficiente agua.

Descripción de algunas especies en investigación

Don Diego de la Noche (*Oenothera biennis*)

Es una especie anual, pertenece a la familia Onagraceae, de origen Norteamericano, utilizada para los síndromes premenstruales y problemas derivados con deficiencia de PG-1.

El ingrediente activo más importante es el GLA o ácido gamma linolénico cuyas cantidades varía entre 7 a 15%. Se ha comprobado que en la X Región los niveles de GLA obtenidos son próximos al 8%.

En La VIII Región y más al norte, los niveles de GLA bajan a niveles no comercializables para la extracción de aceite.

Cultivo

Propagación: Por semilla, siembra directa (3kg ha⁻¹)

Fecha de siembra: Durante el otoño

Fecha de raleo: Cuando la planta posea 4 hojas verdaderas

Cosecha: Cuando 2/3 de las capsulas inferiores del tallo principal se encuentren maduros, cortar y dejar secar por 4 a 6 días, luego trillar.

Borraja (*Borago officinalis*)

Es una especie anual, pertenece a la familia Boraginaceae, de origen mediterráneo y Norte de Africa. Se utiliza para disminuir problemas derivados de la deficiencia de PGE. El ingrediente activo más importante es el GLA o ácido gamma linolénico cuyo contenido mínimo para comercializar debe ser 22%. La X Región se obtienen cantidades superiores a este valor.

Cultivo

Propagación: Por semilla, siembra directa.

Fecha de siembra: Agosto - Septiembre

Cosecha: Cuando la 3- 4 flor se encuentra con semilla madura o derramada y con un contenido de humedad de 8 a 9%, obteniendo un rendimiento de 300 kg/ ha de semilla ya que posee un alto desgrane.

Goldenseal (*Hydrastis canadensis*)

Es una especie herbácea perenne, pertenece a la familia Hydrastidaceae, de origen Norte Americano, que crece bajo el sotobosque. Se utiliza sólo el rizoma del cual se extraen componentes tales como hidrastina, el cual posee un efecto vaso constictor y berberina el cual actúa como antipirético. Esta especie se cultiva tanto bajo bosque nativo como bajo malla rushel (80% sombreadamiento). No se recomienda transplantar bajo bosque de pino, ni de eucaliptus.

Cultivo

Propagación: A través de la división de rizomas.

Cama de transplante: Es necesario preparar una platabanda de aproximadamente 25 cm de altura, con suelo muy bien mullido.

Fecha de transplante: En invierno, cuando las plantas entran en receso se dividen dejando 2 a 3 yemas por rizoma. Luego se desinfectan con fungicida y se transplantan a una distancia de 15 * 15 cm. entre y sobre hilera a una profundidad de 4 cm.

Cosecha: Esta debe hacerse al tercer año de ser transplantado.

Rendimiento: 1000 kg/ha.

El proyecto FIA C01-1A-082 contempla la introducción de raíces *Hydrastis canadensis* y *Actea racemosa* y la propagación de ellas en tres zonas agroclimáticas distintas; Parral: bajo bosque de Alamo de 7 años de crecimiento; Chillán: bajo malla rushel 80% de sombreadamiento y Puyehue: bajo bosque nativo, con características de bosque Valdiviano.

En las tres localidades han logrado establecerse, sin presentar problemas fitosanitarios graves y se espera poder dividir las raíces durante la temporada invernal 2003.

Black Cohosh (*Actea racemosa*)

Es una especie herbácea perenne, pertenece a la familia Ranunculaceae, originaria de Norte América. Se utiliza como hipotensora, reguladora hormonal durante el climaterio de la mujer y además se utiliza como antiinflamatorio, debido principalmente a sus ingredientes activos: glucósidos triterpénicos e isoflavonas que se encuentran en la raíz.

Esta especie, al igual que la anterior crece bajo el sotobosque, pero alcanza una altura superior, aproximadamente de 1.5 m.

Se adapta a suelos húmedos y ricos en humus.

Esta especie se cultiva en bosque nativo y bajo malla rushel (80% sombreadamiento), pero no se recomienda transplantar bajo bosque de pino, ni de eucaliptus.

Cultivo

Propagación: A través de la división de rizomas.

Cama de transplante: Es necesario preparar una platabanda de aproximadamente 25 cm de altura, con suelo muy bien mullido.

Fecha de transplante: En invierno, cuando las plantas entran en receso se dividen dejando 2 a 3 yemas por rizoma. Luego se desinfectan con fungicida y se transplantan a una distancia de 18*18 cm. entre y sobre hilera a una profundidad de 7 cm.

Cosecha: Esta debe hacerse al tercer año de ser transplantado.

Rendimiento: 1000 kg/ha.

Las plantas verdes utilizan, principalmente, la luz de 600 nm para sintetizar carbohidratos a partir de agua y CO₂. Como las plantas no están preparados a la exposición de radiaciones de mayor energía, se destruyen los enlaces entre las moléculas de carbono y con ello la molécula básica de la vida. Sin embargo, algunas han sido capaces de desarrollar estrategias de tipo morfológico y/o fisiológico para disminuir el daño por radiación UV. Así, la fitohormona ácido indolacético se encuentra en mayor cantidad en ecotipos tolerantes a UV-B, lo cual se expresa como un mesófilo y una epidermis de la hoja más gruesos. En la última también aumenta en la cutícula, las paredes celulares o la vacuola la acumulación de flavonoides (compuestos fenólicos, presentes en muchas plantas medicinales) y derivados del ácido hidroxicinámico. Entre los principales compuestos que absorben la radiación UV-B están los pigmentos fenólicos como las antocianinas, cuyo máximo de absorción está entre 270-290 nm (radiación UV) y 500-550 nm (rango visible). También se ha encontrado que en algunas especies la radiación UV-B estimula la síntesis de alcaloides indólicos. Esto indicaría que podría alterarse la síntesis de metabolitos secundarios en plantas medicinales en respuesta a la radiación ultravioleta.

Cuphea (*Cuphea* spp.)

La semilla de *Cuphea* spp. tiene en su aceite una concentración de ácido láurico mayor al 80%; su existencia podría hacer reducir la dependencia de aceite láurico, importado de países con amplia fluctuación en el abastecimiento desde productores de coco. Este debería ayudar a expandir los mercados por triglicéridos de cadenas medias (mezclas de C₈ y C₁₀), potenciales comercialmente, especialmente como lubricantes y como aceites usados nutricionalmente y médicamente.

Información de cultivo: Es una planta herbácea, anual de verano. Existen varias especies pero aquellas en las que se ha realizado más mejoramiento genético son en las especies *C. lanceolata* y *C. viscosissima*. Rendimientos experimentales han variado de 400 a 1200 kg/ha. Las semillas de este género presentan dormancia primaria.

Euphorbia (*Euphorbia lagascae*)

Origen: España

Composición: La semilla contiene un 45 a 50% de aceite del cual 60 a 65% es ácido vernólico (12,13 epoxy cis-9-octadecenoic) El aceite de semillas de esta especie contiene altos niveles de ácidos grasos de resina epoxídica, llamado ácido vernólico, sustancia de alta demanda para la producción de pinturas y otros recubrimientos.

La industria de las pinturas está interesada en el ácido vernólico de estas plantas porque éste puede reemplazar algunos costosos solventes para el secado, ambientalmente dañinos.

Información de cultivo: Con la siembra temprana en primavera se corre mayor riesgo de que las plantas estén expuestas a un clima más húmedo, pero se logra una planta que madura más temprano. Sin embargo, las semillas que caen durante la cosecha germinan en terreno, indicando que pueden germinar en otoño y las plántulas sobreviven el invierno. Aun se está trabajando en la domesticación de la especie para evitar el desgrane violento de las semillas en el momento de la madurez. Sin embargo, el rendimiento potencial se ha estimado entre 1060 y 2800 kg/ha.

Lesquerella (*Lesquerella fendleri* (Gray S. Watts)

Origen: Sud este de Estados Unidos

Composición: La semilla contiene 21-25% de aceite del cual 51.4 a 55% es ácido lesquerolico C 29:1 (OH), y el resto son ácidos grasos insaturados de 18 C, oleico, linolenico y linoleico, principalmente.

Es una especie herbácea anual cuya semilla contiene aceite similar al aceite de ricino (castor oil), el cual es importado desde Brasil e India. Uno de sus mercados es el cosmético, pues es usado en lápices labiales. El aceite de lesquerella puede ser usado en plásticos, nylons y recubrimientos dentro de latas de bebidas no alcohólicas.

Información de cultivo: Los rendimientos actuales fluctúan entre 950 y 1120 kg/ha., pero en líneas avanzadas se han observado rendimientos de hasta 1800 kg/ha.

A pesar que se ha detectado que las semillas de la especie presentan un ciclo anual de dormancia-no dormancia, que depende de las condiciones de almacenaje.

Vernonia (*Vernonia galamanensis*)

Las semillas de *Vernonia* contienen un 40% de aceite, del cual un 80% es ácido vernólico, un ácido graso epoxidizado natural. Existe un elevado mercado industrial por aceites vegetales epoxidizados sintéticamente, tales como los de linaza y soya, pero el proceso de epoxidación es costoso.

Los solventes que se evaporan desde las pinturas han sido identificados como los principales contribuyentes al smog fotoquímico en diversos lugares. La baja viscosidad del aceite de vernonia hace que éste sea un buen solvente en la manufactura de pinturas, y el altamente reactivo grupo epóxico causará que se formen enlaces químicos en el secado de la pintura, solución mejor que la evaporación a la atmósfera.

Adaptación: Es una especie anual herbácea de día corto, que se distribuye en forma natural en áreas con baja precipitación anual, aproximadamente 200 mm.

Información de cultivo: Se siembra en primavera. Compite bien con malezas una vez establecida e incluso se han identificado varios herbicidas que podrían utilizarse en este cultivo. Se han desarrollado cultivares neutros respecto al fotoperíodo para poder adaptarlos a climas templados. Los rendimientos evaluados son de 2000 kg/ha.

Sésamo (*Sesamum indicum*)

Origen: Africa

Composición: la semilla contiene entre un 45-60% de aceite del cual 38% es ácido oleico y 48% linoleico (Ashri, 1989). Además contiene sesamolín y sesamin que son fuertes antioxidantes que permiten que tenga una mayor estabilidad en el tiempo.

Tiene aplicaciones medicinales: es usado en el tratamiento de la anemia, de la visión y relajación del intestino y también se usa para cocinar.

En 1994, la producción mundial de semillas de sésamo fue de 2,5 millones de toneladas métricas. India, China y Sudán fueron los principales productores ese año.

China es el mayor exportador mundial de semillas de sésamo, y continúa incrementando sus exportaciones. En 1995, China exportó 130,5 toneladas métricas, con un valor de US\$ 131,7 millones.

Adaptación: Es una especie semi-tropical, muy sensible a heladas. Sin embargo, se han desarrollado genotipos precoces adaptados a latitudes más altas y climas más fríos. Se han realizado experiencias exitosas con esta especie en el Norte de Estados Unidos, donde la temporada de cultivo sólo dura 3 meses.

Información de cultivo: El sésamo se debe sembrar una vez que no haya peligro de heladas lo que correspondería al 1 de noviembre para Chillán, mientras que en Puyehue no se establecería ya que las temperaturas ambientales son excesivamente frías para esta especie.

La dosis de siembra es de 5 a 8 kg /ha y se siembra entre 10 y 50 cm entre hilera y a 15 cm sobre hilera lo que entrega una población óptima a cosecha de entre 200.000 y 250.000 plantas /ha. La fertilización recomendada en Venezuela es de 60 a 120 kg/ha de N hasta 100 unidades de P y 130 unidades de K.

Para el control de malezas se pueden utilizar herbicidas como pendimethalin (Herbadox) 2 kg i.a. /ha, linuron 1.2 kg/ha, y trifluralina 0.23 kg/ha.

Se han alcanzado rendimientos de 2200 kg/ha, pero 1500 kg/ha es lo normal obtenido en Venezuela y Estados Unidos.

primeras porque no alcanzan a madurar los frutos y la última porque las plantas son sensibles a las heladas. Sólo tiene limitadas posibilidades de ser cultivada *Stokesia laevis*, ya que es una planta bianual y no ha expresado su potencial producción.

Los ensayos con calabaza aceitera indican que una dosis media de nitrógeno en combinación con fósforo incrementó la producción de frutos por planta y que con un insecticida es posible controlar la mosca de la semilla de la calabaza.

La Unidad de Desarrollo Tecnológico (UDT) de la Universidad de Concepción sólo pudo extraer por prensado frío aceite desde las semillas *Limnanthes alba* (meadowfoam) y por Soxleth con solvente orgánico de las de *Lesquerella fendleri* y de *Cucurbita pepo* convar. *citrullina* var. *styriaca* (calabaza aceitera). De las semillas de *Calendula officinalis* (calendula) y *Cucurbita pepo* convar. *citrullina* var. *styriaca* no se pudo extraer aceite, porque sus semillas quedan fuera del rango de operación específico de la prensa, dado por las características físicas de su tornillo. De las especies *Cuphea* spp. y *Stokesia laevis* no se extrajo aceite por la pequeña muestra de semilla cosechada. De *Euphorbia lagascae*, *Sesamum indicum* y *Vernonia galamensis* no se alcanzó a extraer aceite, porque recién se cosechó en abril 2005 y posteriormente las semillas se mojaron durante el secado. Los años anteriores no se dispuso de suficiente material para hacer este procedimiento. Se determinaron los parámetros tecnológicos para la extracción de aquellos aceites que se pudieron procesar. Es posible procesar 3 kg de semilla de *Limnanthes alba* día⁻¹, con una producción de 0,36 kg aceite día⁻¹ y un costo de producción por kg de aceite de de \$ 41.333. Mientras que en el caso de *Cucurbita pepo* se puede procesar 10 kg de semilla día⁻¹, con una producción de 4,0 kg aceite día⁻¹ y un costo de producción por kg de aceite de: \$ 3.720.

El estudio de mercado muestra que Chile importa aceite de colza, de soya, de linaza, de ricino, de sésamo, de palma, de coco y de tung, que podría ser reemplazado por aceite de *Euphorbia lagascae*, de *Lesquerella*, de *Cuphea*, de calendula, de sésamo y semillas de sésamo, siempre y cuando se logre alcanzar volúmenes de producción y producto a precios competitivos respecto a productos sintéticos de bajo costo.

La escasa cantidad de semilla cosechada sólo permitió extraer una pequeña cantidad de aceite de semillas de *Limnanthes alba* (meadowfoam) por prensado en frío y por Soxleth con solvente orgánico de *Lesquerella fendleri* y *Cucurbita pepo* que se envió a la empresa Loncopan, pero que sin lugar a duda no alcanza para enviar una muestra grande a eventuales clientes.

La transferencia de la tecnología a los productores de las zonas evaluadas se realizó mediante días de campo anuales en las dos regiones, un seminario sobre oleaginosas especiales como alternativas de reemplazo al raps y maravilla y otros cultivos y un libro que se imprimió en junio de 2006.

III. INFORME TÉCNICO (Texto principal)

1. Objetivo del Proyecto:

Introducir y evaluar agronómica y tecnológicamente nueve especies de oleaginosas especiales de uso cosmético, medicinal y/o industrial como alternativas de reemplazo a cultivos tradicionales extensivos en la VIII y X Regiones.

Objetivos específicos:

- a. Introducir nueve especies de oleaginosas especiales a la VIII y X Regiones.
- b. Evaluar agronómicamente su adaptación a tres áreas agroclimáticas distintas, Chillán y Puyehue.
- c. Realizar la extracción experimental del aceite para determinar los pasos críticos necesarios para utilizar estos productos en la industria de extracción.
- d. Realizar un estudio de mercado de los aceites producidos para las tres especies de mayor potencial, indicando además a que derivados de petroquímicos utilizados pueden reemplazar en la industria nacional.
- e. Transferir la tecnología de manejo del cultivo de las especies con mayor potencial agronómico y de mercado.

PLANTAS MEDICINALES Y OLEAGINOSAS ESPECIALES: ALTERNATIVAS AGRICOLAS PARA LA VIII REGION

ORGANIZA
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

PATROCINA
FUNDACION PARA LA INNOVACION AGRARIA (FIA)
FONTEC (CORFO)

COLABORADORES
LONCOPAN S.A.
Yerbamed Ltda.
Sociedad Rapalco Ltda.

INTRODUCCION

Hace siete años que un equipo de profesionales de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción se propuso como objetivo principal la búsqueda de nuevas alternativas de rotación para los agricultores de las Regiones VIII, IX y X. El principal desafío era conseguir los recursos para poder evaluar agronómicamente nuevas especies que tuvieran mercado en el exterior o en el mercado interno.

Es así, como nuestro equipo postuló a diversas fuentes de financiamiento (FONDEF, FONTEC y FIA) para poder llevar a cabo los estudios preliminares de adaptación de estas especies en nuestro país y comenzar a desarrollar el paquete agronómico para su cultivo extensivo.

Gracias al apoyo de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), FONTEC, LONCOPAN S.A y empresarios agricultores que creyeron en este desafío, podemos hoy mostrarles los primeros resultados comerciales de cultivos nuevos, tales como borraja, onagra, lino, que sirven de rotación a cereales en la X región.

