



GOBIERNO DE  
**CHILE**  
FUNDACIÓN PARA LA  
INNOVACIÓN AGRARIA

# **INFORME FINAL TÉCNICO Y DE DIFUSIÓN**

**Junio 2011**

## I. ANTECEDENTES GENERALES

<b>NOMBRE DEL PROYECTO</b>			
EVALUACIÓN, ADAPTACIÓN Y VALIDACIÓN DE LOS CULTIVOS DE CAMELINA Y MOSTAZA COMO FUENTE DE MATERIA PRIMA DE BAJO COSTO PARA LA PRODUCCIÓN DE BIODIESEL EN LA VIII, IX Y X REGIONES.			
<b>Código:</b> FIA-PI-C-2007-1-A-008			
<b>Duración</b>		<b>Territorio</b>	
Meses	42	Región (es)	VIII, IX, X
		Comuna (as)	Originales: Chillán, Los Ángeles, Yungay, Temuco, Osorno Efectivas: Chillán, Los Ángeles, El Carmen, Gorbea, Osorno
<b>Período de ejecución</b>			
Fecha de inicio	01/11/2007	Fecha de término	30/04/2011

### 1. Entidad responsable:

Nombre	Giro / actividad	RUT	Representante Legal
Universidad de Concepción	Educación Superior		Fernando Bórquez Lagos

### 2. Agentes asociados:

Nombre	Giro / actividad	RUT	Representante Legal
SOC. AGRÍCOLA, FORESTAL Y GANADERA STA. MATILDE LTDA.	Empresa productiva		Hernán Martínez Chavarría
ALISUR S.A.	Empresas productivas - procesamiento		Felipe Haase Blaña
BIOSEMILLAS	Empresa productiva y/o de procesamiento		Arthur Arriaza Barahona
MOLINERA GORBEA	Industria molinera		Samuel Seco González
ENRIQUE SABUGO (Agricultor de IX)	Agricultor		Enrique Sabugo

### 3. Costos del proyecto:

Costo total	\$149.390.050		
Aporte del Fia (en pesos y % del costo total)	\$ 87.516.000	58.58%	del costo total
Aporte contraparte (en pesos y % del costo total)	\$ 61.874.050	41.42%	del costo total

#### 4. Coordinadores del proyecto:

Nombre	Formación/grado académico	Empleador	Función y responsabilidad dentro del proyecto
Marisol Berti	Ing. Agrónomo, Ph.D.	Universidad de Concepción	Coordinadora principal
Rosemarie Wilckens	Lic. Biología, Dr. rer. Nat.	Universidad de Concepción	Coordinadora alterna

## II. RESUMEN EJECUTIVO

Resumen ejecutivo del desarrollo del proyecto, sus objetivos, justificación, resultados e impactos logrados. Debe ser **globalizante**, incorporando aspectos de importancia general dentro del proyecto, y dejando el detalle de la discusión en el Texto Principal. Debe ser corto y específico, no repitiendo las discusiones, análisis y calificaciones específicas contenidas en el Texto Principal.

Se importaron tres variedades de *Camelina sativa* desde Estados Unidos y tres variedades de mostaza (*B. juncea*) desde Canadá. Con esto se cumplió el Hito N°1 del proyecto que era lograr la internación de las semillas tanto para fines de R&D y de producción comercial. Además, se eligieron los terrenos para los ensayos en cinco localidades: Chillán, El Carmen, Los Angeles, Gorbea y Osorno. El ensayo de fechas de siembra se planificó con 5 fechas. Al cierre del primer informe se habían sembrado las 2 primeras fechas en las cinco localidades, de acuerdo al calendario establecido. Los ensayos de fertilización para mostaza y camelina se sembraron entre el 21 de abril y el 6 de mayo de 2008 en las cinco localidades e incluyeron tratamientos de fertilización con N, P y S en El Carmen y Osorno y sólo de N y S en las otras tres localidades. El ensayo de herbicidas en camelina se pospuso para ser sembrado en agosto debido a las bajas temperaturas de la época otoñal. Se agregaron dos ensayos a los propuestos originalmente. En el primero se estableció un ensayo sembrando 26 variedades de raps en las cinco localidades y en el segundo se realizaron ensayos de variedades de camelina y mostaza. De acuerdo a los resultados, con las 2 primeras fechas de siembra se lograron los mayores rendimientos de semilla y de aceite para camelina y mostaza en la localidad de Osorno.

En el año 1, los ensayos de fertilización para mostaza y camelina se fertilizaron con N y S al estado de 4 hojas verdaderas (primera parcialización) y la segunda parcialización se hizo antes de la emisión del tallo floral. Los resultados indican que la camelina responde positivamente ante la fertilización nitrogenada, pero sólo hasta una dosis de 75 kg N/ha. Esto demuestra que alcanza su potencial con menos de la mitad del N que requiere el raps (testigo) que respondió hasta 200 kg N/ha. No se observó efecto significativo del azufre ni del fósforo sobre el rendimiento de semillas en ninguna de las localidades evaluadas. El ensayo de fertilización de mostaza en El Carmen se perdió por descalce y, por lo tanto, no se cosechó. En mostaza el rendimiento de semillas aumentó con dosis crecientes de N en Osorno y Los Angeles. La mostaza requiere de la misma cantidad de N que en raps para lograr el potencial de rendimiento.

El ensayo de herbicidas de presiembra incorporado y post emergencia en camelina se sembró desde el 3 de septiembre en el año 1. Los resultados del primer año no permiten entregar una recomendación, ya que la emergencia de camelina fue deficiente en todos los tratamientos, incluso el testigo en el ensayo de aplicación del herbicida en presiembra. Cuando se aplicó después de la emergencia la menor fitotoxicidad se obtuvo con metazachlor y clopyralid, aunque el control de malezas no fue eficiente. Debido al alto enmalezamiento del ensayo posterior a la evaluación, no se cosechó. En cuanto a los dos ensayos agregados a la propuesta original, evaluación de variedades de raps, de camelina y de mostaza, quedó en evidencia que el rendimiento de semillas de los híbridos de raps son superiores a los cultivares de polinización abierta de raps, destacándose 'Monalisa'. En camelina y mostaza no se

observaron diferencias entre variedades en ninguna de las localidades. El mayor potencial de rendimiento de camelina y mostaza se determinó en la localidad Osorno. Para camelina el rendimiento de semillas alcanzó un máximo de 2380 kg/ha, muy cercano a la meta de 2500 kg/ha considerada en el hito 2 del proyecto.

La evaluación económica actualizada con los datos reales de rendimiento de semilla y contenido de aceite arrojó una TIR para camelina de 89% y un VAN (12%) de \$125.068. superando al meta para el primer año. En mostaza, la TIR alcanzada fue de 50% con un VAN (12%) de 77.789. El alto costo del herbicida Eurolighting en mostaza aumentó los costos del cultivo resultando en una TIR inferior a lo esperado.

En el año 2, el ensayo de fechas de siembra se redujo a 4 localidades (Chillán, El Carmen, Los Ángeles y Osorno) y a 3 fechas de siembra. Por otro lado, los ensayos de fertilización se sembraron sólo en Chillán y Osorno e incluyeron sólo tratamientos con N y S. Mientras que los ensayos de herbicidas de presembrado y post emergencia se sembraron el 7 de mayo de 2009. Así mismo, el ensayo de variedades de raps se redujo a 24 cultivares en las localidades de Chillán, Los Angeles, Traiguén, Victoria y Osorno, los que se encuentran sembrados a esta fecha.

En el segundo año de ensayos (2009), el ensayo de fechas de siembra se redujo a 4 localidades (Chillán, El Carmen, Los Ángeles y Osorno) y a 3 fechas de siembra. Por otro lado, los ensayos de fertilización se sembraron sólo en Chillán y Osorno e incluyeron sólo tratamientos con N y S. Mientras que los ensayos de herbicidas de presembrado y post emergencia se sembraron el 7 de mayo de 2009. Así mismo, el ensayo de variedades de raps se redujo a 24 cultivares en las localidades de Chillán, Los Angeles, Traiguén, Victoria y Osorno.

Los resultados en la segunda temporada muestran que en el ensayo de fechas de siembra se alcanzaron los mayores rendimientos de camelina en Osorno y El Carmen en las fechas 3 y 2 respectivamente, las fechas 1 tuvieron baja población debido a sequía luego de la siembra y heladas durante la emergencia de plántulas. Lo mismo se repitió para el contenido de aceite, el que alcanzó un máximo de 44,5% en Los Ángeles, el mayor contenido reportado a la fecha en todo el mundo, lo que demuestra el gran potencial de la camelina en Chile.

Para la mostaza se logró el mayor rendimiento de semillas en El Carmen en las fechas 1 y 3, superando los 2200 kg/ha en ambos casos; la fecha 2 sufrió alto descalce por heladas otoñales. No hubo diferencias en el contenido de aceite al variar la fecha de siembra, alcanzando el mayor contenido en fecha 1 de Osorno (44,1%). Para raps no hubo diferencia significativa en rendimiento ni contenido de aceite al variar la fecha de siembra; a excepción de Osorno, para rendimiento (mayor en F1) y en Chillán para contenido de aceite (mayor en F3).

En cuanto al ensayo de fertilización de camelina, sólo hubo diferencias significativas en rendimiento en Chillán, al aumentar la dosis de N hasta los 150 kg N/ha. No hubo respuesta ante la aplicación de azufre. En ambas localidades se observó un aumento de la tendadura por sobre los 75 kg N/ha; igual situación ocurrió la primera temporada. El N o S no afectó el contenido de aceite en ninguna de las dos localidades. Para mostaza, no hubo diferencias significativas para rendimiento de semillas ni contenido de aceite ante las diferentes dosis de N y S, resultado distinto al del primer año y que amerita nuevos estudios, más aún al saber que los rendimientos fueron bajísimos en esta temporada en ambas localidades; por anegamiento en Chillán y exceso de lluvias primaverales e invernales que propiciaron la germinación y desarrollo de malezas en Osorno. En cuanto al ensayo de herbicidas de presembrado y post emergencia en camelina, para el primer caso sólo es efectiva la trifluralina incorporada el mismo día de la siembra y en post emergencia resultó mejor que el resto el herbicida metazachlor aplicado al estado de 8 hojas verdaderas de camelina, aunque su efectividad es baja ante malezas ya emergidas. En el ensayo de variedades de raps, al igual que en la temporada anterior se lograron los mayores rendimientos con el uso de cultivares híbridos, siendo las localidades de Victoria y Osorno las que alcanzaron los mayores rendimientos, con variedades que superaron los 4000 kg/ha. En el ensayo de

variedades de camelina se observa que en Chillán las 4 variedades originalmente utilizadas en este ensayo en el año 1, lograron la mayor densidad de plantas, mayor altura y lo que es más importante, el mayor rendimiento. En Osorno no hubo diferencias significativas.

En cuanto a las siembras precomerciales del año 2009, en Osorno se logró un rendimiento de 800 kg/ha de semilla de camelina y 1200 kg/ha de mostaza, siendo bajos debido al inusual clima del año.

### **III. INFORME TÉCNICO**

#### **1. Objetivos del Proyecto:**

- Descripción del cumplimiento de los objetivos general y específicos planteados en la propuesta de proyecto, en función de los resultados e impactos obtenidos.
- En lo posible, realizar una cuantificación relativa del cumplimiento de los objetivos.

#### **General**

Introducir los cultivos de camelina y mostaza al país y demostrar agronómica y tecnológicamente su competitividad y rentabilidad como oleaginosas de bajo costo de producción para la industria de biodiesel en las VIII, IX y X regiones.

El objetivo general se cumplió en gran medida, ya que en primer lugar se logró introducir los cultivos de camelina y mostaza al país luego de su autorización por parte del servicio Agrícola y ganadero (SAG). La semilla de camelina se internó desde Estados Unidos con un convenio de investigación entre la empresa Great Plains (Duane Johnson), la North Dakota State University (Burton Johnson) y la Universidad de Concepción. En el caso de mostaza, la semilla fue proporcionada por la empresa canadiense Viterra, la que fué multiplicada en los winter nursery de la empresa canadiense en Gorbea por lo que no fue necesario internarlas al país nuevamente. En segundo lugar, se logró demostrar agronómica y tecnológicamente su competitividad y rentabilidad como oleaginosas de bajo costo de producción para la industria de biodiesel en las VIII, IX y X regiones. Esto último se logró luego de tres años de ensayos y desarrollo de siembras semi comerciales en las tres regiones mencionadas, en donde se concluye que los cultivos de camelina y mostaza presentan su mejor adaptación en la X región, donde lograron su mayor potencial de rendimiento y como consecuencia, la mejor rentabilidad para los productores, que en el caso de camelina puede superar los \$200.000 pesos de ingreso neto por hectárea, con un costo de producción de \$290.000 pesos por hectárea; cifra que representa aproximadamente la mitad de la inversión requerida por el cultivo de raps, que es el cultivo testigo en esta investigación y que presenta ingresos netos similares y una calidad de biodiesel también similar.

#### **Específicos**

a. Introducir y evaluar agronómicamente su adaptación a cuatro áreas agroclimáticas distintas: valle central y precordillera (VIII región), valle central (IX región) y secano interior (X región).

Ambas especies fueron autorizadas para ser introducidas en Chile. Las semillas de camelina llegaron al país en abril de 2008 provenientes de USA (cultivares: Suneson, Blaine Creek y Gold of Pleasure) y las de mostaza fueron multiplicadas en Gorbea por la empresa canadiense Viterra, quienes proporcionaron la semilla; específicamente tres cultivares (J052-014556, J052-07993 y J052-07146), los que están protegidos a través de un sistema de PVP (Plant Variety Protection), pero están disponibles durante la

ejecución del proyecto para fines de investigación y desarrollo. Se evaluó su adaptación a las cuatro áreas agroclimáticas mencionadas durante tres años de ensayos y desarrollo de siembras semicomerciales, dando como resultados generales, una mejor adaptación de ambos cultivos en el secano interior de la X región (Osorno). Siendo también destacable la obtención del mayor contenido de aceite de camelina (45,8%) reportado a nivel mundial en el valle central de la VIII región (Los Ángeles). La mostaza resultó ser una especie poco tolerante a heladas, por lo que se recomienda no sembrarla después del 30 de abril en la zona precordillerana de la VIII región.

b. Demostrar, mediante evaluaciones técnica-económicas, los menores costos de producción y la mayor rentabilidad de los cultivos de camelina y mostaza en relación con el cultivo de raps.

Luego de tres años trabajando con estos nuevos cultivos, se puede concluir que el cultivo de camelina presenta un menor costo de producción que el cultivo del raps; de alrededor del 50%, lo que está dado por la menor demanda de fertilizante, en especial el nitrogenado. Además, es un cultivo que no requiere aplicaciones de insecticidas ni funguicidas, ya que no se ha reportado ataque de insectos ni hongos. Esta economía de costos en relación al raps, hace que camelina sea una buena alternativa para la agricultura del secano en la zona centro sur de Chile, contando con un ingreso neto de más de \$200.000 pesos por hectárea en la ciudad de Osorno, similar a lo obtenido en raps, pero con el doble de costo. En cuanto a la mostaza, la rentabilidad no ha sido la esperada, esto está dado por dos aspectos: el primero es que no se ha logrado llegar al rendimiento potencial del cultivo (entre 2.500 y 3.200 kg/ha), lo que hace disminuir los ingresos en comparación al raps, que logra rendimientos superiores a los 3.000 kg/ha, y el segundo aspecto, es que los costos de producción de mostaza son muy similares a los de raps, por lo que el balance arroja una rentabilidad muy inferior a la esperada.

c. Validar técnica y económicamente los cultivos de camelina y mostaza en las VIII, IX y X regiones como alternativas de cultivo más rentables y competitivas en comparación al cultivo de raps.

En las tres regiones en estudio, camelina y mostaza presentaron sus más altos rendimientos al sembrarse entre la segunda quincena de abril y la primera de mayo, comportamiento que también se repite en raps. Competitivamente, la camelina presenta una mejor adaptación que el raps a zonas de precordillera, en donde el raps sufre pérdidas debido a daño por heladas (descalce de plantas), también en zonas de secano, con bajas precipitaciones y suelos de menor calidad (menor fertilidad, menor materia orgánica y menor profundidad) en donde el raps no es competitivo.

Tal como se mencionó anteriormente, la camelina presenta un costo de producción muy inferior al de raps y una rentabilidad similar, lo que lo hace un cultivo interesante para los agricultores en zonas de secano y con suelos en que el raps no es competitivo.

En algunos puntos la mostaza también presenta un comportamiento superior al raps, ya que tolera mejor la baja disponibilidad de agua y su cultivo en suelos de menor calidad. Además presenta una gran ventaja en relación al raps, que es la indehiscencia en tiempos de cosecha; es decir, no sufre pérdida de semillas por desgrane, a diferencia del raps que presenta este problema y que muchas veces complica su cosecha. No obstante estas ventajas; la mostaza no ha logrado ser tanto o más rentable que el raps, debido a su bajo rendimiento en comparación al raps y a sus costos de producción similares.

d. Validar el aceite de camelina y mostaza como producto de calidad para la producción de biodiesel.

Los estudios realizados en el laboratorio de biocombustibles de la Universidad de la Frontera muestran que el biodiesel de camelina es de buena calidad. El aceite de camelina presenta un grado de acidez que hace posible obtener biodiesel a través del proceso de transesterificación alcalina con buenos

porcentajes de conversión y viscosidad. Por otra parte, al tener mayor porcentaje de cadenas insaturadas incide en un mejor comportamiento a bajas temperatura, disminuyendo el punto de obstrucción al filtro en frío (PBFF), el punto de niebla (PN) y el punto de escurrimiento (PE). Estas características lo hacen un producto de calidad apreciada en la industria de la navegación aérea, prueba de esto es que la fuerza aérea de USA está utilizando jet fuel de camelina para sus aviones de guerra.

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

Durante los tres años en que se desarrolló el proyecto, la entidad ejecutora estuvo siempre en contacto con sus agentes asociados, con el fin de hacerlos partícipes de las decisiones tomadas en terreno. También se les mantuvo informados de los resultados parciales del proyecto con la entrega de los informes de avance y con la primera cartilla de recomendaciones y manejo de los cultivos de camelina y mostaza desarrollada por la entidad ejecutora. De esta forma, los agentes asociados cuentan con la información y experiencia necesarias para seguir cultivando estas especies una vez que exista demanda por parte de la industria.

También se han realizado actividades de transferencia tecnológica, como días de campo y charlas de difusión de resultados; en total cuatro, dos días de campo en 2008 (Chillán y Osorno) y dos charlas el 2010 en las mismas localidades, incluyendo visita a siembras pre comerciales en el caso de Chillán.

También el proyecto ha generado impactos científicos y en formación, que ayudan a la difusión de resultados. Dentro de los primeros, se han realizado dos publicaciones científicas en revistas de la especialidad y se está desarrollando una tercera. Además, durante el año 2009 se organizó un Congreso Internacional en conjunto con la AAIC (Asociación para el Avance de Cultivos Industriales), en donde se expusieron resultados parciales bajo la forma de una presentación oral y cuatro pósters. En cuanto a los segundos, se han realizado tres tesis de pregrado y dos de postgrado, más una pasantía para un alumno de postgrado a la North Dakota State University (USA) por tres meses durante el año 2010.

## 2. Metodología del Proyecto:

- Descripción de la metodología efectivamente utilizada (*aunque sea igual a la indicada en la propuesta de proyecto original*).
- Principales problemas metodológicos enfrentados.
- Adaptaciones o modificaciones introducidas durante la ejecución del proyecto, y razones que explican las discrepancias con la metodología originalmente propuesta.
- Descripción detallada de los protocolos y métodos utilizados, de manera que sea fácil su comprensión y replicabilidad (*se pueden incluir como anexos*).

## 2.1 Introducción de tres cultivares de camelina y tres de mostaza.

### Descripción de etapa

<b>N°</b>	<b>1</b>			
<b>Nombre</b>	Introducción de tres cultivares de camelina y tres de mostaza.			
<b>Descripción</b>				
La semilla de camelina se internó desde Estados Unidos y la semilla de mostaza proveniente de Canadá				
<b>Duración</b>	Meses	5	Fecha inicio etapa	01/11/07
			Fecha término etapa	30/04/08
<b>N° del o los resultados al que responde</b>			1	
<b>Identificación de las actividades de la etapa</b>				
<b>N°</b>	<b>Nombre</b>		<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de término</b>
1	Solicitar semilla de camelina y mostaza a Estados Unidos		1/11/07	28/12/07
2	Ingreso semillas a Chile		1/01/08	30/04/08
3	Diseño y organización de ensayos en las diferentes localidades		1/11/07	30/04/08

Los trámites con el SAG para internar semilla de camelina y mostaza se realizaron con éxito. La semilla se internó desde Estados Unidos con un convenio de investigación entre la empresa Great Plains de Montana, Estados Unidos (Sam Huttenbauer (CEO), Duane Johnson), y la Universidad de Concepción. Los cultivares están protegidos a través de un sistema de PVP (Plant Variety Protection), pero estuvieron disponibles durante la ejecución del proyecto para fines de investigación y desarrollo.

El ingreso de semillas de camelina se comenzó a tramitar en noviembre de 2007 ya que no existía resolución para su ingreso por lo que se envió el formulario N°2 (adjunto) a la Dra. Jennifer Lemly de la oficina de APHIS, USDA en Washington, Estados Unidos. El APHIS envió la información al SAG chileno internamente en enero de 2008, una vez recibidos los documentos el SAG procedió a realizar el análisis de riesgo de plagas (ARP) el que estuvo listo a fines de marzo, la resolución final fue sancionada con fecha 21 de abril de 2008 (Se adjunta resolución).

Las semillas de mostaza (*Brassica juncea*) tienen una resolución permanente de importación (N° 3106, según lo dispuesto en el Decreto Ley N° 18.755 Orgánica del SAG de 1989 y posteriores modificaciones; ver anexo), por lo que no fue necesario solicitar el permiso de importación especial. Además las semillas entregadas por la empresa Viterra de Canadá en abril fueron multiplicadas en los 'winter nursery' de la empresa canadiense en Gorbea, con el Dr. Nilo Lizama, por lo que no fue necesario internarlas nuevamente. Se adjunta convenio entre la empresa Viterra y la Universidad de Concepción que indica que las semillas solo podrán ser utilizadas con los fines dispuestos para el proyecto (Se adjunta en anexos).

## 2.2 Evaluación de fechas de siembra en cinco localidades

### Descripción de etapa

N°	2			
Nombre	Evaluación de fechas de siembra en cinco localidades			
Descripción	Se sembrará 3 cultivares de camelina y 3 cultivares de mostaza y dos cultivares de raps (testigo) en cinco fechas de siembra en cinco localidades diferentes entre la Región del Bío-Bío y la Región de los Lagos.			
Duración	Meses	26	Fecha inicio etapa	01/04/08
			Fecha término etapa	01/06/10
N° del o los resultados al que responde	2,3			
Identificación de las actividades de la etapa				
N°	Nombre	Fecha de inicio	Fecha de término	
1	Selección terrenos para ensayos de fecha de siembra año 1.	01/04/08	01/05/08	
2	Siembra ensayo fechas de siembra año 1.	21/04/08	15/08/08	
3	Evaluación fenológica año 1.	15/05/08	15/12/08	
4	Cosecha ensayos año 1.	15/12/08	20/01/09	
5	Análisis de contenido de aceite y ácidos grasos año 1.	02/03/09	01/06/09	
6	Selección terrenos para ensayos de fecha de siembra año 2. (sólo 3 fechas de siembra y 4 localidades)	01/04/09	01/05/09	
7	Siembra ensayo fechas de siembra año 2.	15/04/09	29/05/09	
8	Evaluación fenológica año 2.	15/05/09	15/12/09	
9	Cosecha ensayos año 2.	15/12/09	20/01/10	
10	Análisis de contenido de aceite y ácidos grasos año 2.	01/03/10	01/06/10	

Para este ensayo se utilizaron tres cultivares de camelina (Suneson, Blaine Creek y Gold of Pleasure), tres de mostaza (J052-014556, J052-07993 y J052-07146) y dos cultivares de raps los que fueron utilizados como testigo (Vision (CPA) y Exagone (Hyb)) las fechas planificadas fueron 30 abril, 15 de mayo, 30 mayo, 30 junio y 30 julio al 15 agosto. Se agrego una fecha de siembra al ensayo original (30 de abril) por lo que las siembras partieron 15 días antes de lo propuesto en el proyecto original (Tabla 1.0), esto se debió a que en las localidades en que se sembró se acentúa el riego de pérdida de plantas por descalce en siembras posteriores al 30 de abril (daño provocado por las heladas). Las 5 localidades planificadas fueron Chillán, Yungay, Los Angeles, Victoria y Osorno, sin embargo, las localidades de Yungay y Victoria fueron reemplazadas por El Carmen y Gorbea respectivamente; por motivos de disponibilidad de terreno en el primer caso y de cercanía con la Molinera Gorbea, socio del proyecto, en el segundo caso.

El diseño experimental correspondió a bloques completos al azar con un arreglo de parcelas subdivididas con 4 repeticiones. La parcela principal correspondió a la especie (camelina, raps, y mostaza), la subparcela correspondió a la fecha de siembra (F1,F2,F3,F4,F5) y la sub-subparcela al cultivar; tres para camelina, tres para mostaza y 2 para raps. Cada unidad experimental constó de 6 hileras de 5 m de largo y sembradas a 30 cm entre hilera, por lo que cada parcela abarcó un área de 9 m<sup>2</sup>.

En Osorno, la unidad experimental constó de 4 hileras de 5 m de largo y a 36 cm entre hileras, este cambio se hizo para facilitar la siembra, ya que se marcaron las hileras con una sembradora con distancia fija a 36 cm entre hilera.

Todas las siembras se realizaron a mano durante el primer año ya que la sembradora encargada para sembrar no estuvo terminada hasta la primavera del año 2008.

La fertilización del ensayo de fechas de siembra se realizó de acuerdo al análisis de suelo (Adjunto). Los nutrientes aplicados, herbicidas y fungicidas se indican en la tabla 1.1, así como las fechas de realización de cada actividad en cada localidad. Como fertilizante nitrogenado se usó Urea (46 % N), como fertilizante fosfatado se usó Super fosfato triple (46 %  $P_2O_5$ ) y como fertilizante azufrado Fertiyeso granulado (16 %  $SO_4$ ).

Se evaluó la fenología del cultivo (emergencia, floración y densidad) y previo a la cosecha se registró la altura de 6 plantas por unidad experimental.

La cosecha se hizo de forma manual y el material cosechado se trilló con una trilladora estacionaria. Se cosecharon los tratamientos de acuerdo a la fecha de siembra y se evaluó rendimiento de semillas y los componentes del rendimiento (número de silicuas (fruto) por planta, número de semillas por silicua y peso de 1.000 semillas), contenido de aceite y composición de ácidos grasos en la semilla cosechada.

La cosecha se realizó de la siguiente forma para éste y los demás ensayos:

1. Se eliminaron los bordes de cada parcela; es decir, la primera y la sexta hilera y 0,5 m al principio y fin de las hileras, quedando las hileras con 4 metros de largo. Esto se hizo para disminuir el error experimental al tener parcelas contiguas.
2. Se cosechó manualmente y a ras de piso 1 metro lineal de plantas en las hileras centrales (3 y 4) con el fin de calcular la biomasa de la muestra una vez secada en invernadero.
3. Se cosechó manualmente el resto de la parcela y se trasladó el material hacia la trilladora.
4. Las muestras de biomasa se pesaron una vez secadas en invernadero por alrededor de una semana. De cada muestra se sacaron posteriormente tres plantas para registrar el número de silicuas (frutos) por planta y en 20 silicuas seleccionadas al azar el número de semillas por silicua. Finalmente, se calculó el peso de 1.000 semillas, el que se determinó contando 250 semillas las que se pesarán en una balanza analítica de peso máximo 200 g. expresando el resultado como peso de 1.000 semillas
5. Se utilizó una trilladora estacionaria para obtener la semilla juntando para cada muestra la muestra de biomasa y del resto de material cosechado en la misma parcela.
6. La semilla obtenida se limpió de residuos vegetales y de suelo mediante una seleccionadora de semillas.
7. Finalmente se pesó la semilla obtenida en cada parcela, lo que permitió conocer el rendimiento de semilla obtenido para cada repetición de los diferentes tratamientos.
8. Se envió una muestra de 40mL de semillas de camelina, raps y mostaza de cada unidad experimental de cada localidad a la North Dakota State University, Fargo, North Dakota, para el análisis de contenido de aceite que fue realizado personalmente por la Directora del proyecto, Marisol Berti, con un equipo de Resonancia Nuclear Magnética NMR 2000.
9. La composición de ácidos grasos fue realizada con un cromatógrafo de gases Varian 2000 perteneciente a la Facultad de Agronomía de acuerdo a métodos establecidos para la determinación de la composición del aceite. El equipo tuvo una falla técnica el 11 de mayo y por lo tanto no se pudo completar las muestras a analizar y sólo se analizaron las muestras de fechas de siembra de mostaza y camelina de Osorno y de Los Angeles sólo de camelina.