NUESTRO EQUIPO

Investigadores de la Universidad de Concepción

Marisol Berti D., Ing. Agrónomo, M.Sc., Facultad de Agronomía

Rosemarie Wilckens E, Lic. Biología, Dr.rer.nat., Facultad de Agronomía

Felicitas Hevia H., Lic. Química, Mg. Ing. Agrícola, Facultad de Ing. Agrícola

Susana Fischer G., Ing. Agrónomo

Claudia Tramon P., Ing. Civil Químico, Unidad de Desarrollo Tecnológico

Luis Zañartu P., Técnico Agrícola

Wilson González, Técnico Agrícola

Empresas y Empresarios Agrícolas

Roberto Araos A., gerente general, LONCOPAN S.A.

Pablo Opazo, Ing. Agrónomo LONCOPAN S.A.

Ricardo Montesinos I.

Alejandro Montesinos I.

Hernán Martínez

PROYECTOS DESARROLLADOS Y EN EJECUCION

FIA (Fundación para la innovación Agraria) C01A-082 (2001-2005)

Nombre del proyecto: Introducción y evaluación de oleaginosas especiales de uso medicinal, cosmético y/o industrial en la VIII y X Regiones.

Investigador principal: Marisol Berti

Coinvestigadores: R. Wilckens, F. Hevia, S Fischer, C. Tramon

FIA COO-1A-003 (2000-2004)

Nombre del proyecto: Paquete tecnológico para fomentar la competitividad y calidad en la producción de plantas medicinales".

Investigador principal: Rosemarie Wilckens

Co-Investigadores: Marisol Berti, F. Hevia, C. Quezada, S. Fischer

FONTEC 202-3446 LONCOPAN S.A. (2003-2005)

Nombre del proyecto: Desarrollo de las especies oleaginosas Echium, Lino omega-3 y meadowfoam y la elaboración de sus aceites.

Coinvestigador: Marisol Berti

FONTEC 2002204- LONCOPAN S.A. (2000-2003)

Nombre del proyecto: "Cultivo experimental de la borraja y elaboración de su aceite para abastecer el mercado nacional e internacional".

Coinvestigador: Marisol Berti

FONSAG C3-80-08-52 (2003-2006)

Nombre del proyecto: Rescate, caracterización y propagación de algunas plantas medicinales nativas en la VIII Región.

Director: M. Berti

Coinvestigadores, R. Wilckens, A. Del Pozo, M. Tapia, E. Pastene, C. Tramon, S. Fischer

FONDEF D9811053 (1999 - 2002)

Nombre del proyecto: "Desarrollo del paquete tecnológico para el cultivo comercial y la extracción de principios activos de Echinacea (*Echinacea angustifolia*)"

Director: Marisol Berti

Co investigadores: R. Wilckens, F. Hevia, S Fischer, C. Tramon, A. Berg

FONTEC 200-2250 (2001-2003)

Nombre del proyecto: Evaluación preliminar de especies medicinales introducidas con fines de exportación en la X Región.

Coinvestigador: Marisol Berti.

FONDEF Explora ED4/99/052

Nombre del proyecto: "Plantas medicinales y nutraceuticos, sus compuestos y usos.

Director Alterno: Marisol Berti

Coinvestigadores: R. Wilckens

FONTEC 98-1508 (1998- 2002)

Nombre del proyecto: Ensayo y optimización de tipos de establecimiento y cosecha mecanizada de la Hierba de San Juan en la IX Región.

Investigador principal: Marisol Berti

FIA (PRODECOP) SEC97-006 (1997 - 2000)

Nombre del proyecto: Incorporación de nuevos cultivos, hierba de San Juan, hojas de zarzamora y caléndula como alternativas rentables de exportación para el secano costero e interior de la VIII Región.

Investigador Principal: Marisol Berti

Coinvestigadores: R. Wilckens, F. Hevia, J. Joublan, H. Serri

FIA (1997-2000) C97-2A-020

Nombre del proyecto: Propagación de rosa mosqueta como alternativa para los pequeños agricultores de la VIII Región.

Investigador Principal: J. Joublan

Coinvestigadores: M. Berti, R. Wilckens, F. Hevia, H. Serri

LIBROS PUBLICADOS

- 2003 Berti, M. y R. Wilckens. Plantas medicinales y aromáticas evaluadas en Chile. Fundación Para la innovación Agraria. 250 p.
- 2003 Vogel, H. y M. Berti. Cómo producir y procesar plantas medicinales de calidad. Fundación Para la Innovación Agraria. 169 p.
- 2002 Berti, M. y Wilckens, R. Mercado y Cultivo de la Echinacea en Chile. Facultad de Agronomía Universidad de Concepción. 200p.
- 2000 Berti, M., V. Inostroza y C. Ruiz. Antecedentes de mercado de plantas medicinales y aromáticas. Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. 106 p.

ESPECIES PROMISORIAS PARA LA VIII REGIÓN

ECHIUM (*Echium plantagineum*)

Origen: Es originaria de Europa, pertenece a la familia Boraginaceae y se encuentra distribuida en varias partes del mundo como maleza. En Chile, ambas especies (*E. vulgare* y *E. plantagineum*) coexisten en la zona sur de Chile, especialmente en terrenos donde se han sembrado cereales en temporadas anteriores, a orillas de caminos y sitios abandonados.

Usos: El aceite se usa en la industria farmacéutica, nutracéutica y cosmética. Las semillas de estas especies contienen entre un 21 y 32% de aceite, dependiendo de la localidad de cultivo y la madurez de las semillas. El interés comercial radica en que su aceite contiene 8 a 14% de ácido estearidónico (18:4-3), un ácido graso esencial del tipo omega-3. Se demostró que las especies *E. vulgare* y *E. plantagineum* se destacan por contener la mayor concentración de este particular ácido graso (Kings, 2003). El ácido estearidónico (SA) es metabolizado *in vivo* para sintetizar EPA (ácido eicosapentenoico) y, por lo tanto, puede llegar a ser una alternativa de reemplazo del EPA derivado (o contenido) en el aceite de pescado. Esto es importante, ya que la disponibilidad mundial de aceite de pescado está disminuyendo y, por lo tanto, es necesario buscar otras fuentes sostenibles de EPA. La Unión Europea está invirtiendo muchos recursos en la búsqueda de especies que contengan SA, ya que se sabe que con dietas ricas en (o suplementadas con) ácidos grasos poliinsaturados (omega-3) se puede prevenir enfermedades tales como arteriosclerosis, artritis reumatoidea, esquizofrenia, enfermedad de Crohn e incluso el cáncer de próstata (Coupland, 2003). Además, la semilla contiene entre un 7 y 12% de ácido gamma linolénico (omega-6), por lo que este aceite tiene un balance único de ácidos grasos omega-3 y omega-6 (Kings, 2003).

Cultivo

Cultivares: Algunas empresas privadas internacionales tienen selecciones propias de *E. plantagineum*. Sin embargo, esa semilla no está disponible en el mercado, ya que se encuentran protegidas por las empresas que las desarrollaron. De acuerdo a estos antecedentes y los anteriormente expuestos es apremiante que en Chile se inicie el desarrollo de material genético propio, que satisfaga nichos de mercado como el que se busca en este proyecto. Actualmente estamos seleccionando el material naturalizado en Chile.

Fertilización: No existe información publicada sobre este tema, ya que es una especie nueva como cultivo.

Control de malezas: En general, *E. plantagineum* y *E. vulgare* se consideran malezas en Chile, debido a su agresividad en terrenos abandonados y, además, por su toxicidad para el ganado que la consume.

Según los antecedentes anteriormente expuestos y como no existen publicaciones sobre el control de malezas en este cultivo es necesario estudiar este tópico. En general, es una especie muy competitiva, por lo que el desarrollo de un paquete integrado para el control de malezas en esta especie no debiera ser complejo.

SESAMO (*Sesamum indicum*)

Origen: Africa

Usos: la semilla contiene entre un 45-60% de aceite, del cual el 38% es ácido oleico y el 48% linoleico (Ashri, 1989). Además, contiene sesamolín y sesamin, que son antioxidantes fuertes que permiten que la estabilidad del aceite en el tiempo sea más larga.

Las semillas peladas se utilizan en panes, galletas, crackers, ensaladas, salsas etc.. Además, se comercializa el aceite extraído de la semilla, utilizado especialmente en la cocina oriental. En Chile son conocidas, principalmente, como las semillas que cubren el pan de hamburguesas de McDonald's.

Adaptación:

La fecha óptima de siembra fluctúa entre el 25 de octubre al 5 de noviembre en Chillán, demostrándose que la especie no es apta para su cultivo en la X Región. Esto se debe a que es una especie semi-tropical, muy sensible a heladas. Sin embargo, se han desarrollado genotipos precoces adaptados a latitudes más altas y climas más fríos. Se han realizado experiencias exitosas con esta especie en el norte de Estados Unidos, donde la temporada de cultivo sólo 3 meses (Berti, 1993).

La dosis de siembra varía entre 5 a 8 kg/ha y se siembra a 40 cm entre hilera.

El rendimiento potencial en Chile fluctúa entre 800- 1000 kg/ha de semillas, con un contenido de aceite de un 45%.

Cultivo

Cultivares: El sésamo es un cultivo importante en muchos países, por lo que existen muchas variedades en el mercado. Es así, como se encuentran cultivares de semillas blancas, café y negro que se destinan a distintos mercados, siendo la semilla más clara la utilizada en panadería. Los cultivares con mejor potencial de rendimiento, bajo desgrane y adaptados a cosecha mecanizada pertenecen a empresas privadas y actualmente no es posible conseguir estas semillas. Ese es el caso de la empresa productora más grande de sésamo de Estados Unidos, Sesaco Inc. (Langham y Wiemers, 2002).

Fertilización: De acuerdo al suministro del suelo, aun no se ha evaluado en Chile los requerimientos de nutrientes de esta especie.

Control de malezas: Para controlar malezas se pueden utilizar herbicidas tales como pendimethalin (Herbadox) 2 kg i.a. /ha, linuron 1.2 kg/ha, y trifluralina 0.23 kg/ha (Bringham y Young, 1983). Como el sésamo es una especie de muy reciente introducción como cultivo en Chile es importante evaluar la eficacia de los tratamientos herbicidas recomendados en la literatura extranjera.

MEADOWFOAM (*Limnanthes alba*)

Origen: Proviene del norte de California y sur de Oregon y pertenece a la familia Limnathaceae

Usos: La semilla contiene 28 a 32% de aceite, que se caracteriza por la alta concentración de ácidos grasos mono insaturados de cadena larga (C20 y C22; 980 g/kg), bajas concentraciones de ácidos grasos saturados y muy altas concentraciones de dobles enlaces Δ -5 (840 g/kg)

(Knapp y Crane, 1998). Estas características del aceite lo hacen muy estable a altas temperaturas y al oxígeno (Bhardwaj *et al.*, 1998)

El aceite se utiliza para cosméticos, ceras de alta calidad, lubricantes, y detergentes.

Mercado y comercialización: El mercado del aceite de esta especie se abrió en 1992 y actualmente se cultiva en Oregón, (35000 ha), Illinois y Virginia en Estados Unidos además de ensayo pilotos en Francia, Reino Unido, Holanda y Nueva Zelandia (Knapp y Crane, 1998).

Adaptación

Se cultiva como anual de invierno, sembrada en otoño, con dosis de siembra de 25 kg/ha (Bhardwaj *et al.*, 1998). Soporta bajas temperaturas en invierno y crece bien en suelos pobres, incluso con mal drenaje. De acuerdo a estas características esta especie podría adaptarse al seco interior de la VIII Región (Cuadro 2).

Se propaga por semillas, que germinan a 4,5°C. Al aumentar la temperatura a 21 °C, disminuye la germinación y a 26.5°C definitivamente entra en dormancia (Duke, 1985). De allí que las épocas de germinación y crecimiento coinciden con aquellas de la avena y cebada.

Durante la época de floración debe velarse que haya dos colmenas por hectárea para asegurar una polinización completa (Bhardwaj *et al.*, 1998). La cosecha se realiza con una automotriz en forma directa, para lo cual el contenido de humedad de la semilla debe fluctuar entre 14 y 18%.

Cuadro 2. Resultados de adaptación de meadowfoam en Chile

Especie	Localidad año 2003	Rendimiento (kg/ha)	Contenido de aceite (%)	% ácidos grasos > C20 y C22
<i>Limnanthes alba/OMF78</i>	Chillán, VIII R	262.4	19.21	93.3
<i>Limnanthes alba/Knowles</i>	Chillán, VIII R	312.6	18.40	95.2
<i>Limnanthes alba/OMF78</i>	Cocule, X R	807.7	20.35	94.1
<i>Limnanthes alba/Knowles</i>	Cocule, X R	979.3	21.91	----
<i>Limnanthes alba/OMF78</i>	Puyehue, X R	213.0	----	---
<i>Limnanthes alba/Knowles</i>	Puyehue, X R	279.3	-----	----

Cultivo:

Cultivares: Mermaid, Foamore, Knowles, OMF-64. (Patentadas). Existe un cultivar resistente al desgrane, "Foamore" que es el que se cultiva principalmente en Oregon. El rendimiento de semilla fluctúa entre 600 y 1000 kg/ha.

Fertilizantes: Se desconoce la respuesta a los fertilizantes.

Control de malezas: Debe hacerse un adecuado control de malezas con propachlor y diclofopmetil con el fin de alcanzar un alto rendimiento de semillas (Jolliff, 1981). Estos herbicidas aun no se evalúan en Chile.

LINO (SEMILLA) (*Linum usitatissimum*)

Origen: El lino es una planta originaria de Europa y Asia, introducida a América por los españoles. A Chile llegó a fines del siglo XIX. Es una planta anual, de la familia Linaceae, de corto período vegetativo (de 3 a 4 meses), alcanzado una altura de 0.8 m en el caso del lino para semilla.

Usos: La semilla de lino contiene 45% de ácido alfa-linolénico, 16% de ácido linoleico y 24.5% de ácido oleico, además de contener una proporción de 0.3:1 de omega-6 : omega-3, lo cual es altamente saludable. Por esta razón se está usando mucho en la industria farmacéutica. Los ácidos grasos omega-3 reducen los niveles de triglicéridos en la sangre, controlándose las enfermedades al corazón. Además, juegan un rol importante en el tratamiento de enfermedades inflamatorias.

Adaptación:

El ciclo de vida del lino puede durar entre 100 - 120 días desde siembra a cosecha.

La siembra se puede efectuar en primavera (septiembre en la X Región) o otoño (mayo de Chillán al norte). Se siembra a 17.5 cm entre hilera con una dosis de semilla entre 25 y 35 kg/ha. La emergencia ocurre entre 10 a 15 días después de la siembra.

El rendimiento de semilla de lino fluctúa de 1000 hasta 4000 kg/ha, dependiendo de la localidad, el clima y si se cultiva con o sin riego. El potencial de rendimiento es altísimo en Chile, ya que en ensayos preliminares se ha obtenido 3900 kg/ha, más alto que aquellos en Canadá, Estados Unidos y Argentina.

Cultivo:

Cultivares: Recientemente se han desarrollado cultivares de lino cuyo aceite es comestible. Sin embargo, los niveles de omega-3 son muy bajos. Las semillas del tipo LINOLA agrupan a las variedades que se caracterizan por tener un aceite que es más estable a altas temperaturas y tiene menos probabilidades de enranciarse.

Se están evaluando 16 cultivares de lino en Chillán y Yungay, VIII Región y San Pablo, X Región

Fertilización: El lino tiene una alta respuesta a la fertilización con N y P. Las dosis requeridas dependerán de los niveles de nutrientes en cada suelo, estimándose una dosis de 150 kg N/ha y 100 kg P₂O₅/ha.

Control de malezas: Las malezas es un tema a considerar debido a que el lino, por tener un crecimiento lento, compite mal con las malezas.

En North Dakota, Estados Unidos, el control de malezas se realiza con herbicidas. El paquete de herbicidas desarrollado allá es altamente eficiente y puede ser aplicado en Chile sin mayores variaciones. En pre-siembra se utiliza trifluralina en dosis de 0.5 y 1 kg/ha, que controla, principalmente, malezas gramíneas y de hoja ancha anuales. También se pueden utilizar herbicidas como Spartan (sulfentrazone) 0.125 a 0.25 L/ha, clopyralid (Lontrel) en dosis de 150-300 cc/ha), Bromoxynil 0.25 L/ha y MCPA en dosis de 0.5 kg/ha. El MCPA utilizado en postemergencia y antes de que el cultivo sobrepase los 20 cm controla efectivamente malezas de hoja ancha, especialmente rábano (Berglund y Zollinger, 2002).

CALENDULA (*Calendula officinalis*)

Origen: Planta proveniente del Mediterráneo, anual o bianual que pertenece a la familia Asteraceae

Usos: La semilla contiene 17 a 20% de aceite compuesto, principalmente por ácido caléndico, 51-64%, y 34% de ácido linoleico. El ácido caléndico es un ácido trienoico conjugado que tiene un uso potencial como reemplazo del aceite de tung (Muuse *et al.*, 1992), que se extrae de las nueces del tung (*Aleurites fordii* y *A. montana*), ambos árboles tropicales.