**Tabla 1.0. Fechas de siembra y manejo realizado en las distintas localidades del ensayo de fechas de siembra (año 1).**

Actividad o Descripción	Chillán	El Carmen	Los Angeles	Gorbea	Osorno
<b>Descripción y coordenadas de la localidad</b>	Estación Experimental El Nogal, Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción, 36°35'43,2'' S y 72°04'39,9'' W. Región del Bio Bio	Fundo Los Naranjos. Soc, Agrícola, Forestal y Ganadera Ltda. Comuna El Carmen. Región del Bío-Bío	Fundo Santa Matilde, km 2, camino a Antuco. Región del Bio-Bio	Cuarta Faja km 2, Molinera Gorbea, Gorbea, Región de la Araucanía	Fundo el Roble, Camino a Trumao km 35, Comuna Osorno. Región de Los Lagos. 40°24' S y 73°10' W.
<b>Fecha de siembra</b>					
F1	21/04/08	22/04/08	24/04/08	29/04/08	02/05/08
F2	12/05/08	13/05/08	14/05/08	14/05/08	28/05/08
F3	30/05/08	02/06/08	06/06/08	02/07/08	01/07/08
F4	26/06/08	08/07/08	03/07/08	01/08/08	31/07/08
F5	28/07/08	29/07/08	29/07/08	19/08/08	18/08/08
<b>Fertilización</b>					
Fósforo (dosis kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha, fecha)	x	277, (13/05/08)	x	331,(02/07/08)	100,(28/05/08)
Potasio (dosis kg K <sub>2</sub> O/ha (fecha)	x	x	51 15/05/08	184 15/05/08	x
N (dosis kg N/ha, fecha)	200-100 (26/06/08-03/09/08), (26/08/08-15/10/08)	200-100 (08/07/08-11/09/08), (08/08/08-15/10/08)	200-100 (03/07/08-21/08/08), (11/09/08-16/10/08)	200-100 (02/07/08-01/10/08), (20/08/08-13/11/08)	200-100 (01/07/08-19/08/08), (31/09/08-04/11/08)
S (dosis kg/ha (SO <sub>4</sub> <sup>-2</sup> ), fecha)	40-20 (26/06/08-03/09/08) (26/08/08-15/10/08)	40-20 (08/07/08-11/09/08), (08/08/08-15/10/08)	40-20 (03/07/08-21/08/08), (11/09/08-16/10/08)	40-20 (02/07/08-01/10/08), (20/08/08-13/11/08)	40-20 (01/07/08-19/08/08), (31/09/08-04/11/08)
Observac.	Dosis mayor para raps y menor para camelina y mostaza. Fechas de parcialización N°1 y 2. Hay amplio rango debido a que son 5 fechas de siembra y por lo tanto 5 distintas fechas de aplicación.				
<b>Herbicidas</b>					
Producto	Butisan (Metazachlor)	x	x	Butisan (Metazachlor)	Butisan (Metazachlor)
Fecha	12/05/08			29/05/08	29/05/08
					01/07/08

					31/07/08
Observaciones	Solo raps F1 a F3			Solo raps F1 a F3	Solo raps F1 a F3
Dosis	2,3 L/ha			2,3 L/ha	2,3 L/ha
<b>Producto</b>	Aramo (Tepraloxymidim)	Aramo (Tepraloxymidim)	Aramo (Tepraloxymidim)	Aramo (Tepraloxymidim)	Aramo (Tepraloxymidim)
Fecha	04/08/08	08/08/08	06/06/08	20/08/08	01/07/08
Observaciones	Para control de gramíneas.	Para control de gramíneas.	Para control de gramíneas.	Para control de gramíneas.	Para control de gramíneas.
Dosis	0.75 L/ha	0.75 L/ha	0.5 L/ha	0.75 L/ha	0.75 L/ha
<b>Producto</b>	Eurolightning (Imazamox + Imazapyr)	x	x	x	Eurolightning (Imazamox + Imazapyr)
Fecha	04/08/08				31/07/08
Observaciones	Sólo a Mostaza F1				Sólo a mostaza F1
Dosis	0.55 L/ha				0.55 L/ha
<b>Fungicidas</b>					
<b>Producto</b>	Caramba (Metconazole)	x	x	x	Caramba (Metconazole)
Fecha	04/08/08				31/07/08
Observaciones	A los 3 cultivos				A raps y mostaza
Dosis	1 L/ha				1 L/ha
<b>Producto</b>	x	Matador (Tebuconazole + Triadimenol)			
Fecha		29/07/08	29/07/08	20/08/08	31/07/08
Observaciones		A los 3 cultiv.	A los 3 cultiv.	A los 3 cultiv.	A Camelina
Dosis		0.75 L/ha	0.75 L/ha	0.75 L/ha	0.75 L/ha
<b>Insecticidas</b>					
<b>Producto</b>	Karate Zeon (Lambdacihalotrina)		Karate Zeon (Lambdacihalotrina)		

Fecha	10/11/08		11/07/08		
Observaciones	Para control de pulgones. A Mostaza y Raps		A mostaza y raps para control de gusanos cortadores		
Dosis	200 mL/ha		350 mL/ha		

x : No fue necesario aplicarlo o se aplicó otro producto que se indica.

Este ensayo y los siguientes que se describirán, se repitieron nuevamente el siguiente año (2009), ya que para poder cumplir los objetivos del proyecto, que involucran la evaluación agronómica y adaptación de estos nuevos cultivos a cuatro áreas agroclimáticas distintas en tres regiones, es elemental sacar conclusiones a partir de resultados de más de una temporada, ya que una actividad como la agricultura varía mucho de un año a otro debido a las condiciones climáticas que condicionan o influyen sobre el comportamiento de los cultivos; haciendo variar las fechas de siembra y de cosecha, registrando mayor o menor nivel de precipitaciones o incluso variando su distribución en la temporada.

En el año 2 (2009), y según el plan operativo actualizado, el ensayo se redujo a 3 fechas de siembra y se realizó en 4 localidades (Chillán, El Carmen, Los Ángeles y Osorno). El diseño experimental correspondió a bloques completos al azar con un arreglo de parcelas subdivididas con 4 repeticiones para Chillán y 3 para las demás localidades. La parcela principal correspondió a la especie (camelina, raps, y mostaza), la subparcela a la fecha de siembra (F1, F2, F3) y la sub-subparcela al cultivar (tres para camelina, tres para mostaza, 2 para raps). Cada unidad experimental constó de 6 hileras de 5 m de largo y sembradas a 30 cm entre hilera en todas las localidades.

A diferencia del primer año, en que todas las siembras se realizaron a mano, para el año 2 si estuvo disponible la sembradora comprada con fondos del proyecto, lo que permitió sembrar los ensayos en forma mucho más rápida y eficiente.

La fertilización del ensayo de fechas de siembra se realizó de acuerdo al análisis de suelo (Adjunto en anexos).

Se hizo el manejo fitosanitario acorde a cada especie (Tabla 1.1) y se procedió a realizar las diversas evaluaciones, partiendo por las fenológicas, como fechas de emergencia y floración, densidad de plantas y altura de plantas (3 por parcela, previo a la cosecha). Se eliminaron algunas evaluaciones de postcosecha, ya que los resultados de la primera temporada son suficientes para concluir cual es el efecto de las fechas de siembra en el rendimiento de biomasa y componentes del rendimiento (número de silicuas por planta, semillas por silicua y peso de 1.000 semillas). Por lo tanto, el procedimiento de cosecha y las evaluaciones realizadas el año 2 fueron las siguientes:

1. Se eliminaron los bordes de cada parcela; es decir, la primera y la sexta hilera y 0,5 m al principio y fin de las hileras, quedando 4 hileras con 4 metros de largo. Esto se hizo para disminuir el efecto borde y disminuir el error experimental.
2. Se cosechó manualmente la parcela y se trasladó el material previamente identificado a una trilladora estacionaria.
3. La semilla obtenida se limpió de residuos vegetales y de suelo mediante una seleccionadora de semillas.
4. Finalmente se pesó la semilla obtenida en cada parcela, lo que permitió conocer el rendimiento de semilla obtenido para cada unidad experimental.
5. Se envió una muestra de 40mL de semillas de camelina, raps y mostaza de cada unidad experimental de cada localidad a la North Dakota State University (NDSU), Fargo, North Dakota, para el análisis de contenido de aceite que será realizado con un equipo de Resonancia Nuclear Magnética NMR 2000.

**Tabla 1.1. Fechas de siembra y manejo realizado en las distintas localidades del ensayo de fechas de siembra (año 2).**

Actividad o Descripción	Chillan	El Carmen	Los Ángeles	Osorno
<b>Descripción y coordenadas de la localidad</b>	Estación Experimental El Nogal, Facultad de Agronomía. Universidad de Concepción, 36°35'43,2'' S y 72°04'39,9'' W. Región del Bio-Bio	Fundo Los Naranjos. Soc, Agrícola, Forestal y Ganadera Ltda. Comuna El Carmen. Región del Bio-Bío	Fundo Santa Matilde, km 2, camino a Antuco. Región del Bio-Bio	Fundo el Roble, Camino a Trumao km 35, Comuna Osorno. Región de Los Lagos. 40°24' S y 73°10' W.
<b>Fecha de siembra</b>				
F1	17/04/09	06/05/09	23/04/09	28/04/09
F2	05/05/09	26/05/09	14/05/09	28/05/09
F3	20/05/09	10/06/09	02/06/09	15/06/09
<b>Fertilización</b>				
Fósforo(dosis kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha, fecha)	0	100 (06/05/09)	100 (23/04/09)	100 (28/04/09)
N (dosis kg N/ha), fecha)	200-100 (09/06/09-10/08/09), (10/08/09-21/09/09)	200-100 (31/07/09-25/08/09), (23/09/09)	200-100 (31/07/09-25/08/09), (23/09/09)	200-100 (29/07/09-14/09/09), (14/09/09-19/10/09)
S (dosis kg/ha (SO <sub>4</sub> ), fecha)	40-20 (09/06/09-10/08/09), (10/08/09-21/09/09)	40-20 (31/07/09-25/08/09), (23/09/09)	40-20 (31/07/09-25/08/09), (23/09/09)	40-20 (29/07/09-14/09/09), (14/09/09-19/10/09)
Observac.	Dosis mayor para raps y menor para camelina y mostaza. Fechas de parcialización N°1 y 2. Hay amplio rango debido a que son 3 fechas de siembra.			
<b>Herbicidas</b>				
Producto	Butisan (Metazachlor)	x	x	Butisan (Metazachlor)
Fecha	15/05/09			29/07/09
Observaciones	Solo raps F1			Solo raps F1, F2 y F3
Dosis	2,5 L/ha			2,5 L/ha
<b>Producto</b>	Aramo (Tepraloxymid)	x	x	Aramo (Tepraloxymid)
Fecha	12/05/09 y			27/07/09

	17/07/09			
Observac.	Para control de gramíneas.			Para control de gramíneas.
Dosis	0.75 L/ha			0.75 L/ha
Producto	Eurolightning (Imazamox + Imazapyr)	x	x	Eurolightning (Imazamox + Imazapyr)
Fecha	05/06/09 y 24/07/09			29/07/09
Observac.	Sólo a Mostaza F1 y F2			Sólo a Mostaza F1 y F2
Dosis	1 L/ha			1 L/ha
Control manual malezas	02/06-11/08-01/09-28/10	25/08-23/09-09/10	31/07-25/08-23/09	14/07-19/10
<b>Funguicidas</b>				
Producto	x	Matador (Tebuconazole + Triadimenol)	x	Matador(Tebuconazole + Triadimenol)
Fecha		29/07/08		29/07/09
Observaciones		A los 3 cultivos		A los 3 cultivos
Dosis		0.75 L/ha		0.75 L/ha
Producto	x	x	x	Prosaro (Prothioconazole + Tebuconazole)
Fecha				15/09/09
Observaciones				A mostaza y raps
Dosis				0.8 L/ha
<b>Insecticidas</b>				
Producto	Karate Zeon (Lambdacihalotrina)	x	x	x
Fecha	29/10/09			
Observaciones	Para control de pulgones. A mostaza y raps			
Dosis	200 mL/ha			
Producto	Lorsban	x	x	x

	(Clorpirifos)			
Fecha	25/08/09			
Observaciones	A mostaza y raps para control de gusanos cortadores			
Dosis	0.5 L/ha			
<b>Molusquicida</b>				
Producto	Metarex SD (Metaldehido)	Metaldehido (Metarex SD)	Metaldehido (Metarex SD)	
Fecha	26/06/09	06/08/09	31/07/09	
Observaciones	A los tres cultivos	A mostaza y raps	A mostaza y raps	
<b>Fechas de Cosecha</b>				
camelina (F1, F2 y F3)	27/11/09-01/12/09 y 10/12/09	07/01/10	09/12/09, 09/12/09 y 23/12/09	19/01/10
motaza (F1, F2 y F3)	10/12/09-15/12/09 y 16/12/09	01/02/10	13/01/09	19/01/10
raps (F1, F2 y F3)	16/12/09-16/12/09 y 30/12/09	01/02/10	23/12/09, 23/12/09 y 13/01/09	19/01/10

### 2.3 Ensayo de fertilización.

#### Descripción de etapa

<b>Nº</b>	3			
<b>Nombre</b>	Ensayo de fertilización			
<b>Descripción</b>	Se fertilizará con N, P y S en El Carmen y Osorno			
<b>Duración</b>	Meses	26	Fecha inicio etapa	01/04/08
			Fecha término etapa	01/06/10
<b>Nº del o los resultados al que responde</b>	2,3			
<b>Identificación de las actividades de la etapa</b>				
<b>Nº</b>	<b>Nombre</b>	<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de término</b>	
1	Selección terrenos para ensayos de fertilización año 1	01/04/08	01/05/08	
2	Toma de muestras de suelos	01/04/08	01/06/08	
3	Siembra ensayo fertilización año 1	15/04/08	15/05/08	
4	Evaluación fenológica año 1	16/06/08	15/12/08	
5	Cosecha ensayos año 1	15/12/08	20/01/09	
6	Análisis de contenido de aceite y ácidos grasos, año 1	02/03/09	01/06/09	
7	Selección terrenos para ensayos de fertilización año 2 Sólo Chillan y Osorno y sólo N y S.	01/04/09	01/05/09	

8	Toma de muestras de suelos	01/04/09	30/04/09
9	Siembra ensayo de fertilización año 2	15/04/09	15/05/09
10	Evaluación fenológica año 2	15/05/09	15/12/09
11	Cosecha ensayos año 2	15/12/09	20/01/10
12	Análisis de contenido de aceite y ácidos grasos, año 2	01/03/10	01/06/10

Se establecieron ensayos de fertilización para camelina y mostaza en las mismas 5 localidades del ensayo de fechas de siembra (Chillán, El Carmen, Los Ángeles, Gorbea y Osorno). Luego de conocer la ubicación de los terrenos se realizó un análisis de suelos (pH, materia orgánica, N-NO<sub>3</sub>, P, K, y S) a 0-20 y 20-40 cm de profundidad antes de sembrar y aplicar los tratamientos en cada unidad experimental. De acuerdo al resultado de los análisis de suelos previamente tomados en las cinco localidades (Tabla 2.0) y a la disponibilidad de terreno para ensayos, se decidió evaluar el efecto de la fertilización con N, P y S en el rendimiento y calidad de camelina y mostaza en El Carmen y Osorno solamente. El nivel de fósforo de Chillan era muy alto como para realizarlo en esta localidad como se indicó en la propuesta original. Por lo tanto, en las localidades de Chillan, Los Angeles y Gorbea se establecieron ensayos de fertilidad solo para N y S para camelina y mostaza en forma independiente. Previo a la siembra se hizo una aplicación de corrección de 100 kg K<sub>2</sub>O /ha en Los Ángeles y Gorbea, no siendo necesario aplicar en las demás localidades, debido a que sus suelos presentaban altos niveles.

Los ensayos se establecieron entre la última semana de abril y la primera semana de mayo (Tabla 2.0). El ensayo de fertilidad fue diseñado como bloques completos al azar con un arreglo factorial de tres factores N (0, 75, 150 y 300 kg N ha<sup>-1</sup>), P (0, 50 y 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> ha<sup>-1</sup>) y S (0 y 40 kg S ha<sup>-1</sup>) y cuatro repeticiones. Como ya se mencionó; en Chillan, Los Ángeles y Gorbea solo se evaluó la combinación factorial de N (0, 75, 150 y 300 kg N ha<sup>-1</sup>) y azufre (0 y 40 kg S ha<sup>-1</sup>).

Cada unidad experimental constó de 6 hileras de 5 m de largo y sembradas a 30 cm entre hilera (a excepción de Osorno, que contó con 4 hileras de 5 m de largo, las que fueron sembradas a 36 cm entre hileras). Al igual que el ensayo de fechas de siembra, este ensayo fue sembrado en forma manual el primer año.

Los tratamientos de N y S se aplicaron en dos parcialidades (cuatro hojas verdaderas e inicio de elongación de tallo floral, respectivamente), en cambio el fósforo (P) fue incorporado a un costado de cada hilera al momento de sembrar. Como fertilizante nitrogenado se usó Urea (46 % N), como fertilizante fosfatado se usó Super fosfato triple (46 % P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>) y como fertilizante azufrado Fertiyeso granulado (16 % SO<sub>4</sub>).

En el caso de Chillán, este ensayo se perdió debido a anegamiento del cultivo causado por intensas lluvias invernales; pero fue establecido nuevamente el día 3 de septiembre de 2008; situación que no es la ideal, ya que el cultivo no logra desarrollarse óptimamente bajo siembra primaveral. Durante la temporada se aplicaron algunos productos químicos que ambos cultivos necesitaban para mantenerse bien fitosanitariamente, como herbicidas, funguicidas e insecticidas (Tabla 2.0). En todas las localidades se evaluó fenología de los cultivos desde emergencia a floración, densidad poblacional y altura de plantas. Después de la cosecha se evaluó rendimiento de semillas y los componentes del rendimiento, contenido de nitrógeno, contenido de aceite y composición de ácidos grasos en la semilla cosechada.

El procedimiento de cosecha y trilla es el mismo descrito para el ensayo de fechas de siembra. La única diferencia es que en este ensayo durante la trilla se recolectó una muestra de paja y restos de silicuas en cada unidad experimental, con el fin de determinar el contenido de nitrógeno (N) presente en la muestra y ver si hay influencia de la dosis de fertilizante nitrogenado sobre la absorción de N por parte de la planta. Lo mismo se hizo con una muestra de semilla.

Tabla 2.0. Fechas de siembra, fechas de aplicación de fertilizantes, y análisis de suelo ensayos de fertilización de camelina y mostaza (año 1)

Labor	Chillán	El Carmen	Los Angeles	Gorbea	Osorno
<b>Siembra</b>					
Fecha de siembra	21/04/2008* 03/09/08	23/04/08	24/04/08	29/04/08	07/05/08
<b>Fertilización</b>					
Fertilización con Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) kg/ha	x	13/05/08 0-50-100	x	x	29/05/08 0-50-100
Fertilización con Potasio (K <sub>2</sub> O) kg/Ha	x	x	(15/05/08) 51	(15/05/08) 184	x
Azufre (SO <sub>4</sub> ) (como Fertiyeso) kg/ha	(16/10/08 – 13/11/08) 0 - 40	(08/07/08 – 11/09/08) 0 - 40	(03/07/08 – 21/08/08) 0 - 40	(16/10/08 – 13/11/08) 0 - 40	(16/10/08 – 13/11/08) 0 - 40
Nitrógeno (N) (a la forma de Urea) kg/ha	(16/10/08 – 13/11/08) 0-75-150-300	(08/07/08 – 11/09/08) 0-75-150-300	(03/07/08 – 21/08/08) 0-75-150-300	(16/10/08 – 13/11/08) 0-75-150-300	(16/10/08 – 13/11/08) 0-75-150-300
<b>Obs.</b>	2 fechas corresponden a 2 parcializaciones de N y S. En Chillán la 1° parcializac. como urea y la 2° como salitre Potásico).				
<b>Funguicidas</b>	x	29/07/08 Matador (Tebuconazole +Triadimenol) 0.75 L/ha	29/07/08 Matador (Tebuconazole +Triadimenol) 0.75 L/ha	20/08/08 Matador (Tebuconazole +Triadimenol) 0.75 L/ha	31/07/08 Caramba (Metconazole) 1 L/ha
<b>Control manual de malezas</b>	06/10/08 - 29/10/08	15/07/08- 08/08/08	x	20/08/08	x
<b>Herbicidas</b>	x	08/08/08 Aramo (Tepaloxymidim) 0.75 L/ha	06/06/08 Aramo (Tepaloxymidim) 0.75 L/ha	20/08/08 Aramo (Tepaloxymidim) 0.75 L/ha	31/07/08 Eurolightning (Imazamox + Imazapyr) 0.55 L/ha (Sólo a Mostaza)
<b>Insecticidas</b>	x	x	11/07/08 Karate Zeon (Lambdahalotrina) 350 mL /ha en 200 L H <sub>2</sub> O	x	x
<b>Obs.</b>			Para control de		

				gusanos cortadores						
<b>Riego</b>	17/10/08 - 12/11/08	x		x		x		x		x
<b>Característica o nutriente</b>	<b>Análisis de suelo (0-20 cm y 20-40 cm de profundidad)</b>									
	<b>0-20</b>	<b>20-40</b>	<b>0-20</b>	<b>20-40</b>	<b>0-20</b>	<b>20-40</b>	<b>0-20</b>	<b>20-40</b>	<b>0-20</b>	<b>20-40</b>
pH	5,92	5,96	5,53	5,72	6,26	6,30	5,35	5,45	5,2	4,94
M.O. (%)	4,2	4,19	15,77	12,57	8,88	8,14	16,37	13,53	5,92	4,42
NO <sub>3</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	2,25	1,68	16,01	18,98	33,18	25,55	31,35	20,6	61,63	35,25
P (mg kg <sup>-1</sup> )	44,49	41,25	11,15	3,93	16,08	15,78	7,58	5,11	36,76	17,75
K (mg kg <sup>-1</sup> )	392,7	352	283,55	235,8	107,5	99,0	66,21	87,0	399,21	293,53
S (mg kg <sup>-1</sup> )	5,85	5,53	72,63	27,16	17,41	19,13	17,26	20,58	26,25	25,96

(<sup>\*)</sup> Fecha de siembra inicial perdida debido anegamiento.

Promedio de 6 muestras para cada profundidad en cada localidad.

En el año 2 (2009) se establecieron nuevamente los ensayos de fertilización para camelina y mostaza y, de acuerdo a los resultados obtenidos en la temporada 2008, se decidió evaluar el efecto de la fertilización con N y S sobre el rendimiento y calidad de camelina y mostaza en Chillán y Osorno solamente. Se eliminaron los tratamientos con P debido a que no presentaron efecto ni en rendimiento de semillas, ni en contenido y composición de ácidos grasos.

El ensayo de fertilidad fue diseñado como bloques completos al azar con un arreglo factorial de dos factores N (0, 75, 150 y 300 kg N ha<sup>-1</sup>) y S (0 y 40 kg S ha<sup>-1</sup>) y cuatro repeticiones. Cada unidad experimental constó de 6 hileras de 5 m de largo y sembradas a 30 cm entre hilera.

Se realizó un análisis de suelos (pH, materia orgánica, N-NO<sub>3</sub>, P, K, y S) en cada unidad experimental a 0 a 20 cm de profundidad antes de sembrar y aplicar los tratamientos. Previo a la siembra se hizo una aplicación de corrección de 100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha en Osorno, no siendo necesario aplicar en Chillán, debido a que el suelo presentaba altos niveles. Los tratamientos con N y S se aplicaron en dos parcialidades (cuatro hojas verdaderas e inicio de elongación de tallo floral, respectivamente). Los ensayos se establecieron el 17 de abril en Chillán y el 28 de abril en Osorno (Tabla 2.1). A diferencia del primer año, en que todas las siembras se realizaron a mano, para el año 2 si estuvo disponible la sembradora comprada con fondos del proyecto, lo que permitió sembrar los ensayos en forma mucho más rápida y eficiente.

En las 2 localidades se evaluó fenología de los cultivos desde emergencia a floración y después de la cosecha se evaluó rendimiento de semillas, contenido de nitrógeno y contenido de aceite en la semilla cosechada. A diferencia de la primera temporada, se eliminaron algunas evaluaciones de postcosecha, ya que los resultados de la primera temporada son suficientes para concluir cual es el efecto de la fertilización sobre algunos componentes del rendimiento (número de silicuas por planta, semillas por silicua y peso de 1.000 semillas). El procedimiento de cosecha y demás evaluaciones es igual a lo explicado en la siembra del primer año.

En la Tabla 2.1 se observan las actividades realizadas en el año 2, además del análisis de suelo por localidad.

**Tabla 2.1. Fechas de siembra, fechas de aplicación de fertilizantes, y análisis de suelo ensayos de fertilización de camelina y mostaza (año 2).**

Labor	Chillán	Osorno
<b>Siembra</b>		
Fecha de siembra	17/04/09	28/04/09
<b>Fertilización</b>		
Aplicación de otros nutrientes	x	100 Kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (28/04/09)
Nitrógeno (N) (a la forma de Urea) kg/ha	(09/06/09 – 10/08/09) 0-75-150-300	(30/07/09 – 14/07/09) 0-75-150-300
Azufre (SO <sub>4</sub> ) (como Fertiyeso) kg/ha	(09/06/09 – 10/08/09) 0 - 40	(30/07/09 – 14/07/09) 0 - 40
<b>Obs.</b>	2 fechas corresponden a 2 parcializaciones de N y S.	
<b>Funguicidas</b>		
Producto	X	Matador (Tebuconazole + Triadimenol)
Fecha Aplicación		29/07/09
Dosis		0.75 L/ha
Producto	X	Prosaro (Prothioconazole + Tebuconazole)
Fecha Aplicación		15/09/09
Dosis		0.8 L/ha
<b>Herbicidas</b>		
Producto	Eurolightning (Imazamox + Imazapyr )	Eurolightning (Imazamox + Imazapyr )
Fecha Aplicación	05/06/09	29/07/09
Dosis	0.55 L/ha	0.55 L/ha
Observación	Sólo a Mostaza	Sólo a Mostaza
Producto	Aramo (Tepaloxymidim)	Aramo (Tepaloxymidim)
Fecha Aplicación	12/05/09 y 17/07/09	27/07/09
Dosis	0.75 L/ha	0.75 L/ha
Observación	Para control de gramíneas.	Para control de gramíneas.
<b>Control manual de malezas</b>	08/06/09 – 27/08/09	19/10/09
<b>Insecticidas</b>		
Producto	Lorsban (Clorpirifos)	X

Fecha Aplic.	25/08/09	
Dosis	Sólo a mostaza, para control de gusanos cortadores	
Observación	0.5 L/ha	
Producto	Karate Zeon (Lambdacihalotrina)	X
Fecha Aplic.	29/10/09	
Dosis	200 mL/ha	
Observación	Para control de pulgones. Sólo a Mostaza	
<b>Fecha de cosecha</b>		
camelina	27/11/09	19/01/10
mostaza	15/12/09	19/01/10
<b>Análisis de suelo (0-20 cm de profundidad)</b>		
<b>Característica o nutriente</b>	<b>0-20</b>	<b>0-20</b>
pH	5,58	5,88
M.O. (%)	4,22	6,64
NO <sub>3</sub> (mg kg <sup>-1</sup> )	12,0	41,0
P (mg kg <sup>-1</sup> )	29,2	47,6
K (mg kg <sup>-1</sup> )	507,2	726,8
S (mg kg <sup>-1</sup> )	155,7	17,7

## 2.4 Ensayos de herbicidas

### Descripción de etapa

N°	4			
Nombre	Ensayos de herbicidas			
Descripción	Se realizará un screening de herbicidas de presembrado y post emergencia para controlar malezas de hoja ancha en camelina en Chillán			
Duración	Meses	13	Fecha inicio etapa	01/04/08
			Fecha término etapa	30/05/09
N° del o los resultados al que responde	2			
<b>Identificación de las actividades de la etapa</b>				
N°	Nombre	Fecha de inicio	Fecha de término	
1	Selección terrenos para ensayos de herbicidas año 1	01/04/08	01/05/08	
2	Siembra ensayo herbicidas año 1	15/07/08	15/08/08	
3	Aplicación de herbicidas año 1	15/08/08	15/09/08	
4	Evaluación fitotoxicidad y control de malezas	01/09/08	30/10/08	
5	Cosecha ensayos año 1	15/12/08	15/01/09	
6	Selección terrenos para ensayos de herbicidas	01/04/09	01/05/09	

	año 2		
7	Siembra ensayo de herbicidas año 2	15/04/09	15/05/09
8	Aplicación de herbicidas año 2	15/04/09	15/05/09
9	Evaluación fitotoxicidad y control de malezas	30/04/09	29/05/09
10	Cosecha ensayos año 2	15/12/09	15/01/10

Se realizó un ensayo de herbicidas para control de malezas de hoja ancha en camelina en Chillán el 2008 y 2009. Solo se hizo para camelina, ya que los tres cultivares de mostaza son resistentes a herbicidas del grupo IMI o conocidos como Clearfield™, por lo que se puede utilizar el herbicida Eurolightning (imazamox+imazapyr) al estado de 6 hojas verdaderas.

Se hizo un ensayo de herbicidas de presiembr y uno de post emergencia, orientados principalmente al control de malezas de hoja ancha, ya que el control de gramíneas no representa ningún peligro para camelina.

Los herbicidas evaluados fueron: metazachlor, pendimethalin, carfentrazone, picloram, clopiralyd, oxifluorfen y trifluralina, en distintas dosis.

El diseño experimental fué de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Cada unidad experimental constó de 6 hileras de 5 m de largo y sembradas a 15 cm entre hilera. Los herbicidas de presiembr fueron aplicados con un pulverizador de espalda e incorporados mecánicamente con un motocultivador antes de la siembra.

Los herbicidas de postemergencia se aplicaron desde el estado de 4 hojas verdaderas en camelina, también mediante un pulverizador de espalda. Las dosis utilizadas y detalle de los productos se observan en la tabla 3.0.

Se evaluó la fitotoxicidad de los herbicidas sobre las malezas asociadas a camelina y también sobre la camelina, contando el número de plantas de camelina por m<sup>2</sup> antes de aplicar los herbicidas y evaluando la reducción de población después de su aplicación. No se evaluó rendimiento.

Se decidió cambiar el inicio de estos ensayos para agosto de 2008 y así hacer las evaluaciones de herbicidas en primavera, ya que la efectividad de los tratamientos es óptima en primavera; en otoño, la eficacia de muchos productos se ve afectada por las bajas temperaturas y complica su evaluación.

Finalmente, el ensayo de herbicidas de postemergencia se sembró el 3 de septiembre de 2008, un mes más tarde de lo planeado, debido al exceso de lluvia y humedad en el suelo y a que algunos herbicidas tardaron en llegar. Las aplicaciones de herbicidas se hicieron aproximadamente 1 mes después (Tabla 3.3). El ensayo de presiembr se sembró el 3 de octubre, después de aplicar e incorporar los herbicidas (Tabla 3.2). Ambos ensayos se sembraron con la sembradora adquirida con fondos del proyecto, la cual fue entregada en esa fecha.

En el año 2 se volvieron a sembrar estos dos ensayos en Chillán, pero esta vez bajo siembra otoñal, tal como estaba planeado originalmente (7 de mayo), agregándose 2 herbicidas más al ensayo de presiembr (ethofumesate y metamitron), detallándose sus actividades en las tablas 3.5 y 3.6.

Tabla 3.0. Herbicidas de presiembr y preemergencia utilizados en camelina

Nombre Comercial	I.A.	Dosis (L/ha)	Modo de acción
Treflan	Trifluralina	1,8	Inhibidor de mitosis
Spectro 40 EC	Pendimetalin	3,5	Inhibidor de mitosis
Bectra 48 SC	Metribuzina	1,5	Inhibidor fotosíntesis (PSII)
Goltix , Compact	Metamitron	1,8	Inhibidor fotosíntesis (PSII)
Tramat	Ethofumesate	2,5	Inhibidor síntesis de ácidos grasos de

			cadena larga.
Butisan S*	Metazachlor	2,3	Inhibidor síntesis de ácidos grasos de cadena larga.

I.A. : ingrediente activo

\*Herbicida aplicado de presembrado y en postemergencia del cultivo.

Tabla 3.1. Herbicidas de post emergencia aplicados a plantas de camelina

Nombre Comercial	I.A.	Dosis (L/ha)	Modo de acción
Affinity 400 DF	Carfentrazone Ethyl	0,02 y 0,04	desorganiza membranas celulares (inhibidor enzima PPO)
Tango	Oxifluorfen	2	desorganiza membranas celulares (inhibidor enzima PPO)
Lontrel	Clopyralid	0,2	Regulador de crecimiento (auxina)
Tordon 24 K	Picloram	0,15	Regulador de crecimiento (auxina)
Butisan S*	Metazachlor	2,3	Inhibidor síntesis de ácidos grasos de cadena larga

I.A. : ingrediente activo

Tabla 3.2 Actividades realizadas en el ensayo de herbicidas de presembrado de camelina en el año 1 (2008).

Actividad	Chillán
Fecha de siembra	Desde el 03/10/08 al 24/10/08
Aplicación de herbicidas	
Fecha incorporación de herbicidas	Desde el 03/10/08 al 24/10/08
Trifluralina 1	incorporado el mismo día de la siembra
Trifluralina 2	incorporado 15 días antes de la siembra
Pendimetalin	incorporado el mismo día de la siembra
Metazachlor	incorporado el mismo día de la siembra
Metribuzina	incorporada el mismo día de la siembra
<b>Fertilización</b>	
Producto	Azufre (SO <sub>4</sub> ) (como Fertiyeso)
Dosis	20 kg/ha
Fecha	12/11/08
Producto	Nitrógeno (N) (como salitre potásico)
Dosis	100 kg/ha
Fecha	12/11/08
Observaciones	Solo fué necesaria la primera parcialización (50% de la dosis), ya que según lo planeado, no se cosechó semilla.
<b>Riego</b>	
Fecha	06/11/08
Observaciones	Se regó, ya que se hizo siembra primaveral y por lo tanto, el cultivo no alcanza a satisfacer su demanda hídrica con las precipitaciones primaverales.
<b>Recuento de plantas sobrevivientes</b>	

Fecha	24/11/08
-------	----------

Tabla 3.3. Actividades realizadas en el ensayo de herbicidas de post emergencia.

Actividad	Chillán
Fecha de siembra	03/09/08
<b>Fertilizacion</b>	
Producto	Azufre (SO <sub>4</sub> ) (como Fertiyeso)
Dosis	20 kg/ha
Fecha	12/11/08
Producto	Nitrógeno (N) (como salitre potásico)
Dosis	100 kg/ha
Fecha	12/11/08
Observaciones	Solo fue necesaria la primera parcialización (50% de la dosis).
<b>Aplicación de herbicidas</b>	
Fecha	06/10/08 al 10/11/08
Metazachlor 1	aplicación con 4 hojas verdaderas.
Metazachlor 2	aplicación con 8 hojas verdaderas.
Carfentrazone Ethyl 1	dosis 0,02 L/ha, aplicación con 8 hojas verdaderas.
Carfentrazone Ethyl 2	dosis 0,04 L/ha, aplicación con 8 hojas verdaderas.
Picloram	aplicación con 8 hojas verdaderas
Clopyralid	aplicación con 8 hojas verdaderas
Oxifluorfen	aplicación con 8 hojas verdaderas
<b>Control manual de malezas</b>	
Fecha	30/11/08
Observaciones	Efectuado una vez evaluado el efecto de los herbicidas, para mantener el ensayo
<b>Riego</b>	
Fecha	24/10/08 - 13/11/08
Observaciones	Se regó, ya que se hizo siembra primaveral.
Recuento de plantas sobrevivientes	30/11/08

En ambos ensayos se usó una escala de evaluación visual de la fitotoxicidad sobre malezas de hoja ancha (Tabla 3.4) confeccionada específicamente para las malezas presentes en el cultivo de camelina.

Tabla 3.4. Escala de fitotoxicidad de la acción de herbicida sobre malezas de hoja ancha en el cultivo de camelina en Chillán.

Valor	Respuesta visual
1	no hay efecto
2	baja fitotoxicidad, solo hasta un 10% de supresión de malezas
3	hasta un 25% de supresión de malezas
4	medianamente fitotóxico para las malezas. 25 a 50% de control
5	altamente fitotóxico, con más del 50% de malezas con daño

Tabla 3.5. Actividades realizadas en el ensayo de herbicidas de presembrado durante el año 2 (2009).

Actividad	Chillán
-----------	---------

<b>Fecha de siembra año 2</b>	07/05/09
<b>Fertilización</b>	N (100 kg N/ha) y S (20 kg SO <sub>4</sub> /ha)
<b>Fecha</b>	Dos parcializaciones: 10/08/09-24/08/09
<b>Control manual de malezas</b>	
<b>Fecha</b>	28/09/09
<b>Observaciones</b>	Se hizo luego de evaluar el efecto de los herbicidas.
<b>Evaluación eficiencia herbicidas</b>	20/07/09
<b>Cosecha ensayo</b>	10/12/09

Tabla 3.6. Actividades realizadas en el ensayo de herbicidas de post emergencia durante el año 2 (2009).

<b>Actividad</b>	<b>Chillán</b>
<b>Fecha de siembra año 2</b>	07/05/09
<b>Fertilización</b>	
<b>Producto y Dosis</b>	N (100 kg N/ha) y S (20 kg SO <sub>4</sub> /ha)
<b>Fecha</b>	Dos parcializaciones: 24/08/09-15/09/09
<b>Aplicación de herbicidas</b>	
<b>Fecha</b>	10/08/09-24/08/09
<b>Control manual de malezas</b>	
<b>Fecha</b>	28/09/09
<b>Observaciones</b>	Se hizo luego de evaluar el efecto de los herbicidas.
<b>Evaluación eficiencia herbicidas</b>	24/09/09
<b>Cosecha ensayo</b>	10/12/09

## 2.5 Ensayo de variedades de raps.

### Descripción de etapa

<b>N°</b>	5			
<b>Nombre</b>	Ensayo de variedades de raps			
<b>Descripción</b>	Se realizará un screening de variedades de raps en cinco localidades			
<b>Duración</b>	Meses	24	<b>Fecha inicio etapa</b>	01/04/08
			<b>Fecha término etapa</b>	30/04/10
<b>N° del o los resultados al que responde</b>	2			
<b>Identificación de las actividades de la etapa</b>				
<b>N°</b>	<b>Nombre</b>	<b>Fecha de inicio</b>	<b>Fecha de término</b>	
1	Selección terrenos para ensayos año 1	01/04/08	01/05/08	
2	Siembra ensayos año 1	15/04/08	15/05/08	
3	Aplicación de herbicidas y fertilizantes año 1	15/04/08	15/05/08	
4	Evaluación fenológica y control de malezas	30/04/08	28/11/08	
5	Cosecha ensayos año 1	15/12/08	15/01/09	
6	Análisis de contenido de aceite	02/02/09	30/03/09	
7	Selección terrenos para ensayos año 2	01/04/09	01/05/09	

8	Siembra ensayos año 2	15/04/09	15/05/09
9	Aplicación de herbicidas y fertilizantes año 2	15/04/09	15/05/09
10	Evaluación fenológica y control de malezas	30/04/09	30/11/09
11	Cosecha ensayos año 2	15/12/09	15/01/10
12	Análisis de contenido de aceite	1/02/10	01/04/10

Este ensayo no se encontraba en la propuesta original, pero se agrego ya que no existe información científica, imparcial respecto a que cultivares o híbridos de raps se adaptan mejor a cada zona. Siendo el raps el cultivo testigo en este proyecto, era importante tener una evaluación imparcial del potencial de rendimiento y aceite de las variedades que se comercializan en el país y de los costos en los que se incurre en el cultivo. Con esta información fue posible hacer una mejor comparación entre el raps y camelina y mostaza.

Este ensayo fue diseñado como bloques completos al azar con 4 repeticiones. Los tratamientos correspondieron a 26 variedades de raps; de las cuales 12 son cultivares de polinización abierta (CPA) y 14 son híbridos. Los cultivares e híbridos fueron facilitados, por las empresas Agrosearch, Semillas Baer, KWS y Molinera Gorbea (Tabla 4.0). Se sembraron entre el 21 de abril y el 7 de mayo de 2008, aledaños a los ensayos anteriores y en las cinco localidades ya descritas.

Tabla 4.0. Nombres, tipo, origen, peso de mil semillas, germinación y dosis de semillas utilizada en el ensayo de cultivares de raps durante el año 1 (2008).

Nombre	Tipo (Cv o Hib)	Empresa	Peso de mil semillas (g)	Germinación (%)	Dosis de semilla (kg/ha)
SW5	HIB	Agrosearch Ltda.	3,66	100	1,6
GALILEO	CPA	Agrosearch Ltda.	3,92	100	2,2
GOYA	CPA	Agrosearch Ltda.	4,64	100	2,7
SW27A	CPA	Agrosearch Ltda.	5,72	99	3,3
MONALISA	HIB	Baer	5,51	99	2,4
LIPRIMA	CPA	Baer	5,92	98	3,4
CORONET	CPA	Baer	4,73	100	2,7
EXAGONE	HIB	CIS (M.Gorbea)	5,96	98	2,6
LIVIUS	CPA	Baer	5,11	99	2,9
VISION	CPA	Baer	4,30	100	2,5
SUNDAY	CPA	Baer	4,80	99	2,7
LILIAN	CPA	Baer	4,95	98	2,8
DIMENSION	HIB	Agrosearch Ltda.	4,90	97	2,1
HAMMER	HIB	Agrosearch Ltda.	6,70	99	2,9
COMPACT	CPA	Agrosearch Ltda.	4,22	96	2,4
TATRA	CPA	Agrosearch Ltda.	3,50	98	2,0
FAVORITE	CPA	Agrosearch Ltda.	4,81	97	2,7
HORNET	HIB	Agrosearch Ltda.	5,94	94	2,5
RHODAS	HIB	Baer	7,40	96	3,2
TAURUS	HIB	Baer	5,36	98	2,3
CUILLIN	HIB	Baer	8,53	100	3,7
TADEÚS	HIB	Baer	10,68	94	4,6
TASSILO	HIB	KWS	5,84	98	2,5

BRUTUS	HIB	KWS	8,28	100	3,5
ARTUS	HIB	KWS	5,26	97	2,3
TRIANGLE	HIB	KWS	4,05	97	1,7

CPA: cultivar de polinización abierta o Cv.

HIB: cultivar híbrido

Cada unidad experimental consta de 6 hileras de 5 m de largo y sembradas a 30 cm entre hilera. Las fechas de siembra, fecha y dosis de aplicación de fertilizantes y herbicidas se indican en la Tabla 4.1.

**Tabla 4.1. Fechas de siembra, fechas y dosis de aplicación de fertilizantes y herbicidas en el ensayo de cultivares e híbridos de raps.**

Actividad	Chillán	El Carmen	Los Angeles	Gorbea	Osorno
Fecha de siembra	21/04/08	22/04/08	24/04/08	29/04/08	07/05/08
<b>Fertilización</b>					
P (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ) fecha - dosis (kg/ha)	x	13/05/08- 277	x	02/07/08- 331	28/05/08 - 100
K (K <sub>2</sub> O) fecha - dosis (kg/ha)	x	x	15/05/08 - 51	15/05/08 - 184	x
Azufre (SO <sub>4</sub> ) (como Fertiyeso) fecha - dosis (kg/ha)	(26/06/08 - 26/08/08) 40	(08/07/08 - 11/09/08) 40	(03/07/08 - 21/08/08) 40	(02/07/08 - 20/08/08) 40	(01/07/08 - 19/08/08) 40
Nitrógeno (N) (como Urea) fecha - dosis (kg/ha)	(26/06/08 - 26/08/08) 200	(08/07/08 - 11/09/08) 200	(03/07/08 - 21/08/08) 200	(02/07/08 - 20/08/08) 200	(01/07/08 - 19/08/08) 200
Observaciones	2 fechas corresponden a 2 parcelaciones de N y S.				
<b>Herbicidas</b>					
Producto	Butisan (metazachlor)		Aramo (tepraloxymidim)	Butisan (Metazachlor)	Butisan (Metazachlor)
Dosis	2,3 L/ha	x	0,5 L/ha	2,3 L/ha	2,3 L/ha
Fecha	12/05/08	x	06/06/08	29/05/08	29/05/08
Observaciones	Aplicado en raps con ambos cotiledones expandidos	x	controla malezas gramíneas	Aplicado con ambos cotiledones expandidos	Aplicado con ambos cotiledones expandidos
<b>Funguicidas</b>					
Fecha aplic. producto I.A.	04/08/08 Caramba (metconazole)	29/07/08 Matador (tebuconazole + triadimenol)	29/07/08 Matador (tebuconazole + triadimenol)	20/08/08 Matador (Tebuconazole + triadimenol)	31/07/08 Caramba (Metconazole)
Dosis	1 L/ha	0,75 L/ha	0,75 L/ha	0,75 L/ha	1 L/ha
<b>Insecticidas</b>					

Fecha Aplic.	10/11/08	x	11/07/08	x	x
Producto I. A.	Karate Zeon (lambdacihalotrina)		Karate Zeon (lambdacihalotrina)		
Dosis	200 mL/ha en 200 L H <sub>2</sub> O		350 mL/ha en 200 L H <sub>2</sub> O		
Observaciones	Controla pulgones		Controla gusanos cortadores		
Control mecánico de malezas	18/08/08 - 11/11/08	15/07/08-08/085/08	x	20/08/08	19/08/08

I.A.: ingrediente activo

En la temporada 2009 (año 2) se sembraron nuevamente los ensayos en cinco localidades, con algunos cambios: la localidad de Gorbea fue reemplazada por Victoria, debido a que en esta última localidad el potencial de rendimientos es mayor y la localidad de El Carmen fue cambiada por Traiguén, ya que ante la falta de precipitaciones en El Carmen no se pudo sembrar en la fecha óptima para el cultivo. Además, se cambiaron algunas variedades, eliminando algunas muy antiguas, de bajo rendimiento y reemplazándolas por otras que actualmente se ofrecen en el mercado (Tabla 4.2). Estos cambios ya fueron informados en los dos últimos informes de avance.

Al igual que el año 1, este ensayo se diseñó como bloques completos al azar con 4 repeticiones en las cinco localidades (Chillán, Los Ángeles, Victoria, Traiguén y Osorno). Los tratamientos corresponden a 24 variedades de raps; de las cuales 5 son cultivares de polinización abierta (CPA) y 19 son híbridos (Tabla 4.2). Los cultivares e híbridos fueron facilitados por las empresas Agresearch, Semillas Baer y Molinera Gorbea.

Cada unidad experimental consta de 6 hileras de 5 m de largo y sembradas a 30 cm entre hilera.

La cosecha y trilla se realizó de la misma forma como fue explicada en el ensayo de fechas de siembra. Se evaluó rendimiento de semilla y contenido de aceite.

**Tabla 4.2. Nombres, tipo, origen, peso de mil semillas, germinación y dosis de semillas utilizada en el ensayo de cultivares de raps (año 2).**

Nombre cultivar	Tipo (Cv o Hyb)	Empresa	Peso de mil semillas (g)	Germinación (%)	Dosis de semilla (kg/ha)
GALILEO	CPA	Agresearch Ltda.	3,92	100	2,2
GOYA	CPA	Agresearch Ltda.	4,64	100	2,7
CULT	CPA	Agresearch Ltda.	5,72	98	3,3
MONALISA	HIB	Agresearch Ltda.	5,51	98	2,4
ROHAN	HIB	Baer	7,40	98	3,2
TAURUS	HIB	Baer	5,36	97	2,3
EXAGONE	HIB	CIS (M.Gorbea)	5,96	82	2,6
VISION	CPA	Agresearch Ltda.	4,30	100	2,5
SUNDAY	CPA	Agresearch Ltda.	4,80	98	2,7
PULSAR	HIB	Agresearch Ltda.	4,04	95	1,7
SITRO	HIB	Agresearch Ltda.	4,96	94	2,1
SW-6	HIB	Agresearch Ltda.	5,48	99	2,3
SW- 60	HIB	Agresearch Ltda.	4,40	100	1,9

SW- 61	HIB	Agrosearch Ltda.	5,16	97	2,2
SW- 62	HIB	Agrosearch Ltda.	5,00	99	2,1
HORNET	HIB	Agrosearch Ltda.	5,94	99	2,5
SW- 63	HIB	Agrosearch Ltda.	4,80	99	2,1
SW- 123	HIB	Agrosearch Ltda.	4,76	97	2,0
SW- 151	HIB	Agrosearch Ltda.	4,48	97	1,9
SW- 152	HIB	Agrosearch Ltda.	5,40	99	2,3
SW- 154	HIB	Agrosearch Ltda.	4,64	97	2,0
SW- 155	HIB	Agrosearch Ltda.	4,96	99	2,1
SW- 158	HIB	Agrosearch Ltda.	1,12	93	1,8
SW- 160	HIB	Agrosearch Ltda.	4,72	97	2,0

CPA: cultivar de polinización abierta o Cv.

HIB: cultivar híbrido

## 2.6 Ensayo de cultivares de camelina y mostaza.

### Descripción de etapa

N°	6		
Nombre	Ensayo de cultivares de camelina y mostaza		
Descripción			
Se realizará un screening de cultivares de camelina y mostaza en dos localidades.			
Duración	Meses	24	Fecha inicio etapa
			01/04/08
N° del o los resultados al que responde			2
Identificación de las actividades de la etapa			
N°	Nombre	Fecha de inicio	Fecha de término
1	Selección terrenos para ensayos año 1	01/04/08	01/05/08
2	Siembra ensayos año 1	15/04/08	15/05/08
3	Aplicación de herbicidas y fertilizantes año 1	15/04/08	15/05/08
4	Evaluación fenológica y control de malezas	30/04/08	30/11/08
5	Cosecha ensayos año 1	15/12/08	15/01/09
7	Selección terrenos para ensayos año 2	01/04/09	01/05/09
8	Siembra ensayos año 2	15/04/09	15/05/09
9	Aplicación de herbicidas y fertilizantes año 2	15/04/09	15/05/09
10	Evaluación fenológica y control de malezas	30/04/09	28/11/09
11	Cosecha ensayos año 2	15/12/09	15/01/10

Se realizaron dos ensayos pequeños de variedades de ambas especies. Para camelina se sembraron cuatro cultivares (Suneson, Blaine Creek, Yellowstone, Gold of Pleasure) en Chillán, Los Angeles, Gorbea y Osorno. En Chillán se agregó un cultivar invernal adicional (invernal MT.BSX-W5). El diseño fue de bloques completos al azar con 4 repeticiones. Este ensayo se repitió el 2009 sólo en Chillán y Osorno.

Para mostaza se utilizaron 4 cultivares (J05Z-014556, J05Z-07993, J05Z-07146 y Dimensión); las tres primeras procedentes de Canadá y la última, será facilitada por la empresa Semillas Baer. Este ensayo

sólo se sembró en la localidad de Chillan. El diseño estuvo compuesto por bloques completos al azar con 4 repeticiones y no fue repetido el 2009.

Cada unidad experimental constó de 6 hileras de 5 m de largo y sembradas a 30 cm entre hilera (a excepción de Osorno, que contó con 4 hileras de 5 m de largo y sembradas a 36 cm entre hileras). Ambos ensayos se sembraron entre el 5 y el 28 de Mayo de 2008. El detalle con las fechas de siembra, fecha y dosis de aplicación de fertilizantes y herbicidas se indican en la Tabla 5.0.

Debido al mal tiempo (anegamiento del sector del ensayo debido a las fuertes lluvias invernales), en Chillán este ensayo se perdió y tuvo que sembrarse nuevamente el 3 de septiembre de 2008, cuando el clima y las condiciones del terreno lo permitieron. Además de sembrar nuevamente los ensayos de variedades, específicamente para camelina se agregaron 9 cultivares más, incluidos en el convenio de investigación entre la empresa Great Plains de Montana, Estados Unidos (Sam Huttenbauer (CEO), Duane Johnson), y la Universidad de Concepción. En Los Ángeles también se agregaron las 9 líneas nuevas de camelina, las que se sembraron el 11 de septiembre de 2008, quedando ambos ensayos con 13 variedades. Se fertilizó con N y S. Se evaluó fenología y rendimiento de semillas.

La cosecha y trilla se hizo de forma similar a la explicada en el ensayo 1. Sólo difiere en que en este ensayo no se tomó una muestra de biomasa ni tampoco se evaluaron componentes del rendimiento tales como número de silicuas por planta y semillas por silicua. Por lo tanto, una vez eliminados los bordes y registrada la altura de plantas se cosechó y trilló toda la parcela.

**Tabla 5.0. Actividades realizadas en el ensayo de cultivares de camelina (año 1).**

Actividad	Chillán	Los Ángeles	Osorno
Fecha de siembra	03/09/2008	15/05/08 y 11/09/08	28/05/08
Fertilización			
Producto	x	Potasio ( $K_2O$ ), como muriato de potasio	Fósforo ( $P_2O_5$ ), como super fosfato triple
Dosis (kg/ha)		51	100
Fecha		15/05/08 y 11/09/08	28/05/08
Observaciones	Suelo con altos niveles de fósforo y potasio, no se aplicó.	La segunda fecha corresponde a la aplicación en sector de las variedades nuevas.	Suelo con altos niveles de potasio, que no se aplicó
Producto	Azufre ( $SO_4^{-2}$ ) (como fertiyeso)	Azufre ( $SO_4^{-2}$ ) (como fertiyeso)	Azufre ( $SO_4^{-2}$ ) (como fertiyeso)
Dosis (kg/ha)	20	20	20
Fecha	20/10/08 – 13/11/08	29/07/08 – 11/09/08 y 16/10/08 (a variedades nuevas)	31/07/08 – 31/09/08
Observaciones	2 fechas corresponden a 2 parcializaciones de S	2 fechas corresponden a 2 parcializaciones de S	2 fechas corresponden a 2 parcializaciones de S.
Producto	Nitrógeno (N) (1° parcialidad: urea 2° parcialidad :salitre potásico)	Nitrógeno (N) (como urea)	Nitrógeno (N) (como urea)
Dosis (kg/ha)	100	100	100

Fecha	20/10/08 – 13/11/08	29/07/08 – 11/09/08 y 16/10/08 (a variedades nuevas)	31/07/08 – 31/09/08
Observaciones	2 fechas corresponden a 2 parcializaciones de N	2 fechas corresponden a 2 parcializaciones de N	2 fechas corresponden a 2 parcializaciones de N
<b>Control manual de malezas</b>			
Fecha	06/10/08 – 29/10/08	16/10/08	19/08/08 – 31/09/08
Observaciones	A todas las variedades	A variedades nuevas.	A todas las variedades
<b>Herbicidas</b>			
Producto	x	x	Butisan (metazachlor)
Dosis (L/ha)			2,3
Fecha			01/07/2008
Riego	17/10/08 - 12/11/08	x	x
Observaciones	En Chillán fue necesario debido a que ensayo fue resembrado en primavera.		
<b>Fungicidas</b>			
Producto	x	Matador (tebuconazole+triadimenol)	Matador (tebuconazole+triadimenol)
Dosis (L/ha)		0.75	0.75
Fecha		29/07/08	31/07/08

En el año 2 se realizó este ensayo sólo en las localidades de Chillán y Osorno. En el caso de Chillán, se volvieron a sembrar 13 cultivares y en Osorno 4 (los 4 originales).

El diseño fue de bloques completos al azar, con 4 repeticiones y cada unidad experimental constó de 6 hileras de 5 m de largo y sembradas a 30 cm entre si.

Las fechas de siembra, fecha y dosis de aplicación de fertilizantes y herbicidas se indican en la Tabla 5.1.

**Tabla 5.1. Labores realizadas en el ensayo de cultivares de camelina y mostaza (año 2).**

Labor	Chillán	Osorno
Fecha de siembra	20/04/09	28/04/09
<b>Fertilización</b>		
Fertilización a la siembra	X Suelo con altos niveles de fósforo y potasio, por lo que no fue necesario aplicarlos.	100 kg P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> /ha (28/05/09)
Producto	Nitrógeno (N) (1° parcialización como Urea y 2° como salitre potásico)	Nitrógeno (N) (1° parcialización como Urea y 2° como salitre potásico)
Dosis (kg/ha)	100	100
Fecha	10/08/09 – 24/08/09	30/07/09-14/09/09

Producto	Azufre (SO <sub>4</sub> ) (como Fertiyeso)	Azufre (SO <sub>4</sub> ) (como Fertiyeso)
Dosis (kg/ha)	20	20
Fecha	10/08/09 – 24/08/09	30/07/09-14/09/09
Observaciones	2 fechas corresponden a 2 parcializaciones de S.	2 fechas corresponden a 2 parcializaciones de S.
<b>Herbicidas</b>		
Producto	Aramo (tepraloxymidim)	Aramo (tepraloxymidim)
Dosis (kg/ha)	0.5 L/ha	0.5 L/ha
Fecha	12/06/09	27/07/09
Observaciones	Para control de malezas gramíneas.	Para control de malezas gramíneas.
<b>Fungicidas</b>		
Producto	x	Matador (tebuconazole+triadimenol)
Dosis (L/ha)		0.75
Fecha		29/07/09
<b>Cosecha ensayos</b>		
	11/12/09	19/01/10

## 2.7 Evaluación potencial de rendimiento y cálculo de costos.

### Descripción de etapa

N°	7		
Nombre	Evaluación potencial de rendimiento y calculo de costos		
<b>Descripción</b>			
Se hará cultivos precomerciales de 1 ha de camelina y mostaza en las cinco zonas. Se calculará los costos reales de producción y el ingreso neto obtenido y la factibilidad de utilizar estos cultivos para biodiesel en conjunto con el raps. Además, se establecerán contactos con empresas nacionales y extranjeras interesadas en construir una planta de biodiesel.			
<b>Duración</b>	Meses	17	
			<b>Fecha inicio etapa</b> 15/04/09
			<b>Fecha término etapa</b> 30/04/11
<b>N° del o los resultados al que responde</b>			3,4,5
<b>Identificación de las actividades de la etapa</b>			
N°	Nombre	Fecha de inicio	Fecha de término
1	Siembra 0.5 ha de camelina y mostaza semi-comercial en Gorbea y Osorno	15/04/09	15/05/09
	Aplicación de herbicidas y fertilizantes	15/04/09	15/07/09
	Cosecha de cultivos semi-comerciales	15/12/09	15/01/09
2	Siembra cultivos precomerciales (1 ha)	15/04/10	15/05/10
3	Aplicación de herbicidas y fertilizantes	17/04/10	15/07/10
4	Cosecha de cultivos precomerciales	15/12/10	14/01/11
5	Análisis contenido de aceite cultivo precomercial y calidad de biodiesel y afrecho	01/02/11	29/04/11
6	Calculo y análisis de costos de cada cultivo precomercial	01/02/11	30/04/11

En el año 2009 y el 2010 se sembraron superficies a escala precomercial de camelina y mostaza para ver el comportamiento del cultivo en una superficie mayor y para producir suficiente semilla para extraer aceite. Durante el 2009 y en forma paralela a los ensayos, se planificó sembrar una superficie de 0.5 ha con camelina y mostaza en Gorbea y Osorno, a lo que se decidió agregar una pequeña superficie en El Carmen. Resumiendo, en Osorno se sembró ¼ ha de Camelina y ¼ ha de Mostaza, en Gorbea se sembró 1/5 de ha de cada cultivo y en El Carmen, 0.1 ha de cada cultivo (Tabla 6.0). Para camelina se utilizó una dosis de 5 Kg/ha de semilla y para mostaza una dosis de 6 Kg/ha.

**Tabla 6.0. Actividades realizadas en siembras precomerciales de camelina y mostaza el año 2009.**

Actividad	El Carmen	Gorbea	Osorno
<b>Fecha de siembra</b>	06/05/09	28/05/09	28/04/09
<b>Fertilización</b>			
Producto	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), como Super Fosfato Triple	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), como Super Fosfato Triple	Fósforo (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> ), como Super Fosfato Triple
Dosis (kg/ha)	100	100	100
Fecha	06/05/09	28/05/09	28/04/09
Producto	Nitrógeno (N) (como urea)	Nitrógeno (N) (como urea)	Nitrógeno (N) (como urea)
Dosis (kg/ha)	100	100	100
Fecha	25/08/09-23/09/09	12/08/09-25/09/09	14/08/09-28/09/09
Producto	Azufre (SO <sub>4</sub> ) (como Fertiyeso)	Azufre (SO <sub>4</sub> ) (como Fertiyeso)	Azufre (SO <sub>4</sub> ) (como Fertiyeso)
Dosis (kg/ha)	20	20	20
Fecha	25/08/09-23/09/09	12/08/09-09/10/09	14/08/09-28/09/09
Observaciones	2 fechas corresponden a 2 parcializaciones de fertilizante		
<b>Herbicidas</b>			
Producto	Aramo (tepraloxymid)	Aramo (tepraloxymid)	Aramo (tepraloxymid)
Dosis	0.5 L/ha	0.5 L/ha	0.5 L/ha
Fecha	10/06/09	25/09/09	27/07/09
Observaciones	Para control de malezas gramíneas.	Para control de malezas gramíneas.	Para control de malezas gramíneas.

En el año 2010 se planificó sembrar superficies precomerciales de 1 ha de camelina o mostaza en las tres regiones evaluadas (Del Bio Bio, de la Araucanía y De Los Lagos), dejando a cada agricultor elegir cual de ambos cultivos deseaba establecer. Finalmente, se decidió sembrar la misma superficie con

ambos cultivos, por lo que se sembró 0.5 ha de camelina y 0.5 ha en El Carmen, Los Ángeles y en Osorno. En Gorbea no se pudo sembrar debido a exceso de lluvias otoñales que impidieron sembrar en la mejor fecha para estos cultivos, por lo que se decidió sembrar ambos cultivos en la ciudad de Chillán. En todas las localidades se sembró bajo el sistema de cero labranza, sobre rastrojo de trigo. El manejo realizado en cada localidad se detalla en la Tabla 6.1. En el caso de Chillán, la superficie a cultivar con camelina o mostaza oriental se dividió en tres, ya que se sembró una franja de cada una de las tres variedades con mejores resultados en los ensayos de variedades y fechas de siembra. Para camelina estas variedades fueron: Gold of Pleasure, Blaine Creek y Suneson. En el caso de mostaza oriental se utilizaron las tres líneas disponibles: J052-014556, J052-07993 y J052-07146. Tanto en Los Ángeles como Osorno se sembró sólo variedad Gold of Pleasure de camelina, mientras que en El Carmen sólo la variedad Suneson. En todas las localidades sólo se sembró mostaza oriental, variedad J052-014556.

De acuerdo a resultados de los ensayos de fechas de siembra, se decidió aumentar la dosis de semilla en ambos cultivos; de esta forma se compensa la pérdida de semillas debido a variaciones en la profundidad de siembra realizada con sembradora y se amortigua la pérdida de plantas por descalce en caso de ocurrir fuertes heladas otoñales. En consecuencia, camelina se sembró durante el 2010 con 7 kg/ha y mostaza con 8 kg/ha (Tabla 6.1).