El ácido caléndico se utiliza en la manufactura de barnices y cubiertas y en cosmética. Sus derivados epoxiésteres, poliésteres y poliamidas tiene diversos usos en la industria del nylon (Hall, 1998).

Adaptación:

Se comporta como planta bianual en climas cálidos de tipo mediterráneo, mientras que en climas más fríos es una planta anual (Isaac, 19992). Es resistente a las heladas y a pesar de ser poco exigente respecto al tipo de suelo, se desarrolla mejor en suelos ricos en materia orgánica (Isaac, 1992; Muñoz, 1993).

Adaptación:

Calendula officinalis ha sido evaluada en proyectos anteriores en la VIII Región, en el secano interior Coelemu y en Chillán, Sin embargo el objetivo fue evaluarlos con fines medicinales, para lo cual se utilizan las lígulas de las inflorescencias o se cosecha el capítulo completo cuando está en floración.

Para obtener aceites se cosecha la semilla madura, con el consecuente problema de desgrane ya que los capítulos maduran indeterminadamente. Los resultados de los ensayos realizados han mostrado que la floración de plantas en la segunda temporada de establecimiento comenzó en septiembre, con lo cual aumentó el rendimiento de capítulos. De allí que se sugieran siembras en otoño en climas menos fríos (Isaac, 1992).

El rendimiento de semilla fluctúa entre 1380 y 2460 kg/ha (Cuadro 4).

Cuadro 4. Rendimiento de semillas de caléndula

Localidad (año 2003)	Rendimiento (kg/ha)	Contenido de aceite (%)
Chillán	2149	12.79
Cocule	217	----
Puyehue	342	---

Cardo mariano (*Silybum marianum* (L.) Gaertn.)

Origen:

El cardo mariano es una planta anual, raramente bianual, de la familia Asteraceae y proviene de la región Mediterráneo donde se presentan inviernos suaves.

Usos:

El interés en su cultivo se debe a que el fruto contiene compuestos con función antioxidante, antiinflamatorio y antialérgico, que actúan como protector hepático y frente a intoxicaciones crónicas. Su principal componente es la silimarina (1-3%) que es una mezcla de los flavolignanos:

Silibinina (mezcla de los diastereómeros silibina A y B), isosilibinina (mezcla de los diastereómeros isosilibina A y B), silicristina y silidianina. Sólo la silibina corresponde al 50% de la mezcla de flavolignanos, Además, contiene aceite graso (20-30%, de lo cual un 52-53% corresponde a ácido linolénico), proteínas (25 bis 30 %), fenilpropanos (coniferilalcohol); fitoesteroles, tiramina, histamina, aceite esencial, azúcares, alcaloides, saponinas, mucílagos, ácidos orgánicos, vitaminas C,E y K y flavonoides (quercetina, taxifolina, dehidrokaempferol) (Morazzoni y Bombardelli 1995; Tyler, 1998; Hunter, 1999; Schöpke s/f). El complejo activo silimarina se usa en fitomedicamentos para aliviar una serie de alteraciones hepáticas causadas por virus, necrosis, cirrosis o por intoxicaciones diversas o con hongos del género *Amanita* e hígado graso, causado por mal uso del alcohol. La silimarina fortalece las membranas celulares, impidiendo el ingreso de toxinas (tales como tetracloruro de carbono, alcohol, metales pesados como cadmio y plomo, psicotrópicos, drogas que se usan en desórdenes psicóticos, para controlar náuseas severas y vómitos y algunos analgésicos) a las células hepáticas. Indirectamente cumple una función antioxidante, secuestrando los radicales libres de oxígeno mediante el aumento de la síntesis de glutatión celular. También estimula la síntesis de proteínas, promoviendo la regeneración de los hepatocitos (Tyler, 1998; Hunter, 1999). En el fruto se ha determinado el mayor contenido de ácidos grasos esenciales no saturados entre todas las oleaginosas. Al ser metabolizados requieren de menor cantidad de oxígeno que los ácidos grasos saturados. Por esa razón se usa como aceite comestible, en alimentación animal, cosmetología y para calefacción (Waldland Mariendisteloeel, 2003)

Países productores:

Se cultiva cardo principalmente en Francia, Italia, Alemania, Polonia, Rumania, Hungría, Grecia, Egipto, Argentina, China.

En Austria se cultivaron el año 2000, 300 ha, que aumentaron a 1200 ha el 2001 (Plank, 2001) y en Baja Sajonia (Alemania) la superficie cultivada alcanza a 808 ha el año 2003.

Adaptación:

El cardo se cultiva en zonas con inviernos menos fríos y rigurosos, como el valle Central de Chile. En Chillán se siembra directamente en mayo, de modo tal que la planta en roseta sobreviva el invierno y una vez que aumenta la temperatura en primavera, emite tallos florales. Las semillas recién cosechadas no germinarán si la temperatura ambiental es demasiado cálida, solamente germinará si el ambiente está fresco (10-20°C) (Young et al., 1978). Sin embargo, después de un almacenaje seco por 5 meses, la semilla también germinará con una temperatura más cálida (0-30°C) (JL Hudson Seedsman; Young et al., 1978). Las semillas pueden permanecer viables hasta por 9 años en el suelo (Bein, 1985).

Las plántulas prefieren un suelo labrado, libre de una cubierta de pasto u hojas y paja, rico en materia orgánica, para crecer (Young et al., 1978). Por esta razón el suelo se preparó, pasando arado y rastra en dos oportunidades, obteniéndose una cama de siembra mullida y libre de malezas.

Se sembró un cultivar alemán a una distancia de 0,7 m entre hileras y chorro continuo sobre la hilera. En septiembre se raleó dejando las plantas a 30 cm entre sí (densidad poblacional de 47.616 plantas ha⁻¹).

Se recomienda cosechar con 4 capítulos secos por planta (Oyarzún, 2001).

El índice de cosecha fluctuó entre un 31% (ensayo de riego) y un 38.96% (ensayo de fertilización) Estos valores son altos, considerando que en otras especies oleaginosas como maravilla y raps, es del 20% y 30%, respectivamente.

Cultivo:**Variedades:**

Se encuentra registrada la variedad alemana Sylibina (silimarina 3,00 %, silibina 2,20 %, silidianina 0,04 % y silicristina 0,85 %). En los años '80 los checos presentaron la variedad Sylib. Además, una empresa italiana tiene sus propio cultivares, pero que no están disponibles en el mercado.

El flavolignano silibina, que representa aproximadamente el 50% de la mezcla de flavolignanos, es el compuesto más efectivo, por lo cual se recomienda que en investigaciones futuras deberá seleccionarse genotipos y líneas que produzcan silibina

Fertilización:

En el ensayo de fertilización en Chillán se probó 0, 160 U N ha⁻¹ como Compost (2% N; 20 + compost ha⁻¹), 100 U N ha⁻¹ urea; 200 U N ha⁻¹ como urea; 300 U N ha⁻¹ como urea y 400 U N ha⁻¹ como urea. Se regó por tendido.

Al aplicar 100 U N ha⁻¹ se obtuvo 1010 kg ha⁻¹, seguido del tratamiento que recibió 400 U N ha⁻¹, en el cual se cosechó 920 kg ha⁻¹. Los rendimientos obtenidos fueron menores a los determinados por Oyarzún (2001) para el mismo genotipo, y que en promedio fue de 1,88 t ha⁻¹, aplicando 150 kg N ha⁻¹. En otros países se ha determinado un rendimiento entre 1130-2230 kg ha⁻¹ (Young *et al.*, 1978; Chiavari *et al.*, 1991; Cech, 1995; Curioni y Arizio, 2000; Carruba *et al.*, 2001). Oyarzún (2001) calculó un rendimiento potencial de 2800 kg de semilla ha⁻¹, siempre y cuando se logre controlar la pérdida de frutos maduros.

La concentración de silimarina varió entre 3,49 y 3,78 %, aplicando fertilizante orgánico y entre 100 y 400 U N ha⁻¹. La composición de silimarina varía entre 1,5 y 3% (Morazzoni y Bombardelli, 1995; Blumenthal *et al.*, 2000) y en los ensayos se determinaron valores que casi duplican a estos. Además, se observó que el contenido de silimarina en semillas de plantas asilvestradas en Chile fue mayor respecto a aquel de un genotipo alemán cultivado bajo las mismas condiciones (Hevia, 2001, com. personal). La escasa fluctuación del contenido de silimarina entre los tratamientos estaría corroborando lo indicado por Omer *et al.* (1993), quienes dicen que la fertilización no juega un papel importante sobre este parámetro.

En el ensayo de riego en Chillán se fertilizó al voleo en forma manual con SFT, aplicando 100 unidades de P₂O₅ ha⁻¹ (217 kg SFT ha⁻¹). También se fertilizó al voleo una dosis de 50 kg de nitrógeno ha⁻¹ a la forma de urea (111,1 kg ha⁻¹); para la incorporación del fertilizante se realizó 1 rastraje final con un implemento dotado de cinceles y rodillos.

En otros países se obtuvo un mayor rendimiento de frutos como asimismo un mayor contenido de silimarina cuando en la fertilización se aplicó el doble de la dosis de fósforo, independientes de la disponibilidad de agua durante el cultivo. Al aplicar diferentes niveles de nitrógeno, con 100 y 150 kg nitrógeno/ha se obtuvo la mayor concentración de silimarina en los frutos (1,46%, 1,42% respectivamente) (Hammouda, 1993)

Control de malezas:

En el mes de agosto se realizó el primer control manual de maleza, dejando despejadas las plantas con cotiledón expandido y un par de hojas verdaderas. Una vez que se cerraron las sobre hileras y entre hileras como consecuencia de la una gran cantidad hojas no fue necesario seguir controlando malezas.

En 1989 estaba permitido aplicar cloroxuron, desmetrin, monalida, monolinuron y prometrin en Austria (Dachler y Pelzmann, 1989)

Debe evitarse la aplicación de 2,4-D (80% i.a.), picloram y metabenzthiazuron en combinación con ácido fenoxiacético o dicamba, ya que matan a la planta (Bean, 1985).

Riego:

En Chillán los tratamientos de riego se iniciaron en noviembre y se continuaron, en tres oportunidades hasta el día 13 de diciembre, fecha en que realizó la cosecha.

El cardo produce entre 610 kg ha⁻¹ (50% reposición evaporación de bandeja) y 1140 kg ha⁻¹ (75% reposición evaporación de bandeja) de frutos.

No hubo diferencia significativa ($P > 0.05$) en el contenido de ingrediente activo (silimarina) entre tratamientos de riego (reposición del 25, 50 y 75% de la evaporación de bandeja). Así, el tratamiento con una reposición del 25% contenía un 4.18%, el del 50% alcanzó niveles de 3.91% y el tratamiento con un 75% de reposición de la evaporación de bandeja alcanzó de 3.98%.

Según Hammouda *et al.* (1991), el contenido de silimarina depende de la disponibilidad de agua en el suelo. Sin embargo, como sólo se alcanzó a dar 3 riegos en Chillán, aparentemente no influyó sobre el contenido de este compuesto, posiblemente porque la planta no respondió al riego

En Egipto se cultivaron plantas con un régimen hídrico de 70%, 60% y 45% capacidad de campo y fertilización nitrogenada de 0, 50, 100 y 150 kg/ha. El mayor contenido de silimarina se logró en condiciones de un 60% de capacidad de campo sin fertilización nitrogenada (Hammouda, 1993). Mientras que en otro caso el más alto rendimiento de silimarina se obtuvo con el doble de la dosis de fósforo y 60% de humedad en el suelo (Kozlowski, 1984).

Black cohosh (*Actea racemosa.*)

Origen: Actae es una planta perenne de la familia de las Ranunculaceae, que crece en forma silvestre bajo el bosque en Canadá y la costa atlántica de Estados Unidos (Massachusetts, Ohio, Indiana y Georgia).

Usos: Actualmente se utiliza principalmente el extracto elaborado a partir del rizoma para disminuir los síntomas climatéricos, en reemplazo a las hormonas estrogénicas de origen animal. Los principios activos no están totalmente definidos, aunque la actividad terapéutica se asocia a la presencia de heterósidos triterpénicos en el rizoma. Estos ejerce un efecto reductor en la concentración de la hormona luteinizante (LH) y además posee una afinidad por los receptores estrogénicos en el útero, aumentando sus niveles (Alonso; 1999).

Países productores: La mayoría de los extractos de Actea se producen a partir de material colectado de áreas silvestres en la costa atlántica de Estados Unidos y Canadá, abasteciéndose muy poco de cultivos comerciales. Sin embargo, la especie se le ha incluido en el plan de Conservación de Estados Unidos de Norteamérica y el CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora).

Adaptación: Es una planta que se adapta a condiciones de sotobosque en cuyo entorno natural aprovecha el sombreado de la canopia arbórea. Requiere suelos con buenos drenajes, pH neutro a básico y altos contenidos de materia orgánica. Actualmente existen ensayos de adaptación, de tres años de evaluación) en Parral creciendo bajo álamos, en Puyehue bajo bosque tipo valdiviano y en Chillán bajo sombreado artificial.

El rizoma de esta especie fue importado desde Estados Unidos, en estado recesivo. Estas fueron desinfectadas con una solución fungicida de Acrobat (IA Dimetomorf + mancozeb) en dosis de 10 g l⁻¹ de agua y posteriormente plantadas a una distancia de 20 * 20 cm entre y sobre hilera y a una profundidad de 7 cm.

Durante la primavera comienza a emitir tallos vegetativos rectos, glabros que se extiende hasta los 50 cm aproximadamente. En la fase reproductiva puede llegar a alcanzar 1.80 m con una inflorescencia blanca.

Durante el invierno pierde sus hojas y tallos y entra en receso vegetativo. Es justamente en este periodo cuando se recomienda su cosecha. Esta se realiza en el segundo o tercer periodo de crecimiento en el mes de junio- julio. Al sacar las raíces del suelo deben ser lavadas con agua a presión baja y posteriormente secadas a 40°C por un mínimo de 48 horas, hasta que las raíces se deshidraten. El porcentaje de humedad promedio en los rizomas hasta ahora deshidratados fue de 66.7%.

En nuestras investigaciones se ha procedido a dividir los rizomas para poder aumentar el número de ejemplares y así llevar a cabo nuevos ensayos que nos permitan tener mayor conocimiento técnico del comportamiento de la especie creciendo en distintas localidades y tipos de sombra.

Cuadro N° 5 : Resultados obtenidos en tres localidades en el año 2003.

Localidad/Año	Rendimiento de rizoma (kg/m ²)	de fresco
Chillán	1.72	
Puyehue	0.69	
Parral	0.94	

Cultivo:

Variedades: No existen variedades, sólo material naturalizado.

Fertilización: Hasta el 2003, todos los ensayos de adaptación no fueron fertilizados, sólo en la mezcla de suelo de las platabandas hechas en Chillán se les agregaba compost con 2% de nitrógeno. Sin embargo en diciembre de este año se estableció un ensayo de fertilización nitrogenada con 0, 100, 200 y 300 U N ha⁻¹.

Riego: Este cultivo requiere un ambiente húmedo semejante al que se encuentra bajo el sotobosque, por lo que en Parral y Chillán debieron ser regados en el periodo estival. El primero se regó junto con los álamos en surco y en Chillán se riegan por microaspersión.

Control de maleza: Sólo se ha hecho en forma manual, sin embargo no existe una gran competencia en el medio debido al sombreado que existe en el ambiente.

Problemas fitosanitarios: No se ha observado problemas graves desde el punto de vista sanitario. Sólo en Parral se observa el ataque leve de *Copitarsia* sp. Y en Chillán la presencia de pulgones.

Goldenseal (*Hydrastis canadensis*.)

Origen: *Hydrastis* es una planta perenne de la familia *Hydrastidaceae*, que crece en forma silvestre bajo el bosque en Ohio, Indiana, Kentucky, Michigan, y Este de Virginia. Es considerada una especie adaptada a la sombra.

Usos: Se utiliza principalmente el rizoma, que es de color amarillo oro, del cual se extrae hidrastina el cual posee un efecto vasoconstrictor y berberina el cual actúa como antipirético. En general se utiliza para las inflamaciones internas.

Países productores: El rizoma se cosecha a partir de material colectado de áreas silvestres en algunas zonas de Estados Unidos y Canadá, abasteciéndose muy poco de cultivos comerciales. Esta especie al igual que *Actaea* se ha incluido en el plan de Conservación de Estados Unidos de Norteamérica y el CITES (Convention on International Trade in Endangered Species of Wild Fauna and Flora).

Adaptación: Es una planta que crece en el sotobosque, cuyos órganos están perfectamente adaptados para crecer y desarrollarse bajo condiciones de sombreado. Requiere suelos ricos en materia orgánica, con buenos drenajes y pH neutro a básico. Actualmente existen ensayos de adaptación, de tres años de evaluación en Parral creciendo bajo álamos, en Puyehue bajo bosque tipo valdiviano y en Chillán bajo sombreado artificial.

El rizoma de esta especie fue importado desde Estados Unidos, en estado recesivo. Estas fueron desinfectadas con una solución fungicida de Acrobat (IA Dimetomorf + mancozeb) en dosis de 10 g l⁻¹ de agua y posteriormente plantadas a una distancia de 15 * 15 cm entre y sobre hilera y a una profundidad de 5 cm.

Durante la primavera emite tallos vegetativos rectos, pequeños (aproximadamente 30 cm), emite sólo 1 par de hojas alternadas, palmadas de 3 a 5 lóbulos. En la fase reproductiva emite una flor solitaria que da origen a un fruto de color rojo. Durante el invierno pierde sus hojas y tallos y entra en receso vegetativo. Es justamente en este periodo cuando se recomienda su cosecha. Esta se realiza en el segundo o tercer periodo de crecimiento en el mes de junio-julio. Al sacar las raíces del suelo deben ser lavadas con agua a presión baja y posteriormente secadas a 40°C por un mínimo de 48 horas, hasta que las raíces se deshidraten. Esta especie pierde aproximadamente 2/3 de su peso al ser deshidratada.

En las investigaciones en la Universidad de Concepción se ha procedido a dividir los rizomas para poder aumentar el número de ejemplares y así llevar a cabo nuevos ensayos que nos permitan tener mayor conocimiento técnico del comportamiento de la especie creciendo en distintas localidades y tipos de sombra.

Cuadro nº 6 : Resultados obtenidos en tres localidades en el año 2003.

Localidad/Año	Rendimiento de rizoma fresco (kg/m ²)
Chillán	0.65
Puyehue	0.11
Parral	0.21

Cultivo:

Varietades: No existen variedades, sólo material naturalizado.

Fertilización: Hasta el 2003, todos los ensayos de adaptación no fueron fertilizados, sólo en la mezcla de suelo de las platabandas hechas en Chillán se les agregaba compost con 2% de nitrógeno.

Riego: Este cultivo requiere un ambiente húmedo semejante al que se encuentra bajo el sotobosque, por lo que en Parral y Chillán debieron ser regados en el periodo estival. El primero se regó junto con los álamos en surco y en Chillán se riegan por microaspersión.

Control de maleza: Sólo se ha hecho en forma manual, sin embargo no existe una gran competencia en el medio debido al sombreado que existe en el ambiente.

Problemas fitosanitarios: Sólo se registra el ataque de pulgones en Chillán.

ESPECIES PROMISORIAS PARA LA X REGION

BORRAJA (*Borago officinalis* L.)

Origen: La borraja es una planta anual herbácea de la familia Boraginaceae originaria del Mediterráneo.

Usos: El actual interés en su cultivo se debe a que el aceite de sus semillas contiene altas cantidades de ácido gamma-linolenico (GLA) (ácido all-cis6,9,12-octadecatrienoico), un ácido graso esencial para el ser humano. El contenido de aceite en semillas de borraja fluctúa entre 30 y 38%, del cual un 20 a 28% es GLA.

El GLA es precursor de las prostaglandinas PGE-1 en el cuerpo humano (Willis, 1981), las que son vitales en el funcionamiento del cuerpo humano, por su efecto antitrombótico, en la inhibición de la agregación plaquetaria, en la reducción de la presión sanguínea e inhibición de la formación del colesterol (Belisle, 1990).

Los usos potenciales del GLA incluyen el tratamiento del eczema atópico (Wright y Burton, 1982) y la reducción de efectos secundarios de la diabetes, tales como daño vascular, alteraciones plaquetarias y arteriosclerosis (Kies, 1989).

Países productores: Los principales productores de semilla de borraja son Canadá, Inglaterra y Nueva Zelanda (Nicholls, 1996).

Adaptación: En la semilla de borraja se logra contenidos de aceite superiores al 30% y de GLA mayores al 22 %, requerido por la industria, sólo en localidades al sur de Máfíl, X Región (Cuadro 1). Sin embargo, es importante destacar que en algunos años (como 2002), donde se registraron temperaturas excesivamente altas durante la floración y cuaja los contenidos también fueron menores a lo esperado. Es, por lo tanto necesario, investigar más en cuanto a fechas de siembra y cosecha para desarrollar este cultivo, con el fin de evitar que las semillas en desarrollo queden expuestas a altas de temperaturas. En estudios realizados sobre la evolución de la composición de lípidos en semillas de borraja se determinó que el aumento en la concentración de aceite y de GLA en la semilla ocurre sólo durante la última semana de maduración de éstas (Hamrouni et al., 2002). Por otro lado, otros estudios indican que a temperaturas mayores a 25°C disminuye la tasa de síntesis de GLA. Por eso es necesario determinar la fecha exacta de siembra en cada localidad en Chile, de modo que la última semana de la maduración de la semilla se produzca cuando las temperaturas son menores a 25°C.

Cuadro 1. Resumen de los resultados de adaptación de borraja desde el año 1997 al 2003 en diferentes localidades en el Sur de Chile

Localidad/Año	Latitud	Rendimiento semillas (kg/ha)	deGLA %	Contenido de aceite (%)
Chillán 1997	36°26" S	189.9	18.46	--
Chillán 1999	36°26" S	402.3	22.20	33.1
Chillán 2001	36°26" S	431.1	---	---
Chillán 2002	36°26" S	72.4	14.8	24.8
Mafil 2000	39°85" S	352.9	21.5	32.4
Mafil 2002	39°85" S	540.0	26.7	30.7
Remehue 2002	40°30" S	142.0	17.1	29.5
Puyehue 2001	40°38" S	88.3	24.9	31.2
Rupanco 2002	40°39" S	106	19.8	27.9
Crucero 2002	40°40" S	190	18.2	30.7
P. Octay 2002	40°48" S	300	30.5	23.9
P. Varas 2001	41°05" S	349.4	26.9	31.0
I. Quihua 2001	41°83" S	66.4	24.8	32.0

GLA = ácido gamma-linolenico.

Cultivo:

Variedades: La única variedad registrada que existe en el mercado se denomina *Gladiator*, de origen británico, y que está disponible sin pago de derecho de propiedad. Sin embargo, también existen selecciones de semillas en Francia y Canadá, pero se piensa que corresponden a *Gladiator*. Por otro lado, existen líneas avanzadas en programas de mejoramiento de empresas privadas canadienses e inglesas, no disponibles para la producción comercial. El mayor problema de la borraja es su desgrane. Sin embargo, a pesar de los esfuerzos por buscar variedades indehiscentes esto aun no ha sido posible. Además, la borraja es un cultivo de polinización cruzada (es decir, requiere de insectos para su polinización), por lo que se debe considerar al menos 1 a 2 panales de abejas por ha.

La borraja produce potencialmente 1000 kg/ha de semilla. Sin embargo, en un cultivo comercial, debido al desgrane, el 75% de las semillas quedan en el suelo.

Fertilización: En un ensayo realizado en Canadá no se encontró una respuesta significativa del rendimiento de biomasa, de semillas y de GLA en el aceite al agregar hasta 80 kg N ha⁻¹. Según los autores esta falta de respuesta se debió, probablemente, a un alto contenido de N inicial en el suelo (El Hafid *et al.*, 2002). Esto no significa que la borraja no requiera N.

Según los antecedentes anteriormente expuestos es también necesario determinar el nivel de fertilización para optimizar el rendimiento, contenido de aceite y GLA. No existen publicaciones que indiquen los requerimientos de fósforo de la borraja. En el sur de Chile determinar las dosis óptimas de fósforo es fundamental, considerando que la mayor parte de los suelos en los que se adapta la borraja fijan fósforo.

Control de malezas: Estudios realizados en Canadá indican que la borraja tiene buena tolerancia a los gramínicos, tales como Poast y Assure. Sin embargo, tiene una baja tolerancia a los herbicidas para hoja ancha.

Es necesario realizar control de malezas con herbicidas, ya que es un cultivo sembrado a alta densidad donde el control mecánico o manual no es posible. El barbecho químico es una alternativa importante porque permite minimizar el número de posibles malezas en el cultivo.

ONAGRA (*Oenothera biennis*)

Origen: *O. biennis*, comúnmente llamada onagra o evening primrose, pertenece a la familia Onagraceae, es una especie silvestre, nativa de América del Norte (Hall *et al.*, 1988). Fue introducida a China como flor de jardín antes del año 1900, se naturalizó en el nor-este de ese país y es la especie dominante entre otras 8 especies del mismo género que crecen en forma silvestre (Yu-Cheng *et al.*, 2002).

Usos: Es una planta anual de invierno o bianual facultativa y sus semillas contienen entre un 16 y un 34% de aceite, del cual entre 8 y 14% es ácido gamma-linolénico (GLA) (Hulan *et al.*, 1987). Se ha despertado el interés como nuevo cultivo debido a la composición del aceite de sus semillas, el cual tiene aplicaciones tanto nutricionales como farmacéuticas.

El ácido gamma-linolénico normalmente se sintetiza a partir del ácido linoleico ingerido en la dieta o puede ser incorporado directamente como tal en la dieta humana. Es un ácido graso esencial, insaturado (Brandle *et al.*, 1993; White *et al.*, 1973). Además, presenta una buena absorción por vía cutánea, por lo que se suele emplear en dermatología y cosmética (Alonso, 1998). La conversión a ácido gamma-linolénico puede ser muy lenta en individuos aquejados por numerosas enfermedades comunes, o puede ser también bloqueada por factores tales como: vejez, altos niveles de colesterol, estrés, alto consumo de alcohol y diabetes. El déficit de ácidos grasos esenciales se manifiesta a través de hiperqueratosis e hipohidratación cutánea, alteraciones metabólicas basales, de coagulación, inmunológicas, de crecimiento y sexuales. Esto se explica ya que el GLA es precursor de ácido araquidónico, a partir del cual se sintetizan numerosas moléculas-señal muy activas, tales como las prostaglandinas. Estas últimas pertenecen a un grupo de ácidos grasos que juegan un papel en un sinnúmero de procesos fisiológicos, tales como la estimulación del proceso inflamatorio, la regulación del flujo sanguíneo a órganos en particular, el control de transporte iónico a través de las membranas y la modulación de la transmisión sináptica (Stryer, 1993).

Mediante la administración de este ácido a la forma de aceite de Onagra pueden mejorar pacientes que sufren enfermedades o alteraciones tales como síndrome premenstrual, esclerosis múltiple, eczema atópico, artritis reumatoidea, esquizofrenia, trastornos renales y hepáticos (Alonso, 1998). Esto ha derivado en un incremento de la demanda de aceite de onagra para aplicaciones clínicas y farmacéuticas, explicando así el creciente interés por el cultivo. De este modo, el mejoramiento de cultivares y técnicas agronómicas, además de la difusión a nuevas áreas de producción, han determinado un incremento del mercado para el aceite.

Adaptación:

De acuerdo a los resultados obtenidos en ensayos realizados en el Valle Central regado de la Octava Región la fecha límite para la siembra de onagra es el mes de agosto, ya que en siembras posteriores a esa fecha las plantas no completan su desarrollo. El máximo rendimiento obtenido en Chillán alcanza a 1552 kg ha⁻¹. Sin embargo, el contenido de GLA, de un 6%, es menor al 8 % requerido por la industria.

En ensayos semi-comerciales realizados en la X Región (Cocule) se obtuvo un rendimiento de 1160 kg ha⁻¹, considerando 30 ha cultivadas. Se realizó siembra otoñal y primaveral, lográndose un mejor resultado con la siembra primaveral, ya que en la siembra otoñal hubo una alta competencia con malezas para las cuales se desconoce a la fecha un el control químico

que ya haya sido probado. En la X Región la onagra sembrada en primavera madura tardíamente (a fines de febrero y principios de marzo), cuando las temperaturas ya han descendido. Sin embargo, el contenido de aceite fue muy bajo, pero superior al 8%, para estas mismas localidades, ya que las plantas no alcanzaron a madurar completamente. Al igual que en la borraja, el contenido de GLA en la semilla de onagra depende de la temperatura durante el desarrollo de la semillas (Yaniv y Perl, 1987; Yaniv *et al.*, 1989). En la X Región las condiciones de clima son propicias para que la semilla se desarrolle cuando las temperaturas son menores a los 25°C, lo cual indica que esta Región tiene un excelente potencial para la producción de esta especie.

Cultivo:

Variedades: Existen híbridos naturales de *Oenothera* y cultivares mejorados de *Oenothera biennis* 'Paul' y 'Traditional' (de la empresa Efamol, Inglaterra) y de *Oenothera lamarckiana*. También hay líneas mejoradas más precoces, que maduran tempranamente para evitar la exposición de las semillas a altas temperaturas (Levy *et al.*, 1993).

Fertilización: En Canadá la recomendación comercial para fertilizar este cultivo es de 90 kgN/ha, aplicado en tres parcializaciones: 20 kg/ha a la siembra, 20 kg/ha a comienzos de la primavera y 50 kg/ha cuando comienza a desarrollarse el tallo floral (Sheidow y Roy, 1990). Allá no se fertiliza con P o K, ya que los suelos normalmente no lo requieren.

Control de malezas: En experimentos realizados en Polonia, donde se evaluaron herbicidas de post emergencia, se concluyó que los herbicidas Basagran 600 SL [bentazon], Kerb 500SC [propyzamid] y Pyramin 65 WP [chloridazon] fueron tolerados por el cultivo y lograron un buen control de malezas de hoja ancha. Sólo con Kerb se logró un buen control en malezas de hoja ancha y gramíneas anuales.

Según los antecedentes anteriormente expuestos es necesario estudiar y evaluar estos herbicidas para las condiciones del cultivo en la X Región en Chile, ya que la efectividad de ellos dependen del tipo de suelo, de las malezas a controlar y otras condiciones ambientales presentes (Richardson, *et al.*, 1984).

**PLANTAS MEDICINALES Y OLEAGINOSAS ESPECIALES:
ALTERNATIVAS AGRICOLAS
PARA LA VIII REGION**

ORGANIZA
FACULTAD DE AGRONOMIA
UNIVERSIDAD DE CONCEPCION

PATROCINA
FUNDACION PARA LA INNOVACION AGRARIA (FIA)
FONDO DE FOMENTO AL DESARROLLO CIENTIFICO Y TECNOLOGICO - CONICYT
(FONDEF)

Enero 2005

INTRODUCCION

Producto del constante trabajo realizado por un equipo de profesionales de la Facultad de Agronomía de la Universidad de Concepción es que ha sido posible encontrar algunas alternativas nuevas de rotación para los agricultores de las Regiones VIII, IX y X. El principal desafío ha sido conseguir los recursos para poder evaluar agrónomicamente nuevas especies para cuyo producto haya mercado en el exterior o en el mercado interno.

Es así, como nuestro equipo postuló a diversas fuentes de financiamiento (FIA, y FONTEC) para poder llevar a cabo los estudios preliminares de adaptación de estas especies en nuestro país y comenzar a desarrollar el paquete agronómico para su cultivo extensivo. Los resultados obtenidos al año 2003 permitieron elaborar un proyecto FONDEF en el cual se optimizará la tecnología de producción de tres especies oleaginosas, una (borraja) de las cuales ya se está cultivando a escala comercial en Osorno y las otras dos (lino y hierba azul) con muchas posibilidades de seguir los mismos pasos en la VIII y X Región.

Sin el apoyo de la Fundación para la Innovación Agraria (FIA), Fondo de Fomento al Desarrollo Científico y Tecnológico (FONDEF) y los empresarios asociados, habría sido imposible avanzar en el conocimiento, tan necesario para ofrecer alternativas rentables de cultivo a los agricultores

NUESTRO EQUIPO

Investigadores de la Universidad de Concepción

Marisol Berti D., Ing. Agrónomo, M.Sc., Facultad de Agronomía (actualmente en la Universidad Estatal de North Dakota, E.E.U.U.)

Susana Fischer G., Ing. Agrónomo, Facultad de Agronomía

Rosemarie Wilckens E, Lic. Biología, Dr.rer.nat., Facultad de Agronomía

Felicitas Hevia H., Lic. Química, Mg. Ing. Agrícola, Facultad de Ing. Agrícola

Claudia Tramón P., Ing. Civil Químico, Unidad de Desarrollo Tecnológico

Luis Zañartu P., Técnico Agrícola

Wilson González, Técnico Agrícola

Empresas y Empresarios Agrícolas

Alejandro Montesinos

Bayer S.A.

Inversiones Nahuelpalmo Ltda.

Loncopan S.A.

Mosaic de Chile Fertilizantes Ltda.

Soc. Agrícola Forestal y Ganadera Santa Matilde Ltda.

ESPECIES PROMISORIAS PARA LA VIII REGIÓN

***Echium plantagineum* (ECHIUM)**

Origen: Proviene de Europa, pertenece a la familia Boraginaceae y se encuentra distribuida en varias partes del mundo como maleza. En Chile, las especies *E. vulgare* y *E. plantagineum* coexisten en la zona sur de Chile, especialmente en terrenos donde se han sembrado cereales en temporadas anteriores, a orillas de caminos y sitios abandonados.