Una vez cosechadas las siembras precomerciales se calcularon los costos reales de producción y el ingreso neto obtenido y la factibilidad de utilizar estos cultivos para biodiesel en conjunto con el raps. La Molinera Gorbea cuenta con una planta de extracción de aceite y destinó dos días de operación de su planta en 2010-2011 para extraer 2000 Kg de camelina y mostaza proveniente de los predios de agricultores, luego de eso se produjo biodiesel en los laboratorios de biocombustibles de la Universidad de La Frontera (Temuco) y el Departamento de Mecanización de la Universidad de Concepción (Chillán) al que se le evaluaron todos los parámetros de calidad correspondientes.

Además, se establecieron contactos con empresas nacionales (Oleotop, IANSA, ALISUR y Molinera Gorbea) y extranjeras interesadas en construir un planta de biodiesel que use la semilla de estas nuevas especies como materia prima.

**Tabla 6.1. Labores realizadas en siembras precomerciales de camelina y mostaza en año 2010.**

Actividad	Chillán	El Carmen	Los Ángeles	Osorno
Fecha de siembra	09/05/10	19/05/10	03/06/10	07/06/10
Fertilización				
Producto	Fósforo ( $P_2O_5$ ), como Super Fosfato Triple	Fósforo ( $P_2O_5$ ), como Super Fosfato Triple	Fósforo ( $P_2O_5$ ), como Super Fosfato Triple	N, P, K, S, Zn y B a través de mezclas Mosaic Microessentials Boron y MM S Zn
Dosis (kg/ha)	100	100	250	140 (70 de cada una)
Fecha	09/05/10	19/05/10	03/06/10	07/06/10
Producto	Potasio ( $K_2O$ ) como muriato de potasio	x	Potasio ( $K_2O$ ) como muriato de potasio	x

Dosis (kg/ha)	50		50	
Fecha	09/05/10		03/06/10	
Producto	Azufre (SO <sub>2</sub> ) como fertiyeso	Azufre (SO <sub>2</sub> ) como fertiyeso	Azufre (SO <sub>2</sub> ) como fertiyeso	Azufre (SO <sub>2</sub> ) como fertiyeso
Dosis (kg/ha)	40	40	40	40
Fecha	03/08/10-08/09/10	10/08/10-10/09/10	02/09/10-07/10/10	30/08/10-04/10/10
Producto	Nitrógeno (N) como urea	Nitrógeno (N) como urea	Nitrógeno (N) como urea	Nitrógeno (N) como urea
Dosis (kg/ha)	75-200			
Fecha	03/08/10-08/09/10	10/08/10-10/09/10	02/09/10-07/10/10	30/08/10-04/10/10
Observación	Dosis menor para camelina y mayor para mostaza oriental. Dos fechas corresponden a dos parcializaciones de ambos nutrientes (50% de la dosis en cada parcialización).			
<b>Molusquicida</b>				
Producto	Metarex (Metaldehido)	Metarex (Metaldehido)	Metarex (Metaldehido)	Metarex (Metaldehido)
Dosis (kg/ha)	5	5	5	5
Fecha	03/08/10	10/08/10	02/09/10	30/08/10
Observación	Aplicado en mostaza oriental, por los daños observados en años anteriores.			
<b>Herbicidas</b>				
Producto	Glifos 480 (Glifosato)	Glifos 480 (Glifosato)	Panzer Gold (Glifosato)	Panzer Gold (Glifosato)
Dosis (L/ha)	3	3	3	3
Fecha	08/05/10	19/05/10	01/06/10	07/06/10
Observación	Control total de malezas, utilizados en barbecho químico antes de sembrar			
Producto	Aramo (Tepraloxymid)	Aramo (Tepraloxymid)	Centurión 240 EC (Clethodim)	Aramo (Tepraloxymid)
Dosis (L/ha)	1	1	1	1
Fecha	13/07/10	16/07/10	06/08/10	13/08/10
Observación	Control de malezas gramíneas en camelina			
Producto	Eurolightning (Imazamox + Imazapyr)	Eurolightning (Imazamox + Imazapyr)	Eurolightning (Imazamox + Imazapyr)	Eurolightning (Imazamox + Imazapyr)
Dosis (L/ha)	1,25	1,25	1,25	1,25
Fecha	20/07/10	23/07/10	23/08/10	24/08/10
Observación	De amplio espectro utilizado en variedades de mostaza oriental clearfield			
<b>Funguicidas</b>				

Producto	Prosaro (Prothioconazole + Tebuconazole)	Prosaro (Prothioconazole+ Tebuconazole)	Stereo (Propiconazol + Cyprodynil)	Stereo (Propiconazol + Cyprodynil)
Dosis (L/ha)	0,8	0,8	1,5	1,5
Fecha	08/09/10	10/09/10	07/10/10	04/10/10
Observación	Controlan hongos como <i>Phoma</i> en mostaza oriental			
<b>Insecticidas</b>				
Producto	Lorsban* (Clorpirifos)	Lorsban* (Clorpirifos)	Lorsban* (Clorpirifos)	Lorsban* (Clorpirifos)
Dosis (L/ha)	0,5	0,5	0,5	0,5
Fecha	04/08/10	02/08/10	27/08/10	16/08/10
Producto	Karate Zeon** (Lambdacihalotri na)	Karate Zeon** (Lambdacihalotrina )	Karate Zeon** (Lambdacihalotrina )	Karate Zeon** (Lambdacihalotrina )
Dosis (L/ha)	0,2	0,2	0,2	0,2
Fecha	13/10/10	22/10/10	05/11/10	11/11/10
Observación	* Controla gusanos cortadores en mostaza oriental **Controla áfidos en mostaza oriental			

### 3. Actividades del Proyecto:

- Carta Gantt o cuadro de actividades comparativos entre la programación planteada en la propuesta original y la real.
- Razones que explican las discrepancias entre las actividades programadas y las efectivamente realizadas.

El plan original se cumplió en su totalidad a excepción por la extracción comercial de aceite por Molinera Gorbea. Solo se produjo biodiesel a nivel piloto. El Hito 6 aún no se ha cumplido ya que la adopción de la tecnología requerirá de difusión y extensión, pero se vislumbra que dentro de uno o dos años camelina o mostaza sean cultivadas comercialmente.

El libro “Camelina y mostaza oriental: dos cultivos con potencial en Chile para producción de biodiesel” de los autores Marisol Berti, Rosemarie Wilckens, Alejandro Solis y Wilson González Pertenecientes a la Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, se encuentra terminado faltando la revisión de ejecutivos del FIA, diagramación, e impresión final.

ID	Nombre de tarea	Duration	Start	2008		2009		2010		2011		
				2nd Half	1st Half	2nd Half						
1	<b>Etapa I: Introducción de tres cultivares de camelina y tres de mostaza.</b>	130 days?	Thu 11/1/07	Qtr 3	Qtr 4	Qtr 1	Qtr 2					
2	Solicitar semilla de camelina y mostaza a Estados Unidos	42 days?	Thu 11/1/07									
3	Solicitud de internación de semillas.	44 days?	Tue 1/1/08									
4	HITO 1: Ingreso de semillas a Chile para su uso en I&D y a nivel comercial.	23 days	Mon 3/31/08									
5	Diseño y organización de ensayos en las diferentes localidades	130 days?	Thu 11/1/07									
6												
7	<b>Etapa II: Evaluación de fechas de siembra en cinco localidades</b>	565 days?	Tue 4/1/08									
8	Selección terrenos para ensayos de fecha de siembra año	23 days?	Tue 4/1/08									
9	Siembra ensayo fechas de siembra año 1.	67 days?	Thu 5/15/08									
10	Evaluación fenológica año 1.	153 days?	Thu 5/15/08									
11	Cosecha ensayos año 1.	27 days?	Mon 12/15/08									
12	Análisis de contenido de aceites grasos y composición de año 1.	66 days?	Mon 3/2/09									
13	HITO 2: Evaluación de ensayos de cultivos de camelina. Rendimiento alcanzado de 2.500 kg de semilla y 35% de aceite.	0 days	Wed 4/1/09									4/1
14	HITO 3: Evaluación de ensayos de cultivos de mostaza. Rendimiento alcanzado de 2.500 kg de semilla y 35% de aceite.	0 days	Wed 4/1/09									4/1
15	Selección terrenos para ensayos de fecha de siembra año 2.	23 days?	Wed 4/1/09									
16	Siembra ensayo fechas de siembra año 2.	33 days?	Wed 4/15/09									
17	Evaluación fenológica año 2.	153 days?	Fri 5/15/09									
18	Cosecha ensayos año 2.	34 days?	Tue 12/15/09									
19	Análisis de contenido de aceite y composición de ácidos grasos año 2.	66 days?	Mon 3/1/10									
20	HITO 4: Evaluación de ensayos de cultivos de camelina. Rendimiento alcanzado de 2.700 kg de semilla y 40% de aceite.	0 days	Thu 4/1/10									4/1
21	HITO 5: Evaluación de ensayos de cultivos de mostaza. Rendimiento alcanzado de 3.200 kg de semilla y 40% de aceite.	0 days	Thu 4/1/10									4/1
22												
23	<b>Etapa III: Ensayo de fertilización</b>	566 days?	Tue 4/1/08									
24	Selección terrenos para ensayos de fertilización año 1.	23 days?	Tue 4/1/08									
25	Toma de muestras de suelos.	22 days?	Thu 5/1/08									
26	Siembra ensayo fertilización año 1.	23 days?	Tue 4/15/08									
27	Evaluación fenológica año 1.	131 days?	Mon 6/16/08									
28	Cosecha ensayos año 1.	27 days?	Mon 12/15/08									
29	Análisis de contenido de aceite y composición año 1.	66 days?	Mon 3/2/09									
30	Selección terrenos para ensayos de fertilización año 2.	23 days?	Wed 4/1/09									
31	Toma de muestras de suelos.	22 days?	Wed 4/1/09									
32	Siembra ensayo de fertilización año 2.	23 days?	Wed 4/15/09									
33	Evaluación fenológica año 2.	153 days?	Fri 5/15/09									
34	Cosecha ensayos año 2.	27 days?	Tue 12/15/09									
35	Análisis de contenido de aceite y composición año 2.	67 days?	Mon 3/1/10									
36												
37	<b>Etapa IV: Ensayo de herbicidas</b>	673 days?	Thu 11/1/07									
38	Selección terrenos para ensayos de herbicidas año 1	23 days?	Tue 4/1/08									
39	Siembra ensayo herbicidas año 1	24 days?	Tue 7/15/08									
40	Aplicación de herbicidas año 1	22 days?	Fri 8/15/08									
41	Evaluación fitotoxicidad y control de malezas	44 days?	Mon 9/1/08									
42	Cosecha ensayo año 1	24 days?	Mon 12/15/08									

Proyecto: FIA-PI-C-2007-1-A-008-  
 Fecha: Thu 6/16/11

Tarea		Hito		Tareas externas	
División		Resumen		Hito exteTarea	
Progreso		Resumen del proyecto		División	

ID	Nombre de tarea	Duration	Start	2008		2009		2010		2011	
				2nd Half Qtr 3	Qtr 4	1st Half Qtr 1	Qtr 2	2nd Half Qtr 3	Qtr 4	1st Half Qtr 1	Qtr 2
43	✓ Selección terrenos para ensayos de herbicidas año 2	23 days?	Wed 4/1/09								
44	✓ Siembra ensayo de herbicidas año 2	23 days?	Wed 4/15/09								
45	✓ Aplicación de herbicidas año 2	23 days?	Wed 4/15/09								
46	✓ Cosecha ensayo año 2	24 days?	Tue 12/15/09								
47	✓ Evaluación fitotoxicidad y control de malezas	22 days?	Thu 4/30/09								
48		1 day?	Thu 11/1/07								
49	✓ <b>Etapas V: Ensayo de variedades de raps</b>	<b>565 days?</b>	<b>Tue 4/1/08</b>								
50	✓ Selección terrenos para ensayos año 1	23 days?	Tue 4/1/08								
51	✓ Siembra ensayo año 1	24 days?	Tue 7/15/08								
52	✓ Aplicación de herbicidas y fertilizantes año 1	23 days?	Tue 4/15/08								
53	✓ Evaluación fenología y control de malezas	153 days?	Wed 4/30/08								
54	✓ Cosecha ensayo año 1	24 days?	Mon 12/15/08								
55	✓ Análisis de contenido de aceite	41 days?	Mon 2/2/09								
56	✓ Selección terrenos para ensayos año 2	23 days?	Wed 4/1/09								
57	✓ Siembra ensayos año 2	23 days?	Wed 4/15/09								
58	✓ Aplicación de herbicidas y fertilizantes año 2	23 days?	Wed 4/15/09								
59	✓ Evaluación fenológica y control de malezas	153 days?	Thu 4/30/09								
60	✓ Cosecha ensayos año 2	45 days?	Tue 12/15/09								
61	✓ Análisis de contenido de aceite	86 days?	Mon 2/1/10								
62	✓ <b>Etapas VI: Ensayo de variedades camelina y mostaz</b>	<b>469 days?</b>	<b>Tue 4/1/08</b>								
63	✓ Selección terrenos para ensayos año 1	23 days?	Tue 4/1/08								
64	✓ Siembra ensayos año 1	23 days?	Tue 4/15/08								
65	✓ Aplicación de herbicidas y fertilizantes año 1	23 days?	Tue 4/15/08								
66	✓ Evaluación fenológica y control de malezas	153 days?	Wed 4/30/08								
67	✓ Cosecha ensayos año 1	24 days?	Mon 12/15/08								
68	✓ Selección terrenos para ensayos de herbicidas año 2	23 days?	Wed 4/1/09								
69	✓ Siembra ensayo año 2	23 days?	Wed 4/15/09								
70	✓ Aplicación de herbicidas y fertilizantes año 2	23 days?	Wed 4/15/09								
71	✓ Evaluación fenológica y control de malezas	153 days?	Thu 4/30/09								
72	✓ Cosecha ensayos año 2	24 days?	Tue 12/15/09								
73											
74	✓ <b>Etapas VII: Evaluación potencial de rendimiento y calculo de costos</b>	<b>869 days?</b>	<b>Tue 1/1/08</b>								
75	✓ Siembra de 0.5 ha de camelina y 0.5 de mostaza semi-con	23 days?	Wed 4/15/09								
76	✓ Aplicación de herbicidas y fertilizantes	66 days?	Wed 4/15/09								
77	✓ Cosecha cultivos semi-comerciales	63 days?	Tue 12/15/09								
78	✓ Siembra cultivos precomerciales (1 ha)	22 days?	Thu 4/15/10								
79	✓ Aplicación de herbicidas y fertilizantes	66 days?	Thu 4/15/10								
80	✓ Cosecha de cultivos precomerciales	54 days?	Wed 12/15/10								
81	✓ Análisis contenido de aceite cultivo precomercial	64 days?	Tue 2/1/11								
82	✓ Cálculo y análisis de costos de cada cultivo precomercial	44 days?	Tue 3/1/11								
83	✓ HITO 6: Adopción del cultivo, 1 productor por región, (total 3 productores) con 2 ha de cada una de las especies ( camelina y mostaza) ( total 12 ha)	869 days	Tue 1/1/08								

Proyecto: FIA-PI-C-2007-1-A-008-  
Fecha: Thu 6/16/11

Tarea		Hito		Tareas externas	
División		Resumen		Hito exteTarea	
Progreso		Resumen del proyecto		División	

#### **4.Resultados del Proyecto:**

- Descripción detallada de los principales resultados del proyecto, incluyendo su análisis y discusión utilizando gráficos, tablas, esquemas, figuras u otros, que permitan poder visualizar claramente los antecedentes que sustentan las conclusiones relevantes del desarrollo del proyecto.
- Cuadro comparativo de los resultados esperados en la propuesta de proyecto y los alcanzados finalmente.
- Razones que explican las discrepancias entre los resultados esperados y los obtenidos.

#### **4.1 Evaluación de fechas de siembra en cinco localidades**

##### **Camelina**

Las fechas de siembra para camelina, mostaza y raps durante 2 años se indican en la Tabla 4.1. La fecha de siembra no influyó significativamente en el rendimiento de semillas de camelina en las localidades de Chillán y El Carmen (Tabla 4.2), lo que permitiría sembrar desde abril hasta agosto, pero con un potencial de rendimiento muy bajo. En Los Angeles, en las tres primeras fechas de siembra se obtuvieron los rendimientos más altos, por lo que no se recomendaría sembrar después de la primera semana de junio. En Gorbea, sólo la primera fecha de siembra sería recomendable, las plantas obtenidas en las fechas posteriores sufrieron descalce, un fenómeno que ocurre en las plantas sembradas en suelos con alto contenido de materia orgánica y expuestas a heladas fuertes en el otoño. En Osorno, el potencial de rendimiento de camelina fue el más alto. Los mejores resultados fueron con las primeras dos fechas de siembra. La disminución en el rendimiento de semillas a medida que se atrasó la fecha de siembra se debió a un menor número de silicuas por planta y peso de la semilla en las fechas 4 y 5 (Tabla 4.3).

No se observaron diferencias entre variedades de camelina en ninguna de las localidades. Debe destacarse que la temporada 2008 fue absolutamente anormal por las altas temperaturas registradas en la primavera, lo que sin duda redujo el potencial de rendimiento de los cultivos en evaluación. Los resultados para la segunda temporada mostraron que los mayores rendimientos de camelina se alcanzaron en Osorno y El Carmen en las fechas 3 y 2 respectivamente. El menor rendimiento de las F1 se explica porque las primeras lluvias no llegaron hasta la segunda semana de mayo por lo que estuvieron sembradas en seco por casi tres semanas lo que redujo el establecimiento. En el caso de Osorno además, la F1 sufrió desgrane de semillas y tendadura, provocadas por lluvias primaverales y de verano acompañadas de intenso viento.

**Tabla 4.1. Fechas de siembra de camelina, mostaza y raps en 5 localidades en los años 2008 y 2009.**

Fecha Siembra	Chillán-08	Chillán-09	EC-08	EC-09	LA-08	LA-09	Gorbea-08	OS-08	OS-09
Fecha 1	21Abril	17 Abril	23 Abril	06 Mayo	24 Abril	23 Abril	29 Abril	02 Mayo	28 Abril
Fecha 2	13 Mayo	5 Mayo	13 Mayo	26 Mayo	14 Mayo	14 Mayo	14 Mayo	29 Mayo	28Mayo
Fecha 3	30 Mayo	20 Mayo	02 Junio	10 Junio	06 Junio	2 Junio	02 Julio	01 Julio	15 Junio
Fecha 4	26 Junio	-	03 Julio	-	03 Julio	-	01 Agosto	31 Julio	-
Fecha 5	28 Julio	-	29 Julio	-	29 Julio	-	19 Agosto	18 Agosto	-

EC-08 y EC-09= El Carmen 2008 y 2009; LA-08 y LA-09= Los Angeles 2008 y 2009; OS-08 y OS-09= Osorno 2008 y 2009.

**Tabla 4.2. Rendimiento promedio de semillas de tres variedades de camelina sembrada en distintas fechas en 5 localidades en el año 1 y 4 localidades en el año 2.**

Fechas de siembra	Chillán-08	Chillan-09	EC-08	EC-09	LA-08	LA-09	Gorbea	OS-08	OS-09
	-----kg/ha-----								
Fecha 1	719	420	1216	1400	1882	950	1310	2279	785
Fecha 2	1079	882	1414	1587	1842	1372	530	2314	1179
Fecha 3	601	921	1172	1324	1995	1576	536	1853	1646
Fecha 4	564	-	1189	-	1261	-	496	678	-
Fecha 5	581	-	1167	-	1392	-	514	637	-
LSD fecha	NS	389	NS	NS	527	387	218	374	334
LSD (0,05) fecha x loc.	386								
CV(%)	22	22	25	11	25	19	40	20	28

NS indica que no hay diferencias entre fechas dentro de una misma localidad (P=0.05).

EC= El Carmen 2008, LA= Los Angeles 2008 and 2009; OS= Osorno 2008 y 2009.

LSD for Date x Environment is to compare among seeding dates within an environment in 2008.

El objetivo de evaluar los componentes del rendimiento fue determinar las causas de las diferencias observadas en el rendimiento en las distintas localidades y años. Para simplificar el análisis solo los resultados promedios por fecha de siembra, localidad y año se indican en la Tabla 6. Los principales componentes del rendimiento que determinaron las diferencias entre localidades fueron el número de silículas por planta y el peso de 1000 semillas. Las fechas de siembra más tempranas presentaron un mayor número de silículas y mayor peso de 1000 semillas que aquellas sembradas más tardes., esto probablemente a que las semillas en las siembras más tempranas se desarrollaron con temperaturas más bajas.

**Tabla 4.3 Componentes del rendimiento de semilla de camelina establecida en cinco fechas de siembra en el año 1, promedio de cinco localidades y tres cultivares.**

Fechas de Siembra	Nº plantas m <sup>-2</sup>	Nº silicuas/planta	Nº semillas/silicua	Peso 1.000 semillas (g)
Fecha 1	170	205	10,3	1,49
Fecha 2	148	283	10,8	1,25
Fecha 3	163	200	12,2	1,14
Fecha 4	167	153	11,7	1,13
Fecha 5	152	126	12,6	1,08
LSD fechas (0.05)	NS	99	NS	0,14
CV (%)	32	53	67	15,4

NS indica que no hay diferencias entre fechas dentro de un mismo parámetro.

El rendimiento de biomasa total disminuyó a medida que se atrasó la fecha de siembra en todas las localidades. Cuando más temprana la fecha de siembra en la temporada la planta acumula más materia seca en ese período y, por lo tanto, hay un mayor potencial de rendimiento de semilla. No se observaron diferencias significativas en índice de cosecha en ninguna de las localidades excepto en Los Angeles (Tabla 4.5). En general, la fecha de siembra no afecta la cantidad de materia seca que se transloca de la planta a la semilla.

**Tabla 4.4. Rendimiento de biomasa total de camelina establecida en cinco fechas de siembra y cinco localidades en el año 1, promedio de tres cultivares.**

Fechas de Siembra	Localidades				
	Chillán	El Carmen	Los Angeles	Gorbea	Osorno
	-----kg MS ha <sup>-1</sup> -----				
Fecha 1	9307	7564	12380	4850	10715
Fecha 2	8240	9287	11073	2783	9163
Fecha 3	7914	7866	11537	2487	7547
Fecha 4	3009	7407	5771	2074	3385
Fecha 5	2883	5357	4848	2158	3687
LSD fechas (0.05)	1939	1874	1839	897	999
CV (%)	15	25	17	32	15

**Tabla 4.5. Índice de cosecha de camelina establecida en cinco fechas de siembra y cinco localidades, en el año 1, promedio de tres cultivares.**

Fechas de Siembra	Localidades				
	Chillán	El Carmen	Los Angeles	Gorbea	Osorno
	-----kg/ha-----				
Fecha 1	10,2	25,8	15,9	33,0	24,3
Fecha 2	14,2	25,6	22,2	36,8	26,6
Fecha 3	10,9	20,9	19,5	38,7	27,2
Fecha 4	28,2	27,3	24,2	34,2	28,8
Fecha 5	39,5	29,0	32,8	35,4	24,9
LSD fechas (0.05)	NS	NS	4.5	NS	NS
CV (%)	88	24	24.5	30	14

NS indica que no hay diferencias entre fechas dentro de una localidad.

A medida que se atrasó la fecha de siembra, la altura de las plantas a cosecha disminuyó en todas las localidades, excepto en El Carmen (Tabla 4.6). La altura de las plantas fue menor en Chillan y Gorbea, localidades donde también se observaron los menores rendimientos de semilla.

**Tabla 4.6. Altura de plantas de camelina establecida en cinco fechas de siembra y cinco localidades en el año 1, promedio de tres cultivares.**

Fechas de Siembra	Localidades				
	Chillán	El Carmen	Los Angeles	Gorbea	Osorno
	-----cm-----				
Fecha 1	89	121	118	97	126
Fecha 2	94	114	114	82	109
Fecha 3	85	114	107	82	112
Fecha 4	81	113	102	80	70
Fecha 5	65	110	87	77	69
LSD fechas (0.05)	17	NS	10	8	7
CV (%)	9	6	9	10	10

NS indica que no hay diferencias entre fechas dentro de una misma localidad.

El contenido de aceite no varió con la fecha de siembra en Chillán y El Carmen (Tabla 4.7). En cambio, en Los Angeles, el contenido de aceite aumentó de 42% a 45,8% entre la fecha 1 y 2. En Gorbea el aceite aumentó a medida que la fecha se atrasó y en Osorno, las semillas provenientes de las fechas de siembra 4 y 5 presentaron el contenido más bajo de aceite. Resultados similares se repitieron en la segunda temporada, determinándose nuevamente el mayor contenido de aceite en Los Ángeles, con un 44,5%. Cabe destacar que los contenidos de aceite obtenidos en Chile son los más altos reportados en el mundo lo que indicaría el gran potencial de esta especie.

La composición del aceite de camelina varió principalmente en su componente principal, el ácido alfa-linolénico, que fue más alto, 37,43% en la fecha 1, en Osorno y disminuyó en las fechas siguientes (Tabla 4.8). En Los Angeles el contenido de alfa-linolénico fue menor que en Osorno, pero también se observó una disminución a medida que se atrasó la fecha de siembra. Normalmente, ácidos grasos altamente insaturados como el ácido alfa-linolénico son altamente sensibles a la temperatura ambiental y disminuye su contenido cuando la semilla se desarrolla en condiciones de más alta temperatura. Camelina además de ser una materia prima potencial para biodiesel es una fuente importante de ácidos grasos omega-3 (alfa-linolénico) y puede ser utilizada en alimentación humana y animal.

**Tabla 4.7. Contenido de aceite en semillas de camelina establecida en cinco fechas de siembra y cinco localidades en el año 1, y tres fechas de siembra y cuatro localidades el año 2. Promedio de tres cultivares.**

Fechas de Siembra	Chillán	El Carmen	Los Angeles	Gorbea	Osorno
-----%-----					
2008					
Fecha 1	43,0	40,7	42,0	44,3	44,0
Fecha 2	42,0	39,8	45,8	45,1	45,4
Fecha 3	43,3	40,4	44,7	45,7	44,5
Fecha 4	42,7	42,5	45,4	-	42,4
Fecha 5	43,6	41,5	44,1	-	42,3
LSD fechas (0,05)	NS	NS	2,1	0,5	1,6
CV,%	1,9	1,9	3,2	0,9	1,2
2009					
Fecha 1	40.4	39.7	43.1	-	40.9
Fecha 2	42.5	39.3	44.3	-	41.4
Fecha 3	40.1	40.5	44.5	-	42.5
LSD fechas (0,05)	1.6	NS	0.8	-	NS
CV,%	1.9	1.9	0.9	-	1.6

NS indica que no hay diferencias entre fechas dentro de una misma localidad (P=0.05).

**Tabla 4.8. Composición de ácidos grasos de camelina establecida en cinco fechas de siembra en el año 1 en Osorno y Los Angeles.**

Fechas de Siembra	Ácidos grasos				
	esteárico	oleico	linoleico	linolénico	C20:1
-----% del aceite-----					
<b>Osorno</b>					
Fecha 1	2,5	14,74	15,35	37,43	15,49
Fecha 2	2,58	16,18	16,25	33,62	15,33
Fecha 3	1,88	16,61	17,29	31,80	15,14
Fecha 4	2,58	16,52	18,16	31,48	14,58
Fecha 5	2,59	16,13	19,27	31,79	14,36
<b>Los Angeles</b>					
Fecha 1	2,49	17,73	15,94	34,59	14,93
Fecha 2	2,51	18,72	16,76	34,81	14,05
Fecha 3	2,51	17,68	16,86	33,68	14,77
Fecha 4	2,51	17,76	16,61	33,52	14,97
Fecha 5	2,47	17,54	17,20	33,30	14,33

NS indica que no hay diferencias entre fechas dentro de una misma localidad (P=0,05).

### Mostaza

Para el rendimiento de semillas se observaron diferencias significativas entre fechas de siembra en todas las localidades, excepto en El Carmen (Tabla 4.9). El mayor rendimiento se observó para la fecha 2 en Chillán, Los Angeles y Osorno. El ensayo de mostaza en Gorbea se sembró en todas las fechas de siembras programadas, pero las plantas fueron dañadas por descalce y murieron en los dos primeros

meses después de la siembra. Los rendimientos en Chillán y El Carmen fueron menores que los de camelina. Esto se debió a un establecimiento deficiente del cultivo, ya que en ambas localidades el número de plantas establecidas fue menor que el óptimo deseado. Esto se corregirá en la temporada siguiente con una mayor densidad de siembra. Al igual que en camelina la reducción del rendimiento al atrasar la fecha se debió a una disminución del número de silicuas por planta y del peso de las semillas (Tabla 4.10).

En mostaza, se observó un claro efecto de la variedad. Es así como las variedades J05Z-014556 y J05Z-07146, mostraron el mejor potencial de rendimiento en Los Angeles y Osorno. Por otro lado, los mejores rendimientos potenciales se observaron en la localidad de Osorno para las fechas 1 y 2. Sólo las primeras dos fechas de siembra serían recomendables para cultivar mostaza en Chillán, Los Angeles y Osorno (Tabla 4.9). Durante el segundo año de ensayos, se registró el mayor rendimiento de semillas en El Carmen en las fechas 1 y 3, superando los 2200 kg/ha en ambos casos, mientras que en la fecha 2 el rendimiento fue menor debido a que se presentó descalce de plantas por heladas otoñales durante la etapa de emergencia del cultivo. A su vez, los menores rendimientos se alcanzaron en Chillán y Los Angeles, en el primer caso debido a inundación temporal del ensayo y en el segundo, por alto descalce de plantas, lo que provocó una disminución de la población y por ende, una baja en el rendimiento final.

**Tabla 4.9. Rendimiento de semillas de mostaza (*Brassica juncea*) establecida en cinco fechas de siembra el año 1 y tres fechas de siembra el año 2, en cuatro localidades y promedio de tres cultivares.**

Fechas de siembra	de	CH-08	CH-09	EC-08	EC-09	LA-08	LA-09	OS-08	OS-09
-----kg/ha-----									
Fecha 1		585	349	1256	2209	1047	454	1681	1213
Fecha 2		762	660	897	1394	1278	360	1842	1207
Fecha 3		313	623	854	2264	785	486	945	896
Fecha 4		212	-	826	-	568	-	353	-
Fecha 5		134	-	991	-	262	-	211	-
LSD (0,05) fechas		436	218	NS	NS	183	NS	506	263
CV,%		42	33	47	25	26	31.4	19	20.4

NS indica que no hay diferencias entre fechas dentro de una misma localidad (P=0,05).

La reducción de rendimiento al atrasar la fecha de siembra se debió al menor número de silicuas por planta y al peso de 1000 semillas (Tabla 4.10).