Usos: Las semillas contienen entre un 21 y 32% de aceite, dependiendo de la localidad de cultivo y la madurez de las semillas al momento de cosecha. El aceite se usa en la industria farmacéutica, nutracéutica y cosmética. Sin embargo, el interés comercial radica en que su aceite contiene entre un 7 y 12% de ácido gamma linolénico (omega-6) y un 8 a 14% de ácido estearidónico (18:4-3), que es un ácido graso esencial del tipo omega-3, de modo que tiene un balance único de ácidos grasos omega-3 y omega-6 (Kings, 2003). En ambas especies se encontró la mayor concentración de ácido graso omega 3. A partir del ácido estearidónico (SA) se sintetiza *in vivo* EPA (ácido eicosapentenoico) y, por lo tanto, puede llegar a ser una alternativa de reemplazo del EPA derivado (o contenido) en el aceite de pescado. Esto es importante, ya que la disponibilidad mundial de aceite de pescado está disminuyendo y por ello está aumentando el precio. Por esa razón es necesario buscar otras fuentes sustentables de EPA. Especialmente en la Unión Europea se está invirtiendo recursos en la búsqueda de especies que contengan SA, ya que dietas ricas en (o suplementadas con) ácidos grasos poliinsaturados (omega-3) pueden prevenir enfermedades (arteriosclerosis, artritis reumatoidea, esquizofrenia, enfermedad de Crohn, cáncer de próstata) (Coupland, 2003).

Cultivo:

Fecha siembra: Se debe programar para otoño, entre abril y mayo.

Densidad de plantación: 50 cm entre hilera para lograr una población de 280.000.-

Fecha cosecha: Cuando 2/3 de la semilla del tallo floral se encuentra maduro; principio de enero en la VIII R y febrero en la X R.

Cultivares: Algunas empresas privadas internacionales tiene sus propias selecciones de *E. plantagineum*, no disponibles en el mercado y protegidas por las empresas que las desarrollaron. Por esa razón, desde hace dos años que en Chillán se está seleccionado material genético naturalizado en el país que satisfaga nichos de mercado.

Fertilización: Debido al corto tiempo transcurrido desde que se inició la domesticación, aún no hay información.

Control de malezas: En general, *E. plantagineum* y *E. vulgare* se consideran malezas en Chile, debido a su agresividad en terrenos abandonados y, además, por su toxicidad para el ganado que la consume. Sin embargo, no hay publicaciones sobre el control de malezas en este cultivo. En general, es una especie muy competitiva, por lo que a futuro el desarrollo de un paquete integrado para el control de malezas en esta especie no debiera ser complejo.

SESAMO (*Sesamum indicum*)

Origen: planta anual herbácea, proveniente de Africa

Usos: La semilla contiene entre un 45-60% de aceite, del cual el 38% es ácido oleico y el 48% linoleico (Ashri, 1989). Además, contiene sesamolin y sesamin, que por ser antioxidantes fuertes mantienen el aceite por más tiempo sin que se ponga rancio. El aceite se emplea a menudo en la cocina oriental. Por otro lado, se agregan semillas peladas a panes, galletas, crackers, ensaladas, salsas etc.

Cultivo: Se recomienda sembrar a fines de octubre y comienzos de noviembre en Chillán ya que las plantulas son muy sensible a las heladas. Sin embargo, hay genotipos precoces, adaptados a latitudes más altas y climas más fríos. En Chillan se cosecha a mediados de abril y se debe secar el material cosechado antes de trillar.

La dosis de siembra varía entre 5 a 8 kg/ha, sembrando a una distancia de 40 cm entre hilera.

Con una siembra realizada en noviembre se cosecha más semillas (1035 kg ha⁻¹) respecto a una siembra a mediados de enero (360 kg ha⁻¹). El rendimiento de las variedades francesas y venezolanas evaluados en Chillán fluctuó entre 21,2 y 245 kg/ha (Cuadro 1), con un 49,56% de aceite.

Cuadro 1. Altura de planta y rendimiento de semillas de *Sesamun indicum*, año 2004.

Variedad	Altura de planta (cm)	Rendimiento de semilla (kg ha ⁻¹)
U de C	101	245
Carripucha	118	122.8
Arahuaca	104.7	21.2
Glauca	99	38.6
Morada	96.5	92.2
Acarigua	102.3	176.6
Inmar	139.7	0
Venezuela	102.7	140.3

En las variedades venezolanas (Carripucha, Arahuaca, Glauca, Morada, Acarigua, Inmar y Venezuela) no maduraron todas las semillas, presentándose una gran cantidad de inmaduras y vanas en el producto cosechado.

Cultivares: Debido a la importancia del cultivo en otros países existen muchas variedades en el mercado. Es así, como se encuentran cultivares de semillas blancas, café y negro que se destinan a distintos mercados, siendo la semilla más clara la utilizada en panadería. Los cultivares con mejor potencial de rendimiento, bajo desgrane y adaptados a cosecha mecanizada pertenecen a empresas privadas (por ej., la productora más grande de sésamo de Estados Unidos, Sesaco Inc.) y actualmente no están disponibles en el mercado (Langham y Wiemers, 2002). En Chillán se probaron las variedades indicadas en el Cuadro 1.

Fertilización: Aun no se ha evaluado en Chile el requerimiento de nutrientes, sin embargo a la fecha se ha fertilizado con 80 U/ha de K₂O, 100 U/ha P₂O₅ todo a la siembra y 80 U/ha de Nitrógeno parcializado a la siembra y brevia emisión de tallos florales.

Control de malezas: Las malezas se controlan con herbicidas tales como pendimethalin; linuron 1.2 kg/ha, y trifluralina 0.23 kg/ha (Bringham y Young, 1983). Como el sésamo es una especie de muy reciente introducción como cultivo en Chile es importante evaluar la eficacia de los tratamientos herbicidas recomendados en la literatura extranjera.

Riego: Debe regarse con bajo caudal para proteger el cuello de la planta y evitar así enfermedades fungosas.

***Limnanthes alba* (MEADOWFOAM)**

Origen: Proviene del norte de California y sur de Oregon (E.E.U.U.) y pertenece a la familia Limnathaceae

Usos: La semilla contiene 28 a 32% de aceite, que se caracteriza por la alta concentración de ácidos grasos mono insaturados de cadena larga (C₂₀ y C₂₂; 980 g/kg), bajas concentraciones de ácidos grasos saturados y muy altas concentraciones de

aquellos con dobles enlaces Δ -5 (840 g/kg) (Knapp y Crane, 1998). Por esa razón, el aceite es muy estable a altas temperaturas y al oxígeno (Bhardwaj *et al.*, 1998). Se utiliza en cosméticos, ceras de alta calidad, lubricantes y detergentes.

Mercado y comercialización: El mercado del aceite de esta especie se abrió en 1992 y actualmente se cultiva en Oregón (35000 ha), Illinois y Virginia en Estados Unidos. Toda la producción se comercializa a través de la Asociación de Productores de Meadowfoam de Oregon que involucra a 85 productores. Para realizar su cultivo hay que pagar un royalty.

Cultivo Es una especie anual de invierno, sembrada en otoño, con dosis de siembra de 25 kg/ha (Bhardwaj *et al.*, 1998). Soporta bajas temperaturas en invierno y crece bien en suelos pobres, incluso con mal drenaje.

Se propaga por semillas, que germinan a 4,5°C, la cual disminuye al aumentar la temperatura a 21 °C y a 26.5°C definitivamente entra en dormancia (Duke, 1985). De allí que las épocas de germinación y crecimiento coinciden con aquellas de la avena y cebada. Por ello, en Chillán se siembra en abril o comienzos de mayo a 0,15 m entre hilera, para lo cual se requiere 22 kg de semilla ha⁻¹. Se debe instalar a lo menos dos colmenas por hectárea durante la floración para asegurar un buen rendimiento (Bhardwaj *et al.*, 1998). La cosecha se realiza con una automotriz en forma directa, para lo cual el contenido de humedad de la semilla debe fluctuar entre 14 y 18%, en noviembre (Cuadro 2).

Cuadro 2. Rendimiento de meadowfoam cultivado en 3 localidades y dos años diferentes en Chile

Especie/variedad	Localidad, región/ año 2003	Rendimiento (kg/ha)	Contenido de aceite (%)	Total ácidos grasos > C20 y C22
<i>Limnanthes alba/OMF78</i>	Chillán, VIII R/ 2003	262.4	19.21	93.3
<i>Limnanthes alba/Knowles</i>	Chillán, VIII R/ 2003	312.6	18.40	95.2
<i>Limnanthes alba/OMF78</i>	Cocule, X R/ 2003	807.7	20.35	94.1
<i>Limnanthes alba/Knowles</i>	Cocule, X R/2003	979.3	21.91	----
<i>Limnanthes alba/OMF78</i>	Puyehue, X R/2003	213.0	----	---
<i>Limnanthes alba/Knowles</i>	Puyehue, X R/2003	279.3	----	----
<i>Limnanthes alba/OMF78</i>	Chillán, VIII R/2004	68*	26.9	----
<i>Limnanthes alba/Knowles</i>	Chillán, VIII R/ 2004	62.5*	19.67	----

* en la temporada 2003/2004 llovió durante la floración

Cultivares: Existen los cultivares Mermaid, Foamore, Knowles y OMF-64, que están patentados. También está el cultivar resistente al desgrane, "Foamore" que es el que se cultiva principalmente en Oregon. El rendimiento de semilla fluctúa entre 600 y 1000 kg/ha.

Fertilización: Es una especie no muy exigente, por lo cual un programa de fertilización de mantención satisfacerla los requerimientos del cultivo.

Control de malezas: Debe hacerse un adecuado control de malezas con propachlor y diclofop-metil, con el fin de alcanzar un alto rendimiento de semillas (Jolliff, 1981). Estos herbicidas aun no se evalúan en Chile.

***Linum usitatissimum* (LINO SEMILLA)**

Origen: El lino es originario de Europa y Asia, que llegó a Chile fines del siglo XIX. Es una planta anual, de la familia Linaceae.

Usos: La semilla de lino contiene un 45% de ácido alfa-linolénico, 16% de ácido linoleico y 24.5% de ácido oleico, además de una proporción de 0.3:1 de omega-6:omega-3, lo cual es altamente saludable. Por esta razón, se esta usando mucho en la industria farmacéutica, ya que los ácidos grasos omega-3 reducen los niveles de triglicéridos en la sangre, lo cual incide sobre las enfermedades al corazón y en el tratamiento de enfermedades inflamatorias.

Cultivo: El período desde siembra a cosecha fluctúa entre 100 - 120 días. La siembra puede realizarse en primavera (septiembre en la X Región) o otoño (mayo desde Chillán al norte). Se siembra a 17.5 cm entre hilera con una dosis de semilla entre 25 y 35 kg/ha. Las plántulas emergen 10 a 15 días después de la siembra, alcanzado una altura de 0.8 m en el caso del lino para semilla

El rendimiento de semilla de lino fluctúa de 1000 hasta 4000 kg/ha, dependiendo de la localidad, el clima y si se cultiva con o sin riego. El potencial de rendimiento es altísimo en Chile, ya que en ensayos preliminares se ha obtenido 3900 kg/ha (Cuadro 3 y 4), más alto que aquellos en Canadá, Estados Unidos y Argentina.

Cuadro 3. Parámetros fenológicos y productivos de distintos cultivares de lino estadounidenses y argentinos cultivados en Chillán durante la temporada 2003-2004.

Cultivares	Días de siembra a floración	Rendimiento de semilla (kg ha ⁻¹)	Índice de cosecha (%)	Contenido de aceite (g kg ⁻¹)
<u>Estadounidenses</u>				
Rahab	85,7abcde	4634,6abc	36,9a	517,2
Nekoma	83,7 de	5343,4ab	29,1 c	499,0
Nече	84,5 bcde	4084,6abc	29,4 bc	500,2
Cathay	83,7 de	5746,3a	32,3abc	495,7
Bison	84,0 cde	4944,6ab	31,4abc	453,2
Prompt	83,5 e	5742,5a	32,4abc	468,8
York	85,7abcde	5210,9ab	33,0abc	430,1
Linott	84,7 bcde	5235,0ab	31,7abc	516,9
Pembina	84,2 bcde	4566,3abc	33,2abc	487,6
Omega		3969,2abc		463,4
USA	86,7abcde		34,5abc	
<u>Argentinos</u>				
Lucero	88,5a	3688,4 bc	35,1ab	482,5
Rojas	87,5ab	3737,1 bc	34,4abc	517,8
Salto	89,0a	4786,3abc	31,3abc	484,0
Tape	87,2abc	4693,1abc	33,5abc	525,3
Arape	87,0abcd	2905,4 c	36,9a	433,9
Omega Arg	89,0a	3586,7 bc	34,7abc	450,7
				ns

Letras distintas en una misma columna indican diferencias significativas entre genotipos (test de Tukey, $P \leq 0,05$)

ns= Diferencias no significativas entre medias según test de Tukey ($P \leq 0,05$)

Cuadro 4. Composición de ácidos grasos de cultivares estadounidenses de lino cultivado en tres localidades en Chile

Localidad	Acidos Grasos (g kg^{-1})		
	Ac. oleico (C18*1)	Ac. Linoleico (C18*2)	Ac. Linolénico (C18*3)
Chillán	182,3 a	162,4 b	565,0 a
Yungay	186,6 a	173,4 a	550,8 b
Osorno	169,8 b	179,3 a	569,1 a

Letras distintas indican diferencias significativas según test de Tukey ($P \leq 0,05$)

ns= no significativo.

Cultivares: Recientemente se han desarrollado cultivares de lino cuyo aceite es comestible. Las semillas del tipo LINOLA agrupan a las variedades que se caracterizan por tener un aceite que es más estable a altas temperaturas y tiene menos probabilidades de enranciarse.

Fertilización: El lino tiene una alta respuesta a la fertilización con N y P. Se estima una dosis de 150 kg N/ha y 100 kg P_2O_5 /ha.

Control de malezas: El lino, por tener un crecimiento lento, compite mal con las malezas. En North Dakota, Estados Unidos, el control se realiza con herbicidas. El paquete de herbicidas desarrollado allá es eficiente y puede ser aplicado en Chile sin mayores variaciones. En presiembra se utiliza trifluralina en dosis de 0.5 y 1 kg/ha, que controla, principalmente, malezas gramíneas y de hoja ancha anuales. También se pueden utilizar herbicidas como Spartan (sulfentrazone) 0.125 a 0.25 L/ha, clopyralid (Lontrel) en dosis de 150-300 mL/ha, Bromoxynil 0.25 L/ha y MCPA en dosis de 0.5 kg/ha. El MCPA utilizado en postemergencia y antes de que el cultivo sobrepase los 20 cm controla efectivamente malezas de hoja ancha, especialmente rábano (Berglund y Zollinger, 2002).

***Calendula officinalis* (CALENDULA)**

Origen: Proveniente del Mediterráneo, es anual o bianual y pertenece a la familia Asteraceae

Usos: La semilla contiene entre un 17 a 20% de aceite compuesto, principalmente, por ácido caléndico, 51-64%, y 34% de ácido linoleico. El ácido caléndico es un ácido trienoico conjugado que tiene un uso potencial como reemplazo del aceite de tung (Muuse *et al.*, 1992), que se extrae de las nueces del tung (*Aleurites fordii* y *A. montana*), ambos árboles tropicales.

El ácido caléndico se utiliza en la manufactura de barnices y cubiertas y en cosmética. Sus derivados epoxiésteres, poliésteres y poliamidas tienen diversos usos en la industria del nylon (Hall, 1998).

Cultivo: Se comporta como planta bianual en climas cálidos de tipo mediterráneo, como por ejemplo, Chillán. Mientras que en climas más fríos es una planta anual (Isaac, 1992). Es resistente a las heladas y a pesar de ser poco exigente respecto al tipo de suelo, se desarrolla mejor en suelos ricos en materia orgánica (Isaac, 1992; Muñoz, 1993).

La especie ha sido evaluada con fines medicinales (cosecha de capítulo en floración para obtención de lígulas) en proyectos anteriores en la VIII Región, en el secano interior Coelemu y en Chillán.

En Chillán se siembra en mayo a una distancia de 50 cm entre la hilera, requiriéndose 7 kg de semilla ha^{-1} . Para obtener aceites se cosecha la semilla madura en enero, con el consecuente problema de desgrane ya que los capítulos maduran indeterminadamente. El rendimiento de semilla fluctúa entre 1380 y 2460 kg/ha . En el Cuadro 5 se presentan los resultados obtenidos en tres localidades diferentes y para dos años distintos.

Cuadro 5. Rendimiento de semillas de caléndula en tres localidades diferentes en Chile

Localidad (año)	Rendimiento (kg/ha)	Contenido de aceite (%)
Chillán (2003)	2149	12.79
Cocule (2003)	217	---
Entre Lagos (2003)	342	---
Chillán (2004)	1080	17.91

Cultivares: Se recomiendan aquellos con capítulos semirelentos (algunas hileras de flores liguladas por los bordes del disco), ya que los frutos del borde externo del disco (alados y forma de gancho) impiden la caída prematura de los frutos centrales (cimbiformes) (Isaak, 1992).

Fertilización: Se aplica a 100 U de P_2O_5 (superfosfato triple) y 80 U de K_2O ha^{-1} (sulfato de potasio), a aprox. 10 cm de profundidad en cada hilera antes de la siembra. Una vez sembrado se aplicó 50 U de N ha^{-1} (urea) y la segunda parcialidad de 50 U de nitrógeno se aplica a comienzos de agosto.

Control de malezas: A fines de junio se aplica Assure (I.A. Quizalofop-p-etil, 0,5 L ha^{-1}) y mediados de julio se aplica Pantera (I.A. Quizalofop-p-tefuril, 2 L ha^{-1}), ambos para controlar gramíneas. Además, a comienzos de septiembre se realiza un control manual de malezas.

Riego: A partir de mediados de octubre es recomendable regar con una frecuencia de 7 a 10 días dependiendo de la evaporación de bandeja.

***Vernonia galamensis* (VERNONIA)**

Origen: es una planta anual africana, originalmente de día corto, que crece en áreas con aproximadamente 200 mm de precipitación.

Usos: La semilla contiene 38% de aceite, del cual aproximadamente un 72% corresponde a ácido vernólico, presente en pocas especies vegetales y que actualmente se sintetiza a partir de petroquímicos o de aceites vegetales de soja y linaza. El ácido epóxico se utiliza en la fabricación de productos cosméticos y de uso medicinal, lubricantes aditivos para el PVC, mezclas de polímeros y plastificadores.

Cultivo: En Chillán se siembra a fines de octubre, a 1 cm de profundidad, requiriéndose 13 kg semilla ha^{-1} y 0,3 m entre hileras. La semilla madura en abril-mayo, y es cuando se cosecha. El rendimiento fluctúa entre 33 y 458 kg ha^{-1} (Cuadro 6).

Cuadro 6. Rendimiento de semillas de *Vernonia galamensis* en dos temporadas diferentes.

variedad	Rendimiento semillas (kg ha^{-1})		Contenido aceite (%)
	2003	2004	2004
AO 399	74	458.08	31,12
49B-ORI	33	422.75	31.42
15D-10-12-2	72	372.75	33.56

Cultivares: Actualmente se están estudiando híbridos nuevos de día neutro (Dierig, 1997). En Chile se probaron las líneas 49B-OR1, A0399 y 15D-10-12-2 Estados Unidos de Norteamérica.

Fertilización: En el momento de la siembra se aplica 100 U P_2O_5 ha^{-1} (superfosfato triple), 80 U K_2O ha^{-1} (sulfato de potasio) y 50 U N ha^{-1} (urea) a un costado de la hilera a chorro continuo. Una vez que la planta comienza a crecer se aplica una segunda dosis de nitrógeno (75 U N ha^{-1} , urea), depositándola a un costado de la hilera.

Control de malezas: Sólo es necesario controlar las malezas entre la germinación y el crecimiento vegetativo. Por ello, como labor de mantención se recomienda aplicar el graminicida Pantera plus (I.A quizalofop p-tefuril) (1,5 L ha^{-1}) cuando las gramíneas alcanzan los 10 cm de altura. En primavera se controla la maleza en forma manual. En Virginia, Estados Unidos de Norteamérica, la trifluralina incorporada antes de la siembra en dosis de 0,5 kg ha^{-1} o Treflan 1,8 L ha^{-1} no daña al cultivo (Bhardwaj *et al.*, 2000).

Riego: Se riega por surco en forma lenta para evitar problemas fungosos a nivel del cuello de la planta. O bien se puede regar por tendido a partir de la segunda quincena de diciembre hasta febrero, con una frecuencia de 15 a 20 días. Es importante que al momento de la siembra la humedad del suelo sea adecuada para que se desarrolle el primer capítulo.

Los problemas fungoso, como *Fusarium* sp. y *Rhizoctonia solani*, se controlan disminuyendo el riego.

***Lesquerella fendleri* (LESQUERELLA)**

Origen: Planta anual, bianual o perenne si es irrigada, que proviene de regiones áridas y semiáridas del sudeste de Estados Unidos. En Argentina crece una especie nativa.

Usos: La semilla contiene 21-25% de aceite del cual 51.4 a 55% es ácido lesquerólico C 29:1 (OH), y el resto son ácidos grasos insaturados de 18 C, ácidos oleico, linoléico y linoleico, principalmente. Se utiliza en productos cosméticos, ya que tiene muy bajos índices de toxicidad e irritación ocular, dermal y oral. Puede utilizarse en numerosos otros productos incluyendo adhesivos, lubricantes, productos farmacéuticos, medicinales, ceras, barnices, jabones, tintas, sellantes, detergentes, etc.

Cultivo: Se siembra directamente a mediados de agosto con una distancia entre hilera de 15 cm, requiriéndose 26,7 kg de semilla ha^{-1} . Las semillas maduran en enero-febrero y en el Cuadro 7 se presentan los resultados obtenidos.

Cuadro 7. Rendimiento de semillas y contenido de aceite en *Lesquerella fendleri* en dos temporadas de cultivo.

Variedad	Rendimiento ((kg ha^{-1}) 2003	Contenido aceite (%) 2003	Rendimiento ((kg ha^{-1}) 2004	Contenido aceite (%) 2004
WCL-SLI	40.7	23.41	39.27	20.88
WCL-LYI	37.6	21.07	15.03	27.15
98 LO	66.9	18.02	16.18	16.71

Cultivares: En Chillán se evaluó tres variedades de *Lesquerella fendleri*: WCL-LY1, WCL-SLI y 98-LO.

Fertilización: En el momento de la siembra se aplica 100 U P_2O_5 ha^{-1} (superfosfato triple), 80 U K_2O ha^{-1} (sulfato de potasio) y 50 U N ha^{-1} (urea) a un costado de la hilera a chorro continuo. Una vez que la planta comienza a crecer se aplica una segunda dosis de nitrógeno (75 U N ha^{-1} , urea), depositándola a un costado de la hilera.

Control de malezas: Como labor de mantención se recomienda aplicar el graminicida Pantera plus (I.A quizalofop p-tefuril) ($1,5 \text{ L ha}^{-1}$) una vez que el cultivo haya emergido el cultivo y las gramíneas hayan alcanzado los 10 cm de altura. En primavera se controla la maleza en forma manual.

Riego: Es tolerante a stress hídrico en etapas vegetativas, pero requiere de al menos 50% de reposición de la evaporación de bandeja para lograr el máximo crecimiento y rendimiento. Es altamente tolerante a suelos salinos.

***Crambe abyssinica* (CRAMBE)**

Origen: Proviene de la zona mediterránea y pertenece a la familia Brassicaceae. Es una planta herbácea anual.

Usos: Tiene un uso potencial en la industria alimentaria de los ácidos grasos como fuente de ácido erúxico. Este último también se usa como agente antiadherente de film plásticos para envolver alimentos, bolsas plásticas, y en la industria del nylon, como lubricante, en la manufactura de goma, cosméticos, ablandadores industriales, reductores de espuma, acondicionadores y enjuagues capilares.

Cultivo: En Chillán se siembra a fines de agosto a comienzos de septiembre, a 1 cm de profundidad, requiriéndose $8 \text{ kg semilla ha}^{-1}$ y 0,5 m entre hilera. Se cosecha en marzo. El rendimiento es del orden de $12 \text{ kg de semilla ha}^{-1}$, cantidad muy inferior a lo indicado en la literatura para Estados Unidos de Norteamérica y se atribuye a las lluvias que se presentaron poco antes de la cosecha, cayéndose semillas o atrasando la cosecha. El contenido de aceite alcanza a un 29%.

Cultivares: En Chile se probó la variedad "Meyer".

Fertilización: Se fertiliza con $100 \text{ U de } \text{P}_2\text{O}_5 \text{ ha}^{-1}$ (superfosfato triple) y $80 \text{ U de } \text{K}_2\text{O ha}^{-1}$ (sulfato de potasio), ambos aplicados a la hilera de siembra a una profundidad de 7–10 cm. Además se aplica $50 \text{ U de N ha}^{-1}$ (urea)

Control de malezas: Se realiza con trifluralina (IA Trifluralina, de 2 L ha^{-1}), un herbicida de pre-siembra, que se incorpora al suelo mediante una pasada de motocultor. Postriormente es manual.

Riego: Se recomienda regar por tendido a partir de mediados de octubre.

***Stokesia laevis* (STOKESIA)**

Origen: Planta herbácea bianual, de familia Asteraceae, nativa del sur de Estados Unidos de Norteamérica

Usos: La semilla contiene un 60 % de ácido vernólico, que fácilmente se puede epoxidar para sintetizar compuestos químicos tales como feromonas sexuales de *Bombyx mori* (moscardón) o traumatina, una hormona vegetal que puede usarse como intermediaria en la síntesis de prostaglandinas. También se usa en pinturas y barnices, como aditivo para PVS y en productos farmacéuticos. La pintura fabricada con ácido vernólico contienen menor cantidad de compuestos orgánicos volátiles contaminantes del aire en comparación con la volatilización de resinas de las pinturas tradicionales.

Cultivo: Se siembra en septiembre a 30 cm en la entre hilera, requiriéndose 8 kg ha^{-1} . Cuando se siembra en primavera, la planta no florecerá el primer verano, lo hará recién el segundo año de cultivo. Se cosecha en abril. Los rendimientos obtenidos a la fecha se presentan en el Cuadro 8.

Cuadro 8. Altura de planta, rendimiento de semillas y contenido de aceite de *Stokesia laevis*, cosecha 2004

Variedad	Altura planta (cm)	Rendimiento semilla (kg ha^{-1})	Contenido aceite (%)

SA 640	27.3 b	490 b	34.03
SA 644	78.25 a	1374.6 a	33.25

Letras distintas indican que hubo diferencia significativa al 5% entre tratamientos. Prueba DMS ($P > 0.05$)

Cultivares: se ha probado en Chile *Stokesia laevis*: SA laevis 640 y SA 644 Omega Skyrocket.

Fertilización: Se fertiliza con 100 U de P_2O_5 ha⁻¹ (superfosfato triple) y 80 U de K_2O ha⁻¹ (sulfato de potasio), ambos aplicados a la hilera de siembra a una profundidad de 7 –10 cm. Mientras que sólo se aplica 50 U de N ha⁻¹ (urea).

Control de maleza: Pre – siembra aplicando trifluralina (IA Trifluralina, de 2L ha⁻¹) incorporándola al suelo y para controlar gramíneas se aplica Pantera Plus (I.A. quizalofop p-tefuril, 1,5 L ha⁻¹)

Riego: se riega a partir de octubre

Euphorbia lagascae (EUPHORBIA)

Origen: proviene de España, donde crece en climas áridos y secos, y prefiere altas temperaturas.

Usos: La semilla contiene un 45 a 50% de aceite, del cual 60 a 65% es ácido vernólico, que fácilmente se puede epoxidar para sintetizar compuestos químicos tales como feromonas sexuales de *Bombyx mori* (moscardón) o traumatina, una hormona vegetal que puede usarse como intermediaria en la síntesis de prostaglandinas. También se usa en pinturas y barnices, como aditivo para PVS y en productos farmacéuticos. La pintura fabricada con ácido vernólico contiene menor cantidad de compuestos orgánicos volátiles contaminantes del aire en comparación con la volatilización de resinas de las pinturas tradicionales.

Cultivo: Se siembra a mediados de octubre a una distancia entre hilera a 0,5 m, en una dosis de 8 kg ha⁻¹. Se cosecha a fines de abril. El rendimiento se presenta en el Cuadro 9.

Cuadro 9. Altura, rendimiento de semillas, peso de 1000 semillas y peso del hectolitro para *Euphorbia lagascae*.

Variedad	Altura promedio planta (cm) (2004)	rendimiento semilla (kg ha ⁻¹) (2003)	rendimiento semilla (kg ha ⁻¹) (2004)	Contenido aceite (%) (2004)
española	68.8	24	115.9	52.20

El rendimiento de semilla fue superior al obtenido en la temporada anterior, pero sigue siendo bajo como consecuencia de la caída de semillas al suelo cuando la cápsula se abre abruptamente al madurar, dispersando la semilla sobre el suelo.

Cultivares: Se está trabajando con material genético español.

Fertilización: Se fertiliza con 100 U de P_2O_5 ha⁻¹ (superfosfato triple) y 80 U K_2O (sulfato de potasio), depositándolos a 7-10 cm de profundidad en la hilera y tapando con tierra. Posteriormente, se aplicó 50 U de N ha⁻¹ (urea),

Control de malezas: A medida que la planta se desarrolla, el control manual se complementa con aplicaciones de Assure (IA: Quizalofop-p-etil, 14,28 cm⁻³ en 10 L de agua) con un surfactante a mediados de junio y julio para controlar selectivamente gramíneas anuales y perennes. Se continúa controlando maleza en forma manual en septiembre y octubre.

Riego: Debe ser de bajo caudal y con una frecuencia de 10 a 15 días.

Cuphea spp. (CUPHEA)

Origen: Es una planta herbácea, anual, que crece en México, América Central y Sud América.

Usos: Su semilla contiene un aceite rico en ácido laúrico y cáprico, similar al aceite de coco, de palma africana y de otras palmas. Por ellos se usa en jabones, detergentes, mientras que los ácidos grasos de cadena mediana se agregan en alimentos de lactantes normales y enfermos. La inclusión de estos ácidos grasos en la dieta reduce el riesgo de enfermedades al corazón, cáncer de mamas y al colon como también otros desordenes derivadas del desequilibrio de ácidos grasos. Actualmente también se postula que podría ser un potencial fluido hidráulico.

Cultivo: Hasta la fecha lo más importante ha sido multiplicar para aumentar la cantidad de semillas disponibles. Se trasplanta a fines de octubre plantulas provenientes de una siembra realizada en septiembre en contenedores, a una distancia de 50 cm entre las hileras. El almácigo se hace en bandejas de germinación usando Agromix como sustrato. Se les mantiene en invernadero con condiciones controladas de temperatura y humedad y se trasplantan con 4-5 hojas verdaderas.

Se cosecha entre febrero y marzo y los rendimientos obtenidos se presentan en el Cuadro 10.

Cuadro 10. Altura de plantas, rendimiento de semillas y contenido de aceite de *Cuphea* sp.

variedad	Altura planta (cm)	Rendimiento semilla (kg ha ⁻¹)	Contenido de aceite (%)
PSR-23	32.2	166 a	32.43
VI-91	16.66	19 b	--
VI-92	16.5	34.6 b	--
VI-160	23	11.2 b	--

Letras distintas indican hubo diferencia significativa al 5% entre tratamientos (variedades). Prueba DMS ($P \leq 0.05$).

La variedad PSR-23 es más productiva, coincidiendo con los resultados en North Dakota. Mientras que las variedades VI no fructifican adecuadamente, posiblemente por una dificultad de polinización

Cultivares: Se ha probado algunos híbridos del género *Cuphea*: PSR-23, VL-186 VL-160 VL-91, VL-92.

Fertilización: se fertilizó con 100 U de P₂O₅ ha⁻¹ (superfosfato triple) y 50 U de N ha⁻¹ (urea) a una profundidad de 8 –10 cm, luego se procedió a tapar con una capa de tierra y posteriormente se transplantó.

Control de malezas: Sólo se ha hecho en forma manual, aun no se evalúa la aplicación de herbicidas.

Riego: Debe ser de bajo caudal y con una frecuencia de 10 a 15 días.

Delivered-To: rwilcken@udec.cl
X-Spam-Status: No, hits=-0.8 required=5.0
To: Rosemarie Wilckens <rwilcken@udec.cl>
Subject: Reviewed/Revised Abstract
X-Mailer: Lotus Notes Release 6.5.1 January 21, 2004
From: FNakayama@uswcl.ars.ag.gov
Date: Fri, 28 Jan 2005 10:14:00 -0700
X-MIMETrack: Serialize by Router on Domino/ALARC (Release 6.5.1|January 21, 2004) at
01/28/2005
10:14:03 AM

Dra. Wilckens:

Attached is your Reviewed/Revised abstract entitled "Special Oilseeds Adaptation in South Central Chile" submitted for the AAIC Conference at Murcia, Spain. Your presentation will be scheduled in the Oils Session as a Poster presentation.

Please look over the abstract and let us know as soon as possible whether you accept the abstracts, and also indicate any changes that are required.

DO NOT make changes on the abstract file itself. Instead indicate where the changes/corrections are to be made (paragraph and line number) and E-mail or Fax these alterations. For faxes, you can write the comments directly on the abstract.

The DEADLINE for receipt of the full manuscript is March 1, 2005. (Formatting information is available on the AAIC website, www.aaic.org. Minimal reviews will be made on the submitted manuscripts. There will be about 100 manuscripts to look over so that extensive examination of the manuscripts as per reviewed journal is not possible. Thus, you will need to be especially careful checking your manuscript yourself for grammar, typos, etc. The accepted manuscript will be placed in the Proceedings of the Conference, which will be handed out at the time of registration. The Proceedings will be put together by a commercial company so that there will be no flexibility in deadlines, etc.

If you require a formal acceptance letter, this can be provided to you by the AAIC President. Please indicate to whom this letter should be addressed. Thank you.

Francis S. Nakayama
AAIC 2005 Abstract Co-chair
4331 E. Broadway Road
Phoenix, AZ 85040, USA
Tel: 602-437-1702, extension 255
Fax: 602-437-5291
E-mail: fnakayama@uswcl.ars.ag.gov

28 January 2005

Attachment Converted: "c:\internet\eutdora\attach\Wilckens 2005-0112A.doc"

SPECIALTY OILSEEDS ADAPTATION IN SOUTH CENTRAL CHILE

Rosemarie Wilckens⁽¹⁾, Susana Fischer⁽¹⁾, Felicitas Hevia⁽²⁾, Marisol Berti^{(1, 2)*}

⁽¹⁾Facultad de Agronomía, ⁽²⁾Facultad de Ingeniería Agrícola, Universidad de Concepción, Casilla 537, Chillán, Chile;
⁽²⁾ Department of Plant Sciences, North Dakota State Univ., Fargo, ND, 58105, USA. E-mail: rwilcken@udec.cl,
 Marisol.Berti@ndakstate.edu

Abstract

Traditional agricultural crop rotation in dry land conditions in South Central Chile is limited to wheat, oats, and rapeseed. New crops are needed to increase incomes for farmers. The objective was to evaluate the agronomic performance of nine oilseeds in South Central Chile.