**Tabla 4.10. Componentes del rendimiento de semilla de mostaza establecida en cinco fechas de siembra en el año 1, promedio de cuatro localidades y tres cultivares.**

Fechas de Siembra	Nº plantas m <sup>-2</sup>	Nº silicuas planta <sup>-1</sup>	Nº semillas silicua <sup>-1</sup>	Peso 1,000 semillas (g)
Fecha 1	42,8	205	12,6	1,28
Fecha 2	48,8	175	13,1	1,24
Fecha 3	45,1	146	13,2	1,27
Fecha 4	33,8	110	13,7	1,22
Fecha 5	37,9	89	13,3	1,19
LSD (0,05) fechas	NS	43	NS	0,06
CV (%)	27	53	27	14

NS indica que no hay diferencias entre fechas dentro de un mismo parámetro (P=0,05).  
Cultivares evaluados : J05Z-014556, J05Z-07993, J05Z-07146

El rendimiento de biomasa de mostaza fue mayor en la fecha de siembra 1 en El Carmen y Osorno (Tabla 4.11). Por otra parte, el mayor rendimiento de biomasa para Chillán y Los Angeles ocurrió en la fecha de siembra 2. Como la mostaza es altamente sensible al descalce, aún más que el raps y la camelina, esto se reflejó en una disminución de la biomasa y el rendimiento de semillas en la fecha de siembra 2 en El Carmen. De allí que este cultivo sólo se adaptará a la zona de precordillera de la Región del Bío-Bío si es sembrada antes del 30 de abril. El índice de cosecha disminuyó sólo en la fecha de siembra 5 en Los Angeles y Osorno. Como un valor de 20% de índice de cosecha es lo esperado y normal para cultivos oleaginosos, no todos los tratamientos cumplen con las exigencias (Tabla 4.12).

**Tabla 4.11. Rendimiento de biomasa de mostaza establecida en cinco fechas de siembra y cuatro localidades en el año 1, promedio de tres cultivares.**

Fechas de Siembra	Localidades			
	Chillán	El Carmen	Los Angeles	Osorno
	-----kg/ha-----			
Fecha 1	4352	8497	7586	10205
Fecha 2	7928	4733	7713	9921
Fecha 3	2665	5689	6169	4941
Fecha 4	1550	4364	4016	2631
Fecha 5	889	4915	3283	1672
LSD (0,05) fechas	2310	2106	2013	2004
CV (%)	26,4	41,2	29,6	33,1

NS indica que no hay diferencias entre fechas dentro de una misma localidad (P=0,05).

**Tabla 4.12. Índice de cosecha de mostaza establecida en cinco fechas de siembra y cuatro localidades en el año 1, promedio de tres cultivares.**

Fechas de Siembra	Localidades			
	Chillán	El Carmen	Los Angeles	Osorno
	-----%-----			
Fecha 1	20,0	31,1	23,1	21,6
Fecha 2	20,0	29,3	23,0	22,4
Fecha 3	14,1	28,6	26,0	24,6
Fecha 4	11,0	29,0	23,5	19,4
Fecha 5	31,2	27,2	16,6	15,5
LSD (0,05) fechas	5,0	NS	5,8	3,6
CV (%)	33,2	12,5	18,3	15,9

NS indica que no hay diferencias entre fechas dentro de una misma localidad (P=0,05).

Las plantas de mostaza son mucho más altas que las de camelina y de menor altura que las de raps. La mayor altura se observó para las dos primeras fechas de siembra en Osorno, Chillán y Los Angeles (Tabla 4.13). Durante el segundo año los resultados son similares, ya que la altura disminuye al atrasarse la fecha de siembra en todas las localidades, aunque en Chillán y Osorno no hay diferencias significativas al variar la fecha de siembra. La mayor altura se observó para la primera fecha de siembra en todas las localidades.

**Tabla 4.13. Altura de plantas de mostaza establecidas en cinco fechas de siembra el año 1 y tres fechas de siembra el año 2, en cuatro localidades y promedio de tres cultivares.**

Fechas de Siembra	Localidades			
	Chillán	El Carmen	Los Angeles	Osorno
	-----cm-----			
	2008			
Fecha 1	109	122	145	152
Fecha 2	119	110	148	150
Fecha 3	97	110	133	123
Fecha 4	80	108	141	93
Fecha 5	64	121	88	93
LSD (0,05) fechas	13	10	17	10
CV (%)	14	9	9	8
	2009			
Fecha 1	132	136	129	125
Fecha 2	121	120	124	118
Fecha 3	125	127	117	111
LSD fechas (0.05)	NS	11.3	6.95	NS
CV (%)	8	6.1	8.2	6.6

NS indica que no hay diferencias entre fechas dentro de una misma localidad ( $P=0.05$ ).

El contenido de aceite disminuyó después de la tercera fecha de siembra en todas las localidades, excepto en El Carmen (Tabla 4.14). El contenido de aceite fue superior a lo esperado, obteniendo un contenido mayor al 40% en todas las localidades en las primeras tres fechas de siembra.

Durante el segundo año de ensayos no hubo diferencias en el contenido de aceite en función de la fecha de siembra. Sin embargo, debe destacarse que en esa temporada se alcanzó el máximo contenido de aceite en la fecha 1 en Osorno (44,1%), lo que confirma la importancia de realizar siembras tempranas.

La composición de ácidos grasos del aceite de mostaza verifica que estas variedades son *Brassica juncea* tipo canola ya que el perfil de ácidos grasos coincide con una variedad de raps canola que tiene un contenido de ácidos grasos de 3 a 4% de ácido palmítico, 59 a 63% de ácido oleico, 18 a 22% de ácido linoleico y 8 a 11% de ácido linolénico, menos del 2% de C 20:1 y ausencia de ácido erúcico. La ventaja de tener una mostaza tipo canola es que no es necesario buscar un mercado especial para el aceite ya que es exactamente igual al aceite de raps canola y por lo tanto cumpliría con todas las especificaciones para elaborar biodiesel al igual que el raps de canola. No se observó un efecto de la fecha de siembra en la composición de ácidos grasos en mostaza.

**Tabla 4.14. Contenido de aceite de mostaza establecida en cinco fechas de siembra el año 1 y tres fechas de siembra el año 2, en cuatro localidades y promedio de tres cultivares.**

Fechas de siembra	Chillán	El Carmen	Los Angeles	Osorno
	-----%-----			
	2008			
Fecha 1	41,0	41,4	41,2	43,4
Fecha 2	41,8	41,2	40,9	43,0
Fecha 3	41,2	41,3	39,4	43,5
Fecha 4	39,1	41,8	37,3	41,7
Fecha 5	36,9	41,6	34,0	40,4
LSD (0,05) fechas	2,3	NS	1,5	1,8
CV,%	1,9	1,7	3,3	3,9
	2009			
Fecha 1	37.6	42.4	42.6	44.1
Fecha 2	39.7	42.8	42.8	43.5
Fecha 3	39.1	42.3	42.3	43.3
LSD fechas (0,05)	NS	NS	NS	NS
CV,%	4.7	2.8	1.9	5.1

NS indica que no hay diferencias entre fechas dentro de una misma localidad (P=0,05).

Cultivares usados: J05Z-014556, J05Z-07993, J05Z-07146.

**Tabla 4.15. Composición de ácidos grasos en mostaza cinco fechas de siembra en Osorno en el año 1.**

Fechas de Siembra	Ácidos grasos				
	palmítico	oleico	linoleico	linolenico	20:1
	-----%-----				
Fecha 1	3,41	59,56	22,05	11,22	1,26
Fecha 2	3,43	61,87	18,34	12,47	1,37
Fecha 3	3,53	60,75	21,25	10,95	1,24
Fecha 4	3,55	60,86	21,20	10,71	1,39
Fecha 5	3,76	54,41	27,36	11,04	1,20

NS indica que no hay diferencias entre fechas dentro de una misma localidad (P=0,05).

#### Raps

El cultivo testigo en este proyecto fue el raps. Su potencial de rendimiento fue mayor al de camelina y mostaza, como era de esperar. En todas las localidades el rendimiento de semillas en la fecha de siembra 1 fue superior a las restantes, confirmando lo ya conocido por los agricultores, que la siembra de raps debe hacerse antes del primero de mayo. La reducción en el rendimiento de semillas al atrasar la fecha de siembra se debe a un menor número de silicuas por planta y un menor peso de las semillas (Tabla 4.17). En Chillán y Los Angeles, se observó daño por pájaros al momento de la cosecha lo que probablemente redujo el rendimiento en un 20%.

Se observó diferencias entre las dos variedades utilizadas, siendo superior el híbrido Exagone para las fechas 1 y 2 en todas las localidades, exceptuando en Chillán (Tabla 4.16). En general, el rendimiento de raps fue menor la temporada 2008 en comparación a temporadas anteriores donde los rendimientos superan los 4000 kg/ha. Las altas temperaturas en la primavera no permitieron al raps alcanzar su potencial. Durante el segundo año de ensayos (2009) no hubo diferencia significativa en el rendimiento al variar la fecha de siembra, a excepción de Osorno, donde el rendimiento fue mayor en la primera. En

general, el rendimiento de raps fue menor en la segunda temporada en comparación a la primera, destacándose sólo la comuna de El Carmen, con rendimientos cercanos a los 4000 kg/ha.

**Tabla 4.16. Rendimiento de semillas de dos variedades de raps establecido en cinco fechas de siembra el año 1 y tres fechas de siembra el año 2, en cinco localidades y promedio de dos cultivares.**

Fechas de siembra	CH-08	CH-09	EC-08	EC-09	LA-08	LA-09	Gorbea	OS-08	OS-09
	-----kg/ha-----								
Fecha 1	2186	970	2368	3973	2938	768	2492	3526	2799
Fecha 2	1482	1573	1571	3346	2034	800	800	3112	1861
Fecha 3	1324	1349	453	3680	1150	619	415	2788	1434
Fecha 4	379	-	375	-	598	-	328	748	-
Fecha 5	211	-	255	-	261	-	342	289	-
LSD (0,05) fechas	1062	NS	550	NS	700	NS	432	560	593
CV, %	36	33	35	6.7	11	13	25	19	41

NS indica que no hay diferencias entre fechas dentro de una misma localidad (P=0,05).

**Tabla 4.17. Componentes del rendimiento de semilla de raps establecido en cinco fechas de siembra en cinco localidades en el año 1, promedio de dos cultivares.**

Fechas de siembra	Nº plantas/m <sup>2</sup>	Nº silicuas/planta	Nº semillas/silicua	Peso 1,000 semillas (g)
Fecha 1	50	167	25	3,55
Fecha 2	46	145	25	3,37
Fecha 3	49	99	23	3,51
Fecha 4	34	70	18	3,20
Fecha 5	31	63	19	3,22
LSD (0,05) fechas	NS	34	3	NS
CV (%)	35,5	50,3	24,9	5,0

NS indica que no hay diferencias entre fechas dentro de un mismo parámetro (P=0,05).

**Tabla 4.18. Rendimiento de biomasa de raps establecido en cinco fechas de siembra y cinco localidades en el año 1, promedio de dos cultivares.**

Fechas de Siembra	Localidades				
	Chillán	El Carmen	Los Angeles	Gorbea	Osorno
	-----kg/ha-----				
Fecha 1	10498	15414	13538	9819	16885
Fecha 2	6968	13373	11183	4281	13187
Fecha 3	11375	6361	7229	3230	12545
Fecha 4	5549	5870	5444	2216	3225
Fecha 5	1474	3839	---	2575	1882
LSD (0,05) fechas	4333	4847	3486	3125	2347
CV (%)	28	29	22	31	26,5

NS indica que no hay diferencias entre fechas dentro de una misma localidad (P=0,05).

**Tabla 4.19. Índice de cosecha de raps establecido en cinco fechas de siembra y cinco localidades en el año 1, promedio de dos cultivares.**

Fechas de Siembra	Localidades				
	Chillán	El Carmen	Los Angeles	Gorbea	Osorno
	-----%-----				
Fecha 1	22,7	33,1	25,1	31,6	27,9
Fecha 2	19,6	24,8	26,0	33,6	26,7
Fecha 3	16,0	16,8	11,8	22,3	29,4
Fecha 4	11,5	9,7	2,8	32,8	56,8
Fecha 5	36,4	13,8	---	25,6	22,6
LSD (0,05) fechas	8,1	7,8	6,3	6,4	NS
CV (%)	26	17,8	21,3	25	125,2

NS indica que no hay diferencias entre fechas dentro de una misma localidad (P=0,05).

El contenido de aceite en la semilla de raps fue menor que en las semillas de camelina y mostaza. y también disminuyó en las fechas 4 y 5 en comparación con las tres primera fechas de siembra (Tabla 4.20). Durante el segundo año de ensayos no hubo diferencia significativa en el contenido de aceite al variar la fecha de siembra, a excepción de Chillán, donde el contenido de aceite en las fechas 2 y 3 fue mayor en comparación a la primera fecha de siembra, alcanzando un 42,3%.

**Tabla 4.20. Contenido de aceite de raps establecido en cinco fechas de siembra el año 1 y tres fechas de siembra el año 2, en cinco localidades y promedio de dos cultivares.**

Fechas de siembra	Chillán	El Carmen	Los Angeles	Gorbea	Osorno
2008					
Fecha 1	43,4	42,6	43,4	42,1	43,4
Fecha 2	42,8	40,6	41,0	42,0	43,0
Fecha 3	41,6	40,8	40,1	40,8	43,5
Fecha 4	---	---	---	---	41,7
Fecha 5	---	---	---	---	40,4
LSD (0,05) fechas	NS	---	0,3	NS	1,8
CV,%	3,9	0,1	3,4	3,2	3,2
2009					
Fecha 1	40,6	40,4	41,3	-	42,3
Fecha 2	42,3	41,1	40,9	-	39,8
Fecha 3	42,3	41,0	42,1	-	41,5
LSD (0,05) fechas	0,9	NS	NS	-	NS
CV,%	0,7	0,8	1,5	-	3,6

NS indica que no hay diferencias entre fechas dentro de una misma localidad (P=0,05).

--- no se analizó el contenido de aceite por la falta de semillas disponibles para hacer el análisis.

En cuanto a la altura de plantas, en la tabla 4.21 se observa que esta disminuye al atrasarse la fecha de siembra; al igual como sucede con el rendimiento de semilla. Durante el segundo año también se observa una leve disminución de la altura de las plantas al atrasar la fecha de siembra, aunque esa diferencia no es estadísticamente significativa; excepto en Los Ángeles.

**Tabla 4.21. Altura de plantas de raps establecido en cinco fechas de siembra el año 1 y tres fechas de siembra el año 2, en cinco localidades y promedio de dos cultivares.**

Fechas de siembra	Localidades				
	Chillán	El Carmen	Los Angeles	Gorbea	Osorno
	-----cm-----				
	2008				
Fecha 1	169	159	180	133	156
Fecha 2	176	154	183	127	151
Fecha 3	134	144	161	122	152
Fecha 4	97	136	134	114	105
Fecha 5	76	118	112	113	103
LSD (0,05) fechas	15	11	20	NS	13
CV (%)	7	8	5	13	6
	2009				
Fecha 1	142	166	156	-	146
Fecha 2	140	167	158	-	160
Fecha 3	135	161	152	-	147
LSD (0,05) fechas	NS	NS	4.3	-	NS
CV (%)	6.5	6.3	7.3	-	17.8

NS indica que no hay diferencias entre fechas dentro de una misma localidad ( $P=0.05$ ).

### 4.3 Ensayo de fertilización

#### Camelina

Los ensayos de fertilización fueron sembrados en el mismo momento que la fecha 1 del ensayo de fechas de siembra en todas las localidades, exceptuando Osorno durante el primer año, que se sembró al mismo tiempo que la fecha 2.

Se observa en la Tabla 4.22 y la que la camelina respondió a la fertilización nitrogenada incrementado el rendimiento de semillas de las localidades de Chillán, Los Angeles y Osorno. Sólo en Los Angeles se observó respuesta hasta 300 kg N/ha. En Osorno, la respuesta se observó sólo hasta 75 kg N/ha lo que indicaría que este cultivo requiere menor cantidad de N para alcanzar su potencial de rendimiento en comparación al raps. No se observó un efecto del azufre ni del fósforo sobre el rendimiento en ninguna de las localidades.

Durante el 2009 la camelina cosechada en Chillán respondió significativamente a la fertilización nitrogenada incrementado el rendimiento de semillas al aumentar la dosis aplicada, no observándose efecto del azufre sobre el rendimiento. En Osorno, no hubo respuesta en rendimiento de camelina al N, al S, ni a sus combinaciones. En ambas localidades los rendimientos obtenidos fueron muy bajos en relación al año anterior y a lo esperado para esta temporada. En el caso de Chillán, el problema principal que afectó a este ensayo el exceso de humedad en el suelo que mantuvo a muchas parcelas de este ensayo inundadas por semanas, lo que afectó la densidad de población (Tabla 4.25) y a su desarrollo vegetativo. En Osorno, el problema principal fue el desgrane y tendadura de plantas, provocados por un inusual comportamiento climático, que dejó lluvias primaverales y de verano que además aumentaron la población y crecimiento de malezas.

Los componentes del rendimiento más afectados fueron el número de silicuas por planta y número de semillas por silicua (Tabla 4.23). Es decir, el aumento de rendimiento observado en Chillán y Los Angeles al aumentar la dosis de N se debió a un incremento en el número de silicuas por planta y el número de semillas por silicua. El efecto del N se observó claramente en la altura de las plantas. Las plantas sin aplicación de N fueron de menor altura en todas las localidades. El contenido de nitrógeno en la semilla aumentó significativamente en El Carmen y Osorno con dosis crecientes de N. El contenido promedio de proteína fluctuó entre 22 y 24%. Este contenido de proteína permitiría que el afrecho de camelina tenga un alto valor como alimento animal. La tabla 4.28 muestra los niveles de N en la semilla y en los restos de las plantas cosechadas (paja) luego de la trilla de la temporada 2009, en la que se observa que en ninguna de las localidades hubo influencia de la dosis de N sobre su posterior "acumulación" en la semilla cosechada o en la paja.

Las dosis de 300 kg N/ha redujeron el contenido de aceite de las semillas en todas las localidades exceptuando por Gorbea. Esta respuesta se observó claramente en la localidad de Osorno. El contenido de aceite de camelina fue más alto con dosis bajas de N por lo que fertilizar en exceso no es conveniente en este cultivo. Además considerando que la respuesta del rendimiento de semilla sólo ocurrió hasta 75 kg N/ha en Osorno no sería recomendable fertilizar camelina con más de 75 kg N/ha, ya que además la tendadura del cultivo aumenta considerablemente sobre los 75 kg N/ha. A su vez, durante el segundo año de ensayos no hubo diferencia significativa en contenido de aceite entre los diferentes tratamientos de fertilización (Tabla 4.27).

**Tabla 4.22. Efecto del nitrógeno y el azufre sobre el rendimiento de semillas de camelina en cinco localidades en el año 1 y dos localidades el año 2.**

Dosis de N	Chillán-08	Chillan-09	El Carmen	Los Angeles	Gorbea	Osorno-08	Osorno-09
kg N/ha	-----kg/ha-----						
0	422	160	1629	942	1157	1424	375
75	758	385	1632	1370	1196	1874	296
150	847	550	1527	1931	1311	1917	347
300	1104	694	1766	2390	1419	1598	291
LSD (0,05)	187	288	193	302	NS	278	NS
N							
Efecto S	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Efecto N x S	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV,%	23	62	20	17	49	29	39

NS= No se observaron diferencias significativas entre distintas dosis.

**Tabla 4.23. Número de silicuas por planta, número de semillas por silicua, altura de plantas y contenido de nitrógeno de camelina fertilizada con 4 dosis de nitrógeno y 2 de azufre en Chillán, Los Angeles y Gorbea y con 4 dosis de nitrógeno, 2 de azufre y 3 de fósforo en El Carmen y Osorno, en el año 1.**

	Chillán	Los Angeles	Gorbea	El Carmen*	Osorno*
Número de silicuas/planta					
0	99,3	117,3	279,9	221,6	196,5
75	128,5	149,8	346,8	213,6	196,1
150	119,1	209,6	297,6	207,0	195,8
300	106,4	271,1	369,1	210,6	187,9
LSD	NS	65	NS	NS	NS
Efecto S	NS	NS	NS	NS	NS
Efecto P	X	X	X	NS	NS
CV (%)	56	60,5	46,7	58,9	79,2
Número de semillas/silicua					
0	10,7	10,1	13,2	12,6	13,0
75	11,7	14,6	12,2	11,7	13,5
150	10,8	13	13,5	11,1	14,8
300	10,7	13,7	10,6	12	13,2
LSD	0,58	1,2	0,8	0,6	0,56
Efecto S	NS	NS	NS	0,4	NS
Efecto P	X	X	X	NS	0,48
CV (%)	24,2	42,1	30,7	41,4	32,3
Altura de plantas (cm)					
0	62,5	97,5	97,6	117,4	113,4
75	72,3	114,7	100,3	116,2	125,2
150	72,5	117,8	93,8	118,1	123,2
300	74,6	124,8	98,9	115,1	124,4
LSD	2,9	5,5	3,6	NS	2,9
Efecto S	NS	NS	NS	NS	NS
Efecto P	X	X	X	NS	NS
CV (%)	10,3	12	9,1	11,1	10,4
Contenido de N de la semilla %					
0	3,64	2,63	3,29	2,8	2,89
75	3,61	2,35	3,61	2,96	2,90
150	3,63	2,54	3,65	3,00	3,07
300	3,92	2,77	3,52	3,14	3,26
LSD	NS	NS	NS	0,17	0,21
Efecto S	NS	NS	NS	NS	NS
Efecto P	X	X	X	NS	NS
CV (%)	6,3	7,4	-	6,8	8,3

NS indica que no hay diferencias entre las diferentes dosis para cada parámetro evaluado ( $P=0,05$ ).

CV= coeficiente de variación

Cultivar usado: Gold of Pleasure.

\* Fertilización con fósforo sólo en El Carmen y Osorno.

**Tabla 4.24. Efecto del nitrógeno y el azufre sobre el índice de cosecha (I.C.), número de plantas/m<sup>2</sup>, rendimiento de biomasa, contenido de aceite y peso de 1.000 semillas de camelina sembrada Chillán, Los Angeles y Gorbea en el año 1.**

Dosis de N (kg /ha)	Chillán						Localidades						Gorbea			
	I,C, (%)	N°pl/m <sup>2</sup>	Biomasa (kg/ha)	Aceite (%)	Peso 1000 semillas (g)		I,C, (kg/ha)	N°pl/m <sup>2</sup>	Biomasa (kg/ha)	Aceite (%)	Peso 1000 semillas (g)	I,C, (%)	N°pl/m <sup>2</sup>	Biomasa (kg/ha)	Aceite (%)	Peso 1000 semillas (g)
0	27,8	67	2217	40,3	0,86		25,8	74	2693	44,4	1,45	32,1	77	5410	44,1	1,45
75	28,7	67	3910	40,3	0,79		31,3	75	6269	45,3	1,33	32,9	91	4949	43,4	1,43
150	26,6	66	4585	39,8	0,76		30	75	6746	45,3	1,41	32,5	83	5668	43,5	1,53
300	27,3	65	4784	39,4	0,77		31,7	72	8265	43,3	1,36	32,8	98	5670	43,9	1,49
LSD	NS	NS	1357	NS	NS		NS	2	1760	1,1	0,07	NS	NS	NS	NS	NS
Efecto S	NS	NS	NS	NS	NS		NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	47	3	33,6	2,9	5,5		36	2	28,2	2	3,2	13,6	3,6	36,7	---	5,7

NS indica que no hay diferencias entre las diferentes dosis para cada parámetro evaluado (P=0,05).

**Tabla 4.25. Efecto del nitrógeno y el azufre sobre la densidad de plantas de camelina en Chillán y Osorno en el año 2.**

Dosis de N (kg N/há)	Localidad	
	Chillán	Osorno
0		
75	36	96
150	41	85
300	48	67
LSD (0,05) N	36	61
Efecto S	NS	23
Efecto N x S	13.2	16
CV (%)	NS	NS
	43,8	29,3

NS= No se observaron diferencias significativas entre distintas dosis (P=0,05).

Tabla 4.26. Efecto del nitrógeno, fósforo y azufre sobre el índice de cosecha (I.C.), número de plantas/m<sup>2</sup>, rendimiento de biomasa, contenido de aceite y peso de 1.000 semillas de camelina sembrada en El Carmen y Osorno, en el año 1 .

Dosis de N (kg/ha)	El Carmen					Osorno				
	I,C, (%)	N°pl/m <sup>2</sup>	Biomasa (kg/ha)	Aceite (%)	Peso 1000 semillas(g)	I,C, (%)	N°pl/m <sup>2</sup> (#)	Biomasa (kg/ha)	Aceite (%)	Peso 1000 semillas (g)
0	27,2	94	7521	43,6	1,39	23,6	---	7107	43,3	1,28
75	25,7	100	8996	42,8	1,42	19,8	---	9706	42,8	1,35
150	26,4	114	9000	42,4	1,45	20,8	---	9984	41,0	1,35
300	26,7	102	9123	41,6	1,46	20,2	---	9420	40,3	1,27
LSD	NS	NS	1197	0,7	NS	NS	NS	1019	0,9	NS
Efecto S	NS	NS	NS	0,5	NS	NS	NS	NS	NS	NS
Efecto P	2,05	18,9	NS	0,62	NS	NS	NS	NS	NS	NS
CV (%)	15,5	36	24	2,4	7,9	24,3	--- (#)	19,5	2,5	8,8

NS indica que no hay diferencias entre las diferentes dosis para cada parámetro evaluado (P=0,05).

(#) Parámetro no registrado en Osorno.

**Tabla 4.27. Efecto del nitrógeno y el azufre en el contenido de aceite de camelina en Chillán y Osorno en el año 2.**

Dosis de N	Chillán	Osorno
kg N /ha	-----%-----	
0	40.2	39.9
75	40.5	40.6
150	40.5	40.0
300	40.3	40.1
LSD (0,05) N	NS	NS
Efecto S	NS	NS
Efecto N x S	NS	NS
CV (%)	2.0	1.3

NS= No se observaron diferencias significativas entre distintas dosis ( $P=0.05$ ).

**Tabla 4.28. Efecto del nitrógeno y el azufre sobre el contenido de N en residuos de paja y en la semilla de camelina en Chillán y Osorno en el año 2.**

Dosis de N	Chillán		Osorno	
	N. Foliar	N. semilla	N. Foliar	N. semilla
kg N /ha	-----%-----			
0	0.60	3.29	1.10	3.65
75	0.51	3.44	1.33	3.46
150	0.66	3.53	1.30	3.71
300	0.68	3.7	1.41	3.72
LSD (0,05) N	NS	NS	NS	NS
Efecto S	NS	NS	NS	NS
Efecto N x S	NS	NS	NS	NS
CV (%)	24.6	5.63	11.63	4.69

NS= No se observaron diferencias significativas entre distintas dosis ( $P=0.05$ ).

### Mostaza

La mostaza respondió a la fertilización nitrogenada en Los Angeles y Osorno (Tabla 4.29 ). llegando a un máximo de 2519 kg/ha en la localidad de Osorno con la dosis máxima de 300 kg N/ha. No se observó respuesta al azufre ni al fósforo sobre el rendimiento de semillas en ninguna de las localidades. Claramente mostaza responde al nitrógeno, similar al comportamiento del raps, lo que no significaría una reducción de los costos de fertilización del cultivo. Al aumentar la fertilización nitrogenada aumentó el número de silicuas por planta en todas las localidades, no observándose diferencias significativas en el número de semillas por silicua ni en el peso de mil semillas (Tabla 4.31). La aplicación de azufre aumentó el número de silicuas por planta en Los Angeles. Sin embargo este aumento no alcanzó a traducirse en un aumento significativo del rendimiento de semillas. En cuanto a la segunda temporada, el nitrógeno no tuvo efecto significativo sobre el rendimiento de semilla de mostaza oriental en las localidades estudiadas (Chillán y Osorno). Debido a los bajos rendimientos observados en esa temporada, no fue posible concluir sobre el efecto del nitrógeno, más aun habiendo respuesta en el rendimiento frente a la aplicación de diferentes dosis de nitrógeno en Osorno en la

primera temporada. Tampoco hubo respuesta significativa con la aplicación de azufre ni con la combinación nitrógeno y azufre.

Los bajos rendimientos en Chillán se explican, principalmente por anegamiento de gran parte del ensayo durante el invierno. En Osorno, el problema fue la gran cantidad de malezas que se desarrollaron debido a una primavera y verano lluviosos, que complicaron su control y escaparon a los controles iniciales con graminicidas y Eurolightning.

**Tabla 4.29. Efecto de la fertilización nitrogenada sobre el rendimiento de semillas de mostaza (*Brassica juncea*) en 3 localidades en el año 1 y dos localidades el año 2.**

Dosis de N	Chillán-08	Chillán-09	Los Angeles-08	Osorno-08	Osorno-09
kg N/ha	-----kg/ha-----				
0	115	375	412	2046	836
75	145	611	1061	2178	846
150	186	760	1442	2289	799
300	178	969	1066	2519	926
LSD (0,05)	NS	NS	473	237	NS
Efecto S	NS	NS	NS	NS	NS
Efecto N x S	NS	NS	NS	NS	NS
CV,%	44	65	46	18	23

NS= No se observaron diferencias significativas.

La siembra otoñal de Chillán se perdió por anegamiento por lo que los datos incluidos en la Tabla 4.29 corresponden a los resultados de la siembra primaveral del ensayo, razón por la cual son mucho más bajos.

El período entre siembra e inicios de floración y término de floración se alargó al aumentar la dosis de nitrógeno (Tabla 4.30), especialmente con la dosis de 300 kg N/ha. También se observó esto en Chillán donde el ensayo fue sembrado en primavera, razón por la cual el período entre siembra y floración observados en Chillán fue mucho más corto. En Osorno, sólo en la dosis más alta de P (100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) se observó un atraso de 3 días en el inicio de la floración.

Al incrementar las dosis de N la altura de las plantas aumentó significativamente en las tres localidades (Tabla 4.30). El S no tuvo un efecto claro sobre la altura de la planta, mientras que con P aumentó la altura significativamente con la dosis más alta (100 kg P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) en Osorno. Durante el año 2 en las dos localidades evaluadas nuevamente se observó un aumento de la altura al subir la dosis de N, aunque solo en Chillán esa diferencia es estadísticamente significativa (Tabla 4.32). Tampoco hubo influencia de la dosis de S en altura de plantas para las dos localidades.