Calendula officinalis, *Crambe abyssinica*, *Cuphea viscosissima* Jacq. x *C. lanceolata* f. *silenooides* W.T. Aiton, *C. lanceolata*, *Euphorbia lagascae*, *Lesquerella fendleri*, *Limnanthes alba* (meadowfoam), *Sesamum indicum*, *Stokesia laevis* and *Vernonia galamensis* were evaluated in Chillán (36°56'S) and Osorno (40°36'S). Only *Calendula* and meadowfoam were planted during the fall season. The other crops were planted in the spring. Evaluations were: plant height, seed yield, 1000 seed weight and oil content (%).

Calendula officinalis and *Limnanthes alba* were adapted to the environmental conditions of Chillán and Osorno according to the seeds yields and oil contents. Crops that have potential for further development are calendula, crambe, cuphea and sesame for the Chillán area. *Calendula* (1080- 2149 kg ha⁻¹, 16,4% oil content) could become a profitable alternative if it is possible to mechanize the harvesting. The *Crambe abyssinica* 'Meyer' yields was very low (12 kg ha⁻¹), the oil content (29%) was similar to those got in United States. Because of the *Cuphea* sp. yield line PSR23 was similar (166 kg ha⁻¹) to those given results from trials in North Dakota and Minnesota, United States of America, with a high content of oil (32,42%). The crop is adapted in Chile to minor latitudes to 36°S. Even when the *Sesamum indicum* yield was not high (360 kg ha⁻¹ - 1035 kg ha⁻¹, 49,6% oil content), it has an interesting potential yield for the irrigated Central Valley in Chillán. *Stokesia laevis* yield was not enough for the profitable biannual crop. The other species (*Euphorbia lagascae* and *Vernonia galamensis*) are not recommendable to culture in Chillán. *Limnanthes alba* has a potential as a crop (979 kg ha⁻¹, 21,9% oil content) in the surroundings of Osorno.

Keywords: New oilseed crops, seed yield; 1000 seed weight; oil content.

*Corresponding author.

1. Introduction

During the last years farmers from central south zone in Chile have been faced to the decreasing of crops income-yield capacity. It is because those crops that were included in the rotation such as raps and sunflowers have not been sowed during 2001 and 2004, or it is as a consequence of trade free agreement or tariff discounts that have been signed during last years. This makes necessary to look for new alternatives of production and rotation for farmers from VIII, IX and X Region (36°S to 40°S), which have a market target and secure a bigger income. Between them, the specialty oil seeds can be a possibility, because their seeds have a high portion of fatty acids which is required for cosmetic and phytopharmaceutical industry, nylon, plastic, rubber and painting manufacture like high quality wax, lubricant, additives for PVC, polymerise mix and plastifiers, nonstick plastic film to wrap foods, industrial softening, foam reducer, conditioner and capillary rinsing and even in the gastronomic area.

Several species come from Mediterranean area, with similar weather from central zone of Chile or others zones with low raining seasons.

Because of this, the objective of the study was to evaluate the agronomic performance of nine oilseeds in South Central Chile in order to check which are appropriate for the zone in study.

2. Materials and methods

During the agrarian season 2001-2002, 2002-2003 and 2003-2004 26 accessions of new oilseeds crops were evaluated in the Experimental Station from the Agronomy Faculty of Concepción University in Chillán (36°56'S, 72°3'W, 124 m.a.s.l, mediterranean climate, annual average temperature of 14°C, average maximum in summer (January) 28,8°C and average minimum in winter (July) 3,5°C, mm) and in Osorno (40°36'S, 73°4' W, 65 m.a.s.l, cold mediterranean climate, average annual temperature of 11°C, average maximum in summer (January) 23,8°C, average minimum in winter (July) 3,2°C, 1383 mm) (Novoa et al., 1989). The accessions were gotten from different sources in America and Europe. (Table1).

Table 1. Used Germplasm and origin.

Specie	Number of accessions	Variety	Origin
<i>Calendula officinalis</i>	1	Wild	Chile
<i>Crambe abyssinica</i>	1	Meyer	United States of America
<i>Cuphea viscosissima</i> Jacq. x <i>C.</i>	3		United States of America

<i>lanceolata f. silenoides</i> W.T. Aiton			
<i>Cuphea lanceolata</i>	1		United States of America
<i>Euphorbia lagascae</i>	1		Spain
<i>Lesquerella fendleri</i>	3	WCL-SLI, WCL-LYI, 98LO	United States of America, Arizona
<i>Limnanthes alba</i>	2	OMF-78, Knowles	United States of America, Oregon
<i>Sesamum indicum</i>	7	U de C, Carripucha, Arahuaca, Glauca, Morada, Acarigua, Inmar, Venezuela	France Venezuela
<i>Stokesia laevis</i>	2	SA 644, SA 640	United States of America
<i>Vernonia galamensis</i>	3	15D-10-12-2, 49b-ORI, AO399	United States of America, Arizona

Autumnal species *Calendula officinalis*, *Crambe abyssinica*, *Lesquerella fendleri* and *Limnanthes alba* were sowed in autumn (April) and spring (August to November) of a year in Chillán and Osorno and were harvested the next summer or autumn (Tabla 2).

Table 2. Species, sowing date, sowing rate, distance between rows, weed control of the trails

Specie	Sowing date	Sowing rate (kg ha ⁻¹)	distance between row (m)	Weed control
<i>Calendula officinalis</i>	April May	7.0	0.5	Assure (a.i. Quizalofop-p-etil) 0,5 L ha ⁻¹ in June and Pantera (a.i. Quizalofop-p-tefuri) 2 L ha ⁻¹ in July, after hand hoeing
<i>Crambe abyssinica</i>	April, October*		0.5	Trifluralina (a.i. Trifluralina) 2 L ha ⁻¹ in August, two days before sowing, after hand hoeing
<i>Cuphea sp.</i>	Sowing guarabano April, June Carrapal and August Osorno		0.5	hand hoeing
<i>Euphorbia lagascae</i>	October		0.5	hand hoeing
<i>Lesquerella fendleri</i>	October*, November, December, January	26.7 26.7	0.2	Trifluralina (a.i. Trifluralina) 2 L ha ⁻¹ , in August, two days before sowing also hand hoeing
<i>Limnanthes alba</i>	April (Chillán)* August (Osorno)*	25.0	0.2	Assure (a.i. Quizalofop-p-etil) 0,5 L ha ⁻¹ in June and Panthera Plus (I.A. Quizalofop-p-tefuri) 2 L ha ⁻¹ in July, after hand hoeing
<i>Sesamum indicum</i>	November		0.5	hand hoeing
<i>Stokesia laevis</i>	October		0.3	hand hoeing
<i>Vernonia galamensis</i>	October		0.3	hand hoeing

A. B. Agui et al. made this compilation based on their publications and others.

Cuphea viscosissima Jacq. x *C. lanceolata f. silenoides* W.T. Aiton and *Cuphea lanceolata* were sowed in flower pots of 5 L and they were kept under open air in the first season (2002-2003) till the temperature got lower. Afterwards, and during the second season (2003-2004) they were kept in a greenhouse in order to last the flowering seasons. During this time the flowers were pollinated with a paintbrush.

Trials were set in small plots of variable size, it depends of the seeds availability (Table 2).

Basic fertilization was conducted at the soil preparation time, at rates of 50 to 100:100:80 kg ha⁻¹ N:P:K.

Seeds were harvested manually at full maturity. Seed yield was evaluated (kg ha⁻¹), 1000 seed weight and oil content (in % dry seed weight).

Oil content was set by the Soxhlet method. The extracted oil was changed into methylester making the oil to react with a solution of sodium methoxide at 1% in methanol.

The results were analysed by DLS ($P \leq 0.05$).

3. Results and discussion

Only *Calendula officinalis* y *Limnathes alba* were adapted to environmental conditions in Osorno. For this reason, since the second year of study the other species were cultivated only in Chillán. Moreover, this two species were the only one which were sowed in autumn because the others didn't resist the freezing in winter time.

3.1 *Calendula officinalis* L.

Final results from the two seasons in study are presented in Table 3. The yield 2002-2003 in Chillán agrees with those results got in England from 1994 to 1996 (1600-2500 kg ha⁻¹, with a content of oil between 14.2 and 19.6 %), but less than two improved lines CPRO-DLO 879144 and 880557, which in average yield about 2000 kg ha⁻¹ and have a 16% of oil (Froment *et al.*, 2004). In other trials a seed yield was set between 700 and 3000 kg ha⁻¹ (Cromack and Smith, 1998; Callan *et al.*, 2000; Froment *et al.*, 2004; Spencer, 2004).

A low yield in Chillán during 2003-2004 was caused for a defective fruit set (limited), as a consequence of a heavy spring rain and for a delay in maturation of the fruits.

Table 3. Seed yield, 1000 seed weight and oil content in *Calendula* seeds cultivated in three different localities.

Locality	Year	Seed yield (kg ha ⁻¹)	1000 seed weight (g)	Oil content (%)
Chillán	2002-2003	2149	15.5	12.79
Osorno (Cocule)	2002-2003	217	---	---
Osorno (Entre Lagos)	2002-2003	342	---	---
Chillán	2003-2004	1080	15.7	17.91
Chillán	2004-2005			

The weight from 1000 seeds agree with the higher value set by Angelini *et al.* (1997), the oil content was higher than those set by the same authors, probably the reason is because in both cases wild seeds were used.

3.2 *Crambe abyssinica* Hochst. ex RE Fries

The results shown in the Table 4 was gotten with a population of 66.600 plants ha⁻¹. The yield was much lower to that pointed in the literature for United States of America, Italy and England. The amount was around 950 and 4100 kg ha⁻¹ with varieties 'Mario', 'Bel Ann' and line 'C-29' (Italy) and 'Nébula' y 'Galáctica' (England) (Fontana *et al.*, 1998; Spencer, 2004). We attribute this result to the rains which appear before the harvest, making seeds falling or delaying the harvest. As the weight of 100 seeds as the content of oil was similar to those got in Minnesota, United States of America (Endres *et al.*, 1999).

Table 4. Seed yield, 1000 seed weight and oil content in *Crambe abyssinica*, 1999-2000 and 2003-2004

Variety	Seed yield (kg ha ⁻¹)	1000 seed weight (g)	Oil content (%)
1	12	6.5	29

3.3 *Cuphea* spp.

Because of the scarley amount of seeds, the first two years plants were harvested in greenhouses. Plants were pollinated by hand in order to increase the amount of seeds and be able to make trials in site. These results are in Table 5.

Table 5. Seed yield, 1000 seed weight and oil content of *Cuphea* spp

Variety	Seed yield (kg ha ⁻¹)	1000 seed weight (g)	Oil content (%)
		2003-2004	
PSR-23	166 a	4a	32,43
VI-91	19 b	2b	--
VI-92	34,6 b	2,5b	--
VI-160	11,2 b	4a	--
		2004-2005	
PSR-23			
VI-91			
VI-92			
VI-160			

Different letters mean significant difference between treatments (varieties), DLS ($P \leq 0.05$).

Cuphea sp. yields in Chillán were low, especially because the harvest setting was deficient. It never was possible to get a plant population big enough to evaluate the yield properly.

Line PSR23 was the most productive, it agree with the trial results in North Dakota and Minnesota, United States of America. In the line VL it didn't produce properly because a possible difficulty in its pollination and because of that a fruit set. Currently, the average yields at farmer level in Minnesota change from 300 to 600 kg ha⁻¹, losing at least a 30 % of harvest because of threshing (Sharratt y Gesch, 2004). Shelling of seeds of the first rapening capsules increased when harvesting delay. For this reason, in Minnesota, they harvest 7 days after a heavy freezing, which is the last week of September or the first week of October (Gesch *et al.*, 2002). It corresponds to the ends of March or the first week of April in Chile. However, here sometimes freezing starts till May. That makes necessary to use a desiccant.

The oil content in the seeds of line PSR23 is in the range between 16 and 42%, mentioned by Knapp (1988).

The crop *Cuphea* sp. is adapted to Chile from the VIII Region to the north (latitudes lower than 35° S), because it doesn't tolerate freezing and needs high temperatures to grow and development.

3.4 *Euphorbia lagascae* Spreng

Results of two years from crops with Spanish accession are presented in Table 6.

Table 6. Seed yield, 1000 seed weight and oil content of *Euphorbia lagascae* in two different seasons.

Variety	2002-2003	2003-2004	2003-2004	
	Seed yield (kg ha ⁻¹)		1000 seed weight (g)	Oil content (%)
spanish	24	115.9	10.75	52.20

The seed yield during 2003-2004 was higher than that from the previous season, even when it is still low. That is because when the capsules open abruptly in the maturation moment and many seeds fell into the ground and lots of seeds are wasted. The average yield of seed in Spain is from 1 to 1.3 t ha⁻¹, with a maximum of 1.6 t ha⁻¹ in cost zones (Pascual-Villalobos *et al.*, 1992). While Angelini *et al.* (1997) estimate a yield of 1.7 t ha⁻¹ in the center of Italy. By another side, at the south of England 1.1 t ha⁻¹ have been harvested where there are also climatic problems.

3.5 *Lesquerella fendleri* (Gray) Wats.

Crops results from three accessions gotten in two consecutive years are presented in Table 7.

Table 7. Seed yield, 1000 seed weight and oil content in *Lesquerella fendleri* in two different seasons.

Variety	Seed yield (kg ha ⁻¹)	1000 seed weight (g)		Oil content (%)
		2002-2003		
WCL-SLI	40.7 ab	0.8 a		23.41
WCL-LYI	37.6 b	0.67 ab		21.07
98 LO	66.9 a	0.65 b		18.02
2003-2004				
WCL-SLI	39.27	1.8		20.88
WCL-LYI	15.03	1.0		27.15
98 LO	16.18	1.66		16.71
2004-2005				
WCL-SLI				
WCL-LYI				
98 LO				

Different letters mean significant difference between treatments (varieties), DLS (P ≤ 0.05).

In both seasons the yield was lower in comparison with other countries. It is probably because this specie is sowed in autumn and in climates with winter lighter than Chillán (such as, for example, Santiago de Chile and Tucson, Arizona, USA). Angelini *et al.* (1997) observed that with a sow in spring in Pisa, Italy, the seed production per plant increased. The current yields are between 950 and 1120 kg ha⁻¹, but in advanced lines they have been gotten till 1800 kg ha⁻¹ (Roseberg, 1996). In Argentina with *L. angustifolia* the seed yield reached 725 kg ha⁻¹ and with a content of oil of 22%, while with *L. fendleri* only 74 kg ha⁻¹, with an oil content of 19,8% (Ploschuk *et al.*, 2003).

The weight of 1000 seeds was similar to that reported by Angelini *et al.* (1997), however the oil content overcomed results gotten by them and Ploschuk *et al.* (2003).

3.6 *Limnanthes alba*

This specie was able to adapt to both environments in study by itself (Chillán y Osorno) (Table 8).

Table 8. Seed yield, 1000 seed weight, oil content and fatty acids longer than C20 and C22 in *Limnanthes alba* seeds cultivated in 3 different localities and two different seasons

variety	Locality	Season	Seed yield (kg ha ⁻¹)	1000 seed weight (g)	Oil content (%)	Total fatty acids > C20 and C22 (%)
OMF78	Chillán	2002-2003	262,4		19,21	93,3
Knowles	Chillán	2002-2003	312,6		18,40	95,2
OMF78	Osorno /Cocule	2002-2003	807,7		20,35	94,1
Knowles	Osorno/Cocule	2002-2003	979,3		21,91	---
OMF78	Osorno/ Entre Lagos	2002-2003	213,0		---	---
Knowles	Osorno/ Entre Lagos	2002-2003	279,3		----	---
OMF78	Chillán	2003-2004	68*	6,25	26,9	---
Knowles	Chillán	2003-2004	62,5*	5,75	19,67	---
OMF78	Chillán	2004-2005				
Knowles	Chillán	2004-2005				
OMF78	Osorno	2004-2005				

Results showed that crop is appropriate to be crop in Osorno zone. In that zone the higher yields were reached during both evaluation seasons (Table 8). While, in Chillán low yields were caused for two main reasons in the second season: heavy rainy and low temperatures during blooming time and because of high threshing before harvesting(*). In Osorno/Entre Lagos a too acid soil pH and its high content of aluminium together with low temperatures during blooming time didn't allow to the crop flourish because the yield depends of bees pollination. If the weather is not favourable for that, this can be reduced to 300 kg ha⁻¹, but with better weather conditions it can reach 800 kg ha⁻¹. In Virginia, United States of North America they get from 200 to 600 kg ha⁻¹ (Bhardwaj, *et al.* 1999). 1000 seeds weight went between 5,75 and 6,75 g. While the oil content was variable and it is not possible to associate a higher concentration to a less hot weather (Osorno). Fatty acids amount of long chain neither were associated to environmental conditions directly, they corresponds to almost all fatty acids which are in the oil.