La aplicación de nitrógeno no tuvo un efecto sobre el número de plantas/m<sup>2</sup> en ninguna de las localidades. Sin embargo, el azufre aumentó el número de plantas /m<sup>2</sup> en Los Angeles. Esto indica que la deficiencia de azufre incide sobre el establecimiento de plantas. Durante el 2009 no hubo influencia de los nutrientes N y S sobre la densidad de plantas (Tabla 4.33), lo que confirma los anteriores resultados y demuestra que la población es más propensa a variar por factores climáticos, culturales y de suelo.

Para el índice de cosecha sólo se observaron diferencias significativas entre el testigo y las demás dosis de nitrógeno en Chillán, donde el mayor índice de cosecha se determinó en el testigo. No hubo diferencias significativas en el índice de cosecha en ninguna de las otras localidades ni para el efecto del N, ni para el de S (Tabla 4.34). Tampoco hubo diferencias en el peso del hectólitro para los efectos del N y el S en ninguna de las localidades evaluadas.

Al aumentar la fertilización nitrogenada a la dosis más alta de nitrógeno (300 kg N/ha) sólo en Osorno (Tabla 4.34) disminuyó el contenido de aceite en la semilla. La fertilización con azufre incrementó el contenido de aceite en un 1 punto porcentual sólo en Los Angeles. El rendimiento máximo de aceite por hectárea fue de 914 kg/ha obtenido en Osorno con la dosis de 300 kg N/ha. Durante el segundo año, el contenido de aceite de la semilla fluctuó entre 41.1 y 43.2 % y no se observaron diferencias significativas entre dosis de N o localidades (Tabla 4.36).

El contenido de nitrógeno al igual que el contenido de proteína de la semilla, aumentó sólo con la dosis más alta de N en los Angeles (Tabla 4.35). El contenido promedio de proteína en Osorno fue mayor al 20%, lo que indicaría que el afrecho resultante de esta especie es probablemente de excelente calidad para alimentación animal.

El total de nitrógeno absorbido por la planta dependió de la dosis aplicada, aumentando a medida que aumentó la dosis de N, especialmente entre el testigo sin aplicación de N con los otros tratamientos (Tabla 4.35). La absorción promedio de N en Los Angeles y Chillán fue mucho más baja que en Osorno. En Chillán, se debe a que el cultivo se sembró en primavera; por lo tanto, el cultivo no alcanzó a absorber todo el N aplicado. Por otro lado, en Los Angeles, el suelo era de textura más gruesa y probablemente una parte importante del N aplicado se lixivió a capas más profundas del suelo, lo que indica que el potencial observado en Los Angeles no corresponde al potencial real, ya que las plantas sólo tuvieron cerca de la mitad de los requerimientos de N necesarios para alcanzar su potencial. Mientras que en Osorno, la respuesta de la absorción de N fue lineal, observándose la mayor absorción, de 136 kg N/ha, con la dosis de 300 kg N/ha lo que se asocia directamente con el aumento lineal del rendimiento de semillas a medida que aumentó la dosis de N.

Durante el segundo año, al igual que en camelina, la dosis de N no influyó sobre la mayor o menor acumulación de N en los restos de plantas o en la semilla cosechada (Tabla 4.37), resultado diferente al obtenido el año 1, pero debido a los bajos rendimientos observados el segundo año, no es posible concluir definitivamente; más aún si en la primera temporada si hubo respuesta en absorción ante la aplicación de las diferentes dosis de N en Osorno.

**Tabla 4.30. Inicio y término de floración de mostaza con cuatro dosis de N y dos de azufre en Chillán y Los Angeles y con cuatro dosis de nitrógeno y tres de fósforo, en Osorno, en el año 1.**

Dosis N (kg/ha)	Chillán*			Los Angeles			Osorno			
	Dosis S (kg/ha)			Dosis P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)						
	0	40	Media	0	40	Media	0	50	100	Media
<b>Inicio floración (días desde siembra)</b>										
0	63 c	63 c	63 C	145,5 f	145,5 f	146 D	141 b	141 b	141 b	141 B
75	63 c	63 c	63 C	146,3 f	148,5 e	147 C	141 b	141 b	141 b	141 B
150	64 b	64 b	64 B	152,5 c	150,5 d	152 B	141 b	141 b	141 b	141 B
300	66 a	66 a	66 A	155,5 a	153,5 b	155 A	144 a	144 a	144 a	144 A
Media	64 A	64 A	64	149,9 A	149,5 B	150	142 A	142 A	142 A	141,7
<b>Término de floración (días desde siembra)</b>										
0	95 b	96,0 a	95,5 C	198,5	198,5	198,5	206,0	206,0	206,0	206,0
75	95 b	95,2 b	95,1 D	198,5	198,5	198,5	206,0	206,0	206,0	206,0
150	96 a	96,0 a	96,0 B	201,5	226,5	214,0	206,0	206,0	206,0	206,0
		100,0								
300	100 a	a	100,0 A	203,5	203,5	203,5	205,8	206,0	206,0	205,9
Media	96,5 B	96,8 A	96,7	200,5	206,8	203,6	205,9	206,0	206,0	206,0
<b>Altura de plantas (cm)</b>										

0	65,3	61,2	63,3 B	125,6 d	125,0 d	125,3 C	157,6 b	155,4 c	159,1 b	157,4 B
75	76,1	77,6	76,9 A	152,4 b	143,8 c	148,1 B	157,4 b	160,4 b	164,3 a	160,7 A
150	80,3	74,8	77,5 A	151,0 b	160,7 a	155,8 A	158,2 b	164,9 a	165,0 a	162,7 A
300	77,3	74,7	76,0 A	159,8 a	158,3 a	159,1 A	159,9 b	157,0 b	166,6 a	161,2 A
media	74,8 A	72,1 B		147,2	146,7		158,3 B	159,4 B	163,7 A	
CV (%)			11,6			8,13				5,5

\* fue sembrado en primavera.

Letras mayúsculas indican diferencias entre medias de efectos principales N o S, letras minúsculas indican diferencias significativas de la interacción entre N y S en Chillán y Los Angeles, o N y P en Osorno (P= 0,05).

**Tabla 4.31. Efecto de las dosis de N y S en mostaza sobre la densidad de plantas/m<sup>2</sup>, número de silicuas por planta, número de mil semillas y peso de mil semillas en tres localidades (Chillán, Los Angeles y Osorno) en el año 1.**

Dosis N (kg/ha)	Chillán*			Los Angeles			Osorno		
	Dosis S (kg/ha)								
	0	40	Media	0	40	Media	0	40	Media
<b>Número de plantas/m<sup>2</sup></b>									
0	37,1	32,1	34,6	52,9 b	77,0 a	65	,	,	,
75	25,8	30,0	27,9	50,0 b	75,4 a	63	,	,	,
150	25,0	34,2	29,6	48,7 b	95,4 a	72	,	,	,
300	32,5	27,0	29,6	50,8 b	55,8 b	53	,	,	,
Media	30,1	30,7		50,6 B	75,9 A		,	,	,
<b>Número de silicuas/planta</b>									
0	67	87	77	109	101	105 B	132	171	152 B
75	75	89	82	185	128	156 A	135	154	144 B
150	109	93	101	160	154	157 A	146	147	147 B
300	103	99	101	189	196	193 A	165	206	185 A
Media	89	92		161	145		144 B	170 A	
<b>Número de semillas/ silicua</b>									
0	11,0 b	10,6 b	10,8 B	10,5	11,4	10,9 B	13,5 a	13,1 b	13,3
75	11,2 b	12,2 a	11,7 A	11,5	11,5	11,5 B	13,4 a	12,9 b	13,2
150	11,2 b	10,5 b	10,9 B	11,9	12,2	12,1 A	13,0 b	13,2 a	13,1
300	10,6 b	10,8 b	10,7 B	12,4	12,5	12,4 A	13,2 a	13,6 a	13,4
Media	11,0	11,0		11,6	11,9		13,3	13,2	
<b>Peso de mil semillas (g)</b>									
0	2,41	2,44	2,43	2,94	3,06	3,00	3,08	3,00	3,04
75	2,35	2,30	2,33	2,98	3,14	3,06	3,10	2,98	3,04
150	2,45	2,42	2,44	3,00	2,99	2,99	3,00	2,93	2,96
300	2,35	2,42	2,39	2,96	2,99	2,97	3,06	3,03	3,05
Media	2,39	2,40		2,97	3,04		3,06	2,98	

\* sembrado en primavera,. Letras mayúsculas indican diferencias entre medias de efectos principales N o S, letras minúsculas indican diferencias significativas de la interacción entre N y S en Chillán y Los Angeles, o N y P en Osorno ( $P=0,05$ ).() Evaluación no realizada en Osorno.

**Tabla 4.32. Efecto del nitrógeno y el azufre sobre la altura de plantas de mostaza en Chillán y Osorno en el año 2.**

Dosis de N	Chillán	Osorno
kg N /ha	-----cm-----	
0	120,5	132
75	131,6	136
150	132,4	136
300	136,4	137
LSD (0,05) N	7,6	NS
Efecto S	NS	NS
Efecto N x S	NS	NS
CV (%)	10.1	5,9

NS= No se observaron diferencias significativas entre distintas dosis ( $P=0,05$ ).

**Tabla 4.33. Efecto del nitrógeno y el azufre sobre la densidad de plantas de mostaza en Chillán y Osorno en el año 2.**

Dosis de N	Chillán	Osorno
kg N/ha	-----plantas/m <sup>2</sup> -----	
0	63	54
75	53	47
150	51	52
300	38	54
LSD (0,05) N	NS	NS
Efecto S	NS	NS
Efecto N x S	NS	NS
CV (%)	41	40

NS= No se observaron diferencias significativas entre distintas dosis ( $P=0.05$ ).

**Tabla 4.34. Efecto del N y S sobre el índice de cosecha, peso del hectólitro, contenido de aceite en la semilla y rendimiento de aceite por hectárea en semillas de mostaza cultivada en tres localidades (Chillán, Los Angeles y Osorno) en el año 1.**

Dosis N (kg/ha)	Chillán*			Los Angeles			Osorno		
	0	40	Media	Dosis S (kg/ha)			0	40	Media
<b>Índice de cosecha (%)</b>									
0	21,1	17,0	19,0 A	31,6	23,4	27,5	22,0	21,5	21,7
75	14,1	12,4	13,2 B	24,1	24,8	24,5	22,1	22,4	22,3
150	15,6	15,2	15,4 B	23,7	22,3	23,0	20,7	20,9	20,8
300	14,6	12,3	13,2 B	26,0	27,5	26,7	25,8	20,5	23,2
Media	16,3	14,2		26,3	24,5		22,7	21,3	
<b>Peso hectólitro (kg hL<sup>-1</sup>)</b>									
0	66,8	53,4	60,1	63,7	64,5	64,1	66,0	65,9	66,0
75	64,7	71,5	68,1	61,6	62,8	62,2	63,6	64,7	64,2
150	60,7	61,5	61,1	65,2	65,5	65,3	65,7	65,9	65,8
300	71,0	73,7	72,4	62,8	65,3	64,1	63,2	65,7	64,5
Media	65,8	65		63,3	64,5		64,6	65,6	
<b>Contenido de aceite en la semilla (%)</b>									
0	31,4	31,1	31,3	39,4	41,9	40,7	41,7	41,7	41,7 A
75	31,5	31,2	32,0	41,5	42,0	41,8	41,9	42,0	41,9 A
150	29,7	30,2	29,9	40,9	41,4	41,1	41,8	41,8	41,8 A
300	31,0	30,3	30,7	39,8	40,5	40,2	41,3	41,5	41,4 B
Media	30,9	30,7		40,4 B	41,5 A		41,7	41,8	
<b>Rendimiento de aceite (kg/ha)</b>									
0	81,5	64,4	73	176,4	178,8	177,6 B	736,9	847,3	792,1 B
75	94,5	109,1	101,8	446,4	406,1	426,3 A	780,7	802,5	791,6 B
150	135,7	83	109,3	477,1	512,7	494,9 A	876,3	905,8	891,0 A
300	137,9	136,5	137,2	389,7	479,2	434,4 A	885,7	942,1	913,9 A
Media	112,4	98,2		372,4	394,2		819,9	874,4	

\* sembrado en primavera.

Letras mayúsculas indican diferencias entre medias de efectos principales N o S, letras minúsculas indican diferencias significativas de la interacción entre N y S en Chillán y Los Angeles, o N y P en Osorno.

**Tabla 4.35. Efecto del N y S sobre el contenido de nitrógeno de la semilla y la planta a cosecha, nitrógeno absorbido y contenido de proteína de la semilla de mostaza en tres localidades (Chillán, Los Angeles y Osorno) en el año 1.**

Dosis N (kg/ha)	Chillán*			Los Angeles			Osorno			
	Dosis S (kg/ha)			Dosis P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> (kg/ha)						
	0	40	Media	0	40	Promedio	0	50	100	Promedio
<b>Contenido de nitrógeno en la semilla (%)</b>										
0	2,68	2,70	2,69	2,43	2,34	2,38 B	3,26	3,24	3,00	3,17
75	2,70	2,70	2,70	2,39	2,32	2,35 B	3,15	3,17	3,22	3,18
150	2,63	2,65	2,64	2,45	2,46	2,45 B	3,27	3,06	3,40	3,24
300	2,78	2,75	2,76	2,78	2,73	2,75 A	3,45	3,29	3,63	3,45
Media	2,69	2,70		2,51	2,46		3,28	3,19	3,31	
<b>Contenido de nitrógeno en la planta a cosecha (%)</b>										
0	1,42	1,39	1,41	0,23	0,27	0,25 B	0,27	0,30	0,27	0,28
75	1,42	1,48	1,45	0,25	0,23	0,23 B	0,25	0,26	0,38	0,30
150	1,35	1,48	1,41	0,29	0,26	0,28 A	0,30	0,25	0,24	0,26
300	1,53	1,52	1,53	0,35	0,27	0,31 A	0,35	0,33	0,32	0,33
Media	1,43	1,47		0,28	0,25		0,29	0,28	0,30	
<b>Nitrógeno absorbido total (kg N/ha)</b>										
0	24,6	23,1	23,9	17,1	16,0	16,5 B	91,8	84,0	99,8	91,9 C
75	31,4	38,8	35,1	40,4	31,8	36,1 A	93,8	119,1	127,5	113,5 B
150	44,6	48,5	46,5	41,3	52,9	47,1 A	104,8	116,0	116,5	112,5 B
300	44,7	26,8	35,7	41,1	39,9	40,5 A	132,3	122,9	155,0	136,7 A
Media	36,3	34,3		34,9	35,2		105,7	110,5	124,7	
<b>Contenido de proteína en la semilla (%)</b>										
0	16,7	16,9	16,8	15,2	14,6	14,9 B	20,4	20,2	18,8	19,8
75	16,9	16,9	16,9	14,9	14,5	14,7 B	19,7	19,8	20,1	19,9
150	16,4	16,6	16,5	15,3	15,4	15,3 B	20,4	19,1	21,3	20,3
300	17,3	17,2	17,3	17,4	17,0	17,2 A	21,5	20,6	22,7	21,6
Media	16,8	16,9		15,7	15,4		20,5	19,9	20,7	

\* sembrado en primavera.

Letras mayúsculas indican diferencias entre medias de efectos principales N o S, letras minúsculas indican diferencias significativas de la interacción entre N y S en Chillán y Los Angeles, o N y P en Osorno ( $P=0,05$ ).

**Tabla 4.36. Efecto del nitrógeno y el azufre sobre el contenido de aceite de mostaza en Chillán y Osorno en el año 2.**

Dosis de N	Chillán	Osorno
kg N/ha	-----%-----	
0	42,8	42,7
75	43,1	42,5
150	42,2	42,8
300	41,1	43,2
LSD (0,05) N	NS	NS
Efecto S	NS	NS
Efecto N x S	NS	NS
CV (%)	3,2	0,7

NS= No se observaron diferencias significativas entre distintas dosis ( $P=0.05$ ).

**Tabla 4.37. Efecto del nitrógeno y el azufre sobre el contenido de N en residuos de paja y en la semilla de mostaza en Chillán y Osorno en el año 2.**

Dosis de N	Chillán		Osorno	
	N. Foliar	N. semilla	N. Foliar	N. semilla
Kg N/ha	-----%-----			
0	0.52	2.92	1.33	3.64
75	0.46	3.08	0.96	3.64
150	0.43	3.17	0.98	3.76
300	0.51	3.29	0.82	3.66
LSD (0,05) N	NS	NS	NS	NS
Efecto S	NS	NS	NS	NS
Efecto N x S	NS	NS	NS	NS
CV (%)	16.2	6.43	41.9	3.98

NS= No se observaron diferencias significativas entre distintas dosis ( $P=0.05$ ).

#### 4.4 Ensayos de herbicidas

##### Ensayo de herbicidas de presembr

El número de plantas/m<sup>2</sup> 10 días después de la emergencia no fue significativamente distinto para ninguno de los tratamientos aplicados (Tabla 4.38), mostrando que las plantas nuevas de camelina sobreviven en igual cantidad que en el testigo a los 10 días de emergencia. Cuando nuevamente se evaluó la densidad un mes después, la reducción en densidad fue mayor al 40% en todos los tratamientos, registrándose la menor mortalidad en el testigo, cuyos resultados fueron similares al tratamiento de trifluralina aplicado 15 días previo a la siembra. Los otros tratamientos, al parecer, tuvieron un efecto residual causando una mayor mortalidad de plantas nuevas respecto del testigo. En Estados Unidos, se recomienda utilizar trifluralina para controlar malezas en el cultivo de camelina si es incorporada 1 a 2 meses antes de la siembra. Sin embargo, los resultados obtenidos no son concluyentes, ya que todos los tratamientos fueron afectados por anegamiento del sector del ensayo, por lo que fue necesario repetir el ensayo en el año 2009.

**Tabla 4.38. Densidad de plantas a emergencia y reducción en la densidad de plantas de camelina un mes después de la aplicación de los tratamientos de herbicidas de presembr en el año 1.**

Tratamiento	Plantas/m <sup>2</sup>	Reducción después de un mes (%)
Testigo	106	40
Trifluralina 1	113	53,6
Trifluralina 2	91	42,6
Pendimetalin	147	56,9
Metazachlor	111	57,0
Metribuzina	96	61,3

Trifluralina 1	trifluralina incorporada el mismo día de la siembra
Trifluralina 2	trifluralina incorporada 15 días antes de la siembra
Pendimetalin	pendimetalin incorporada el mismo día de la siembra
Metazachlor	metazachlor incorporado el mismo día de la siembra
Metribuzina	metribuzina incorporada el mismo día de la siembra

En el 2009, se agregaron dos herbicidas más (ethofumesate y metamitron). Los resultados indican que camelina tolera el efecto del metamitron (Tabla 4.39), pero no fue una buena alternativa de control de malezas. Al igual que en el primer año, la trifluralina se presenta como una buena alternativa para controlar malezas de hoja ancha asociado a una baja fitotoxicidad sobre la camelina, siempre y cuando se incorpore el herbicida el mismo día de la siembra (Trifluralina 1) que si se aplica 15 días antes (Trifluralina 2). Los resultados indican que camelina también tolera metazachlor y pendimetalin en las dosis aplicadas.

Entre los herbicidas de presembr utilizados (Tabla 4.39) se destacaron la trifluralina, en ambas fechas de aplicación, y el pendimetalin ya que con ambos se logró controlar malezas gramíneas y de hoja ancha.

**Tabla 4.39. Densidad de plantas de camelina y fitotoxicidad de herbicidas de presiembra sobre malezas de hoja ancha un mes después de la aplicación de herbicidas de presiembra en el año 2009.**

Tratamiento	Densidad camelina (pl/m <sup>2</sup> )	Fitotoxicidad malezas hoja ancha*
Testigo	92,0	1,0
Trifluralina 1 (incorporado día de siembra)	98,0	4,3
Trifluralina 2 (incorporado 15 días antes de siembra)	55,0	4,0
Pendimetalin (incorporado día de siembra)	75,0	4,0
Metazachlor (incorporado día de siembra)	105,0	2,6
Metribuzina (incorporado día de siembra)	54,0	3,5
Ethofumesate	44,0	2,3
Metamitron	85,0	2,0
LSD	NS	
CV, %	30,8	

Fitotoxicidad (\*): Escala (1 a 5) 1-no hay efecto, 5-altamente fitotóxico.

#### Ensayo de herbicidas de post emergencia.

No hubo diferencias respecto de la mortalidad de plantas de camelina entre el testigo y metazachlor 1 y clopyralid (Tabla 4.40), presentando estos tratamientos la menor pérdida de población de camelina. Sin embargo, estos herbicidas tampoco tuvieron un efecto fitotóxico sobre las malezas a controlar. Los demás tratamientos presentaron una mortalidad de plantas significativa. Por lo tanto, esto indicaría que el único herbicida factible de utilizar en postemergencia sería Butisan (metazachlor). Sin embargo, metazachlor es un herbicida que no controla malezas de la familia Brassicaceae, como rábano y mostacilla, que son las malezas más difíciles de controlar en el cultivo de crucíferas como la camelina. Como no hay limitación para utilizar graminicidas postmergentes selectivos para el control de gramíneas, se utilizó Aramo (trakolxidym) en varias de las localidades para el control de malezas gramíneas sin problemas. Por lo tanto, para el cultivo comercial de esta especie se requiere hacer primero un barbecho químico con glifosato, previo a su siembra en cero labranza para evitar la emergencia de malezas de hoja ancha. El ensayo se repetirá en el 2009 para determinar la selectividad de estos herbicidas al aplicarlos durante el invierno.

**Tabla 4.40. Mortalidad de plantas de camelina un mes después de la aplicación de los tratamientos de herbicidas de postemergencia en el año 1.**

TRATAMIENTO	Mortalidad de plantas (%)
Testigo	11,7
Metazachlor 1 (4 hojas verdaderas)	17,4
Metazachlor 2 (8 hojas verdaderas)	41,9
Carfentrazone Ethyl 1 (0,02 L/ ha, 8 hojas verdaderas)	38,5
Carfentrazone Ethyl 2 (0,04 L/ ha, 8 hojas verdaderas)	79,9
Picloram (8 hojas verdaderas)	43,8
Clopyralid (8 hojas verdaderas)	12,6
Oxifluorfen (8 hojas verdaderas)	69,9

Durante el segundo año, los resultados del ensayo de postemergencia indican que el único herbicida tolerado por camelina es metazachlor aplicado en el estado de 8 hojas de camelina, igual resultado obtenido el primer año (Tabla 4.41), sin embargo en este estado metazachlor es de poca utilidad para el control de malezas ya que este herbicida principalmente controla malezas en germinación. También se observa que el mejor control de malezas de hoja ancha se logra con carfentrazone y oxifluorfen, dos de los herbicidas que a su vez, también presentan un alto nivel de fitotoxicidad sobre camelina, por lo cual no es factible su uso en este cultivo.

**Tabla 4.41. Densidad de plantas de camelina y fitotoxicidad de herbicidas de postemergencia sobre malezas de hoja ancha un mes después de la aplicación de herbicidas de presembrado en el año 2009.**

Tratamiento	Densidad de plantas (pl/m <sup>2</sup> )	Fitotoxicidad malezas hoja ancha
Testigo	115	1,0
Metazachlor 1 (4 hojas verdaderas)	42	2,5
Metazachlor 2 (8 hojas verdaderas)	104	3,0
Carfentrazone Ethyl 1 (0,02 L/ ha, 8 hojas verdaderas)	10	3,5
Carfentrazone Ethyl 2 (0,04 L/ ha, 8 hojas verdaderas)	0	3,5
Picloram (8 hojas verdaderas)	0	2,3
Clopyralid (8 hojas verdaderas)	0	2,3
Oxifluorfen (8 hojas verdaderas)	0	3,3
LSD	64	0,87
CV, %	108	17,0

Fitotoxicidad: (1 a 5) 1-no hay efecto, 5-altamente fitotóxico.

#### 4.5 Ensayo de cultivares de raps.

Esta investigación tuvo como objetivos caracterizar 26 genotipos invernales de raps para localidades de la zona centro sur de Chile con el propósito de determinar la adaptación e interacción genotipo x ambiente de 26 genotipos de raps invernales y comparar el potencial de rendimiento entre genotipos en cinco ambientes. Los ambientes seleccionados fueron Chillán, El Carmen, Los Angeles, Gorbea y Osorno, temporada 2008-2009. El rendimiento de semilla de raps fue afectado por la interacción genotipo x ambiente (Tabla 4.42). Los ambientes con el mayor potencial de rendimiento fueron Osorno y Chillán. Los mayores rendimientos de semillas, superiores a 3000 kg/ha, se lograron con los híbridos Monalisa, con 3263 kg/ha, y Hornet con 3025 kg/ha (Tabla 4.42). En la Figura 4.1, se aprecia que los genotipos distribuidos más cerca de la línea roja son más estables, y aquellos más lejos de la línea azul, hacia la derecha, son los de más alto rendimiento. Por lo tanto, el híbrido Monalisa fue el de mayor rendimiento y más estable de todos los genotipos estudiados, seguido de los híbridos Hornet y Rohan. Las variedades Coronet, Cuillin y Tatra fueron de bajo rendimiento promedio en todas las localidades y, por lo tanto. Se decidió eliminarlas del ensayo de la temporada 2009-2019. Sin embargo, Visión, que también fue de bajo rendimiento, se mantuvo en el ensayo, ya que es uno de los testigos de raps en el ensayo de fechas de siembra.

Para el contenido de aceite se observó diferencias entre genotipos ( $P \leq 0,05$ ). Sin embargo, la interacción entre genotipos y ambientes no fue significativa (Tabla 4.44). En las semillas de los híbridos Triangle y Tadeus se determinó los contenidos más altos de aceite de todos los genotipos, alcanzando 44,9 y 44,8 % de aceite.

En cuanto a los resultados del segundo año, en Los Ángeles el ensayo se perdió en su totalidad debido, en primer lugar, al descalce de plántulas como consecuencia de las heladas, aumentado por la posición baja del terreno. Como consecuencia de la falta de compactación superficial la siembra se realizó a mayor profundidad para lograr una correcta germinación y emergencia. Además, las pocas plantas que emergieron estuvieron expuestas al daño causado por los tricahues, que cortaron las plantas.

En las localidades de Victoria y Osorno se lograron los mejores resultados de rendimiento (Tabla 4.43), con diferencias significativas entre las 24 variedades estudiadas. En Osorno, destacaron los híbridos SW-62 y Rohan, con 4415 y 4234 kg/ha, respectivamente. En Victoria, destacaron el híbrido SW-123, con 4010 kg/ha, y el cultivar de polinización abierta Cult, que alcanzó un rendimiento de 3730 kg/ha. Tal como ya se había observado en la primera temporada con los híbridos se alcanzó los mayores rendimientos, demostrando que son mejores respecto a los cultivares de polinización abierta.

También se observó que los rendimientos en Chillán fueron bajos (Tabla 4.43), incluso en comparación al año 2008. Esto se atribuye, principalmente, al daño causado por aves y que se estima redujo el rendimiento en aproximadamente un 45%. Una situación similar se observó en Traiguén, donde el cultivo fue dañado por aves. En ambas localidades no hubo diferencias en el rendimiento entre las 24 variedades.

El contenido de aceite varío más entre localidades que entre variedades (Tabla 4.45). Los contenidos más altos de aceite se observaron en Traiguén, donde con la línea SW-6 se alcanzó un 48,4 % de aceite en la semilla.

**Tabla 4.42. Rendimiento de semillas de variedades de raps en cinco localidades en el año 1.**

Variedad	Tipo	Empresa	CHILLAN	EL CARMEN	LOS ANGELES	GORBEA	OSORNO	PROMEDIO
					kg/ha			
MONALISA	Hibrido	Agrosearch	3550	3725	2634	2547	3857	3263
GOYA	CPA	Agrosearch	3516	3492	2638	1494	3400	2908
HORNET	Hibrido	Agrosearch	3210	3398	2519	2054	3941	3025
ROHAN	Hibrido	Baer	2978	3291	2762	1580	3939	2910
EXAGONE	Hibrido	CIS	3025	3157	2333	1707	3768	2798
TAURUS	Hibrido	Baer	3025	3092	2215	1524	2949	2536
DIMENSION	Hibrido	Agrosearch	3663	3057	2730	1094	2957	2700
GALILEO	CPA	Agrosearch	2902	3028	2392	1372	2758	2490
FAVORITE	CPA	Agrosearch	3150	2989	2320	1340	3000	2560
TRIANGLE	Hibrido	KWS	1799	2981	2639	1998	3327	2549
HAMMER	Hibrido	Agrosearch	3723	2879	2339	956	3051	2590
BRUTUS	Hibrido	KWS	3343	2812	2510	1617	3685	2793
CULT	CPA	Agrosearch	3169	2784	2530	1556	3086	2625
SW5	CPA	Agrosearch	2819	2769	2626	1610	3686	2702
LIVIOUS	CPA	Agrosearch	3360	2702	2678	1396	3039	2635
TADEUS	Hibrido	KWS	2836	2690	2668	1780	3726	2735
TATRA	CPA	Agrosearch	2913	2652	2456	1174	2512	2342
COMPACT	CPA	Agrosearch	2824	2624	2601	1282	3154	2497
VISION	CPA	Agrosearch	2523	2611	2041	1217	3099	2298
LIPRIMA	CPA	Agrosearch	3217	2598	2349	1587	2778	2506
TASSILO	Hibrido	KWS	2703	2383	2538	1685	3614	2578
LILIAN	CPA	Agrosearch	3418	2315	2199	1303	3421	2549
ARTUS	Hibrido	Baer	2334	3166	2202	1474	3090	2453
CUILLIN	Hibrido	Baer	2492	2129	2470	1395	3369	2365
SUNDAY	CPA	Agrosearch	3308	2273	2120	1474	3318	2499

CORONET	CPA	Agrosearch	2795	1567	2328	1292	2944	2185
LSD(0,05)			719	928	NS	509	636	411
CV(%)			16	23	17	37	14	18

NS=indica que no se detectaron diferencias significativas entre variedades.

LSD = El valor de LSD es el valor crítico entre dos promedios, si la diferencia en el rendimiento de dos variedades es mayor al valor crítico del LSD al final de la columna indica que el rendimiento es significativamente distinto entre si (P=0,05).

Fechas de siembra: Chillán 21/04, El Carmen 22/04, Los Angeles 24/04, Gorbea 29/04 y Osorno 07/05.

Fertilización de acuerdo a análisis de suelos para P, K y S, y 200 kg N/ha en dos parcialidades.