3.7 *Sesamum indicum*

The first year of trials only one variety of sesame from France was sowing during three different dates between end of spring and beginning of summer. With the earlier sowing date a seed yield of 1035 kg ha⁻¹ was gotten. Next year (Table 9) lower yields of Venezuelan varieties were because not all seeds rape properly. There were a big amount of immature seeds and vain empty in the harvest product.

Table 9. Seed yield and 1000 seed weight of *Sesamum indicum*, second season, 2003-2004.

Variety	Origen	Seed yield (kg ha ⁻¹)	1000 seed weight (g)
U de C	France	245.0a	3.0
Carripucha	Venezuela	122.8bcd	3.0
Arahuaca	Venezuela	21.2de	1.7
Glauca	Venezuela	38.6cde	2.3
Morada	Venezuela	92.2bcde	2.0
Acarigua	Venezuela	176.6ab	2.3
Inmar	Venezuela	0.1e	2.0
Venezuela	Venezuela	140.3bc	2.7
DLS		56.3%	38.4

Different letters mean significant difference between treatments (varieties), DLS (P ≤ 0.05).

In other countries yields of 2200 kg ha⁻¹ have been informed, being 1500 kg ha⁻¹ normally harvested in Venezuela and United States of America (Mazzani, 1999). However, the gotten result during the first crop year say that sesame has an interesting potential yield for irrigated Central valley in Chillán.

3.8 *Stokesia laevis*

From this specie we only have the result from one harvest because it is a biannual plant (Table 10).

Table 10. Seed yield, 1000 seed weight and oil content of *Stokesia laevis*, harvesting season 2003-2004.

Variety	Seed yield (kg ha ⁻¹)	1000 seed weight (g)	oil content (%)
SA 640	490 b	8.5	34.03
SA 644	1374.6 a	10.3	33.25

Different letters mean significant difference between treatments (varieties), DLS ($P \leq 0.05$).

The first year it produces very little seeds. Differences were observed between two lines of *Stokesia*, reaching values higher than the line 644. However, the gotten yield is not enough to justify a biannual crop because it wouldn't be profitable for the farmers. The potential yield of seeds is 2000kg ha⁻¹, although Callan y Kennedy (1995) only got 1000 kg ha⁻¹ in the first year of production. Because of that, its potential as a crop in the VIII Region is limited.

3.9 *Vernonia galamensis* (Cass.) Less.

An autumn sowing was performed during the first year, but all plants died with the winter freezing. Because of that, it was necessary to sow the seeds again in spring. Because to the delay blooming in summer, which means that the specie needed a short photo period to bloom, the maturation was also delay to the end of autumn when rains and freezing increase. For this reason seeds raped unevenly which affected on the yield. (Table 11).

Table 11. Seed yield, 1000 seed weight and oil content of *Vernonia galamensis* in two different seasons.

Variety	2002- 2003		1000 seed weight (g)	2003-2004 Oil content (%)
	Seed yield (kg ha ⁻¹)			
AO 399	74	458,08	5.0	31,12
49B-ORI	33	422,75	5.25	31,42
15D-10-12-2	72	372,75	5.0	33,56

Yields from 2003-2004 weren't different ($P > 0,05$) between treatments (varieties) and overcome to those from 2002-2003. However, they were lower than those from Zimbabwe, where they reach from 1345 to 2494 kg ha⁻¹, while in Ethiopia they have harvested till 4000 kg ha⁻¹ (Perdue *et al.*, 1986; Baye y Gudeta, 2002).

According Agneli *et al.* (1997) the weight of 100 seeds is 3,2 g, similar value recorded in Chillán. While in this last place the oil content in the varieties AO 399 y 49B-ORI agree with the highest values and the 49B-ORI is even higher than those set by Agneli *et al.* (1997).

4. Conclusions

Only species *Calendula officinalis* y *Limnithes alba* could adapt themselves to environmental conditions of Osorno (X Region) and Chillán (VIII Region). *Limnithes alba* has a potential of crop in the surroundings of Osorno (X Region).

The crops that have potential for further development are calendula, crambe, cuphea and sesame for the Chillán zone (VIII Region). In the irrigated Central valley of VIII Region calendula can become a profitable alternative if is possible to mechanize its harvest. *Cuphea* spp. has interesting possibilities, but it is necessary to perform bigger size trials to evaluate its potential. It is adapted more to the north central zone because it doesn't tolerate freezing and needs high temperatures to grow and develop. While the potential for crop of *Stokesia laevis* is limited.

The other species wouldn't be recommendable for harvesting in the area of Chillán..

Acknowledgements

Authors thank to "Fundación para la Innovación Agraria" (FIA), Agriculture Ministry of Chile, for financial support in this project FIA C-01-1A-082.

References

- Angelini, L. G., Moscheni, E., Colonna, G., Belloni, P., Bonari, E., 1997. Variation in agronomic characteristics and seed oil composition of new oilseed crops in central Italy. *Industrial Crops and Products* 6(3-4), 313-323.
- Baye, T., Gudeta, S., 2002. Pest survey of *Vernonia galamensis* in Ethiopia. In: J.Janick and A. Whipkey (Ed.), *Trend in new crops and new uses*. ASHS Press, Alexandria, VA. pp. 219-221
- Baye, T, Kebede, H., Belete, K., 2001. Agronomic evaluation of *Vernonia galamensis* germplasm collected from Eastern Ethiopia. *Industrial Crops and Products* 14, 179-190.
- Bhardwaj, H. L., Rangappa, M., Hamama, A. A., 1998. Establishment of meadowfoam as a new crop in Virginia. In: J. Janick and J.E. Simon (Ed.), *Perspectives of New Crops and New Uses*. ASHS Press, pp. 237-243

Bhardwaj, H. L., A. A. Hamana, M. Rangappa, and D. A. Dierig. 2000. *Vernonia* oilseed production in the mid-Atlantic region of the United States. *Industrial Crops and Products* 12, 119-124

Callan, E. J., C. W. Kennedy. 1995. Intercropping Stokes Aster: Effect of shade on photosynthesis and plant morphology. *Crop Science* 35, 1110-1115.

Callan, N.W., M.P. Westcott, S. Wall-MacLane, J. B. Miller. 2000. *Calendula*. Western Agricultural Research Center, Montana State University. <http://www.montana.edu/wrc/calendula.htm>

Cromack, H. T. H, and J. M. Smith. 1998. *Calendula officinalis* – production potential and crop agronomy in southern England. *Industrial Crops and Products*. 7:223-229.

Dierig, D. A., T. A. Coffelt, F. S. Nakayama, and A. E. Thompson. 1996. *Lesquerella* and *Vernonia*: oilseeds for arid lands. p. 347-354. In: J. Janick (ed.), *Progress in new crops*. ASHS Press, Alexandria, VA.

Endres, G., B. Schatz, and V. Anderson. 1999. *Crambe* Production. NDSU Extension Service, Fargo ND Bull. A-1010.

Fontana, F. L. Lazzeri, L. Malaguti, and S. Galletti. 1998. Agronomic characterization of some *Crambe abyssinica* genotypes in a locality of the Po Valley. *European Journal of Agronomy* 9:117-126.

Froment, M., D. Masterbroek, K. van Gorp, 2004. A growers manual for *Calendula officinalis* L.

<http://www.cafra.gov.uk/00m/sou/research/reports/Calendula%20Manual.pdf>

Gesch, R.W, N.W. Barbour, F. Forcella, and, W.B. Vorhees. 2002a. *Cuphea* growth and development: responses to temperature. p. 213-215. In: J. Janick and A. Whipkey (eds.). *Trends in New Crops and New Uses*. ASHS Press, Alexandria, VA.

Knap, S. J. 1997. *Seed Storage: Trends in domestication of Cuphea*. p. 11-21. In: J. Janick and J. Simon (eds.). *New Crops*. Wiley New York.

Mazzani, B. 1999. Investigación y tecnología del cultivo del ajonjolí en Venezuela. Ediciones del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. <http://ajonoli.cniq.ve>

Novoa et al., 1989.

Sharrat, B. S. and R. W. Gesch. 2004. Water use and root length density of *Cuphea* spp. Influenced by row spacing and sowing date. *Agronomy Journal* 96:1475-1480.

Spencer, C. 2004. Market and production of specialty oils in England. *En: Seminario "Oleaginosas especiales una alternativa productiva para el Sur de Chile"*. 3 Junio. Facultad de Agronomía Universidad de Concepción. Chillán, Chile.

Pascual-Villalobos, M. J., G. Röbbelen, E. Correal, and S. Ehbrecht-von Witzke. 1992. Performance test of *Euphorbia lagascae* Spreng., an oilseed species rich in vernolic acid in South east Spain. *Industrial Crops and Products*, 1(2-4):185- 190.

Perdue, R. E., K. D. Carlson, and M. G. Gilbert. 1986. *Vernonia galamanensis*, potential new crop source of epoxy acid. *Econ. Botany* 40:54-68.

Ploschuk, E. L., G. Cerdeiras, L. Windauer, D. A. Dierig, and D. A. Ravetta. 2003. Development of alternative *Lesquerella* species in Patagonia (Argentina): potential of *Lesquerella angustifolia*. *Industrial Crops and Products*, 18 (1):1-6.

Roseberg, R. J. 1996. Underexploited temperate industrial and fiber crops. p. 60-77. In: J. Janick and J.E. Simon (eds). *Progress in New Crops*. ASHS Press, Alexandria, VA.

14. Bibliografía consultada

- Abak, K., N. Sari and B. Cetiner. 1999. Changes of protein, fat content and fatty acid composition in naked pumpkin seeds influenced. *Acta Hort.* 492: 187-192.
- Angelini, L. G.; E., Moscheni, G. Colonna and P. Belloni. 1997. Variation in agronomic characteristics and seed oil composition of new oilseed crops in Italy. *Industrial Crops and Products* 6, 313-323.
- Ashri, A. 1989. Sesame. p. 375-387. In: Röbbelen, G., R.K. Downey and A. Ashri (eds.). *Oil crops for the world*. McGraw Hill, New York.
- Bavec, F., L.GriL, S. Grobelnik-Mlakar and M. Bavec. 2002. Producción of pumpkin for oil. p.187-193 In: J. Janick and A. Whipkey (eds.). *Trends in new crops and new uses*. ASHS Press, Alexandria, VA.
- Baye, T. and S. Gudeta. 2002. Pest survey of *Vernonia galamensis* in Ethiopia. p. 219-221. In: J. Janick and A. Whipkey (eds.) *Trend in new crops and new uses*. ASHS Press, Alexandria, VA.
- Bhardwaj, H. L., M. Rangappa and A. A. Hamama. 1999. Establishment of meadowfoam as a new crop in Virginia. p. 237-243 In: J. Janick and J.E. Simon (eds.). *Perspectives of New Crops and New Uses*. ASHS Press, Alexandria.
- Callan, E. J. and C. W. Kennedy. 1995. Intercropping Stokes Aster: Effect of shade on photosynthesis and plant morphology. *Crop Science* 35, 1110-1115.
- Callan, N. W., M. P. Westcott, S. Wall-MacLane, and J. B. Miller. 2000. *Calendula*. Western Agricultural Research Center, Montana State University. <http://ag.monatana.edu/warc/calendula.htm>
- Campbell, I. A. 1981. Agronomic potential of Stokes Aster. p. 287-295. In: E. H. Pryde, L. H. Princen, and K. D. Mukherjee (ed.). *New Sources of Fats and oils*. Amer. Oil Chem. Soc. Monograph 9. Champaign, IL.
- Cromack, H. T. H, and J. M. Smith. 1998. *Calendula officinalis* – production potential and crop agronomy in southern England. *Industrial Crops and Products* 7,223-229.
- Diversification with Crambe: an industrial oil crop. 2003. Final Report *Proyect FAIR-CT98-4333*. <http://www.biomatnet.org/secure/Fair/F821.htm>
- Fleck, G., R.T. Bachmann, H. Gerath und M. Wilichowski. 1999. Optimierung des Verarbeitungsprozesses von Calendulasaat. <http://www.shef.ac.uk/~cpe/pg/bachmann/calendul.html> (Fecha consulta 8 abril 2005)
- Froment, M., D. Masterbroek and K. van Gorp, 2004. A growers manual for *Calendula officinalis* L. <http://www.defra.gov.uk/farm/acu/research/reports/Calendula%20Manual.pdf>
- IENICA. s/f. Meadowfoam. <http://www.ienica.net/crops/meadowfoam.htm>. (fecha consulta 6 abril 2005).
- Kleiman, R. 1993 Chemistry of new industrial oilseed crops. p. 196-203. In: J. Janick and J.E. Simon (eds.). *Advances in New Crops*. Timber Press, Portland, OR.

- Knapp, S. and J. M. Crane. 1999. Breeding advances and germplasm resources in meadowfoam: a novel very long chain seed oil. p. 225- 233 *In*: J. Janick and J.E. Simon (eds.). Perspectives of New Crops and New Uses. ASHS Press, Alexandria. <http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1999/v4-225.html>
- Martin, R. J. and B. Deo. 2000. Effect of plant population on calendula (*Calendula officinalis* L.) flower production. New Zealand Journal of Crop and Horticultural Science 28, 37-44
- Mazzani, B. 1999. Investigación y tecnología del cultivo del ajonjolí en Venezuela. Ediciones del Consejo Nacional de Investigaciones Científicas y Tecnológicas. <http://ajonjoli.sian.info.ve>.
- Murkovic, M., A. Hillebrand, S. Draxl, J. Winkler and W. Pfannhauser. 1999. Distribution of fatty acids and vitamin E content in pumpkin seeds (*Cucurbita pepo* L.) in breeding lines. Acta Hort 492:47-55.
- Pascual y Correal (1992) Pascual, M. J. and E. Correal. 1992. Mutation studies of an oilseed spurge rich in vernolic acid. Crop Sci. 32 (1), 95-98.
- Pascual-Villalobos, M. J., G. Röbbelen, E. Correal, and S. Ehbrecht-von Witzke. 1992. Performance test of *Euphorbia lagascae* Spreng., an oilseed species rich in vernolic acid in South east Spain. Industrial Crops and Products 1(2-4), 185- 190.
- Perdue, R. E., K. D. Carlson and M. G. Gilbert. 1986. *Vernonia galamanensis*, potential new crop source of epoxy acid. Econ. Botany 40, 54-68.
- Ploschuk, E. L., G. Cerdeiras, L. Windauer, D. A. Dierig and D. A. Ravetta. 2003. Development of alternative *Lesquerella* species in Patagonia (Argentina): potential of *Lesquerella angustifolia*. Industrial Crops and Products 18 (1), 1-6.
- Princen, L.H. 1990. New crops research and development: A federal perspective. p. 17-20. *In*: J. Janick and J.E. Simon (eds.), Advances in new crops. Timber Press, Portland, OR. www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1990/v1-017.html.
- Roseberg, R. J. 1996. Herbicide tolerance and weed control strategies for lesquerella production. Industrial Crops and Products 5 (2), 133-139.
- Roseberg, R. 1998. Weed may less environmental impact of paint. News & communications services. OSU news. Oregon State University. www.orst.edu/dept/ncs/newsarch/1998/Oct98/weed.htm
- Schuster, W., W. Zipse and R. Marquard. 1983. Der Einfluß von Genotyp und Anbauort auf verschiedene Inhaltstoffe von Samen de Ölkürbis (*Cucurbita pepo* L.). Fette – Seifen – Anstrichmittel 2: 56-64.
- Shands, H. L. and G. A. White. 1990. New crops in the U.S. national plant germplasm system. p. 70-75. *In*: J. Janick and J. E. Simon (eds.). Advances in New Crops, Timber Press Portland, OR.
- Spencer, C. 2004. Market and production of specialty oils in England. *En*: Seminario Oleaginosas especiales una alternativa productiva para el Sur de Chile. Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción. Chillán, Chile. 4 junio
- Turley, D., M. Froment and S. Cook (eds.) 2000. Handbook of Euphorbia: The development of *Euphorbia lagascae* as a new oil crop within the European Community. EC Concerted Action (FAIR-CT98/4460). ADAS Consulting Ltd, Wolverhampton, UK. <http://www.nf-2000.org/publications/fair4460/>

Vogel, R., M. J. Pascual-Villalobos and G. Röbbelen. 1993. Seed oils for new chemical applications. 1. Vernolic acid produced by *Euphorbia lagascae*. *Angew. Bot.* 67, 31-41.

Chemical-technical utilisation of vegetable oils. 1998- 2000. CTVO-NET FAIR-CT97-3884
<http://www.biomatnet.org/secure/Fair/S645.htm> ó (www.nf-2000.org/secure/Fair/S645.htm)

Cuperus, F.P. and J.T.P. Derksen. 1996. High Value-Added Applications from Vernolic Acid. p. 354-356.
In: J. Janick (ed.), *Progress in new crops*. ASHS Press, Alexandria, VA
<http://www.hort.purdue.edu/newcrop/proceedings1996/v3-354.html>

Vegetable Oil for Innovation in Chemical Industries. 1992 - 1993. AGRE-0046 . VOICI
<http://www.biomatnet.org/secure/Eclair/F135.htm>. ó (www.nf-2000.org/secure/Eclair/F135.htm)