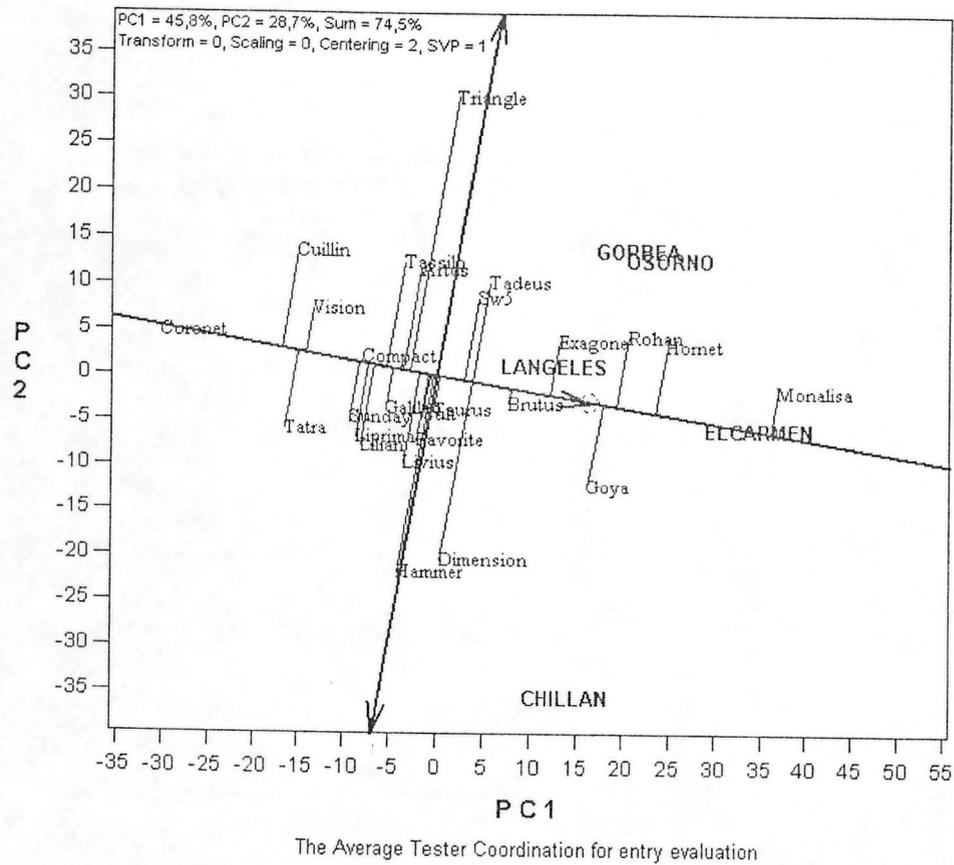


Figura 4.1. Biplot de la interacción genotipo-ambiente de 26 genotipos de raps cultivados en cinco ambientes(Chillán, El Carmen, Los Angeles, Gorbea y Osorno) indicando la estabilidad del rendimiento en el año 1.

Tabla 4.43. Rendimiento de semillas de 24 variedades de raps sembradas en cuatro localidades durante el año 2009.

Cultivar o híbrido	Chillán	Victoria	Traiguén	Osorno
	-----kg/ha-----			
GALILEO	1087	2551	1504	2964
GOYA	1011	2654	1260	3124
CULT	1222	3730	1957	2851
MONALISA	1054	3042	1480	2374
ROHAN	1176	3547	1618	4234
TAURUS	1235	2780	1167	3253
EXAGONE	1578	2988	1684	3405
VISION	1082	2902	1729	2478
SUNDAY	930	2246	1368	2461
PULSAR	923	1476	1506	2310
SITRO	988	1685	1836	1873
SW-6	1384	2899	1741	3377
SW- 60	926	2497	1354	2992
SW- 61	809	1956	1623	3393
SW- 62	1092	3017	1199	4415
HORNET	859	2462	1826	2473
SW- 63	1134	2883	2355	3069
SW- 123	906	4010	1613	3366
SW- 151	932	3242	2177	2293
SW- 152	989	3347	1767	3775
SW- 154	1104	2761	1455	3205
SW- 155	1311	3395	1620	2630
SW- 158	1129	2690	1697	2633
SW- 160	1520	3081	1431	3045
LSD (0,05)	NS	779.3	NS	940.6
CV, %	35,37	19,5	40,1	19

NS= No se observaron diferencias significativas entre distintas dosis ( $P=0.05$ ).

**Tabla 4.44. Contenido de aceite de variedades de raps en cinco localidades en el año 1.**

Variedad	Tipo	Empresa	CHILLAN	EL CARMEN	LOS ANGELES	GORBEA	OSORNO	PROMEDIO
					%			
MONALISA	Hibrido	Agrosearch	42,8	41,5	43,9	41,5	42,7	42,5
GOYA	CPA	Agrosearch	43,3	42,3	41,5	41,6	43,7	43,2
HORNET	Hibrido	Agrosearch	42,2	43,1	43,0	42,2	45,2	43,6
ROHAN	Hibrido	Baer	43,6	42,6	45,0	42,5	44,7	43,7
EXAGONE	Hibrido	CIS	43,0	41,9	41,9	41,8	42,7	42,3
TAURUS	Hibrido	Baer	44,0	43,0	44,2	42,3	44,5	43,6
DIMENSION	Hibrido	Agrosearch	45,2	42,6	44,9	43,1	46,9	44,4
GALILEO	CPA	Agrosearch	43,5	42,3	44,9	43,5	43,5	44,3
FAVORITE	CPA	Agrosearch	45,2	42,8	45,2	43,6	44,7	41,5
TRIANGLE	Hibrido	KWS	40,5	41,2	41,0	39,8	44,2	44,3
HAMMER	Hibrido	Agrosearch	45,1	44,6	45,1	43,7	45,9	44,9
BRUTUS	Hibrido	KWS	45,4	43,3	45,1	42,1	46,6	44,5
CULT	CPA	Agrosearch	44,1	41,3	45,1	43,0	42,7	43,3
SW5	CPA	Agrosearch	41,8	41,3	42,9	41,6	42,8	42,1
LIVIOUS	CPA	Agrosearch	42,6	43,0	43,3	41,8	42,7	42,7
TADEUS	Hibrido	KWS	45,0	42,5	44,5	41,4	44,7	43,7
TATRA	CPA	Agrosearch	45,7	43,1	44,6	43,8	47,0	44,8
COMPACT	CPA	Agrosearch	43,2	42,8	44,5	42,1	44,4	43,4
VISION	CPA	Agrosearch	44,1	41,3	43,9	41,0	42,5	42,6
LIPRIMA	CPA	Agrosearch	42,1	40,7	43,2	41,1	41,5	41,8
TASSILO	Hibrido	KWS	44,9	43,1	43,1	42,7	44,6	43,7
LILIAN	CPA	Agrosearch	46,9	43,2	46,6	42,8	45,8	45,1
ARTUS	Hibrido	Baer	43,3	41,1	43,4	42,0	44,0	42,8
CUILLIN	Hibrido	Baer	44,2	43,3	44,7	43,1	46,0	44,3
SUNDAY	CPA	Agrosearch	44,1	41,8	42,6	42,2	44,0	42,9

CORONET	CPA	Agrosearch	42,1	41,4	42,9	41,5	42	42,0
LSD(0,05)			1,35	1,76	2,5	1,4	2,5	1,0
CV(%)			1,5	2,0	2,75	1,5	2,7	2,2

NS=indica que no se detectaron diferencias significativas entre variedades.

LSD = El valor de LSD es el valor crítico entre dos promedios, si la diferencia en el rendimiento de dos variedades es mayor al valor crítico del LSD al final de la columna indica que el rendimiento es significativamente distinto entre si.

Fechas de siembra: Chillán 21/04, El Carmen 22/04, Los Angeles 24/04, Gorbea 29/04 y Osorno 07/05.

Fertilización de acuerdo a análisis de suelos para P, K y S, y 200 kg N/ha en dos parcialidades

**Tabla 4.45. Contenido de aceite de 24 variedades de raps sembradas en cuatro localidades durante el año 2009.**

Cultivar	Chillán	Victoria	Traiguén	Osorno
	-----%-----			
Goya	38,32	40,56	44,98	45,47
Cult	39,65	41,88	46,44	45,09
Exagone	43,02	44,79	45,83	45,66
Galileo	39,41	41,90	48,21	44,64
Hornet	40,18	40,97	48,22	44,39
Monalisa	39,25	39,86	46,50	44,78
Pulsar	40,69	41,92	47,89	45,11
Rohan	41,45	40,87	47,99	44,64
Sitro	41,42	41,44	47,06	43,90
Sunday	41,33	42,30	47,78	45,35
SW-123	40,86	40,38	47,09	45,11
SW-151	40,78	40,42	45,68	44,95
SW-152	40,72	43,01	47,89	46,17
SW-154	39,89	41,77	46,51	45,41
SW-155	41,16	43,48	46,23	45,94
SW-158	42,06	39,95	46,34	45,24
SW-160	40,60	40,45	46,01	44,55
SW-6	41,82	43,37	48,44	44,94
SW-60	40,70	40,25	45,84	45,87
SW-61	40,46	41,03	47,86	45,66
SW-62	39,61	39,95	45,74	44,41
SW-63	41,25	40,50	47,33	44,94



#### 4.6 Ensayo de variedades de camelina y mostaza.

##### Rendimiento de variedades de camelina

El mayor potencial de rendimiento de camelina se alcanzó en la localidad de Osorno, acercándose a la meta de 2500 kg/ha considerada en el hito 2 del proyecto, a su vez, no se observaron diferencias significativas entre las cuatro variedades, a diferencia de Chillán y los Ángeles que si presentaron diferencia significativa entre sus variedades; lo que estuvo dado principalmente por la inclusión de las nueve variedades últimas, que presentaron un potencial de rendimiento muy inferior al de las cuatro variedades restantes. Además, al haberse realizado siembra primaveral del ensayo en Chillán, así como de las variedades nuevas en los Ángeles, el rendimiento es más bajo aún si se compara con el rendimiento obtenido con siembra otoñal en osorno (Tabla 4.46). Lo mismo sucede al medir la altura de plantas, observándose claras diferencias entre las cuatro variedades originales y las 9 agregadas en primavera (Tabla 4.47).

**Tabla 4.46. Rendimiento de semillas de variedades de camelina en Chillán, Los Angeles y Osorno en el año 1.**

Cultivar o Variedad	Chillán	Los Angeles	Osorno
	-----kg/ha-----		
Gold of Pleasure	695	1515	2383
Suneson	644	1442	2213
Blaine Creek	621	1486	2224
Yellowstone	484	1301	2263
GP 11	278	287	x
GP 12	349	366	x
GP 42	317	257	x
GP 43	236	258	x
GP 68	155	299	x
GP 69	240	258	x
GP 73	232	308	x
GP 102	184	229	x
GP 106	113	232	x
LSD (0.05)	208	150.8	NS
CV,%	41	12.7	11.9

NS indica que no hay diferencias entre variedades dentro de una misma localidad.



**Tabla 4.47. Altura de plantas de diferentes variedades de camelina en Chillán, Los Angeles y Osorno en el año 1.**

Cultivar o Variedad	Chillán	Los Angeles	Osorno
	-----cm-----		
Gold of Pleasure	65	110	114
Suneson	68	107	109
Blaine Creek	71	113	108
Yellowstone	76	109	107
GP 11	65	68	x
GP 12	58	63	x
GP 42	56	69	x
GP 43	60	69	x
GP 68	60	72	x
GP 69	61	68	x
GP 73	54	65	x
GP 102	56	68	x
GP 106	57	67	x
LSD (0.05)	3.9	5	4
CV,%	11,0	11	6,5

NS indica que no hay diferencias entre variedades dentro de una misma localidad.

En la temporada 2009, se sembraron nuevamente estas variedades de camelina en Chillán (13 cultivares en total) y Osorno (4 cultivares) durante el otoño. En la Tabla 4.48 se observa que en Chillán las cuatro variedades originalmente evaluadas en el 2008 también durante el segundo año lograron la mayor densidad de plantas, mayor altura y lo que es más importante, el mayor rendimiento. Aun así, los rendimientos fueron bajísimos; situación provocada por sequía inicial luego de la siembra y por inundaciones parciales durante el invierno.

**Tabla 4.48. Densidad poblacional, altura de plantas y rendimiento de semillas de variedades de camelina en Chillán durante el año 2009.**

Nombre	Densidad de plantas -----Plantas/m <sup>2</sup> -----	Altura de plantas -----cm-----	Rendimiento de semillas -----kg/ha-----
Gold of Pleasure	57	84,5	695
Suneson	33	76,7	644
Blaine Creek	54	76,9	621
Yellowstone	22	82,4	484
GP 11	13	79,7	278
GP 12	18	71,9	349
GP 42	29	75,0	317
GP 43	14	76,8	236
GP 68	12	79,3	155
GP 69	23	74,1	240
GP 73	23	72,4	232
GP 102	13	70,7	184
GP 106	20	66,0	113
LSD (0.05)	19	7.1	207
CV,%	51,7	11,5	40

LSD: Diferencia mínima significativa entre tratamientos ( $P=0,05$ ).



En la tabla 4.49 se observa que durante el segundo año de ensayos en Osorno no hubo diferencia significativa entre las variedades para los tres parámetros evaluados (densidad, altura y rendimiento). Los bajos rendimientos obtenidos en este ensayo, así como el ensayo de fertilidad y la F1 de camelina se explicaron anteriormente y tiene relación con desgrane de semillas luego de la tendadura provocada por lluvias y vientos en primavera-verano.

**Tabla 4.49. Densidad, altura de plantas y rendimiento de semillas de variedades de camelina en Osorno durante el segundo año de ensayos.**

Nombre	Densidad de plantas (Plantas/m <sup>2</sup> )	Altura de plantas (cm)	Rendimiento (kg/ha)
Gold of Pleasure	57	92	633
Suneson	81	89	447
Blaine Creek	63	88	800
Yellowstone	74	90	785
LSD	NS	NS	NS
CV	42,4	11	46,2

NS= No se observaron diferencias significativas entre distintas variedades.

#### 4.7 Evaluación potencial de rendimiento y cálculo de costos.

En la tabla 4.50 se observan los rendimientos de camelina y mostaza obtenidos en las siembras pre comerciales de El Carmen, Gorbea y Osorno durante la temporada 2009-2010. En cuanto a camelina, el mejor rendimiento se obtuvo en El Carmen y Gorbea, siendo muy superiores a Osorno, el motivo se explicó anteriormente en el ensayo de fechas de siembra, variedades y fertilización de camelina durante el segundo año y tuvo relación con una primavera-verano muy lluviosa, que promovió el desarrollo vegetativo del cultivo (también de las malezas), lo que se manifestó en mayor altura de plantas, lo que acarreó problemas de tendadura y posterior desgrane de semillas, problema que se acrecentó con la incidencia de fuertes vientos. Además, el exceso de humedad hizo proliferar la presencia y desarrollo de malezas; en especial de hoja ancha, las que no pudieron controlarse con herbicidas y presentaron alta competencia con ambos cultivos. La mostaza siguió una tendencia similar, con los mayores rendimientos en El carmen y Gorbea; a su vez, esta última localidad también presentó alta incidencia de malezas debido a las frecuentes precipitaciones primaverales; lo que impidió la obtención de mayores rendimientos.

**Tabla 4.50. Rendimiento de semillas de camelina y mostaza en las cuatro localidades cultivadas.**

Especie	El Carmen	Gorbea	Osorno
	-----kg/ha-----		
Camelina	1950	1800	800
Mostaza	1960	1640	1200

En la Tabla 4.51 se muestra el rendimiento de semilla y contenido de aceite de camelina y mostaza para cada una de las tres variedades evaluadas en Chillán durante el segundo año de siembras precomerciales (2010). Se observa que el mayor rendimiento de semilla de camelina se obtuvo con la variedad Blaine Creek, la cual también alcanzó un alto porcentaje de aceite, aunque levemente inferior al determinado en la variedad Suneson.



Para mostaza oriental se alcanzó el mayor rendimiento de semilla con la línea J052-07146, que también alcanzó un alto porcentaje de aceite, donde debe destacarse que fue mayor al promedio obtenido entre las tres variedades estudiadas.

**Tabla 4.51. Rendimiento de semilla y contenido de aceite camelina y mostaza oriental sembradas precomercialmente en Chillán en 2010.**

Cultivo	Variiedad	Rendimiento de semillas -----kg/ha-----	Aceite ----%----
Camelina	Gold of Pleasure	1300	43,25
Camelina	Suneson	1378	44,85
Camelina	Blaine Creek	1566	44,11
<b>Promedio</b>		<b>1414</b>	<b>44,07</b>
Mostaza oriental	J052-014556	746	41,08
Mostaza oriental	J052-07146	1122	42,62
Mostaza oriental	J052-07993	978	42,86
<b>Promedio</b>		<b>949</b>	<b>42,18</b>

En la Tabla 4.52 se resume el rendimiento de semillas obtenido en ambos cultivos en las cuatro localidades evaluadas. Se observa que para ambos cultivos el rendimiento aumentó en la medida que fueron sembrados más hacia el sur de Chile, alcanzando el mejor resultado en Osorno, con rendimientos de 2300 kg/ha de camelina y 2200 kg/ha de mostaza oriental. En la Tabla 4.52 también es posible observar la tendencia al incremento de los rendimientos a medida que el cultivo se realizó más al Sur. Además, se observa que en Los Ángeles y Osorno se estrecha la brecha de rendimientos entre camelina y mostaza, la que es más pronunciada en Chillán y El Carmen a favor de camelina. Estos resultados obtenidos con siembras precomerciales concuerdan con los previamente obtenidos en los ensayos durante dos años, en especial lo referente al mayor potencial de rendimientos logrado en Osorno para ambos cultivos.

**Tabla 4.52. Rendimiento de semillas de camelina y mostaza en una siembra precomercial en cuatro localidades en 2010.**

Cultivo	Chillán	El Carmen	Los Ángeles	Osorno
	-----kg/ha-----			
Camelina	1414	2000	2200	2300
Mostaza oriental	949	1700	2000	2200

En la tabla 4.53 se presentan los resultados de contenido de aceite de las semillas de camelina y mostaza oriental en las cuatro localidades donde se les cultivó. En ambos casos se el contenido de aceite en semillas de camelina fue mayor que en las de mostaza oriental. Además, se observa que el menor contenido de aceite en ambos cultivos se obtuvo en Los Ángeles. Esto pareciera contradecirse al comparar con los ensayos de campo, donde se llegó a obtener un 45% de aceite en semillas de camelina en Los Ángeles. Sin embargo, la respuesta en la siembra precomercial se debió a la fecha de siembra, que fue muy tardía (03/06/10). Esto fue más notorio aún para mostaza, donde los resultados del ensayo de fechas de siembra mostraron que con las dos o tres primeras fechas se obtiene el mayor rendimiento de semillas y contenido de aceite. Esto demuestra que el principal factor limitante sobre el rendimiento de estos cultivos es la fecha de siembra, la que debe ser temprana en el otoño, inmediatamente después de las primeras precipitaciones. Sólo de esta forma las plantas están más desarrolladas al momento de la época de heladas otoñales, alcanzar un mayor área foliar en primavera con el fin de utilizar los



productos de la fotosíntesis en la fase reproductiva de la planta. Así se obtiene una mayor producción de frutos por planta y mayor peso de semillas.

**Tabla 4.53. Contenido de aceite de camelina y mostaza oriental en siembra precomercial en cuatro localidades.**

Cultivo	Chillán	El Carmen	Los Ángeles	Osorno
	-----%-----			
Camelina	44,07	44,88	41,26	42,58
Mostaza	42,18	38,53	36,87	41,48



### 5. Fichas Técnicas y Análisis Económico:

- Fichas técnicas y de costos del o los cultivos, rubros, especies animales o tecnologías que se desarrolló en el proyecto (*según corresponda a la naturaleza del proyecto*).
- Análisis económico actualizado, comparando con los análisis de la propuesta de proyecto.
- Análisis de las perspectivas del rubro, actividad o unidad productiva desarrollada, después de finalizado el proyecto.
- Descripción estrategias de marketing de productos, procesos o servicios (*según corresponda a la naturaleza del proyecto*).

A principios del año 2010, y luego de 2 años de ensayos y de las primeras siembras pre comerciales, el equipo de trabajo desarrolló la primera ficha técnica de los cultivos de camelina y mostaza; la que fue puesta a disposición de los agentes asociados al proyecto para que hicieran un mejor uso de sus recursos y obtuvieran el Know How para hacerse cargo de las siembras pre comerciales del año 2010.

#### Ficha técnica para cultivos de Camelina y Mostaza.

Actividad	Descripción
<b>I. Siembra.</b>	
Tipo de suelo	Ambos cultivos se adaptan a suelos de menor calidad y de secano, donde el raps no es competitivo. Suelo representativo de la zona.
Preparación de suelo	Similar a raps canola.
Cultivo anterior	Cereales, como avena o trigo.
Fecha siembra	15/04 al 15/05
Desinfección de semilla	No necesaria.
Dosis de semilla	8 Kg/ha ambos cultivos
Profundidad de siembra	1.5 cm
<b>II. Fertilización.</b>	
Fósforo (dosis kg/ha (P <sub>2</sub> O <sub>5</sub> )).	100, aplicados bajo la forma de Superfosfato triple (No como fertilizantes amoniacales) incorporado con la sembradora.
Potasio (dosis kg/ha (K <sub>2</sub> O)).	50, aplicados al voleo a continuación de la siembra.
Nitrógeno (dosis kg N/ha)	100 (como Urea) Aplicado en dos parcializaciones: 60% al estado de 4 hojas verdaderas y 40% al comenzar la elongación de tallos florales.
Azufre (dosis kg/ha (So <sub>4</sub> )).	20 (como Fertiyeso) Aplicado en dos parcializaciones: 50% al estado de 4 hojas verdaderas y 50% al comenzar la elongación de tallos florales.
<b>III. Control de malezas.</b>	
III.1 Presiembra Incorporado	Para <u>Camelina</u> es posible aplicar trifluralina o pendimetalin , incorporando con rastra superficial, antes de la siembra o el día anterior. - Otra estrategia es realizar la preparación completa de suelos con anticipación y al momento de sembrar aplicar Glifosato para controlar las malezas emergidas.
III.2 Gramíneas	Es posible aplicar cualquier graminicida, sin restricción alguna, debiendo tener



	en cuenta cuáles son las malezas presentes y el herbicida más adecuado para su control. Algunos gramínicos son: Centurión 240 EC (Clethodim 1L/ha), Flecha 9.6 EC (Quizalofop-Etil), Grasp 250 EC (Tralkoxydim), Cascabel 28 EC (Diclofop-metil) y Aramo (tepraloxym 0.75 L/ha)
III.3 Hoja Ancha	<p>Para <u>Mostaza</u> es posible aplicar Eurolighting, ya que las variedades usadas en este proyecto son Clearfield (son resistentes a los herbicidas del grupo IMI (imidazolinones)).</p> <p>Aplicar cuando la Mostaza presente 5 hojas verdaderas (antes la podría afectar y luego baja la eficiencia de control de malezas). Controla malezas de hoja ancha y gramíneas.</p> <p>Para <u>Camelina</u> es posible aplicar Butisan S.(metazachlor) al estado de 8 hojas verdaderas con una dosis de 2,3 L/ha.</p>
<b>IV. Molusquicidas</b>	
Producto	Metarex SD (Metaldehído), para el control de babosas y caracoles en los primeros estadios de desarrollo. Principalmente para Mostaza, que ha resultado más “palatable” para éstos moluscos. El ataque es más severo en sectores húmedos o que sufren de inundación temporal.
Dosis	5 kg/ha
<b>V. Funguicidas</b>	
Producto	Matador (Tebuconazole+Triadimenol) aplicar cuando se vea presencia de Phoma. Principalmente en <u>Mostaza</u> cuando elonga su tallo floral.
Dosis	0.75 L/ha
Producto	Prosaro (Prothioconazole+ Tebuconazole) aplicar cuando se vea presencia de Phoma. Principalmente en <u>Mostaza</u> cuando elonga su tallo floral.
Dosis	0.8 L/ha
<b>VI. Insecticidas</b>	
Producto	Lorsban (Clorpirifos) Para control de gusanos cortadores, principalmente en <u>mostaza</u> con 2 o 3 hojas verdaderas.
Dosis	0.5 L/ha
Producto	Karate Zeon (Lambdacihalotrina), para control de pulgones en <u>Mostaza</u> durante etapa de floración (aplicar al atardecer para no afectar a abejas)
Dosis	200 mL/ha
<b>VII. Cosecha</b>	
Máquina	Cosechadora automotriz
Época y Forma.	Cuando las silicuas se secan, criterio y forma similar a cocha de raps.



En Abril de 2009 se evaluó la rentabilidad de los cultivos de camelina, mostaza y raps, de modo de comparar a los dos primeros con el raps canola y determinar si efectivamente presentan menores costos de producción y rentabilidad similar o superior (Tablas 5.1 a 5.4). A su vez, se presenta un análisis de sensibilidad con diversos escenarios de costos.

En las tablas 5.5 a 5.9 se detallan los costos y rentabilidad obtenidos en el año 2010 en las siembras pre comerciales finales.

Para camelina se consideró la siembra bajo el sistema de cero labranza con el rendimiento de semilla obtenido en Osorno con la variedad Gold of Pleasure (2,4 ton), fertilizada con 75 kg N/ha , 50 de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha y 40 de S/ha de acuerdo a los resultados obtenidos en el ensayo de fertilización. Además se consideró un precio de 300 US\$ /tonelada un poco mayor al precio del raps en Abril de 2009, ya que tiene aun más aceite que el raps en las mismas condiciones, a su vez, se usó el valor dólar promedio de la época (\$570).

Para mostaza también se consideró realizar la siembra bajo el sistema de cero labranza, se utilizó el rendimiento de semillas obtenido con 150 kg N/ha en Osorno (2.28 Ton) y ya que en los ensayos no hubo respuesta al P o el S, se utilizó la dosis de mantención 50 kg/ha de P y 40 kg/ha de S. Se utilizó un precio de 400 US\$ la tonelada de semillas para el precio de venta ya que contiene más aceite que el raps en las mismas condiciones de cultivo.

En el caso del raps, se consideró el precio a Abril 2009, de 280 US\$/ton, utilizando la variedad Monalisa, con un rendimiento de 3,2 Ton promedio de las 5 localidades evaluadas el primer año y sembrada bajo el sistema cero labranza.



**Tabla 5.1. Rentabilidad Camelina.**

ITEM	Cantidad	Unidad	Valor Unidad	Año 0	Año 1
<b>Maquinarias</b>					
Sembradora	1	JH	20,000	20,000	0
Cosechadora	1	JH	25,000	0	40,000
<b>Total maquinarias</b>				<b>20,000</b>	<b>40,000</b>
<b>Insumos</b>					
Semilla	2,5	kg	5,000	12,500	0
Glifosato	3	L	3,750	11,250	
Fertilización N (Urea)	75	UN	587	44,025	
Fertilización P (SFT)	50	UP	848	42,400	
Fertilización S	40	US	733	29,320	
<b>Total Insumos</b>				<b>139,495</b>	<b>0</b>
<b>Fletes</b>					
Insumos	0,5	Ton,	4,000	2,000	
Productos	2,5	Ton,	4,000		10,000
<b>Total Fletes</b>				<b>2,000</b>	<b>10,000</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Siembra	2	JH	5,500	11,000	0
Cosecha	2	JH	5,500	0	11,000
<b>Total MO</b>				<b>11,000</b>	<b>11,000</b>
<b>Sub-Total</b>				172,495	61,000
Imprevistos (5%)				8,625	3,050
<b>Total</b>				<b>181,120</b>	<b>64,050</b>
Fecha de cosecha					
Rendimiento ton/há					2,4
Rendimiento Aceite (m <sup>3</sup> /ha)					0,96
Costo de producción/Ha M\$					245,170
US\$/Kg					0,30
Ingreso bruto(\$US 0,3/Kg)				0	406,980
<b>Ingreso neto</b>				<b>-181,120</b>	<b>342,930</b>
TIR	89%				
VAN(12%)	125,068				



Tabla 5.2. Rentabilidad de Mostaza (*Brassica juncea*) Clearfield.

ITEM	Cantidad	Unidad	Valor Unidad	Año 0	Año 1
<b>Maquinarias</b>					
Sembradora cero labranza	1	JH	20,000	20,000	0
Fumigadora	2	JI	8,500	0	17,000
Cosechadora	1	JI	25,000	0	25,000
<b>Total maquinarias</b>				<b>20,000</b>	<b>42,000</b>
<b>Insumos</b>					
Semilla	5	kg	6,000	30,000	0
Fertilización N (Urea)	150	UN	587	88,050	
Fertilización P (SFT)	50	UP	848	42,400	
Fertilización S	40	US	733	29,320	
Herbicida (Eurolightning)	2	Lt	39,984		79,968
Insecticida (Karate)	0,2	Lt	34,600		6,920
Fungicida (Caramba)	1	Lt	17,136		17,136
<b>Total Insumos</b>				<b>189,770</b>	<b>104,024</b>
<b>Fletes</b>					
Insumos	0,8	Ton,	4,000	3,200	
Productos	2,6	Ton,	4,000		10,400
<b>Total Fletes</b>				<b>3,200</b>	<b>10,400</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Siembra	1	JH	5,500	5,500	0
Cosecha	2	JH	5,500	0	11,000
<b>Total MO</b>				<b>5,500</b>	<b>11,000</b>
<b>Sub-Total</b>				218,470	167,424
Imprevistos (5%)				10,924	8,371
<b>Total</b>				229,394	175,795
Fecha de cosecha					
Rendimiento de semillas/Há					2,28
Rendimiento Aceite m <sup>3</sup> /Há					0,91
Costo de producción/Ha M\$					405,189
US\$/Kg					0,40
Ingreso bruto(\$US /Kg)				0	519,840
<b>Ingreso neto</b>				-229,394	<b>344,045</b>
TIR	50%				
VAN(12%)	77,789				



Tabla 5.3. Rentabilidad de Raps.

ITEM	Cantidad	Unidad	Valor	Año	Año
			Unidad	0	1
<b>Maquinarias</b>					
Sembradora cero labranza	1	Ha.	20,000	20,000	0
Fumigadora	2	Ha.	8,500	0	17,000
Cosechadora	1	Ha.	25,000	0	25,000
<b>Total maquinarias</b>				<b>20,000</b>	<b>42,000</b>
<b>Insumos</b>					
Semilla	5	kg	8,000	40,000	0
Fertilizantes (N)	200	kg N	587	117,400	0
Fertilizante P	200	kg P	848	169,600	0
Fertilizante S	40	kg S	733	29,320	
Herbicida Glifosato	3	Lt	3,750	11,250	0
Herbicida Butisan	2	Lt	20,160		40,320
Fungicida Caramba	1	Lt	17,136		17,136
Insecticida pulgones (Karate)	0.2	Lt	34,600	0	6,920
<b>Total Insumos</b>				<b>367,570</b>	<b>64,376</b>
<b>Fletes</b>					
Insumos	1.5	Ton.	4,000	0	6,000
Productos	3.5	Ton.	4,000	0	14,000
<b>Total Fletes</b>				<b>0</b>	<b>20,000</b>
<b>Mano de Obra</b>					
Siembra	2	JH	5,500	11,000	0
Cosecha	2	JH	5,500	0	11,000
<b>Total MO</b>				<b>11,000</b>	<b>11,000</b>
<b>Sub-Total</b>				<b>398,570</b>	<b>137,376</b>
Imprevistos (5%)				19,929	6,869
<b>Total</b>				<b>418,499</b>	<b>144,245</b>
Fecha de cosecha					
Rendimiento/Há (ton)					3.20
Rendimiento Aceite/Há (m3)					1.200
Costo de producción/Ha					562,743
valor quintal					0
Ingreso bruto(US\$ 0.28/Kg)	0.28			0	510,720
<b>Ingreso neto</b>				<b>-418,499</b>	<b>366,475</b>
TIR	-12%				
VAN(12%)	-91,288				



### Indicadores económicos de la inversión propuesta

Indicador	Valor original de la propuesta	Valor actual con datos reales (2009)	Descripción
TIR	47,66	78,29	Horizonte de evaluación 14 años
VAN (MM\$)	3,907	12,797	

Beneficios evaluados: rentabilidad esperada por la disminución de los costos de producción de biodiesel a partir del reemplazo de materias primas tradicionales. Se considera la disponibilidad de suelos para la producción de biocombustibles estimada por ODEPA y se sustituyen los cultivos de raps por mostaza y de trigo por camelina.

El siguiente análisis de sensibilidad fue realizado con el fin de simular los indicadores de rentabilidad (TIR y VAN) al variar algunos componentes como la superficie de raps destinada a la producción de biodiesel (que no es rentable con menos de 28.000 Ha), el rendimiento de aceite de camelina y mostaza (no rentable bajo 0,77 y 0,70 m<sup>3</sup>/ha respectivamente) y el costo de producción de ambos cultivos. Este último parámetro se aumentó en 30 y 35% y el valor en la sensibilización mostró que camelina sigue siendo rentable en ambos escenarios, resultado muy diferente al obtenido en mostaza, ya que mostró una rentabilidad negativa ante los dos niveles de aumento de los costos. Esto se debe precisamente a que la mostaza presenta un mayor costo de producción que camelina, compartiendo ingresos netos similares (Tablas 5.1 y 5.2).

### Análisis de Sensibilidad luego de primera temporada.

Variable	Unidad de medida	Valor en la evaluación	Valor en la sensibilización	TIR	VAN
Superficie de raps destinados a la producción de biodiesel	Ha	40,000	30,000	15,50%	614
Superficie de raps destinados a la producción de biodiesel	Ha	40,000	28,000	9,60%	-44
Superficie de trigo cultivos destinados a la producción de etanol	Ha	50,000	32,500	12,34%	247
Superficie de trigo cultivos destinados a la producción de etanol	Ha	50,000	30,000	8,46%	-160
Rendimiento de aceite en la semillas de camelina	m <sup>3</sup> /ha	0,96	0,82	13,18%	125,00
Rendimiento de aceite en la semillas de camelina	m <sup>3</sup> /ha	0,96	0,77	-	-1,226,00
Rendimiento de aceite en la semillas de mostaza	m <sup>3</sup> /ha	0,91	0,80	27,82%	1,097,00
Rendimiento de aceite en la semillas de mostaza	m <sup>3</sup> /ha	0,91	0,70	-	-200,00
Costo de producción de semillas de camelina	\$/m <sup>3</sup>	245,170	318,721	37,48%	53,576
Costo de producción de semillas de camelina	\$/m <sup>3</sup>	245,170	330,979	31%	41,660



Costo de producción de semillas de mostaza	\$/m3	405,189	526,745	-	-140,484
Costo de producción de semillas de mostaza	\$/m3	405,189	547,005	-	-159,802

En las tablas 5.4, 5.5 y 5.6 se detallan los costos de producción y los ingresos por venta de semillas de camelina, mostaza oriental y raps canola utilizando los costos de producción de la localidad de Osorno en 2010, ya que fue la zona con mayores rendimientos y rentabilidad.

**Tabla 5.4. Costos de producción de camelina en siembra precomercial en la zona de Osorno.**

Item	Cantidad	Unidad	Valor unidad (\$)	Total
<b>MAQUINARIA</b>				
Pulverizador	1	JH	8500	\$ 8.500
Sembradora	1	JH	20000	\$ 20.000
Trompo	1	JH	7000	\$ 7.000
Cosechadora	1	JH	40000	\$ 40.000
<b>Total maquinaria</b>				<b>\$ 75.500</b>
<b>INSUMOS</b>				
semilla	7	Kg	5000	\$ 35.000
Panzer Gold (herbicida)	3	L	1743	\$ 5.229
Aramo (herbicida)	1	L	20230	\$ 20.230
Fertilización con N (Urea)	75	UN	697	\$ 52.275
Fertilización con P (SFT)	50	UP	795	\$ 39.750
Fertilización con S (Fertiyeso)	40	US	653	\$ 26.120
<b>Total insumos</b>				<b>\$ 178.604</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Siembra	2	JH	6000	\$ 12.000
Cosecha	2	JH	6000	\$ 12.000
<b>Total mano de obra</b>				<b>\$ 24.000</b>
<b>FLETES</b>				
Insumos	0.8	Ton	4000	\$ 3.200
Productos	2.3	Ton	4000	\$ 9.200
<b>Total fletes</b>				<b>\$ 12.400</b>
<b>Costo de producción \$/ha</b>				<b>\$ 290.504</b>
<b>Ingreso bruto/ha</b>	2.3	Ton	500	<b>\$ 546.250</b>
<b>Ingreso neto/ha</b>				<b>\$ 255.746</b>

Ingreso bruto: se estimó con el rendimiento promedio obtenido por localidad a un valor de US\$500/ton, precio actual del raps en el mercado nacional. Valor dólar = US\$ 475



**Tabla 5.5. Costos de producción de mostaza oriental en siembra precomercial Osorno.**

Item	Cantidad	Unidad	Valor unidad	Total
<b>MAQUINARIA</b>				
Pulverizador	1	JH	8500	\$ 8.,00
Sembradora	1	JH	20000	\$ 20.000
Trompo	1	JH	7000	\$ 7.000
Cosechadora	1	JH	40000	\$ 40.000
<b>Total maquinaria</b>				<b>\$ 75.500</b>
<b>INSUMOS</b>				
Semilla	8	Kg	5000	\$ 40.000
Panzer Gold (herbicida)	3	L	1743	\$ 5.229
Metarex (molusquicida)	5	Kg	5890	\$ 29.450
Eurolightning (herbicida)	1.25	L	32880	\$ 41.100
Stereo (funguicida)	1.5	L	12852	\$ 19.278
Lorsban (insecticida)	0.5	L	3689	\$ 1.845
karate zeon (insecticida)	0.2	L	27370	\$ 5.474
Fertilización con N (Urea)	200	UN	697	\$ 139.400
Fertilización con P (SFT)	50	UP	795	\$ 39.750
Fertilización con S (Fertiyeso)	40	US	653	\$ 26.120
<b>Total insumos</b>				<b>\$ 347.646</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Siembra	2	JH	6000	\$ 12.000
Cosecha	2	JH	6000	\$ 12.000
<b>Total mano de obra</b>				<b>\$ 24.000</b>
<b>FLETES</b>				
Insumos	1.3	Ton	4000	\$ 5.200
Productos	2.2	Ton	4000	\$ 8.800
<b>Total fletes</b>				<b>\$ 14.000</b>
<b>Costo de producción \$/ha</b>				<b>\$ 461.146</b>
<b>Ingreso bruto/ha</b>	2.2	Ton	500	<b>\$ 522.500</b>
<b>Ingreso neto/ha</b>				<b>\$ 61.354</b>

Ingreso bruto: se estimó con el rendimiento promedio obtenido por localidad a un valor de US\$500/ton, precio actual del raps en el mercado nacional. Valor dólar = US\$ 475.

Al analizar estas dos tablas, es posible deducir que hay una diferencia apreciable entre el ingreso neto de camelina y mostaza oriental. Esta diferencia se atribuye a los mayores costos de producción de la mostaza oriental, entre los cuales se puede mencionar, por ejemplo, la necesidad de utilizar funguicidas e insecticidas, además de una mayor cantidad de fertilizante nitrogenado para lograr su potencial de rendimiento. Otro elemento que sube el costo de la mostaza es la utilización del herbicida Eurolightning, el cual es bastante caro, pero se justifica su uso por la buena eficiencia en el control de malezas de hoja ancha.

En la Tabla 5.8 se comparan los ingresos netos de camelina, mostaza oriental y raps en las cuatro localidades evaluadas. Se observa que la rentabilidad de camelina y mostaza oriental aumenta en la medida que el cultivo se establece más hacia el sur de Chile. Sin embargo, debe desatacarse que el cultivo de mostaza oriental fue mínimamente rentable sólo en Los Ángeles y Osorno, presentando rentabilidades negativas en las demás localidades. Esto se atribuye, en primer lugar, al bajo rendimiento obtenido en las demás localidades, producto de las condiciones climáticas y al alto costo de producción del cultivo (Tabla 5.7). El último factor podría disminuirse si se hiciera un manejo del cultivo en base a



“respuesta”; es decir, haciendo uso de agroquímicos sólo en caso de llegar a un umbral de daño económico y no un manejo preventivo, en el que se hace uso de agroquímicos por calendario antes de que se presente el problema.

**Tabla 5.6. Costos de producción de raps-canola en siembra precomercial en Osorno y El Carmen.**

Item	Cantidad	Unidad	Valor unidad (\$)	Total
<b>MAQUINARIA</b>				
Pulverizador	1	JH	8500	\$ 8.500
Sembradora	1	JH	20000	\$ 20.000
Trompo	1	JH	7000	\$ 7.000
Cosechadora	1	JH	40000	\$ 40.000
<b>Total maquinaria</b>				<b>\$ 75.500</b>
<b>INSUMOS</b>				
semilla	8	Kg	5000	\$ 40.000
Panzer (herbicida)	3	L	1743	\$ 5.229
Metarex (molusquicida)	5	Kg	5890	\$ 29.450
Herbicida (varios)	2	L	35000	\$ 70.000
Stereo (funguicida)	1.5	L	12852	\$ 19.278
Lorsban (insecticida)	0.5	L	3689	\$ 1.845
karate zeon (insecticida)	0.2	L	27370	\$ 5.474
Fertilización con N (Urea)	200	UN	697	\$ 139.400
Fertilización con P (SFT)	50	UP	795	\$ 39.750
Fertilización con S (Fertiyeso)	40	US	653	\$ 26.120
<b>Total insumos</b>				<b>\$ 376.546</b>
<b>MANO DE OBRA</b>				
Siembra	2	JH	6000	\$ 12.000
Cosecha	2	JH	6000	\$ 12.000
<b>Total mano de obra</b>				<b>\$ 24.000</b>
<b>FLETES</b>				
Insumos	1.3	Ton	4000	\$ 5.200
Productos	3.2	Ton	4000	\$ 12.800
<b>Total fletes</b>				<b>\$ 18.000</b>
<b>Costo de producción \$/ha</b>				<b>\$ 494.046</b>
<b>Ingreso bruto/ha</b>	3.2	Ton	500	<b>\$ 760.000</b>
<b>Ingreso neto/ha</b>				<b>\$ 265.954</b>

Rendimiento promedio de raps canola en Osorno 3200kg/ha. Ingreso bruto: se estimó con el rendimiento promedio obtenido por localidad a un valor de US\$500/ton, precio actual del raps en el mercado nacional. Valor dólar = US\$ 475.

**Tabla 5.7. Costo de producción de 1 ha de camelina y mostaza en siembras precomerciales de cuatro localidades en 2010.**

Cultivo	Chillán	El Carmen	Los Ángeles	Osorno
	-----pesos/ha-----			
Camelina	284,867	288,467	300,424	290,504
Mostaza oriental	447,550	453,950	455,646	461,146



**Tabla 5.8. Resumen ingreso neto de cultivos precomerciales de camelina, mostaza oriental y raps-canola en cuatro localidades.**

	Chillán	El Carmen	Los Angeles	Osorno
Cultivo	-----pesos/ ha-----			
Camelina	47,633	186,533	222,076	255,746
Mostaza oriental	-233,800	-50,200	19,355	61,355
Raps		265,955		265,955

Datos utilizados: Tabla 5.4, 5.5 y 5.6; costos de producción de cada localidad. El ingreso neto de raps se calculó igual para El Carmen y Osorno con un rendimiento promedio de 3200 kg/ha. No se calculó para las demás zonas, ya que no son productoras de raps.

### 5.1. Producción de Biodiesel.

Con los cálculos anteriores es posible saber la rentabilidad del cultivo para un productor interesado en la producción y venta de semillas; pero también es necesario dar a conocer los diferentes escenarios que presenta la producción de biodiesel a partir de semillas de camelina y mostaza.

A continuación se presentan los cálculos que muestran el valor de 1 litro de biodiesel de camelina, mostaza y raps y los escenarios de costos en que sería rentable para el país la producción de biodiesel a partir de estos cultivos.

Precio Ton raps	US\$ 500
Contenido de aceite	43 %
Eficiencia Transesterificación (Producción de biodiesel) (%)	80
Densidad del Biodiesel (Ton/m <sup>3</sup> )	0,88

En este momento el costo de biodiesel de raps sería el siguiente: si la tonelada de raps esta en US\$500 y considerando que el raps tiene 43% de aceite y 10% queda en la semilla después de la extracción, más un 80% de eficiencia en el proceso de transesterificación, y una densidad del biodiesel de 0.88 g/ml, el costo sería  $US\$500/0.33 = US\$1515/0.8 = US\$1894/ton * 0.88 = US\$1667/m^3$  es decir US\$1,67 /litro, si el dólar a \$475 pesos, **el valor de costo de biodiesel sería \$ 792/litro**, esto sin considerar ningún otro costo de filtrado del biodiesel, distribución del combustible, impuestos, etc. Que probablemente son al menos un 30 % adicional, es decir **el valor de un litro de biodiesel a consumidor sería del al menos \$1029 (\$792\*1.3)**. Actualmente, el valor del diesel en las estaciones de servicio es de **\$ 609/litro** por lo que ahora saldría mucho más caro el litro de biodiesel a partir de raps que de petróleo.

La ventaja de camelina es que tiene costos de producción más bajos y por lo tanto el producto se puede vender a un costo menor y por lo tanto si la tonelada de camelina se vende a US\$400 solo US\$100 dólares menos que el raps, el costo final del litro de diesel con todos los otros cálculos iguales sería de \$823 que sigue siendo alto en comparación al diesel; sin embargo, dada la ventaja en reducción de emisiones contaminantes al utilizar biodiesel; las empresas, el Estado y universidades deberían encontrar una forma, como por ejemplo una bonificación, que haga más competitivo el biodiesel sin que las mezclas con diesel sean obligatorias.

El siguiente ejercicio permite determinar la cantidad de biodiesel producida en una hectárea cultivada con estas nuevas oleaginosas.

Las prensas utilizadas para la extracción del aceite, en general logran un 80% de eficiencia y a su vez la producción de biodiesel es de un 80% del total de aceite; es decir, por 1 ton de semillas de camelina o



mostaza con 44% de aceite (menos un 10% que queda en el afrecho o torta de semilla después de la extracción) se producen  $(0.34 \times 0.8 \times 0.8) = 218$  kg de biodiesel.

Si se obtiene un rendimiento de 2300 kg de semilla por hectárea en ambos cultivos podríamos obtener:  $218 \text{ kg de biodiesel/Ton de semilla} \times 2.3 \text{ ton de semilla} = 501 \text{ kg de biodiesel}$ . Considerando una densidad del biodiesel de  $0.88 \text{ g/ml}$  ( $0.88 \text{ Ton/m}^3$ ), se obtienen finalmente:  $(0.501 \text{ Ton} / 0.88 \text{ Ton/m}^3) = 0.57 \text{ m}^3 = 570$  litros de biodiesel/ha.

En el caso del raps, al hacer el mismo ejercicio, variando solamente el rendimiento de semilla ( $3.2 \text{ Ton/ha}$ ) el rendimiento de biodiesel es de 793 litros/ha.

La tabla 5.9 muestra un escenario de costos de biodiesel en base al costo de producción de los cultivos por hectárea y a la cantidad de biodiesel producida en la hectárea; es decir, representa el precio del biocombustible al que el productor solo recupera la inversión. Se observa que el mayor costo se alcanza con la mostaza, lo que se debe a que su rendimiento de semilla por hectárea es menor al raps (por lo que se obtiene menos aceite), aunque sus costos son muy similares. A su vez, **el litro de biodiesel de camelina resulta más económico solo \$663/litro de biodiesel**, lo que está dado por su menor costo de producción por hectárea.

Tabla 5.9. Costo de producción de 1 litro de biodiesel de camelina, mostaza y raps.

Costos	Camelina	Mostaza	Raps
Costo producción cultivo (Pesos/ha)	290,504	461,146	494,046
Producción de biodiesel (L/ha)	570	570	793
Costo por litro de biodiesel (Pesos/L)	510	809	623
Costo por litro de biodiesel (Pesos/L)+ 30%(*)	663	1,052	810

(\*) costo de elaboración, transporte e impuestos.

La tabla 5.10 muestra el costo de producción final de los biodiesel de raps, mostaza y camelina, dado por el costo de producción de los cultivos, el costo de producción del biodiesel en planta, transporte y almacenaje, además incluye un descuento por venta de los subproductos generados (torta o afrecho para alimentación animal).



**Tabla 5.10. Costos de producción de biodiesel.**

Costo Biodiesel	Raps	Mostaza	Camelina
Costo Hectarea (\$/há)	494.046	405.189	245.170
Rendimiento aceite (Lts/ há)	819	580,8	626
<b>Costo (\$/ Lt. de BioD)</b>			
Costo Miles de pesos(\$/L )	777	942	619
Metanol	30	30,25	30,25
Catalizador	19,25	19,25	19,25
Mano de Obra de Operación	11,00	11,00	11,00
Supervisión (10 % de Capital Fijo)	7,15	7,15	7,15
Energía y Servicios	7,15	7,15	7,15
Disposición de Efluentes	0,55	0,55	0,55
Mantenición (5 % de Capital Fijo)	3,30	3,30	3,30
Repuesto y Elementos de Operación (15 % de Mantenición)	0,55	0,55	0,55
Costo de Laboratorio (15 % de Mano de Obra de Operación)	1,65	1,65	1,65
Overhead, Manejo y Almacenamiento (50 % Oper+Super+Mant)	11,00	11,00	11,00
Seguros (0.5 % de Capital Fijo)	0,55	0,55	0,55
Administración (25 % de Overhead)	2,75	2,75	2,75
Transporte	1,50	1,50	1,50
Almacenaje	2,00	2,00	2,00
Costo Producción/Litro	875	1,041	718
Crédito Subproductos	-201	-201	-201
<b>TOTAL LITRO (\$)</b>	<b>674</b>	<b>840</b>	<b>517</b>

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

### 6.1 Impactos Productivos, Económicos y Comerciales

Logro	Al inicio del Proyecto	Al final del proyecto	Diferencial
Formación de empresa o unidades de negocio			
Producción ( <i>por producto</i> )			
Costos de producción	Desconocidos para camelina y mostaza	Camelina: \$290,504 Mostaza: \$461,146	Diferencial respecto de los costos en raps = \$494,046



			Camelina=-\$203,542 Mostaza=-\$32,900
Ventas y/o Ingresos			
<i>Nacional</i>			
<i>Internacional</i>			
Convenios comerciales			

### Impactos Sociales

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

### Impactos Tecnológicos

Logro	Numero			Detalle
	Nuevo en mercado	Nuevo en la empresa	Mejorado	
Producto				
Proceso				
Servicio				

Propiedad Intelectual	Número	Detalle
Patentes		
Solicitudes de patente		
Intención de patentar		
Secreto industrial		
Resultado no patentable		
Resultado interés público	2	Fichas técnicas y de costos de producción de camelina y mostaza

Logro	Número	Detalle
Convenio o alianza tecnológica		
Generación nuevos proyectos	1	FONDEF de uso de camelina en producción animal/ aprobación pendiente

### Impactos Científicos

Logro	Número	Detalle ( <i>Citas, título, descripción</i> )
Publicaciones ISI	2	Escobar, M., M.T. Berti, I. Matus, M. Tapia, and B.L. Johnson. 2011. Genotype x environment interaction in canola ( <i>Brassica napus</i> L.) seed yield in Chile. Chilean J. Agric. Res. 71(2): <i>in press</i> .  Berti, M.T., R. Wilckens, S.Fischer, A. Solis, W. Gonzalez, and B.L.



		Johnson. 2011. Seeding date influence on camelina seed yield, yield components, and oil content in Chile. Ind. Crops Prod. <a href="http://www.sciencedirect.com/dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.12.008">http://www.sciencedirect.com/dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.12.008</a>
Libro	1	Camelina y mostaza oriental: dos cultivos con potencial en Chile para producción de biodiesel. Autores, Marisol Berti, Rosemarie Wilckens, Alejandro Solis, y Wilson González. El libro se encuentra terminado solo falta la edición final por parte de ejecutivos del FIA, diagramación e impresión. Borrador del libro se adjunta a informe final.
(Por Ranking)		
Eventos de divulgación científica	1	21 <sup>st</sup> Annual AAIC Meeting-The Next Generation of Industrial Crops, Processes, and Products. Nov. 14-19, 2009, Hotel Termas de Chillan, Chillan, Chile.
Integración a redes de investigación		

### Impactos en Formación

Logro	Numero	Detalle (Título, grado, lugar, institución)
Tesis pregrado	1	Determinación de la fecha óptima de siembra de camelina ( <i>Camelina sativa</i> L.), Tesis de Ing, Agrónomo, Universidad de Concepción, Chillán. Alumno: Alan Vásquez, terminada
Tesis pregrado	1	Efecto de la fertilización N, P y S en el rendimiento y contenido de aceite de mostaza ( <i>Brassica juncea</i> L.) Tesis Ing, Agrónomo, Universidad de Concepción, Alumna: Dayana Lizama, terminada.
Tesis pregrado	1	Determinación de la fecha óptima de siembra de mostaza ( <i>Brassica juncea</i> L.), Tesis de Ing, Agrónomo, Universidad de Concepción, Chillán, Alumna: Karin Ramírez, en redacción final
Tesis postgrado	1	Adaptación e interacción genotipo - ambiente en cultivares e híbridos de raps ( <i>Brassica napus</i> L.), Tesis Magíster en Ciencias, mención Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán, Alumna: Magaly Escobar, terminada
Tesis postgrado	1	Rendimiento de camelina ( <i>Camelina sativa</i> L.) en respuesta a la aplicación de fertilizantes nitrogenados, fosfatados y azufrados en el Centro Sur de Chile. Tesis Magíster en Ciencias, mención Producción Vegetal, Facultad de Agronomía, Universidad de Concepción, Chillán, Alumno: Alejandro Solís F. En etapa final de redacción.



Pasantías	1	Pasantía de investigación en oleaginosas alternativas (camelina, juncea, pennycress, etc.), 2 meses en Departamento de Producción vegetal, North Dakota State University, Fargo, ND, Estados Unidos, Alejandro Solís Fuentes, Ing. Agrónomo.
Cursos de capacitación	x	x

#### 7. Problemas Enfrentados Durante el Proyecto:

- Legales
- Técnicos
- Administrativos
  - Contratación de un nuevo integrante para completar equipo técnico (Ficha coordinadores y equipo técnico).
- Gestión
- Medidas tomadas para enfrentar cada uno de ellos.

#### 8. Otros Aspectos de Interés

#### 9. Conclusiones y Recomendaciones:

- Desde el punto de vista:
  - **Técnico:** Los resultados del proyecto son novedosos y únicos en su tipo la información generada en este proyecto será útil para los agricultores de las Regiones Del BioBio, La Frontera y Los Lagos.
  - Varias iniciativas tanto privadas como públicas se han iniciado utilizando la información generada por el proyecto. Dos proyectos FONDEF fueron enviados al último concurso que incluyen camelina como uno de los cultivos, uno enviado por Fundación Chile y otro por el Dep. de Producción Animal de la Univ. de Concepción. Los resultados de este concurso aun no están disponibles.
  - La publicación de camelina publicada en la revista Industrial Crops and Products, ya ha sido solicitada por numerosos autores en el extranjero, ya que es la única publicación de su naturaleza en camelina en todo el mundo.
  - **Económico**
  - La factibilidad económica de utilizar camelina para biodiesel va a depender del apoyo estatal y legislación vigente en el tema de energía y dependencia del petróleo. Una vez que exista mercado para camelina su crecimiento como cultivo probablemente se expandirá rápidamente.
  - La empresa Sustainable Oils LLC de Estados Unidos, estas multiplicando sus semilleros de camelina en Chile, utilizando el decreto de ingreso de semillas de camelina generado por este proyecto y que tomo casi 8 meses obtener.
  - También la empresa Granasur Ltda de Santiago empezara a contratar semilla de camelina para uso farmacéutico a partir del 2012.
  - 
  - **De gestión.**



#### IV. INFORME DE DIFUSIÓN

- Difusión de los resultados obtenidos **adjuntando** las publicaciones realizadas en el marco del proyecto o sobre la base de los resultados obtenidos, el material de difusión preparado y/o distribuido, las charlas, presentaciones y otras actividades similares ejecutadas durante la ejecución del proyecto.
  - Listado (número y detalle) de actividades por instrumento de difusión, como por ejemplo:
    - Presentaciones en congresos y seminarios
    - Organización de seminarios y talleres
    - Días de campo o reuniones técnicas
    - Publicaciones científicas
    - Publicaciones divulgativas
    - Artículos en prensa
    - Páginas web
    - **Presentaciones en congresos y seminarios**
1. Berti, M.T. 2009. Development of industrial crops in Chile. p. 2 *In*: Cermak, S.C. and M.T. Berti. (Eds.) 21<sup>st</sup> Annual AAIC Meeting-The Next Generation of Industrial Crops, Processes, and Products. Nov. 14-19, 2009, Hotel Termas de Chillan, Chillan, Chile.
  2. Berti, M.T., R. Wilckens, S.Fischer, A. Solis, W. Gonzalez, and B.L. Johnson. 2009. Seeding date influence on camelina seed yield, yield components, and oil content in Chile. p. 11 *In*: Cermak, S.C., and M.T. Berti. (Eds.) 21<sup>st</sup> Annual AAIC Meeting-The Next Generation of Industrial Crops, Processes, and Products. Nov. 14-19, 2009, Hotel Termas de Chillan, Chillan, Chile.
  3. Escobar, M., M.T. Berti, I.Matus, M. Tapia, W.A. Ceron, and B.L. Johnson. 2009. Genotype x Environment interaction of canola (*Brassica napus* L.) in South Central Chile. p. 59 *In*: Cermak, S.C., and M.T. Berti. (Eds.) 21<sup>st</sup> Annual AAIC Meeting-The Next Generation of Industrial Crops, Processes, and Products. Nov. 14-19, 2009, Hotel Termas de Chillan, Chillan, Chile.
  4. Lizama, D., M.T. Berti, R. Wilckens, S.Fischer, A. Solis, W. Gonzalez, and B.L. Johnson. 2009. Oriental mustard (*Brassica juncea* L.) seed yield and plant nitrogen absorption response to nitrogen, sulfur, and phosphorus fertilizer in Chile. p. 55 *In*: Cermak, S.C., and M.T. Berti. (Eds.) 21<sup>st</sup> Annual AAIC Meeting-The Next Generation of Industrial Crops, Processes, and Products. Nov. 14-19, 2009, Hotel Termas de Chillan, Chillan, Chile.
  5. Ramirez, K., M.T. Berti, R. Wilckens, S.Fischer, A. Solis, W. Gonzalez, and B.L. Johnson. 2009. Seeding date influence on mustard (*Brassica juncea* L.) seed yield, yield components, and oil content in Chile. p. 54 *In*: Cermak, S.C., and M.T. Berti. (Eds.) 21<sup>st</sup> Annual AAIC Meeting-The Next Generation of Industrial Crops, Processes, and Products. Nov. 14-19, 2009, Hotel Termas de Chillan, Chillan, Chile.
  6. Solis, A., M.T. Berti, R. Wilckens, S.Fischer, W. Gonzalez, and B.L. Johnson. 2009. Camelina (*Camelina sativa* L.) seed yield, response to nitrogen, sulfur, and phosphorus in South Central Chile. p. 56 *In*: Cermak, S.C., and M.T. Berti. (Eds.) 21<sup>st</sup> Annual AAIC Meeting-The Next Generation of Industrial Crops, Processes, and Products. Nov. 14-19, 2009, Hotel Termas de Chillan, Chillan, Chile.



○ **Organización de seminarios y talleres:**

1. Entre el 14-19 de Noviembre de 2009, la Universidad de Concepción en conjunto con la AAIC (Asociación para el avance de cultivos industriales) y el FIA (Fundación para la innovación agraria) organizaron el 21<sup>st</sup> Annual AAIC Meeting-The Next Generation of Industrial Crops, Processes, and Products. Hotel Termas de Chillan, Chillan, Chile.

○ **Días de campo o reuniones técnicas:**

1. Durante el año 2008 se realizaron 2 días de campo, uno en Chillán y el otro en Osorno. Durante el 2010 se realizaron 2 charlas de difusión de resultados, una en Osorno y una en Chillán, la que estuvo acompañada de un día de campo. Fotos y listado de participantes en anexos.

○ **Publicaciones científicas (ISI):**

Escobar, M., M.T. Berti, I. Matus, M. Tapia, and B.L. Johnson. 2011. Genotype × environment interaction in canola (*Brassica napus* L.) seed yield in Chile. Chilean J. Agric. Res. 71(2): *in press*.

Berti, M.T., R. Wilckens, S. Fischer, A. Solis, W. Gonzalez, and B.L. Johnson. 2011. Seeding date influence on camelina seed yield, yield components, and oil content in Chile. Ind. Crops Prod. <http://www.sciencedirect.com/dx.doi.org/10.1016/j.indcrop.2010.12.008>

**Publicación libro:**

Camelina y mostaza oriental: dos cultivos con potencial en Chile para producción de biodiesel. Autores, Marisol Berti, Rosemarie Wilckens, Alejandro Solis, y Wilson González.

El libro se encuentra terminado solo falta la edición final por parte de ejecutivos del FIA, diagramación e impresión. Borrador del libro se adjunta a informe final.

**Artículos en prensa:**

1. Se adjuntan 4 artículos en prensa chilena que destacan los cultivos de camelina y mostaza en la zona centro sur de Chile.
2. Se adjuntan 2 artículos en prensa chilena que destacan actividades de difusión de resultados como días de campo y Congreso Internacional.

**V. ANEXOS**

Como fue indicado para los informes de avance técnico, pero en este caso la información no corresponde sólo a la actualización sino a la histórica. Por ejemplo, cambios en el equipo técnico, se debe adjuntar la ficha de todos los participantes que participaron en alguna de las etapas del proyecto aun que hayan sido reemplazados.

**VI. BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA**