



INFORME FINAL

CONVENIO INIA-Carillanca/FIA

**“Investigación para la Obtención y Adaptación de
Variedades de Raps de Tipo Doble Cero”**

Temuco, 1996

**La información contenida en el
presente Informe no puede ser utilizada
sin la autorización escrita de sus
autores. Su uso y circulación se
restringe a las siguientes
Instituciones :
INIA-Carillanca y Fondo de
Investigaciones Agropecuarias.**

INVESTIGADORES

Nilo Lizama A.	Ingeniero Agrónomo Fitomejoramiento y Manejo
¹ Hugo Campos de Q.	Fitomejoramiento-Biotecnología
Nelson Espinoza N.	Ingeniero Agrónomo M.S. Malherbología
Adolfo Montenegro B.	Ingeniero Agrónomo M.S. Fertilidad de Suelos
² Rafael Galdames G.	Ingeniero Agrónomo Fitopatología
Alfonso Aguilera P.	Ingeniero Agrónomo Entomología

14 PERSONAS INTERAS
DEL PROYECTO

AYUDANTES DE INVESTIGACION

Héctor Pauchard C.	Técnico Agrícola
Marcelo Zapata R.	Ingeniero de Ejecución Agrícola
Alfredo Landaeta P.	Ingeniero de Ejecución Agrícola
Eduardo Contreras F.	Ingeniero de Ejecución Agrícola
Mario Zampezzi V.	Ingeniero de Ejecución Agrícola
Edgard Parra	Pedagogo en Ciencias Químicas
Erna Fabres A.	Químico Laboratorista
Luisa Vera Q.	Químico Laboratorista

¹ Actualmente en estudios de Postgrado en Gran Bretaña

² Actualmente en estudios de Postgrado en México

INDICE

• Resumen	1
• Antecedentes Climáticos	6
• La calidad del aceite de raps	19
• Fitomejoramiento	36
• Introducciones	38
• Hibridaciones	91
• Biotecnología y mejoramiento genético en raps (<i>Brassica napus L.</i>)	108
• Jardines de selección	130
• Determinación de pérdidas causadas por Sclerotiniosis (<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>) (Lib) de Bray en raps (<i>Brassica napus L.</i>) en diferentes localidades de la VIII y IX Región	138
• Estudio exploratorio del efecto de enmiendas calcáreas y de fertilizantes nitrogenados de distinta reacción sobre el rendimiento del raps en suelos en proceso de acidificación de la IX Región	152

◦ Estudio exploratorio del efecto de dosis y formas de aplicación de potasio sobre el rendimiento de raps en andisoles planos del valle central	167
• Tolerancia del raps a diferentes herbicidas comerciales utilizados en postemergencia	173
• Principales plagas del raps en la zona sur :	184
-Incidencia y control del pulgón de las crucíferas (Homoptera :Aphididae)	186
-Preferencia de la polilla de las crucíferas (Lepidoptera : Plutellidae) - a tipos de raps	200
• Efecto de la dosis de semilla y la distancia de siembra sobre el rendimiento y otros parámetros del raps de invierno tipo doble cero	215
• Epoca de siembra de raps de invierno	226
• Epoca de siembra de raps de primavera	239
• Anexo	250

RESUMEN

El presente documento corresponde al Informe Final del contrato de Investigaciones para la Obtención y Adaptación de variedades de Raps Tipo Doble Cero, suscrito entre FIA e INIA, cuyos objetivos generales son los siguientes :

- a) Lograr la mejor adaptación de las variedades de raps tipo doble cero (Canola), existentes en el mercado a las condiciones edafoclimáticas del país.
- b) Obtener nuevas variedades de raps tipo doble cero para su cultivo en Chile.
- c) Determinar las mejores técnicas culturales para lograr de los cultivares doble cero su máximo potencial de rendimiento.

En fitomejoramiento se utilizaron los siguientes métodos : introducciones, hibridaciones, selección, Biotecnología (cultivo de microspora)

En Introducciones se evaluaron 42 variedades doble cero de hábito invernal y 15 de hábito primaveral. Las variedades doble cero que presentaron el mayor potencial de rendimiento de grano y aceite son : Duetol, Liberty, Olymp y Sv-0521, las cuales resultaron ser igual y/o superior a las variedades cero erúcico y tradicional (Matador).

Los cultivares de raps de primavera doble cero más destacados fueron la línea haploide 91-15026 NDA (Canadá) y la variedad Volcán

(Australia) las cuales fueron estadísticamente superiores a los testigos Printol y Tornado.

En el programa de hibridaciones se realizaron 1240 cruzamientos para jardines segregantes de raps de invierno y 189 cruzamientos para jardines de raps de primavera.

Las metas alcanzadas en hibridaciones son la obtención de 22 líneas avanzadas doble cero de raps de invierno y 9 líneas avanzadas de raps de primavera. M1

Los resultados de dos ensayos (1995) mostraron como promisorio a la línea 94-50.051, creada en el CRI-Carillanca, la cual presentó un rendimiento de grano y producción de aceite/há estadísticamente igual al testigo cero erúcico Mikado y con las variedades doble cero introducidas Liberty, Olymp y Duetol. ↑

En raps de primavera la línea 92-4282 fue evaluado en cuatro ensayos, los resultados mostraron que este cultivar generado en INIA, presentó un rendimiento de grano y producción de aceite/há estadísticamente igual a las variedades testigos Printol y Tornado.

Dentro del programa de hibridaciones del INIA CRI-Carillanca, se inició la aplicación de técnicas "biotecnológicas" con el objeto de incrementar la eficiencia de selección como la productividad del programa de mejoramiento genético. La técnica elegida fue el cultivo de microspora para lo cual se procedió a montar el método, utilizando F1 provenientes de progenitores primaverales e invernales. Las líneas dihaploides generadas presentaron un comportamiento normal para la especie. M2

En una segunda etapa se realizó una evaluación agronómica de 8 mejores líneas bajo condiciones de campo. Las líneas dihaploides no superaron el rendimiento de grano y contenido de aceite de la variedad testigo Tornado, lo cual se debió probablemente al bajo número de líneas generadas en esta unidad experimental. M2

Se realizó un estudio exploratorio del efecto de enmiendas calcáreas y de fertilizantes nitrogenados de distinta reacción sobre el rendimiento del raps en suelos, en proceso de acidificación en tres localidades de la IX región.

La aplicación de la cal condujo a un incremento significativo del rendimiento de grano del raps en las siguientes situaciones :

Suelos transicionales con acidez media y alta en andisoles con niveles muy bajos de acidez y con bajo nivel de bases intercambiables. M4

Se realizó un estudio exploratorio del efecto de dosis y formas de aplicación de potasio sobre el rendimiento de raps en andisoles planos del valle central de la IX región. El resultado de dos temporadas mostró que el suelo Vilcún, caracterizado por su bajo contenido de potasio intercambiable, no hubo efecto de la dosis de potasio y de la forma de la aplicación de este sobre el rendimiento de grano de raps.

Se evaluó el efecto de fitotoxicidad de diferentes herbicidas postemergentes sobre variedades de raps de primavera e invierno tipo doble cero. Los herbicidas evaluados fueron Haloxifometil, Cloropiraldil, Picloram y las mezclas entre ellos. M2

Todos los herbicidas evaluados ocasionaron fitotoxicidad visible en las plantas con un nivel de daño que no sobrepasó el 30% en la escala de 0

a 100% especialmente con las mezclas de herbicidas. El raps canola exhibió una excelente recuperación a la fitotoxicidad ocasionada por los productos químicos.

Tanto en raps de invierno como en raps de primavera en el área de influencia del CRI Carillanca, en la IX región, el pulgón de las crucíferas no tuvo incidencia significativa en el rendimiento ni en el peso de los 1000 gramos. Los productos ensayados fueron significativamente distintos al testigo en cuanto al grado de eficacia, sólo en siembras de primaveras.

El ciclo vital de la polilla de las crucíferas fue significativamente más largo en los cultivares doble cero y el primer estado larvario manifestó preferencia significativa para los cultivares tradicionales.

Se realizó un estudio poblacional en raps de invierno bajo las condiciones del CRI-Carillanca. Los resultados mostraron que la variedad doble cero Idol presentó el mayor rendimiento con la distancia de siembra de 35 cm entre hileras y con 6-9 kg/há. La densidad poblacional de 30-40 plantas /m² es la que presentó el mayor rendimiento de grano y contenido de aceite.

En raps de primavera se evaluaron tres épocas de siembra (abril, junio y julio) con variedades de raps de invierno tipo canola bajo las condiciones ambientales del CRI-Carillanca.

Los resultados mostraron que la época de siembra de la primera quincena de abril presentó la mayor productividad de aceite /há. La siembra de junio y julio presentó un alto riesgo de descalce y stress hídrico de primavera.

Se evaluaron tres épocas de siembra (agosto, septiembre y octubre), con variedades de raps tipo doble cero bajo las condiciones ambientales del CRI-Carillanca.

Los resultados mostraron que la siembra de agosto es la que presentó el máximo rendimiento de grano y aceite y la que otorga mayor seguridad ante condiciones de sequías y plagas.

La siembra de septiembre presenta un alto riesgo por stress hídrico en el periodo crítico y la siembra de octubre en raps canola no es viable.

ANTECEDENTES CLIMATICOS 1991 A 1995

El raps se cultiva en Chile entre las regiones VIII a la X existiendo buenas condiciones edafoclimáticas para obtener altos niveles de productividad con las variedades de raps tipo canolas. Sin embargo, es importante considerar todos aquellos factores de clima que están interviniendo en forma positiva o negativamente, en los diferentes estados fenológicos de la planta. De esta forma es importante disponer y aplicar las prácticas de manejo más adecuadas para las condiciones ambientales donde se desea producir con las variedades tipo canolas.

Los principales factores de clima que afectan la productividad del raps canola son : temperaturas mínimas, medias, temperaturas máximas medias, temperaturas base 5 °C, radiación solar y pluviometría.

En las figuras del 1 al 20 se entregan los registros metereologicos de los factores de clima que presentan mayor incidencia en la productividad de las canolas y con el objeto de asociarlos a los resultados de la investigación.

Temperaturas mínimas medias

Durante los cinco años del proyecto aparecen dos años (1993 y 1995) con temperaturas que provocaron pérdidas de rendimiento por descalce de plantas en siembras realizadas fuera de época o en la siembra alternativa o tardía de invierno.

Temperatura base 5°C

Durante un año de cinco (1991) se observó una disminución de la productividad de las canolas atribuible probablemente a una cantidad insuficiente de horas frías que habrían recibido las plantas de raps de invierno.

Temperaturas máximas medias

Durante los cinco años se presentaron temperaturas máximas medias que aparecen inferiores al promedio de 25 años y aparentemente no afectaron la productividad de las canolas.

El año 1992 se destacó por presentar una temperatura marcadamente moderada en relación al promedio de 25 años durante la antesis de la planta, la cual no habría afectado aparentemente la productividad de las canolas.

Pluviometría

En los cinco años hubieron buenas condiciones de humedad de suelo para el establecimiento del cultivo de invierno y primavera.

1993 Es un año que presentó una excelente distribución de lluvias en primavera, lo que favoreció en forma significativa el rendimiento de grano especialmente.

En 1995, se presentó una prolongada sequía de primavera, la cual afectó severamente la productividad de las canolas.

Los años 1994 y 1995 presentaron un efecto negativo sobre las canolas durante el estado de postantesis de planta canola, provocando una significativa caída de la materia grasa en el grano.

Grafico N° 1 : Temperaturas mínimas medias año 1991 y promedio de 25 años (1964- 1988).

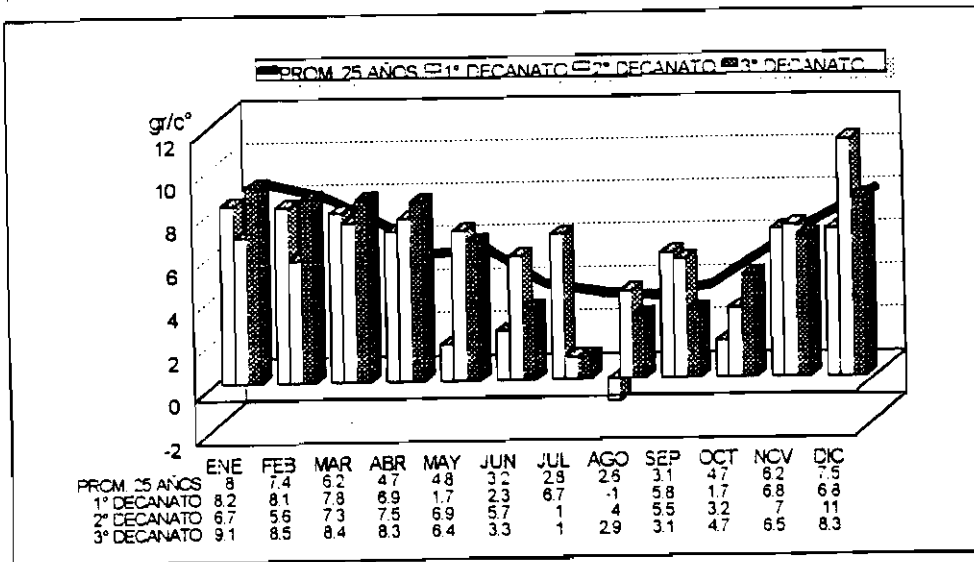
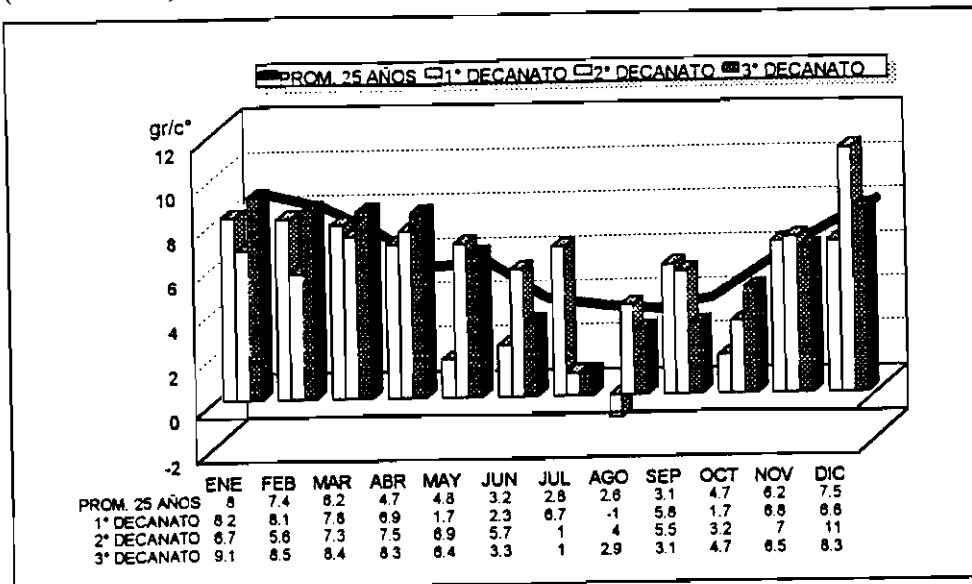


Grafico N° 2 : Temperaturas mínimas medias año 1992 y promedio de 25 años (1964- 1988).



Registro metereologico INIA-CRI Carillanca.

Grafico N°3 : Temperaturas mínimas medias año 1993 y promedio de 25 años (1964- 1988).

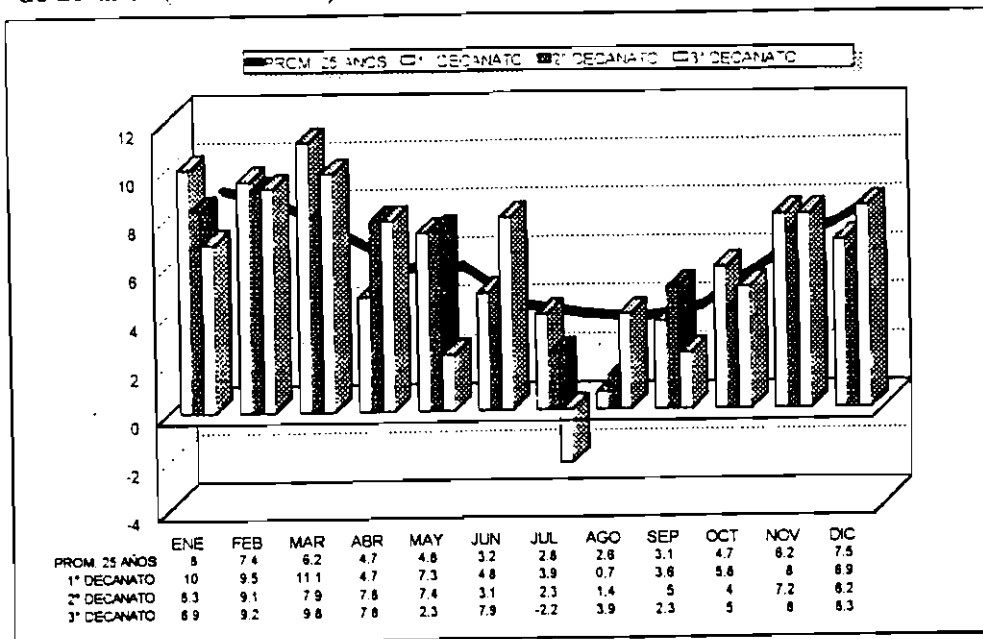
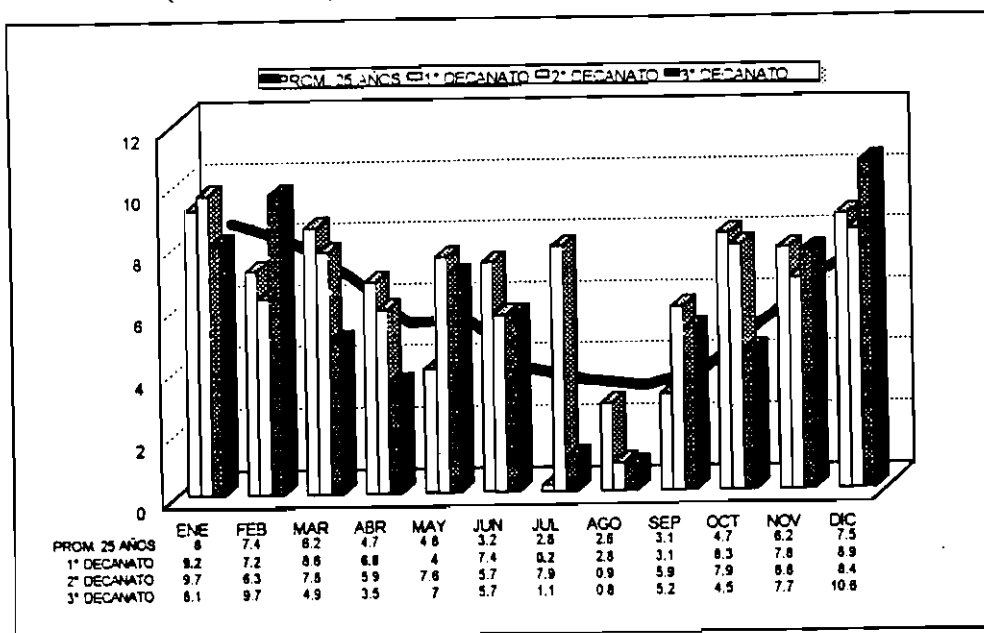


Grafico N°4 : Temperaturas mínimas medias año 1994 y promedio de 25 años (1964- 1988).



Registro metereologico INIA-CRI Carillanca.

Grafico N°5 : Temperaturas mínimas medias año 1995 y promedio de 25 años (1964- 1988).

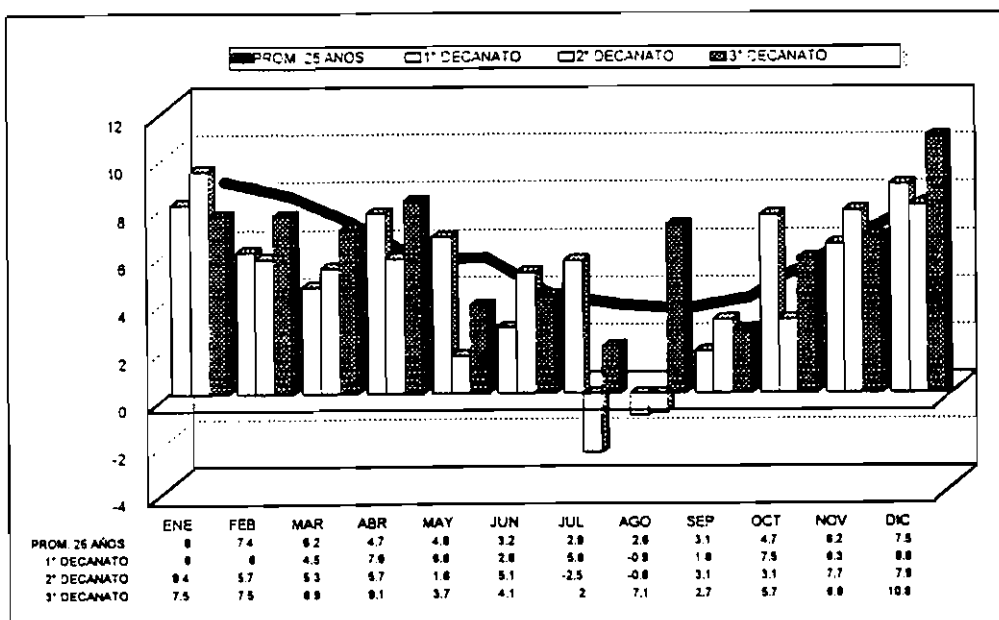
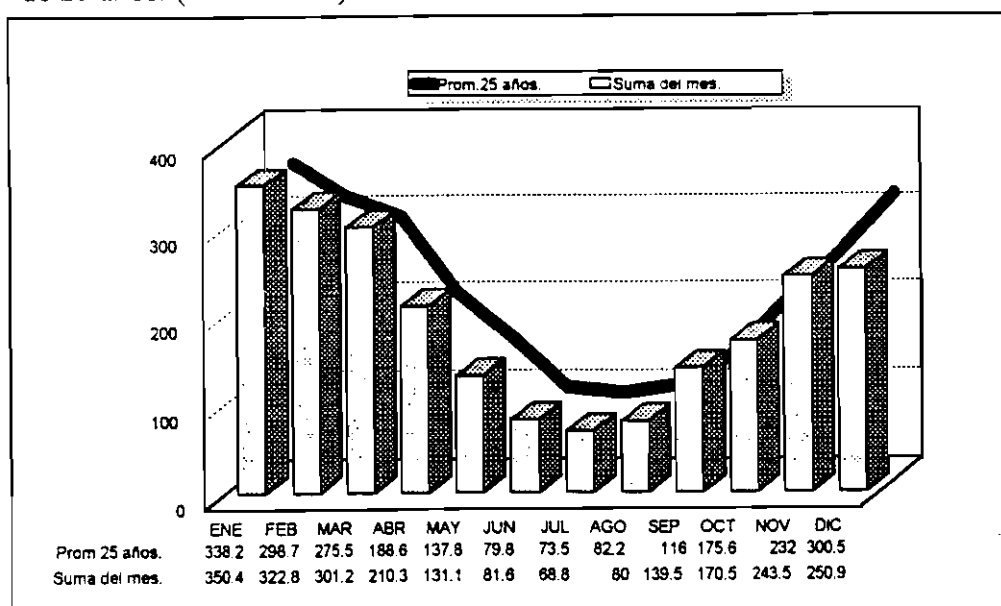


Grafico N° 6 : Temperaturas base 5° grados año 1991 y promedio de 25 años. (1964- 1988).



Registro metereologico INIA-CRI Carillanca.

Grafico N° 7 : Temperaturas base 5° grados año 1992 y promedio de 25 años. (1964- 1988).

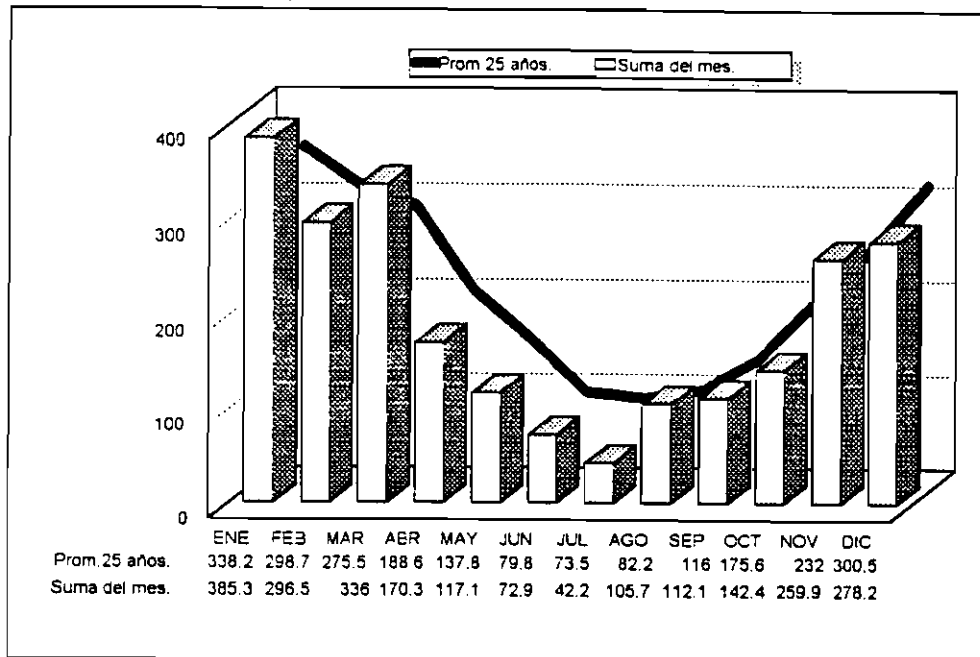
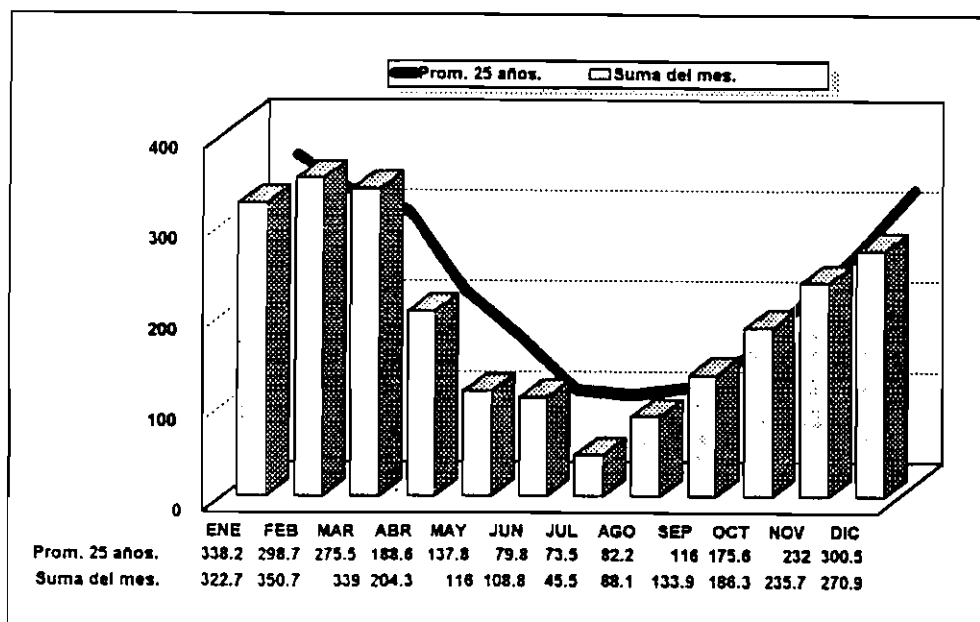


Grafico N° 8 : Temperaturas base 5° grados año 1993 y promedio de 25 años. (1964- 1988).



Registro metereologico INIA-CRI Carillanca.

Grafico N° 9 : Temperaturas base 5° grados año 1994 y promedio de 25 años. (1964- 1988).

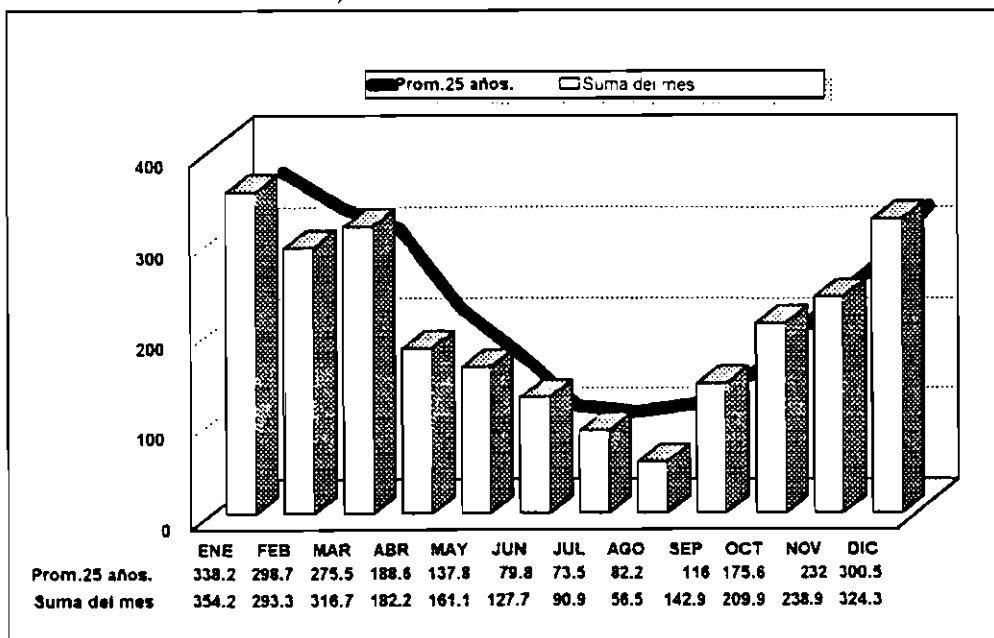
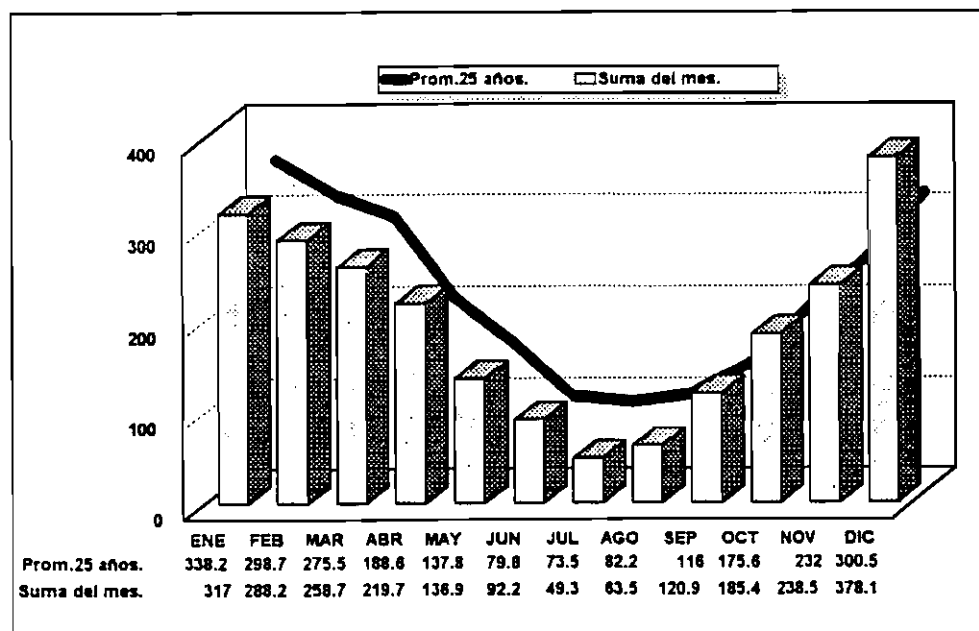


Grafico N° 10 : Temperaturas base 5° grados año 1995 y promedio de 25 años. (1964- 1988).



Registro metereologico INIA-CRI Carillanca.

Grafico N° 11 : Agua caída año 1991 y promedio de 25 años.
(1964- 1988)

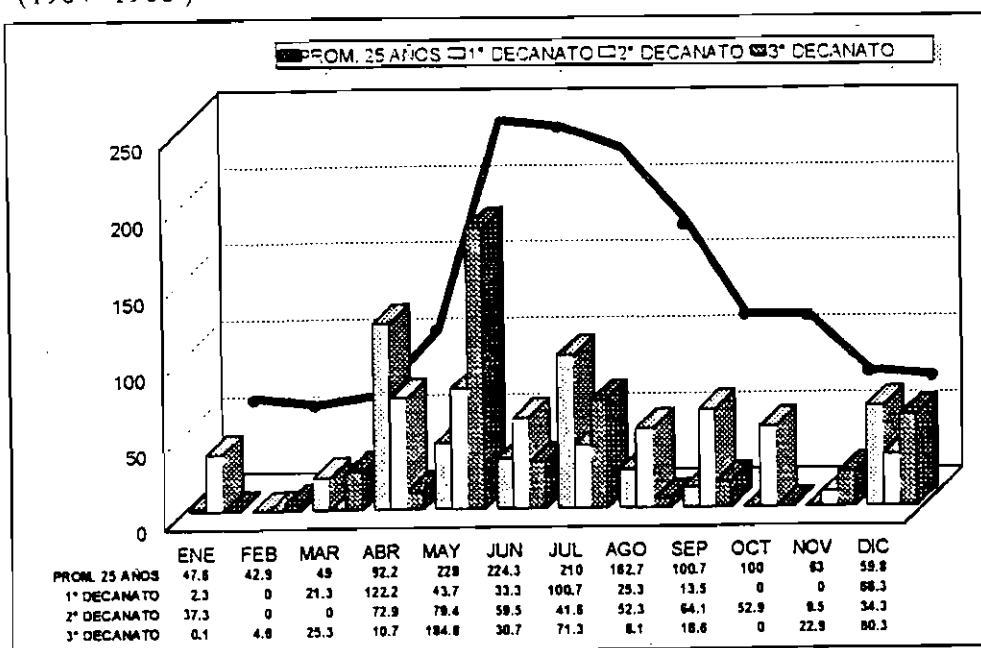
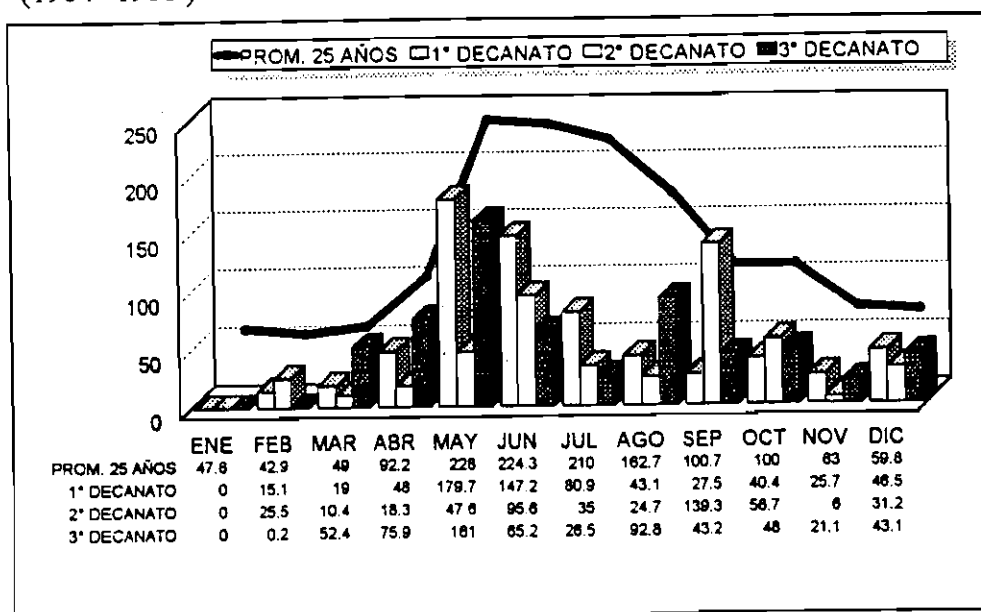


Grafico N° 12: Agua caída año 1992 y promedio de 25 años.
(1964- 1988)



Registro meteorológico INIA-CRI Carillanca.

Grafico N° 13 : Agua caída año 1993 y promedio de 25 años. (1964-1988).

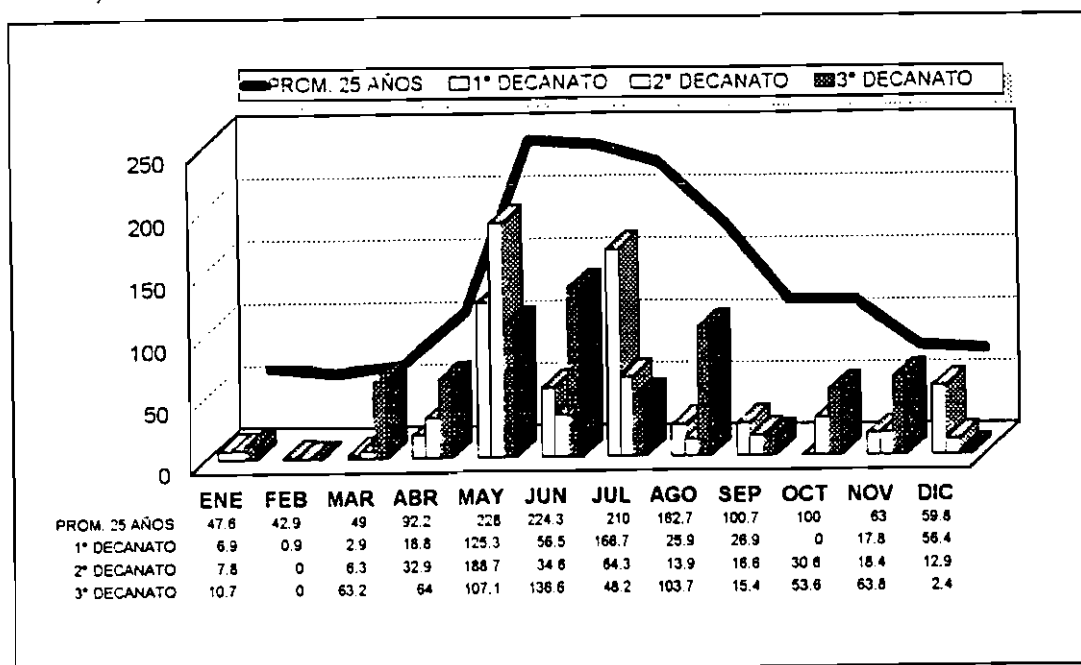
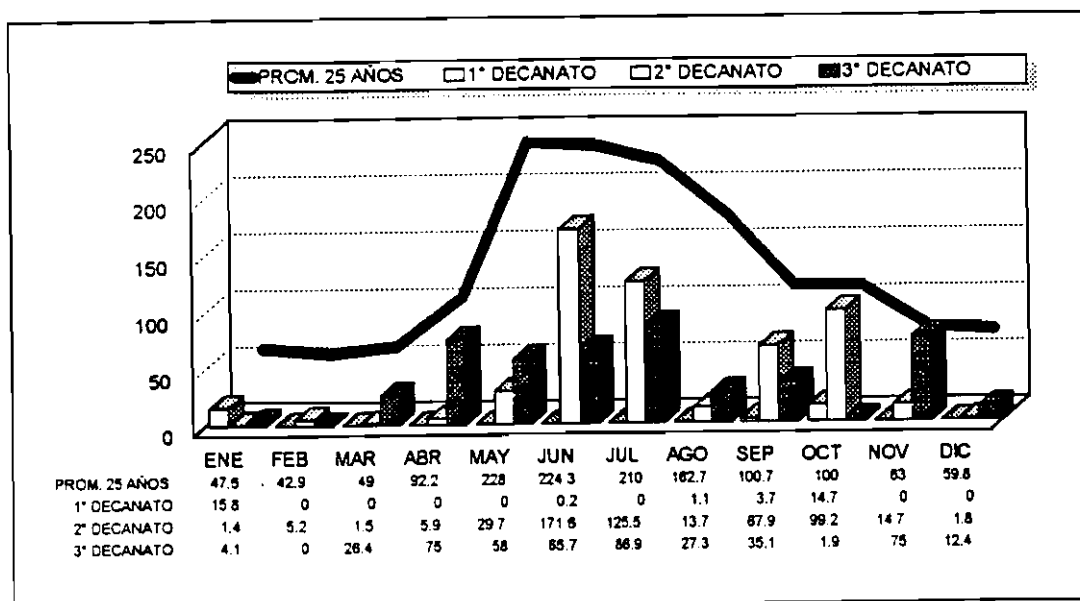


Grafico N° 14 : Agua caída año 1994 y promedio de 25 años. (1964-1988).



Registro meteorológico INIA-CRI Carillanca.

Grafico N° 15: Agua caída año 1995 y promedio de 25 años.
(1964- 1988).

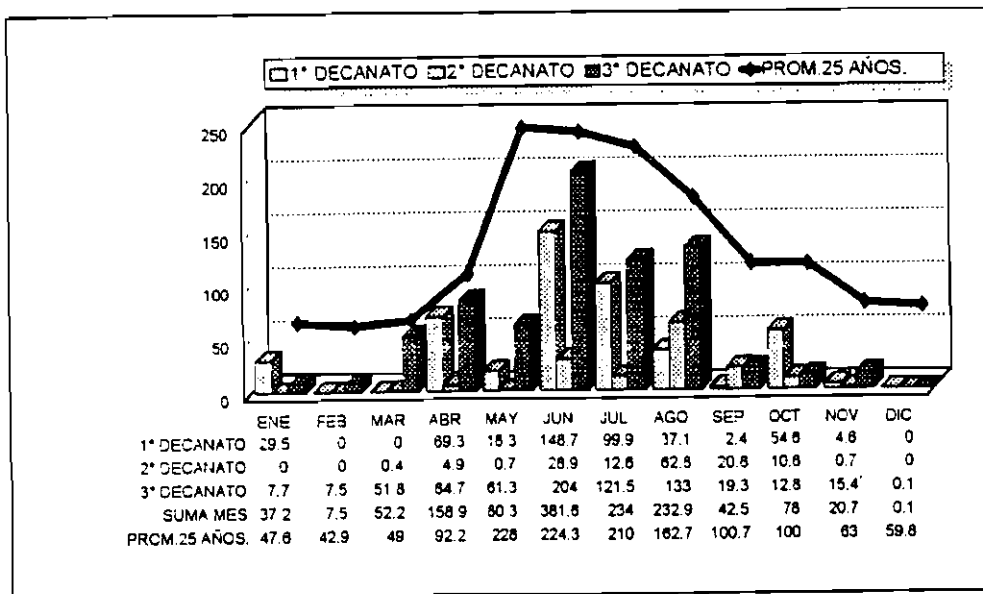
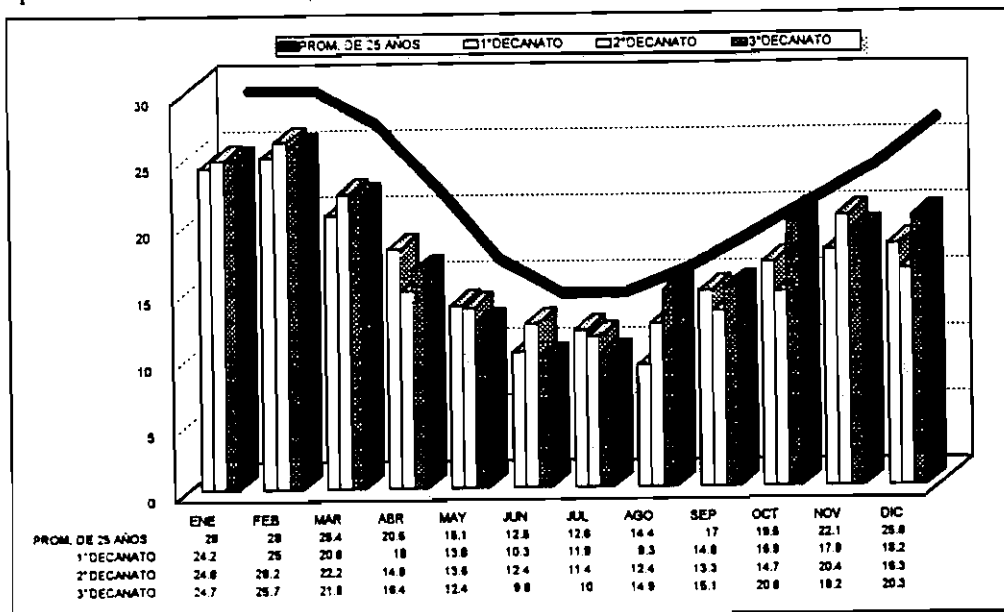


Grafico N° 16 : Temperaturas máximas medias año 1991 y promedio de 25 años. (1964-1988)



Registro meteorológico INIA-CRI Carillanca.

Grafico N° 17 : Temperaturas máximas medias año 1992 y promedio de 25 años. (1964-1988) .

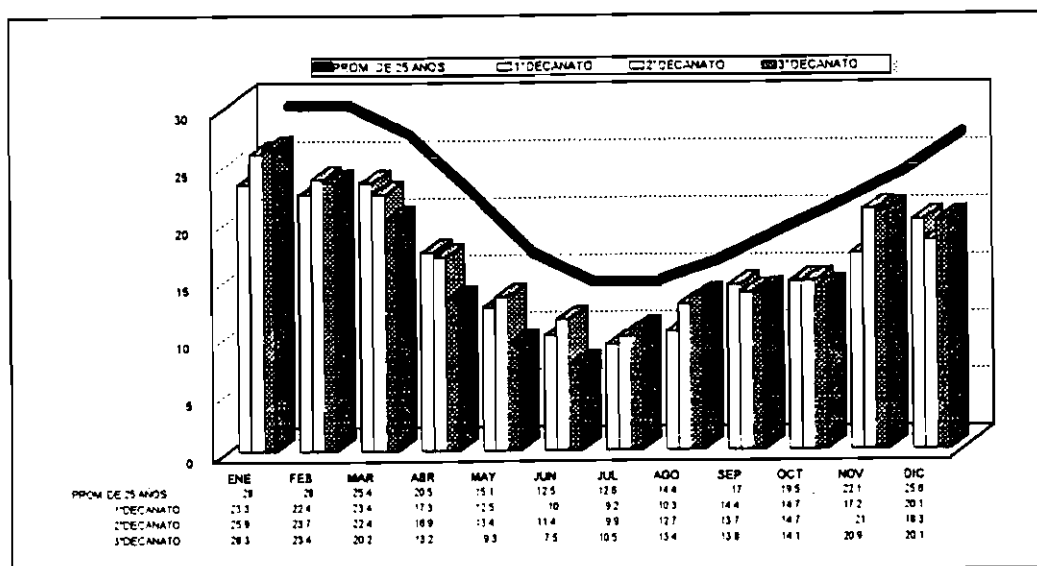
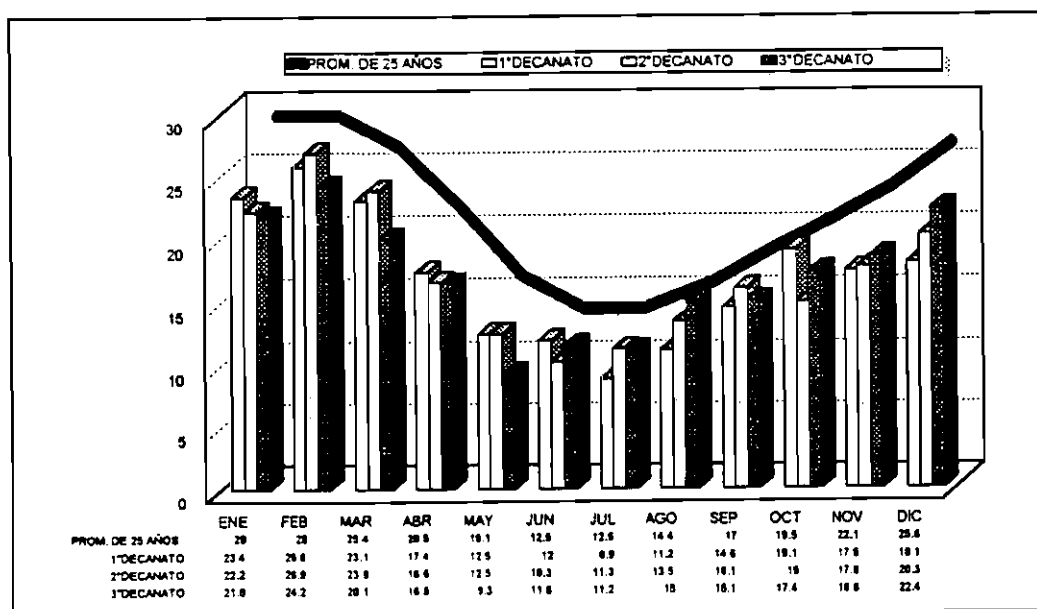


Grafico N° 18 : Temperaturas máximas medias año 1993 y promedio de 25 años. (1964-1988) .



Registro metereologico INIA-CRI Carillanca.

Grafico N° 19 : Temperaturas máximas medias año 1994 y promedio de 25 años. (1964-1988).

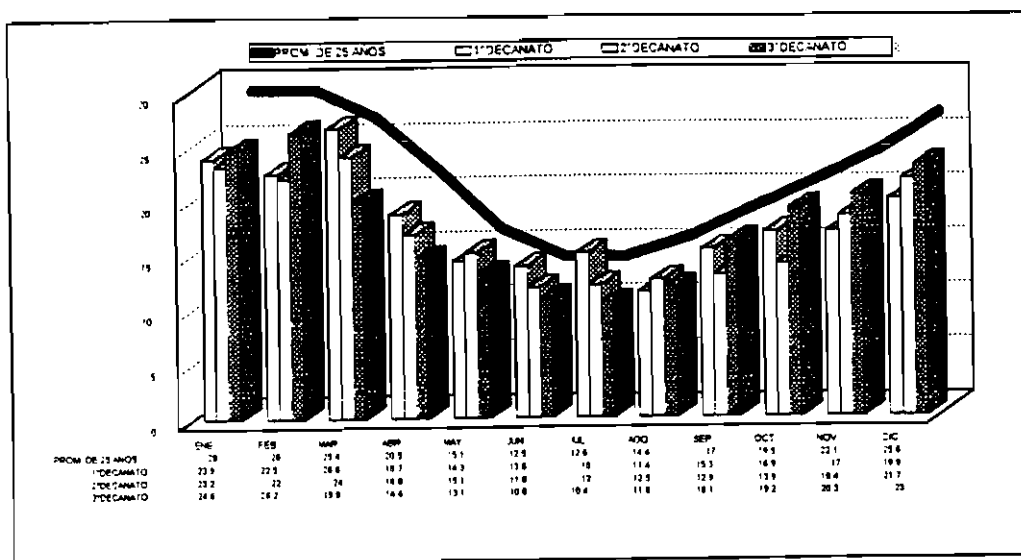
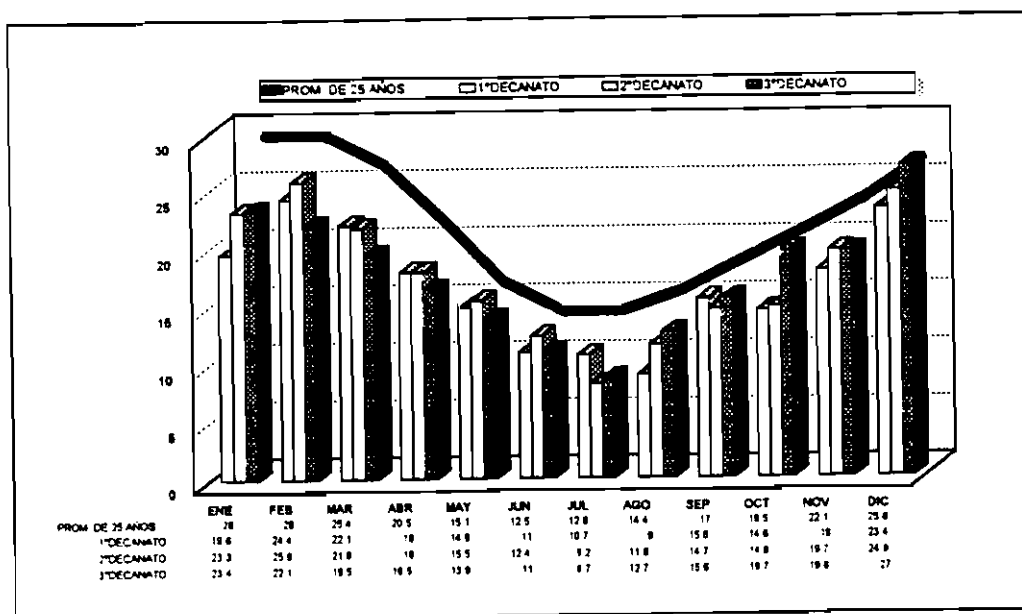


Grafico N° 20: Temperaturas máximas medias año 1995 y promedio de 25 años. (1964-1988).



Registro metereologico INIA-CRI Carillanca.

LA CALIDAD DEL ACEITE DEL RAPS (Brassica napus L.)

Hugo Campos de Q.
Nilo Lizama A.

El mejoramiento genético ha generado una amplia gama de especies vegetales oleaginosas tales como maíz, algodón, soya, maní, maravilla, palma y raps, entre numerosas otras. A nivel mundial, la principal especie oleaginosa es la soya, mientras que en zonas templadas la principal especie oleaginosa es el raps.

Dentro de la comercialización y “marketing” de toda especie oleaginosa, uno de los factores de mayor importancia es la calidad intrínseca del aceite, tanto en términos nutricionales como industriales, puesto que ésta define tanto la aceptabilidad por parte de los consumidores como los aspectos industriales del procesamiento de un aceite vegetal determinado. La materia grasa (aceite) existente en la dieta cumple varias funciones, tales como aportar energía, transportar vitaminas liposolubles así como mejorar la palatabilidad de los alimentos. La calidad de un aceite vegetal específico es función directa del perfil de ácidos grasos, así como de las relaciones cuantitativas entre los distintos ácidos grasos. Entre otros componentes de la calidad de un aceite vegetal se cuentan el contenido de vitaminas, antioxidantes y clorofila.

A continuación se discutirán las propiedades cualitativas del aceite de raps, enfatizando las ventajas comparativas de este aceite frente a otras alternativas oleaginosas de origen vegetal. Al analizar la calidad del aceite de raps es necesario distinguir primeramente entre el producto obtenido a partir de las variedades tradicionales y aquel que se extrae de las variedades de tipo doble cero o “canolas”. El aceite obtenido a partir de variedades tradicionales de raps se caracteriza por poseer un elevado tenor de ácido erúico ($C_{22:1}$), alcanzando valores superiores al 40% del total de ácidos grasos. Estudios realizados con ratas, hamsters, cerdos y conejos indicaron la existencia de una asociación positiva entre el contenido de ácido erúico de la dieta y la acumulación de cuerpos grasos en el tejido cardíaco. Aún cuando animales modelo como la rata no son apropiados para determinar relaciones causa/efecto entre el consumo de aceites vegetales y el desarrollo de lesiones cardíacas, debido a que la rata posee una intrínseca reducida capacidad metabólica para oxidar ácidos grasos de cadena larga (Grice y Heggtveit, 1983), y a que la relación entre el consumo de aceite de raps y problemas cardiovasculares en humanos no ha sido establecida de forma categórica. En 1970, Canadá decidió impulsar la reducción en los contenidos de ácido erúico en el aceite vegetal o mezclas de ellos, estableciendo un máximo de 5% de ácido erúico en los aceites vegetales.

A partir de entonces, el mejoramiento genético de raps prácticamente desarrolló un nuevo cultivo, alterando profundamente el perfil de ácidos grasos de esta especie oleaginosa. Fundamentalmente, se desarrollaron

variedades que acumulan una reducida cantidad de ácido erúico (<5%), lo cual a su vez repercute en un incremento del nivel de ácidos grasos con 18 átomos de carbono en general y del ácido oleico (C18:1) en particular.

Al inicio de este proyecto (1990) el aceite de raps elaborado en Chile contenía un alto porcentaje de ácido erúico (>35%), debido a que el 80 % de las variedades sembradas correspondían al tipo tradicional. Para solucionar este problema la industria procedía a realizar mezclas de aceites vegetales (soja) para rebajar el nivel de ácido erúico.

Los Cuadros 1 y 2 presentan los perfiles de ácidos grasos existentes en una variedad tradicional de raps, en una variedad de tipo doble cero así como en varias otras especies oleaginosas. En nuestro país, el remplazo de variedades tradicionales se inició en 1980 con la liberación secuencial de las variedades Pehuén-INIA (15% erúico), Nielol-INIA (3% erúico) y Rapanui-INIA (<1% erúico) por el Programa de Mejoramiento Genético de raps establecido en INIA-Carillanca, aun cuando la legislación nacional estableciera una escala de reducción del ácido erúico a partir de 1990.

Lo anterior, sumado a un masivo uso de variedades introducidas de tipo doble cero, se refleja en el reducido tenor de ácido erúico obtenido en las temporadas 1994/95 y 1995/96, alcanzando niveles de 4% y 3% respectivamente.

En la actualidad, la totalidad del aceite de raps producido en Chile es del tipo doble cero, por lo cual el presente capítulo se centrará principalmente en las

propiedades del aceite de raps obtenido a partir de variedades de tipo doble cero, discutiéndose a continuación de modo comparativo las propiedades del aceite de raps.

Los ácidos grasos saturados son aquellos que no poseen insaturaciones (enlaces dobles) dentro de su estructura química. Como se observa en el Cuadro 2, el aceite de raps posee el menor nivel de ácidos grasos saturados (principalmente C16:0) entre todas las especies oleaginosas.

Numerosas evidencias indican que los ácidos grasos saturados presentes en la dieta incrementan tanto los niveles de colesterol así como el riesgo cardiovascular en individuos, por lo cual la tendencia actual es la utilización de aceites vegetales insaturados, esto es que posean determinados enlaces dobles en su estructura. Específicamente, la reducción en el consumo de ácidos grasos saturados reduce los niveles sericos de colesterol-LDL.

Al comparar los efectos del consumo de aceite de raps y aceite de maravilla, Valsta et al., (1992) indican que si bien ambos aceites redujeron los tenores de colesterol-LDL, la relación entre los niveles de colesterol-HDL2 y colesterol-LDL obtenida en las dietas basadas exclusivamente en aceite de raps fue mucho mas favorable. Un elevado nivel de ácidos grasos saturados induce un incremento en los niveles de colesterol total y colesterol-LDL (Fukushima et al., 1996), el consumo de aceite de raps efectivamente reduce el riesgo de

problemas coronarios e hipercolesterolemia. Similares resultados, confirman la reducción de los niveles de colesterol al reemplazar grasas saturadas por aceite de raps, los cuales fueron obtenidos por Seppanen- Laakso et al., (1992).

Debido al bloqueo genético existente en las variedades de tipo doble-cero, la biosíntesis de ácidos grasos en raps ha sido redirigida principalmente hacia el pool de ácidos grasos de 18 átomos de C en detrimento de aquellos ácidos grasos de cadena larga, como el ácido erúico (C22:1).

Entre los ácidos grasos de 18 átomos de carbono se encuentran el ácido oleico, linoleico y linolénico. Dentro de los aceites vegetales de consumo masivo, el raps posee el valor más elevado de ácido oleico, siendo superado solamente por el aceite de oliva. El aceite de raps doble cero alcanza tenores superiores a 60% de ácido oleico, lo cual posee varias implicancias positivas. En primer lugar, la estabilidad del raps se ve incrementada, debido a la intrínseca mayor estabilidad del ácido oleico en comparación a los ácidos grasos con un mayor grado de insaturación existentes en la familia C18 (Nestel et al., 1996).

ÁCIDO OLEICO.

Asimismo, la capacidad de reducción del colesterol a través del consumo de aceite de raps se ven incrementadas, puesto que ha sido demostrado que el ácido oleico es tan eficaz como los ácidos grasos poliinsaturados (Mattson y Grundy, 1985) además de presentar una menor susceptibilidad a la

peroxidación. Gustafson et al. (1993) determinaron que dietas basadas en aceite de raps de tipo doble cero indujeron cambios en el perfil lipídico sérico similares a los inducidos por dietas basadas en aceite de maravilla. Sin embargo, dietas basadas en aceite de raps reducen especialmente el tenor de colesterol-LDL, el cual es un factor de riesgo en el desarrollo de enfermedades cardiovasculares. En paralelo, la reducida incidencia de enfermedades cardiovasculares en el área Mediterránea de Europa ha sido asociada al mayor consumo de aceite de oliva en comparación al resto de Europa, el cual posee un elevado tenor de ácido oleico, observándose reducidos niveles de colesterol serico, colesterol-LDL, elevados niveles de prostaciclina en plasma así como una apropiada relación n-6/n-3 en la población consumidora de elevados niveles de ácido oleico (Navarro et al., 1994).

El aceite vegetal catalogado como "ideal" debe poseer un contenido de ácido oleico (C18:1) entre 60 y 75% (Haumann, 1996), puesto que tal aceite reúne las propiedades nutricionales derivadas de un elevado tenor de ácidos grasos insaturados con una apropiada aptitud industrial, ya que el ácido oleico es significativamente mas estable que los ácidos linoleico y linolénico, debido a su menor grado de insaturación. Claramente, al comparar los aceites de consumo masivo el raps es el que posee un perfil de ácidos grasos más similar al perfil ideal.

ACIDOS GRASOS ESENCIALES

Los ácidos grasos esenciales corresponden a los ácidos grasos linoleico, linolenico y araquidónico, los cuales no son sintetizados en humanos y constituyen los precursores de una serie de compuestos colectivamente definidos como eicosenoides, entre los que se cuentan prostaglandinas, leucotrienos y tromboxanos, de crucial importancia biológica, a través de la actividad de las enzimas cicloxigenasa y 5-lipoxigenasa. Los ácidos linoleico (C18:2n-6) y linolénico (C18:3n-3) reducen el riesgo de trombosis al ser comparados con otros ácidos grasos, debido a que incrementan el pool de eicosenoides. El aceite de raps posee alrededor de 13% de ácido linoleico n-3, lo cual permite utilizar al aceite de raps como una fuente primaria de ácidos grasos esenciales en estrategias de reemplazo de otras materias grasas como la leche (Seppanen-Laakso et al., 1992).

La importancia de los ácidos grasos esenciales se debe a que existe una asociación entre el riesgo de enfermedades cardiovasculares (arterioesclerosis) y un consumo deficitario de ciertos ácidos grasos esenciales.

El remplazo de otras materias grasas por aceite de raps altera la composición de ácidos grasos del plasma, lo cual resulta en la presencia de un mayor contenido de ácidos eicosapentanoico (C20:4n-6) y docosapentanoico (C22:5n-3), los cuales contribuyen a la reducción del riesgo de enfermedades cardiovasculares. Además de ácidos oleico y linoleico, el aceite de raps posee

el ácido graso esencial linolenico. Si bien importante desde una óptica nutricional, el ácido linolenico reduce significativamente las cualidades de procesamiento industrial de un aceite vegetal ya que tal ácido graso es significativamente mas susceptible a la oxidación UV que ácidos grasos menos insaturados, como es el caso de los ácidos linoleico u oleico. Los productos de la oxidación UV son volátiles y reducen la vida útil del aceite. Sin embargo, en raps es factible reducir los niveles de ácido linolenico desde el nivel promedio de 10-13% existente en una variedad de tipo doble cero tradicional a niveles inferiores al 5% del total de ácidos grasos.

La variedad Stellar, con un nivel reducido de ácido linolenico (<4%) fue liberada durante la temporada 1993 en Canadá. El aceite de raps con un tenor bajo de ácido linolenico posee un comportamiento industrial significativamente superior al aceite de raps obtenido a partir de variedades normales de tipo doble cero. Además, puesto que aún mantiene las excelentes propiedades nutricionales del aceite de raps "normal", permite incrementar más aún el mercado del aceite de raps, especialmente hacia aquellos rubros de la cadena alimentaria especializados en la producción masiva de productos fritos (
"snacks", hamburguesas, papas fritas).

Cuadro 1 : Composición lipídica de algunos aceites de origen vegetal y otras grasas de origen animal.

Aceite	Composición lipídica		
	Lípidos saturados	Lípidos monoinsaturados	Lípidos * poliinsaturados
Raps	6%	60%	34%
Maravilla	11%	13%	69%
Cárcamo	9%	13%	78%
Maiz	13%	25%	62%
Oliva	14%	77%	9%
Soya	15%	24%	71%
Maní	18%	48%	34%
Coco	92%	6%	2%
Mantequilla	66%	30%	4%

* Ácido linoleico más ácido α -linolénico. (Adaptado de Grant, 1990)

Cuadro 2 : Composición de ácidos grasos de aceites más frecuentes. (En % del total de ácidos grasos.)

Acidos grasos.	Aceite de:						
	Oliva	Girasol	Soya	Colza	Cártamo	Cacahuete	Algodón
C12:0 (Ac. Láurico)		> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1
C14:0 (Ac. Mirístico)	> 0.05	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.1	> 0.3	> 1.2
C16:0 (Ac. Palmítico)	7.0-18.0	5.0-8.0	7.0-12.0	2.0-7.0	4.0-10.0	8.0-13.0	17-29
C16:1 (Ac. Palmitoleico)	0.3-3	0.2	> 0.5	> 1.0	> 0.1	> 0.3	> 1.0
C18:0 (Ac. Estearico)	0.5-5	3.0-7.0	2.0-6.0	1.0-3.0	2.0-4.0	3.0-5.0	1.0-4.0
C18:1 (Ac. Oleico)	61-83	15-38	20-35	50-65	11.0-25	38-63	16-44
C18:2 (Ac. linoleico)	2.0-18.0	50-72	45-60	15-30	55-80	18-42	33-58
C18:3 (Ac. Linolénico)	> 1.5	> 0.2	6.0-10.0	6.0-14.0	> 1.0	> 1.0	> 2.0
C20:0 (Ac. Aráquico)	> 0.5	> 0.6	> 1.0	> 1.5	> 1.0	> 1.3	> 0.3
C20:1 (Ac. Gadoleico)		> 0.3		> 4.5		> 1.0	
C22:0 (Ac. Behénico)		> 1.0	> 0.5	> 0.5	> 1.0	2.0-5.0	> 0.1
C22:1 (Ac. Erúico)				> 5.0			
C24:0 Ac. Lignocérico)				> 0.2		1.0-3.0	

(Mataix J. Verdu, Martínez E. de Victoria)

INSATURACIONES "TRANS"

Los ácidos grasos vegetales poseen insaturaciones en configuración trans. Sin embargo, a objeto de incrementar la estabilidad oxidativa así como para alterar el punto de fusión de las materias grasas de origen vegetal líquidas, a temperatura ambiente, a objeto de utilizarlos en margarinas y otros compuestos, los aceites vegetales son frecuentemente sometidos a un proceso industrial denominado hidrogenación, mediante el cual se saturan los enlaces dobles con oxígeno. La hidrogenación industrial genera enlaces en configuración trans, los cuales inducen un incremento en los niveles de colesterol sérico en comparación a los ácidos grasos no hidrogenados, debido a lo cual en naciones como Dinamarca el límite legal del consumo de ácidos grasos en configuración trans alcanza a 5% del total de ácidos grasos.

Puesto que el aceite de raps obtenido a partir de variedades doble cero posee un elevado nivel de ácido oleico el cual posee enlaces dobles en configuración cis, presenta una mayor estabilidad oxidativa que los aceites vegetales ricos en ácido linolénico (soya, maravilla) requiriendo menores niveles de hidrogenación, reduciendo así la ingesta de enlaces dobles en configuración trans, incrementando más aún el perfil nutricional del aceite de raps.

USO DE BIOTECNOLOGÍA EN EL MEJORAMIENTO DE LA CALIDAD NUTRICIONAL DEL ACEITE DE RAPS

Aun cuando el mejoramiento genético ha representado un papel fundamental en el mejoramiento del perfil de calidad del raps, la escasa variabilidad genética identificada con respecto a los parámetros de calidad del raps reduce el desarrollo de nuevos genotipos de raps con nuevos perfiles de ácidos grasos. Sin embargo, la situación anterior en lugar de ser una dificultad representa una oportunidad para el mejoramiento genético de la especie, puesto que mediante la aplicación de marcadores moleculares, el mejoramiento genético de la calidad del aceite de raps puede realizarse de modo mucho mas rápido, eficiente y preciso que mediante las estrategias del mejoramiento tradicional. Marcadores moleculares asociados al contenido de ácido linolénico (Tanhuanpaa et al., 1995; Hu et al., 1995), palmítico (Tahuanpaa et al., 1995) y erúcico (Ecke et al., 1995) La integración de ellos a las estrategias de mejoramiento nacional del raps en Chile permitirá generar eficientemente nuevos genotipos portadores de atributos de calidad, tanto industrial como nutricional.

En paralelo, puesto que el raps es, junto con papa y tomate, la especie

comercial para la cual un mayor número de aplicaciones transgénicas han sido desarrolladas, en el corto plazo la utilización de transgénesis puede ser empleada para generar nuevos genotipos de raps.

Numerosos genes involucrados en desaturaciones, elongaciones y condensaciones involucradas en la biosíntesis de ácidos grasos vegetales han sido clonados, los cuales pueden ser utilizados en la ingeniería genética de la especie. Ejemplo de lo anterior es la liberación durante 1996 de una variedad transgénica de raps en USA, la cual sintetiza una elevada cantidad de ácidos de cadena corta (C12 y C14), utilizados en la producción de jabones y detergentes. Asimismo, plantas transgénicas de raps que acumulan elevados niveles de ácido esteárico para su utilización en margarinas, y plantas transgénicas de raps que acumulan reducidos niveles de ácido linolenico mediante la expresión de la desaturasa correspondiente en orientación "antisense" han sido desarrolladas en raps. Finalmente, el aceite de raps posee un atractivo potencial de ser utilizado en aplicaciones industriales, tales como el desarrollo de lubricantes biodegradables, debido tanto al potencial productivo del raps como a las mejoradas propiedades lubricantes de los ácidos grasos de cadena larga en comparación a aquellos ácidos de cadena más corta.

CONCLUSIONES

El aceite de raps presenta un excelente perfil de calidad, puesto que reúne tanto atributos nutricionales como una apropiada aptitud para el procesamiento industrial. Además, la producción de aceite de raps permite generar un subproducto, el afrecho de raps, así como mejorar el potencial productivo de los sistemas productivos del Sur de Chile.

A nivel mundial, los rendimientos de aceite por hectárea obtenidos por el raps en Chile se encuentran entre los mas elevados. El cultivo del raps manejado de acuerdo a formulaciones recomendadas por INIA Carillanca en la zona CentroSur y Sur de Chile permite obtener sobre 2100 kg materia grasa/hectárea a nivel de agricultor, mientras que soya y maravilla alcanzan potenciales productivos de 800 y 1500 kg materia grasa/hectárea, respectivamente.

Sin embargo, la utilización del potencial cualitativo del aceite de raps en Chile necesariamente pasa por una apropiada campaña de marketing basada en las propiedades del aceite de raps determinadas científicamente, puesto que aún existe entre la población la creencia que de un modo u otro el aceite de raps es nocivo para la salud humana.

Finalmente, a la luz de lo expuesto, la inminente integración de Chile al sistema Mercosur se presenta como una formidable oportunidad para el cultivo y el mercado del raps en nuestro país en lugar de una amenaza

derivada de las inmensas producciones de aceite vegetal en los países del Cono Sur, puesto que las propiedades del raps son equivalentes, y en numerosas ocasiones superiores a aquellas exhibidas por los aceites de soya y maravilla. Además, las posibilidades de los sistemas productivos nacionales de competir en otros rubros agrícolas como cereales se presentan reducidas, puesto que en el mercado de los cereales los componentes de calidad aun no representan un componente fundamental como es el caso de los aceites vegetales. Sin embargo, para lograr lo anterior es necesario un coherente e integrado esfuerzo mancomunado entre el Gobierno y el sector privado, estimulando la investigación en raps en general y en el mejoramiento genético de la especie en particular en nuestro país así como mejorando el marketing de los productos derivados del raps, aceite y afrecho.

BIBLIOGRAFÍA

ECKE,W; M UZUNOVA y K WEIBLEDER. 1995. Mapping the genome of rapeseed (*Brassica napus* L.). II. Localization of genes controlling erucic acid synthesis and seed oil content. *Theor. Appl. Genet.* 91:972-977.

GUSTAFSSON,I-B; B VESSBY; M OHRVALL y M NYDAHL. 1993. A lipid lowering diet rich in monounsaturated rapeseed oil reduces the serum lipoprotein cholesterol concentration and increases the relative content of n-3 fatty acids in serum in hyperlipidaemic subjects. *GCIRC bulletin.* 9:110-112.

FUKUSHIMA,M; S AKIBA y M NAKANO. 1996. Comparative hypocholesterolemic effects of six vegetable oils in cholesterol-fed rat. *Lipids.* 31(4):415-420.

HAUMANN,B. 1996. The goal:tastier and "healthier" fried foods. *INFORM.* 7(4):320-334.

HU,J; C QUIROZ; P ARUS; D STRUSS y G ROBBELEN. 1995. Mapping of a gene determining linolenic acid concentration in rapeseed with DNA-based markers. *Theor. Appl. Genet.* 90:258-262.

GRICE,H y H HEGGTVEIT. 1983. The relevance of humans of myocardial lesions induced in rats by marine and rapeseed oils. In: High and Low erucic acid rapeseed oils. J Kramer, F Sauer y W Pidgen (eds.). Academic Press. Toronto. Pp 551-562.

NAVARRO,M; J PERIAGO; M PITA Y P HORTELANO. 1994. The n-3 polyunsaturated fatty acid levels in rat tissue lipids increase in response to dietary olive oil relative to sunflower oil. *Lipids.* 29:845-849.

NESTEL,P; M NOAKES y P CLIFTON. 1996. Fats for the food industry: Implications for cholesterol lowering. *Lipids.* 31(Suppl):S-65-S-69.

SEPPANEN-LAKSO,T; H VANHANEN; I LAAKSO; H KOHTAMAKI y J VIIKARI. 1992. Replacement of butter on bread by rapeseed oil and rapeseed oil-containing margarine: effects on plasma fatty composition and serum cholesterol. *British J. Nut.* 45:613-616.

_____; I LAAKSO; H VANHANEN y J VIIKARI. 1992. Rapeseed oil as a source of essential fatty acids. *GCRIC bulletin.* 9:47-48.

TAHUANPAA,P; J VILKKI y H VILKII. 1995. Association of a RAPD marker with linolenic acid concentration in the seed oil of rapeseed (*Brassica napus* L.). *Genome.* 38:414-416.

_____. 1995. Identification of a RAPD marker for palmitic-acid concentration in the seed oil of spring turnip rape (*Brassica rapa* ssp. *oleifera*). *Theor. Appl. Genet.* 91:477-480
VALSTA,L; M JAUHLANEN; A ARO; M KATAN y M MUTANEN. 1992. Effects of a monounsaturated rapeseed oil and a polyunsaturated sunflower oil on lipoprotein levels in humans. *Arteriosclerosis and Thrombosis.* 12:50-57

FITOMEJORAMIENTO

El INIA Carillanca inició un programa de mejoramiento genético de raps el año 1970, con el objeto de obtener variedades mejoradas en calidad de aceite (<5% de ácido erúxico). Para ello se utilizaron dos métodos: a) introducciones; b) hibridaciones.

Mediante el método introducciones, INIA registró las siguientes variedades de raps:

- 1972.- Oro. Variedad libre de ácido erúxico, de hábito primaveral, origen Canadá.
- 1972.- Bronowsky. Variedad de bajo contenido de glucosinolatos y con un 25% de ácido erúxico, de hábito primaveral, origen Polonia.
- 1973.- Tower. Variedad tipo doble cero, de hábito primaveral, origen Canadá.

En 1978 INIA presentó a las Fábricas de aceite, la alternativa de registrar la primera variedad de raps de invierno cero erúxico introducida desde Alemania con características promisorias de rendimiento de grano y contenido de aceite. Esta oportunidad fue descartada por la Industria ante el requerimiento de pago de "royalty"; además, en Chile no existía un mecanismo legal que prohibiera la comercialización de aceites comestibles con ácido erúxico.

En 1980 INIA registró las dos primeras variedades mejoradas en calidad de aceite creadas por el programa hibridaciones del CRI Carillanca, ellas son:

Pehuén INIA : INIA hábito de crecimiento invernal 15% ácido erúcico, alto potencial de rendimiento de grano y de aceite

Rapanui INIA : hábito de crecimiento primaveral, 1% de ácido erúcico, alto potencial de rendimiento de grano y bajo contenido de aceite.

Entre los años 1980-1984, INIA mantiene en receso las investigaciones en oleaginosas por falta de financiamiento de la empresa privada y del estado.

En 1985 INIA reinició las investigaciones de raps a través de un contrato con la empresa ANAGRA (Chile) S.A. con los mismos objetivos establecidos en el proyecto FIA-INIA raps.

En 1986 INIA registró la variedad Nielol INIA ; hábito de crecimiento invernal, 3% de ácido erúcico, alto potencial de rendimiento de grano y bajo contenido de aceite.

En el mismo año la empresa ANAGRA registró las variedades Bienvenu, Jet-neuf, ambas libres de ácido erúcico y cuyo origen es Francia.

En 1988 la Pontificia Universidad Católica registró la variedad Mikado, la cual es libre de ácido erúcico y cuyo origen es Inglaterra. En el mismo año esta Universidad registró la variedad Doublol, la cual es doble cero y de origen en Francia.

Los métodos de mejoramiento genético utilizados en este proyecto son los siguientes :

- a) Introducciones
- b) Hibridaciones
- c) Selección por planta individual
- d) Biotecnología (Cultivo de anteras)

INTRODUCCIONES

RAPS DE INVIERNO

El avance mundial del mejoramiento genético en la obtención de variedades de raps de invierno tipo doble cero resultó ser más lenta que la evolución en raps de primavera, debido a que la fuente de calidad tanto de aceite como de afrecho, tenían su origen en cultivares de hábito primaveral.

El Centro Regional de Investigación Carillanca ha mantenido contactos permanente con los principales Centros de mejoramiento genético de raps de diferentes países, con el objeto de obtener germoplasma mejorado en calidad. El origen de las variedades doble cero (canolas) de hábito invernal corresponden a países europeos como Suecia, Alemania, Inglaterra y Francia. Las variedades primaverales doble cero han sido introducidas desde Canadá, Suecia, Francia y Australia.

Las variedades introducidas evaluadas son 42 de hábito invernal y 15 variedades de hábito primaveral ; dentro de este material evaluado se agregan las variedades testigos cero erúxico y variedades tradicionales Matador y Norín 16.

Todas las variedades "introducidas" y evaluadas en este proyecto son del tipo doble cero, esto es, poseen un tenor de ácido erúxico inferior a 5% y un nivel de glucosinolatos inferior a 30 micromoles por gramo de afrecho libre de materia grasa y agua.

Materiales y Métodos

Los sitios elegidos para realizar los ensayos regionales corresponden a diferentes áreas agroclimáticas donde se concentra sobre el 70% del raps sembrado en Chile. Los resultados obtenidos en estos ensayos son extrapolables a el área situada entre Ñuble y Puerto Montt.

Para raps de invierno fueron consideradas las siguientes áreas y localidades :

-Area suelo trumao plano : Centro Regional de Investigación Carillanca (1991 a 1995).

-Area suelo trumao lomaje :

1.-Mulchén camino El Morro Fundo Sta. Rosa (1991).

2.-Santa Bárbara Fundo El Corcovado (1992-1993- 1994).

3.-Collipulli camino San Andrés Fundo Aguas Buenas (1995).

-Área suelo rojo arcilloso :

Traiguén Escuela Agrícola La Providencia (1991)

Traiguén Predio Sr. Ricardo Schaelchi (1992)

Collipulli km 7 camino Angol Fundo Sta. Ema Predio Sr. Edgardo Meynett
(1994 y 1995)

-Diseño : Bloques completos al azar

-Número de repeticiones : 5

-Tamaño de parcela : 5 hileras de 5 mt. Largo, separadas a
0,35mt (8,75 m²)

Epoca de siembra : Primera quincena de abril

Fertilización : N = 150 unidades al voleo en forma de
urea, 1/3 a siembra y 2/3 al estado de
roseta (5-7 hojas).

P = variable según suministro de suelo.

K = variable según suministro de suelo.

100% al voleo a la siembra en forma de

KCL .

Mg = variable según análisis de suelo.

Aplicado al voleo 100% a la siembra .

S = 70 u/há de SO₂ aplicado al voleo

100 a la siembra como K₂SO₄ .

Control de Malezas	: Presiembra : Trifluralina, 2,5 kg. PC/há. Incorporado con rastraje liviano. Postemergencia : Picloram, 130 gr. PC/há. Haloxyfop metil, 1,5 lt. PC/há.
Control de plagas y enfermedades	: Eventual
Notas y observaciones	: -se realizan observaciones fenológicas basadas en la escala de Harper y Berkenkamp. -Tipo agronómico : según escala 1-5. -Reacción a enfermedades : - <u>Alternaria brassicae</u> - <u>Leptosphaeria maculans</u> - <u>Sclerotinia sclerotiorum</u>
Precocidad	: Los cultivares se clasifican como : -Tardíos -Semitardíos -Semiprecoces -Precoces -Muy precoces
Análisis de Laboratorio	: Contenido de aceite
Análisis de varianza	: Las variables a analizar serán rendimiento de grano, contenido de

aceite y producción de aceite/há.

- Tamaño de parcela : 5 hileras de 5 m de largo separadas a 0,35m entre hileras ($8,25 \text{ m}^2$).
- Rendimiento de grano : Para evaluar este parámetro, se cosechan las tres hileras centrales de la parcela, eliminando las dos hileras bordes, por lo tanto, la superficie a cosechar es de $5,25 \text{ m}^2$.

Resultados

La presentación y discusión de los resultados se realiza en base a un grupo de variedades tipo doble cero destacadas por presentar el mayor potencial de rendimiento de grano y producción de aceite/há a través de los cinco años. Además estas variedades reúnen buenas características agronómicas y poseen tolerancia a pie negro (Leptosphaeria maculans). En el anexo se incluyen los resultados del total de variedades evaluadas en los 14 ensayos regionales realizados en raps de invierno.

Rendimiento de grano área Suelo Trumao Plano.

Los rendimientos de esta área fluctuaron alrededor de 39 qq/há a través de las cinco temporadas, excepto el año 1993 donde el promedio se elevó a 48 qq/há. El mayor rendimiento de la temporada 1993 se atribuye a una mejor distribución de la lluvia de primavera (noviembre y diciembre) durante la etapa de antesis y postantesis de la planta.(cuadro 3 y gráfico 13).

El nivel de rendimiento de esta localidad es considerado alto, lo cual esta relacionado con una alta capacidad de intercambio catiónico efectiva que posee este suelo. Sin embargo esta localidad presentó aparentemente limitaciones para el cultivo de raps de invierno, las cuales estarían relacionadas a un drenaje insuficiente que presenta el trumao plano durante el invierno. El raps es una planta muy sensible a la ausencia de oxígeno a nivel radicular puesto que se altera la absorción del nitrógeno bajo la forma de nitrato. Un exceso de humedad altera significativamente el funcionamiento radicular.

Los cultivares doble cero que presentaron los mayores rendimientos en los cinco años de evaluación son : Silvia, Idol, Li 0521, Olymp y Liberty, los cuales aparecen con un rendimiento de grano similar y/o estadísticamente superiores a los testigos Mikado y Nielol - INIA Cuadro 3 y Anexo 1.

En esta área cabe destacar la estabilidad de rendimientos que presentaron las variedades Idol, Olymp y Li 0521, las cuales exhibieron los mayores rendimientos de los ensayos realizados en el trumao plano (Cuadro 3).

La variedad Liberty aún cuando solamente tiene dos temporadas de evaluación, se le incluye dentro de los cultivares destacados, debido al alto potencial de rendimiento de grano y aceite y buena adaptación que muestran los resultados de evaluación. Este comportamiento de los ensayos, es coincidente con los buenos resultados obtenidos en siembras de agricultores.

El mayor rendimiento de grano obtenido en esta área es en el año 1993 con las variedades Li 0521 con 55,03 qq/há y Olymp que alcanzó a 52,39 qq/há, seguido de Silvia con 51,18 qq/há e Idol con 50,04 qq/há, las cuales

presentaron un rendimiento estadísticamente similar al testigo Mikado que logró 47,05 qq/há y superior a Nielol-INIA que alcanzó a 41,47 qq/há. (Cuadro 3).

Cuadro N°3 ; Rendimiento de grano (qq/ha), de los ensayos de variedades raps de invierno tipo doble cero realizados en el área de suelo trumao plano ; IX región.

	Carillanca			
	1991	1992	1993	1994
Silvia	-----	42.13 abc	51.18 abcd	-----
Idol	-----	41.41 abcd	50.04 abcd	42.27 a
Duetol	-----	-----	48.01 bcde	43.83 a
Olymp	34.40 a	42.45 ab	52.39 abc	40.94 ab
Liberty	-----	-----	-----	43.14 a
Mikado	41.02 a	35.84 efgh	47.05 bcdef	33.98 d
Li - 0521	43.20 a	41.43 abcd	55.03 a	41.57 a
Ñielol-INIA	34.43 a	32.90 h	41.47 fg	35.94 bcd
Cocf. Variación	13.88	7.32	8.4919	9.459748
Valor de F	1.61 **	6.52 **	7.16 **	4.79 **
Valor Promedio	38.26	39.36	49.31	40.23
				38.32

• Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$)

Nota :Estos resultados corresponden a las variedades más destacadas del ensayo de raps de invierno suelo trumao plano (Anexo 1).

Contenido de aceite

Los porcentajes de contenidos de aceite de esta área fluctuaron entre 45,57% el año 1994 y 51,67 % el año 1992 (cuadro 4). El parámetro contenido de aceite está altamente influenciado por el medio ambiente a través de los factores temperatura y humedad de suelo durante el periodo de postantesis. Al respecto los gráficos de agua caída N°17 y N° 19, muestran que el año 1992 presentó una mejor distribución de lluvia que el año 1994 en los meses de noviembre y diciembre, lo cual determinó que el proceso de síntesis de ácidos grasos fuera más eficiente en el año 1992.

Las variedades que presentaron el mayor contenido de aceite a través de los cinco años son Idol, Silvia, Liberty, Duetol y Olymp, los cuales aparecen con valores similares al testigo Mikado. El cultivar Li 0521 es el que presentó el menor contenido de aceite siendo significativamente inferior al testigo Mikado (cuadro 4 y anexo 2).

El mayor contenido de aceite se obtuvo en el año 1992 con las variedades doble cero Silvia que alcanzó a 52,96%, Idol con 52,66% y Olymp con 52,12% las cuales resultaron ser similares al contenido de aceite que alcanzó el testigo cero erúcico Mikado con 52,08% (cuadro 4).

Cuadro N°4 ; Contenido de aceite (%), de los ensayos de variedades raps de invierno tipo doble cero realizados en el área de suelo trumao plano ; IX región.

	Carillanca				
	1991	1992	1993	1994	1995
Silvia	-----	52.96 a	48.64 a	-----	-----
Idol	-----	52.66 ab	48.17 abc	47.21 ab	50.01 a
Ductol	-----	-----	48.78 a	45.87 bc	48.75 abcd
Olymp	49.93 abc	52.12 abc	46.49 def	45.11 cde	48.88 abcd
Liberty	-----	-----	-----	46.52 ab	50.00 a
Mikado	50.53 abc	52.08 abc	48.53 a	46.25 ab	49.57 ab
Li - 0521	47.93 bcde	50.05 fg	47.00 bcde	43.88 f	47.15 ef
Nielol-INIA	49.33 bcd	50.15 fg	46.29 ef	44.21 ef	46.95 f
Coef. Variación	2.69	1.28	2.2353	1.580503	2.09683
Valor de F	2.86 **	13.81 **	5.67 **	16.83 **	4.21 **
Valor Promedio	49.43	51.67	47.70	45.57	48.76

• Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$)

Nota : Estos resultados corresponden a las variedades más destacadas del ensayo raps de invierno suelo trumao plano. (Anexo 2)

Producción de aceite (kg/há)

La mayor producción de aceite/há se obtuvo en la temporada 1993 con 2321 kg/há, en la cual influyó el elevado rendimiento de grano alcanzado en ese año. La menor cantidad de materia grasa obtenida por hectárea se presentó en el año 1994 con 1834 kg/há (cuadro 5); la baja producción de aceite/há está determinada por el menor contenido de aceite que alcanzaron los cultivares en 1994 por efecto de un stress hídrico que experimentaron durante el período de postantesis. (grafico 19).

Las variedades que presentaron la mayor cantidad de materia grasa/há en 1993 son la variedad Li 0521 con 2609 kg/há, Silvia con 2515 kg/há e Idol con 2424 kg/há las cuales presentaron una producción similar al testigo Mikado que logró 2306 kg/há (cuadro 5 y anexo 3).

La línea Li 0521 es la que presentó el menor contenido de aceite de este grupo de cultivares destacados, sin embargo, por presentar un mayor rendimiento de grano es la que alcanzó la mayor producción de materia grasa/há. Asimismo debemos destacar en este parámetro el cultivar Liberty, el cual presentó una producción de materia grasa similar a Mikado (1995) o significativamente superior a este testigo (1994) (cuadro 5).

Cuadro N°5 ; Producción de aceite (kg/há), de los ensayos de variedades raps de invierno tipo doble cero realizados en el área de suelo trumao plano ; IX región.

	Carillanca			
	1992	1993	1994	1995
Silvia	2231.5 a	2515.0 ab	-----	-----
Idol	2180.7 ab	2424.0 abc	1995.2 a	1935.5 abc
Duetol	-----	2362.0 abcd	2010.6 a	2142.4 a
Olymp	2213.2 a	2093.0 bcd	1849.0 ab	1861.7 bcd
Liberty	-----	-----	2005.8 a	1871.9 abcd
Mikado	1867.0 defg	2306.0 abcd	1568.7 cde	1669.1 cd
Li - 0521	2073.6 abcd	2609.0 a	1823.6 abc	1843.0 bcd
Ñielol-INIA	1650.6 g	1938.0 ef	1591.4 bcde	1753.6 bcd
Coeff. Variación	9.81	8.740324	8.601946	8.05665
Valor de F	3.98 **	11.62 **	3.36 **	2.0 *
Valor Promedio	2036.2	2321.2	1834.9	1869.6

• Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$)

Nota : Estos resultados corresponden a las variedades más destacadas del ensayo raps de invierno suelo trumao plano. (Anexo 3)

Area trumao de lomaje

Rendimiento de grano

Los rendimientos de grano de esta área son muy fluctuantes a través de los años ; las variaciones van desde 30,48 qq/há en 1991 a 51,01 qq/há en el año 1993(cuadro 6). Este resultado con marcadas variaciones anuales es producto del cambio de sitios dentro del área y debido al efecto de año . Además, a partir del año 1992 se estableció una nueva formulación para la fertilización de los ensayos, la cual elevó los rendimientos de estos.

Las variedades que presentaron el rendimiento de grano más elevado a través de los años son Olymp, Duetol, Liberty y Li 0521. En esta área la variedad Idol presentó rendimientos de grano con marcadas variaciones anuales, es decir, un comportamiento diferente al trumao plano donde aparece muy estable cada año. Investigaciones realizadas por el CRI-Carillanca han demostrado que la variedad Idol es susceptible a la acidez de suelo y a la toxicidad por aluminio, lo cual explicaría el buen comportamiento de este cultivar en Carillanca, cuyo suelo carece de estas limitaciones, pero que sí están presentes en otros sitios de agricultores donde se realizaron los ensayos(cuadro 3 y 6).

Los máximos rendimientos de esta área son obtenidos el año 1993 con las variedades doble cero Duetol, que alcanzó a 55,10 qq/há, Olymp que logró 54,96 qq/há e Idol con 53,37 qq/há, las cuales presentaron un rendimiento de grano similar a la variedad Mikado (cero erúcico) que

alcanzó a 50,41 qq/há y superando a la variedad Ñielol que alcanzó a 45,78 qq/há (cuadro 6 y anexo 4).

Cuadro N°6 ; Rendimiento de grano (qq/ha), de los ensayos de variedades raps de invierno tipo doble cero realizados en el área de suelo trumao de lomaje ; VIII y IX regiones.

	Mulchén 1991	Sta. Bárbara 1992	Sta. Bárbara 1993	Sta. Bárbara 1994	Collipulli oriente 1995
Silvia	-----	46.62 bcdef	45.81 cde	-----	42.49 ab
Idol	26.76 c	48.25 bcde	53.37 a	36.52 bcde	38.17 bc
Ductol	29.84 cde	-----	55.10 a	39.16 abcd	43.66 a
Olymp	29.86 cde	54.53 a	54.96 a	41.66 a	42.98 ab
Liberty	-----	-----	-----	40.94 abc	42.13 ab
Mikado	35.26 a	44.30 cdefgh	50.41 abc	36.22 cde	40.97 ab
Li - 0521	33.56 abc	49.67 abc	51.67 ab	40.97 abc	41.83 ab
Ñielol-INIA	27.65 de	44.02 cdefgh	45.78 cde	34.70 de	-----
Coef. Variación	10.44	9.8	8.26	8.692751	8.0244
Valor de F	6.24 **	3.51 **	10.51 **	3.07 **	2.08 *
Valor Promedio	30.48	47.89	51.01	38.73	41.74

• Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$)

Nota : Estos resultados corresponden a las variedades más destacadas del ensayo raps de invierno suelo trumao de lomaje. (Anexo 4).

Contenido de aceite

En el área suelo trumao de lomaje este parámetro presentó fluctuaciones que van desde 47,46 % en 1995 a un máximo de 52,56% en 1992 ; en esta área se produce un efecto del medio ambiente sobre el contenido de aceite el cual fue explicado para el suelo trumao plano (cuadro 7).

Los mayores contenidos de aceite del año 1992 lo presentaron los cultivos Silvia con 53,43%, Idol 53,07% y Olymp con 53,02%, siendo estos valores similares a los que presentó el testigo Mikado (cero erúcico) con 52,37% y estadísticamente superior al testigo Nielol - INIA (Cuadro 7 y anexo 5).

En esta área se observó una declinación significativa del contenido de aceite en los años 1993 y 1995, donde los promedios de localidad alcanzaron alrededor de 47%, en circunstancias que en el resto de los años, este promedio está sobre un 49%. Este menor contenido de aceite se debe probablemente a una inadecuada distribución e insuficiente cantidad de lluvia que presentó esa área en estos años, durante la etapa de postantesis de la planta (noviembre - diciembre) (Cuadro 7 ; gráficos 18 y 20).

Cuadro N°7 ; Contenido de aceite (%), de ensayos los de variedades raps de invierno tipo doble cero realizados en el área de suelo trunao de lomaje ; VIII y IX regiones.

	Mulchén 1991	Sta. Bárbara 1992	Sta. Bárbara 1993	Sta. Bárbara 1994	Collipulli oriente 1995
Silvia	-----	53.43 a	47.85 b	-----	47.89 b
Idol	50.35 bc	53.07 bc	48.86 a	50.19 a	47.97 b
Ductol	50.50 bc	-----	47.73 b	49.09 bc	47.89 b
Olymp	49.12 f	53.02 ab	48.42 ab	49.65 ab	47.09 bc
Liberty	-----	-----	-----	49.95 a	47.95 b
Mikado	52.07 a	52.37 bcd	47.78 b	50.04 a	48.76 a
Lj - 0521	48.31 g	51.05 g	46.15 cdef	47.42 e	46.04 d
Ñielol-INIA	49.92 cde	52.24 bcde	46.65 cd	48.14 d	-----
Coef. Variación	1.04	1.29	1.3715	1.010936	1.27705
Valor de F	21.91 **	5.28 **	14.25 **	18.55 **	6.71 **
Valor Promedio	49.64	52.56	47.61	49.07	47.46

• Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$)

Nota: Estos resultados corresponden a las variedades más destacadas del ensayo raps de invierno suelo trunao de lomaje. (Anexo 5).

Producción de aceite (kg/há)

El contenido promedio más elevado se obtuvo en la temporada 1992 con 2516 kg/há y el contenido promedio más bajo el año 1994 con 1905 kg/há (Cuadro 8).

La mayor producción de materia grasa la presentó la variedad doble cero Olymp en 1992 con 2890 kg/há superando en forma estadísticamente significativa al testigo Mikado y Nielol - INIA que lograron 2319 kg/há y 2300 kg/há respectivamente (cuadro 8 y anexo 6). En esta área se alcanzó el récord de producción de materia grasa dentro de todos los ensayos realizados durante el proyecto. De esta forma queda registrada la alta capacidad de síntesis de ácidos grasos que tiene esta oleaginosa, difícilmente superada por otra planta anual.

Cuadro N°8 ; Producción de aceite (kg/há), de los ensayos de variedades raps de invierno tipo doble cero realizados en el área de suelo trumao de lomaje ; VIII y IX regiones.

	Sta. Bárbara 1992	Sta. Bárbara 1993	Sta. Bárbara 1994	Collipulli oriente 1995
Silvia	2491.5 bcd	2192.0 cd	-----	2035.0 ab
Idol	2561.2 bc	2607.0 ab	1832.6 abc	1829.0 bc
Duetol	-----	2630.0 ab	1921.5 abc	2090.0 a
Olymp	2890.5 a	2665.0 a	2068.7 a	2024.0 ab
Liberty	-----	-----	2043.9 ab	2020.0 ab
Mikado	2319.6 cdef	2408.0 abc	1812.5 bc	1997 ab
Li - 0521	2537.1 bcd	2384.0 abc	1941.9 abc	1926.0 abc
Ñielol-INIA	2300.5 cdef	2136.0 cde	1718.9 cd	-----
Coef. Variación	9.81	8.740324	8.601946	8.05665
Valor de F	3.98 **	11.62 **	3.36 **	2.0 *
Valor Promedio	2516.7	2431.7	1905.7	1988.7

• Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$)

Nota : Estos resultados corresponden a las variedades más destacadas del ensayo raps de invierno suelo trumao de lomaje. (Anexo 6).

Área de suelos rojo arcillosos

Rendimiento de grano (qq/há)

El rendimiento de grano promedio de esta área fluctuó entre 19,28 qq/há en 1995 y 35,63 qq/há en 1994 (cuadro 9). La causa del bajo rendimiento en 1995, lo constituye un efecto sumado de sequía de primavera y una deficiencia de suministro del elemento azufre que presentó el suelo del ensayo.

El rendimiento de grano de los sitios de ensayos de esta área son considerados bajos en relación a los rendimientos obtenidos en el suelo trumao. Hay aparentemente en esta área un alto grado de deficiencia de suministro del elemento azufre de parte del suelo. En el caso específico de los sitios de ensayos, esta deficiencia no fue corregida con una fertilización de 70 y 120 unidades/há de SO_2 en los años 1994 y 1995 respectivamente. De acuerdo a estos antecedentes, el problema de azufre en el área de suelos rojo arcilloso debería contemplar en el futuro inmediato una investigación que contemple los aspectos de dosis, fuente y forma de aplicación de este elemento.

La limitante nutricional de azufre no permitió obtener un resultado valedero sobre el potencial de productividad que presentaron las variedades doble cero en esta área. El mayor rendimiento de grano se obtuvo en las temporadas 1992 y 1994; los cultivares que presentaron los rendimientos más elevados son Li 0521, Silvia y Liberty, las cuales aparecen como similares al testigo Mikado. Cabe destacar que Mikado es la variedad que presentó el rendimiento más estable en esta área, lo

cual aparentemente estaría relacionado con una mayor tolerancia que presenta esta variedad a la deficiencia de azufre(cuadro 9 y anexo 7).

En 1994, Liberty presentó el mayor rendimiento de grano con 41,95 qq/há resultando ser estadísticamente igual a Sv-0521 que alcanzó a 38,11 qq/há y Mikado con 41,02 qq/há (Cuadro 9).

Cuadro N°9 ; Rendimiento de grano (qq/há), de ensayos de variedades raps de invierno tipo doble cero realizados en el área de suelo Rojo arcilloso ; IX región.

	Traiguén 1991	Traiguén 1992	Collipulli 1994	Collipulli 1995
Silvia	-----	35.22 ab	-----	18.88 bcde
Idol	13.51	fg	33.98	cdef 22.93 b
Duetol	12.09	g	34.77	cde 20.01 bc
Olymp	16.51	c(g)	30.77	def 7.75 h
Liberty	-----	-----	41.95 a	17.27 de
Mikado	28.44 ab	35.66 ab	41.02 ab	33.28 a
Lj - 0521	27.93 abc	36.40 a	38.11 abc	19.84 bc
Ñielol-INIA	26.73 abc	32.81 abc	28.85	ef -----
Coef. Variación	27.42	14.02	12.25105	16.7120
Valor de F	4.46 **	1.87 *	5.49 **	20.48 **
Valor Promedio	20.86	34.33	35.63	19.28

• Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$)

Nota : Estos resultados corresponden a las variedades más destacadas del ensayo raps de invierno suelo rojo arcilloso. (Anexo 7).

Contenido de aceite

El mayor contenido de aceite es obtenido en la localidad de Traiguén en la temporada 1992 con 52,13%, en tanto que el menor contenido se obtuvo en la temporada 1994 en la localidad de Collipulli con 42,73%(cuadro 10). Los contenidos de aceite de esta área siguen la misma tendencia del área trumao, es decir, los máximos rendimientos son obtenidos en el año 1992 y el mínimo el año 1994.

El mayor potencial de contenido de aceite (1992), lo presentaron las variedades Silvia con 53,71%, Idol con 52,4% y Olymp con 52,14%, cuyos valores aparecen similares a los obtenidos por el testigo cero erúcico Mikado que alcanzó a 53,15%. El menor contenido de aceite lo presentó el cultivar Li 0521 con 50,07% (cuadro 10 y anexo 8).

Cuadro N°10 ; Contenido de aceite (%), de ensayos de variedades raps de invierno tipo doble cero realizados en el área de suelo Rojo arcilloso ; IX región.

	Traiguén 1991	Traiguén 1992	Collipulli 1994	Collipulli 1995
Silvia	-----	53.71 ab	43.07 cd	43.07 cd
Idol	49.96 cde	52.40 bcd	44.08 abc	43.55 bc
Duetol	49.40 def	52.14 cde	42.14 de	42.97 cde
Olymp	49.73 cde	52.14 cde	39.66 f	41.40 fg
Liberty	-----	-----	44.29 ab	44.65 d
Mikado	51.37 ab	43.15 abc	45.44 a	47.92 a
Li - 0521	47.83 i	50.07 ghi	40.89 ef	41.71 defg
Ñielol-INIA	49.76 cde	51.36 defgh	42.63 cd	-----
Coef. Variación	1.94	1.98	2.523193	2.32829
Valor de F	3.87 **	6.38 **	13.03 **	18.33 **
Valor Promedio	49.67	52.13	42.73	43.61

• Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$)

Nota: Estos resultados corresponden a las variedades más destacadas del ensayo raps de invierno suelo rojo arcilloso. (Anexo 8).

Producción de aceite/há (kg/há)

La mayor producción de aceite/há se obtuvo en la temporada 1992 con 1789 kg/há, habiéndose obtenido el menor valor en la temporada 1995 con 883 kg/há (cuadro 11). La producción de materia grasa/há lograda en esta área es significativamente inferior a la obtenida en los suelos trumaos, producto del menor rendimiento y contenido de aceite que alcanzaron los cultivares.

Las variedades que presentaron la mayor producción de materia grasa en 1992 son Silvia con 1891 kg/há, Li 0521 con 1822 kg/há e Idol con 1755 kg/há, los cuales resultaron ser similares a los obtenidos por los testigos cero erúcico Mikado con 1895 kg/há y Nielol - INIA con 1685 kg/há (cuadro 11).

Cuadro N°11 ; Producción de aceite (kg/há), de ensayos de variedades raps de invierno tipo doble cero realizados en el área de suelo rojo arcilloso; IX región.

	Traiguén 1992	Collipulli 1994	Collipulli 1995
Silvia	1891.0 ab	-----	811.6 bcde
Idol	1755.0 abc	1498.3 bcde	998.7 b
Duetol	-----	1466.3 bcde	861.7 bc
Olymp	1689.0 abc	1226.2 de	320.7 h
Liberty	-----	1859.7 a	771.2 cdef
Mikado	1895.0 a	1865.2 a	1598.8 a
L.i - 0521	1822.0 a	1559.2 bc	828.0 bcd
Ñielol-INIA	1685.0 abc	1231.9 de	-----
Coef. Variación	15.07	13.16466	17.569
Valor de F	2.35 **	6.88 **	24.27 **
Valor Promedio	1789.5	1529.5	883.8

• Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$)

Nota : Estos resultados corresponden a las variedades más destacadas del ensayo raps de invierno suelo rojo arcilloso.

En la temporada 1995 se evaluaron cinco variedades comerciales de raps de invierno cuyos nombres son : BR-4, Honk, Citrol, Metrol y Score ; estas variedades doble cero no son analizadas en conjunto con el resto, debido a que sólo tienen un año de evaluación y por lo tanto no es posible obtener conclusiones definitivas sobre su comportamiento.

Los resultados obtenidos indicaron que todas estas variedades, excepto Score, presentaron en suelo trumao, un rendimiento de grano y producción de aceite/há estadísticamente similar a Liberty, Duetol, Olymp y Sv- 0521(Anexo 7 y 8).

Estas variedades presentaron tolerancia a pie negro (Leptosphaeria maculans) y son de buen tipo agronómico, por lo cual se recomienda continuar evaluando su comportamiento.

Los resultados de evaluación de variedades de raps de invierno tipo doble cero introducidas permiten obtener las siguientes conclusiones :

- Dentro de las 42 variedades evaluadas destacaron Duetol, liberty, Olymp, Silvia y Sv-0521, las cuales presentaron un rendimiento de grano, contenido de aceite y producción de aceite/há estadísticamente igual y/o significativamente superior a las variedades tipo cero erúxico.
- El mayor potencial productivo de estas variedades, alcanzó un rendimiento de grano de 51 qq/há (1993), un contenido de aceite de 52,56% (1992) y una producción de materia grasa de 2516 kg/há (1992), obtenidos en suelo trumao de la VIII región.

- Las variedades mencionadas como destacadas, presentaron buenas características agronómicas, tolerancia a pie negro (Leptosphaeria maculans) y de buen vigor.

Recomendaciones

Los resultados demostraron el significativo avance logrado en la generación de raps de invierno, tipo doble cero, de alto potencial productivo obtenidos en diferentes centros mundiales de mejoramiento. De acuerdo a esto, la introducción de variedades de raps de invierno es una alternativa adecuada para continuar evaluando y recomendando en la zona centro sur y sur del país.

RAPS DE PRIMAVERA

El volumen de variedades de raps de hábito primaveral tipo canolas evaluadas en este proyecto es menor a lo ejecutado con raps de invierno, esto se debe a que existe una menor disponibilidad de variedades primaverales con posibilidades de adaptación en Chile. Por otra parte, la gran mayoría de las variedades introducidas desde Canadá han demostrado tener poca adaptación en el sur de Chile. En Europa el raps de invierno tiene mayor importancia que el raps de primavera, lo cual reduce aún más las posibilidades de introducir variedades de este tipo.

Las variedades canolas evaluadas en el proyecto tienen como origen los países de Canadá, Suecia, Francia y Alemania. Las áreas y sitios elegidos para realizar la evaluación de ensayos corresponden a las siguientes localidades :

Suelo trumao plano : Centro Regional de Investigación Carillanca 1991 a 1995.

Suelo trumao de lomaje : 1) Gorbea 1991

2) Osorno 1992

3) Huichahue 1993 y 1994

Los resultados obtenidos en estas localidades son extrapolables a toda el área ubicada entre Temuco y Puerto Montt.

Resultados

Suelo trumao plano (CRI-Carillanca)

Rendimiento de grano

El rendimiento de grano de esta localidad fluctuó entre 24.76 qq/há en 1994 y 36,47 qq/há en 1992. El bajo rendimiento obtenido en 1994 se debe a un problema de tendadura que experimentó el ensayo en forma generalizada ; la tendadura se presenta con los temporales de lluvia y viento que se registran en primavera (noviembre) afectando principalmente a las variedades más altas y de tallo débil. En el año 1993 el ensayo de Carillanca también presentó tendadura en un grado menor que la registrada en el año 1994.

La temporada agrícola 1995/96 registró una sequía de primavera - verano que limitó la expresión del potencial de rendimiento de las variedades evaluadas. La sequía afectó el rendimiento de grano, contenido de aceite y producción de aceite /há, producto del stress hídrico que experimentaron las plantas en el período de preantesis, antesis y postantesis. Fig. 20.-

En las temporadas 1991 y 1992 se disponía de un limitado número de variedades introducidas doble cero, de tal forma que para el análisis de resultados se dará mayor prioridad a las tres últimas temporadas del Proyecto 1993 a 1995.-

En la temporada 1991, las variedades doble cero Printol, Tornado, Global y 9002 presentaron un rendimiento de grano estadísticamente similar a la variedad tradicional Norin 16. (Cuadro 12).

En la temporada 1992, la variedad doble cero Global presentó un rendimiento similar a la variedad doble cero Tornado y la variedad tradicional Norin 16 .(Cuadro 12).

Los resultados de rendimiento de grano de la temporada 1993 indican que el máximo rendimiento de grano lo obtiene la línea doble cero 91-15026-NDA

con 40,85 qq/há la cual resultó ser significativamente superior al testigo cero erúcico Rapanui que alcanzó a 27,93 qq/há. El menor rendimiento de este ensayo lo presentaron las variedades Profit con 25,69 qq/há y Excel con 27,73 qq/há (Cuadro 12).

En la temporada 1994, el ensayo presentó tendedura por lo cual los resultados aparecen distorsionados; sin embargo, bajo esta condición, nuevamente sobresalen las líneas 91-15026-NDA con 30,07 qq/há, la línea 21864 nd con 28,43 qq/há, la variedad Volcán con 26,85 qq/há, las cuales son estadísticamente superiores a la variedad Tornado que alcanzó a 21,73 qq/há (Cuadro 12).

En la temporada 1995, la sequía de primavera limitó el potencial de rendimiento de los cultivares doble cero evaluados, sin embargo, nuevamente ocupan los primeros lugares la línea doble cero 91-15026 NDA con 36,83 qq/há y la variedad doble cero Volcán con 35,63 qq/há, las cuales superaron en forma significativa a la variedad doble cero comercial Tornado que alcanzó a 31,19 qq/há (Cuadro 12).

Los resultados de rendimiento obtenidos en esta área muestran que las variedades de raps de primavera que presentaron el mayor potencial de rendimiento y adaptación en los años 1993-1994 y 1995 son la línea 91-15026 NDA y la variedad Volcán.

Cuadro 12 : Rendimiento de grano (qg/há) de ensayos de variedades de raps de primavera tipo doble
cero sembrado en suelo trumao plano IX región.

Variedades	Carillanca 1991	Carillanca 1992	Carillanca 1993	Carillanca 1994	Carillanca 1995
Garrison	-	-	33.09	23.55	32.69
Excel	-	-	27.73	25.25	34.42
Profit	-	-	25.69	23.01	34.97
Cyclone	-	-	31.85	-	-
Printol	34.77	a	27.73	25.08	33.17
Tornado	32.29	ab	26.84	21.73	31.19
Rapanui	-	bc	27.93	-	-
Global	34.17	a	30.37	24.03	32.73
Mary	-	-	-	21.28	35.66
Volcán	-	-	-	26.85	32.61
Licolly	-	-	-	-	34.52
Legend	-	-	-	-	36.83
91-15026 NDA	-	-	40.85	30.07	33.09
21864 nd	-	-	32.08	28.43	-
88-1409 kr	-	-	29.22	23.11	-
Norin -16	34.26	a	-	-	-
9002	34.52	a	-	-	-
Rend. promedio	34.00	36.47	30.31	24.76	33.81
Coef. variación	11.16	8.05	10.4145	10.75851	7.6814
Valor de F	4.29**	2.07	7.28**	4.52**	2.36

Contenido de aceite

El contenido de aceite promedio presentó fluctuaciones que van desde 43,86% en el año 1994 a 49,71% en 1992 ; la gran variación que presentó el contenido de aceite entre temporadas, es producto del factor ambiental, tal como aconteció con raps de invierno en esta misma localidad y para los mismos años.

El mayor potencial de contenido de aceite de las variedades canolas se expresó en la temporada 1992. En esta temporada la variedad doble cero Printol presentó un contenido de aceite de 50,58%, Tornado logró 49,91% y Global 49,79% y cuyos valores resultaron ser similares al testigo Norin 16 (tradicional) que alcanzó a 50,75%.

En la temporada 1995, año de sequía, la mayoría de las variedades alcanzaron un contenido de aceite entre un 46% y 47%, destacando las variedades Profit, Printol y Licolly. La variedad doble cero que presentó un bajo potencial de contenido de aceite es Volcán la cual en 1995 alcanzó a 43,78% (Cuadro 13).

En la temporada 1993 y 1994, el raps de primavera presentó en general un bajo contenido de aceite debido a condiciones de stress hídrico durante el período de postantesis. (Figuras 18 y 19).

En 1993 destacó en contenido de aceite la línea 91-15026 NDA la cual resultó ser estadísticamente similar a Printol y superior a Tornado. (Cuadro 13).

En 1994 destacaron en contenido de aceite los cultivares 91-15026 NDA, (45,54 %) Excel (45,02%) y Profit (45,38 %), los cuales aparecen como estadísticamente similares al testigo Printol (44,91%) y resultaron ser significativamente superiores al testigo Tornado (Cuadro 13).

En la temporada 1995, el mayor contenido de aceite lo presentaron las variedades doble cero Profit con 47,71 %, Licolly con 47,69% y Printol que alcanzó a 47,59 %, todas las cuales superaron al testigo comercial Tornado que logró 46,24 %(cuadro 13).

Cuadro 13 : contenido de aceite (%) de ensayos de variedades de raps de primavera sembrados en suelo trunao plano IX región.

Variedades	Carillanca		Carillanca		Carillanca		Carillanca		Carillanca	
	1991		1992		1993		1994		1995	
Garrison	-		-		45.93	bcd	43.06	fg	46.65	cde
Excel	-		-		45.43	cd	45.02	abc	47.02	bcd
Profit	-		-		45.90	bcd	45.38	ab	47.71	ab
Cyclone	-		-		45.21	d	-		-	
Printol	48.95	bcd	50.58	bcde	44.62	bc	44.91	abc	47.59	ab
Tornado	47.39	fg	49.91	cdef	44.84	def	42.25	g	46.24	def
Rapanui			47.51	g	44.00	ef	-		-	
Global	47.76	efg	49.79	cdef	45.65	cd	43.20	efg	-	
Mary	-		-		-		44.39	abcde	46.73	cde
Volcán	-		-		-		42.36	g	43.78	g
Licolly	-		-		-		-		47.69	ab
Legend	-		-		-		-		46.24	def
91-15026 nda	-		-		46.80	b	45.54	a	46.10	ef
21864 nd	-		-		45.24	d	43.58	def	45.80	f
88-1409 kr	-		-		43.77	f	42.77	fg	-	
Norin - 16	50.57	a	50.75	abcd	-		-		-	
9002	48.40	cde	-		-		-		-	
Rend. Prom.	48.61		-		45.22		43.86		46.50	
C' V	1.74		4.19**		1.67		1.957256		1.22493	
Valor de F	5.55**		2.08		7.19**		8.08**		19.37**	

Producción de aceite (kg/há)

La mayor producción de aceite/há se obtiene en la temporada 1992 con 1813 kg/há, cantidad que está determinada principalmente por el alto porcentaje de aceite que lograron las variedades canolas en ese año. La menor producción de materia grasa se presentó en la temporada 1994, debido a tnedadura que presentó el ensayo y por un efecto del medio ambiente sobre en el proceso de síntesis de ácidos grasos.

Los resultados de producción de aceite/há mostraron que la línea 91-15026 NDA es la que destacó en los ensayos sobre el resto de las variedades evaluadas y de los testigos Printol y Tornado, a los cuales superó en forma estadísticamente significativa, excepto el año 1995 (sequía).Cuadro 14.

Cuadro 14 : Producción de aceite/há (klkg/há) de ensayos de variedades de raps de primavera tipo doble cero sembrado en suelo trumao plano IX región.

	Carillanca	Carillanca		Carillanca		Carillanca	
Variedades	1992	1993		1994		1995	
Garrison	-	14.81.0	b	1015.0	def	1525.5	ab
Excel	-	1222.0	bcd	1137.9	bcd	1619.0	ab
Profit	-	1133.0	d	1046.3	cdef	168.9	a
Cyclone	-	1381.0	bcd	-		-	
Printol	1728	1260.0	bcd	1125.8	bcd	1579.1	ab
Tornado	1834	1174.0	cd	921.1	f	1442.6	b
Rapanui	1640	1202.0	cd	-		-	
Global	1961	1335.0	bcd	1039.8	cdef	-	
Mary	-	-		944.8	ef	1530.1	
Volcán	-	-		1137.4	bcd	1561.5	ab
Licolly	-	-		-		1555.6	ab
Legend	-	-		-		1596.5	ab
15026 nda	-	1871.0	a	1367.4	a	1698.0	ab
21864 nd	-	1416.0	bc	1240.0	ab	1515.7	a
88-1409 kr	-	1247.0	bcd	989.2	def	-	ab
Norin - 16	1903	-		-		-	
9002	-	-		-		-	
Rend. Prom.	1813	1338.4		1087.4		1572.0	
C U	-	11.4977		11.3607		7.94889	
Valor de F	-	7.51**		4.82**		1.72 NS	

Area de Suelo Trumao de lomaje (Sitios Gorbea, Osorno y Huichahue).

Rendimiento de Grano

El rendimiento de grano promedio de estos sitios fluctó entre 27.82 qq/ha en el año 1991 y 42,82 qq/há en la temporada 1992. A partir del año 1992 se estableció una nueva formulación de la fertilización de los ensayos de raps, la cual elevó el rendimiento de grano en los años posteriores a 1991. (Cuadro 15)

El rendimiento obtenido en el área trumao de lomaje presentó un rendimiento de grano más elevado que aquel obtenido en el suelo trumao plano, excepto el año 1991. El menor rendimiento del trumao de lomaje en 1991 estuvo relacionado con la condición de suelo donde se realizó el ensayo, el cual presentaba un bajo nivel de intercambio catiónico efectiva. El máximo rendimiento de esta área se obtuvo en el año 1993 en la localidad de Huichahue a través de la variedad Garrison con 44.74 qq/há, la cual presentó un rendimiento estadísticamente similar a los testigos doble cero Tornado que logró 40,19 qq/ha y al testigo cero erícico Rapanui-INIA que alcanzó a 41.87 qq/há (Cuadro 15).

En la temporada 1994 destacaron las líneas introducidas 21864 nd con 37.55 qq/há, 91-15026-NDA con 36.97 qq/há y la variedad Volcán con 35.17 qq/há, las cuales superaron en rendimiento de grano en forma significativa a la variedad testigo Tornado que alcanzó a 28.70 qq/há (Cuadro 15).

Cuadro 15 : Rendimiento de grano qq/há de ensayo de variedades de raps de primavera realizado sobre suelo trumao de lomaje IX región.

Variedades	Gorbea		Osorno		Huichahue		Huichahue	
	1991		1992		1993		1994	
Garrison					44.74	a	32.09	bcd
Excel					22.16	f	28.89	d
Profit					22.80	f	29.59	cd
Cyclone					30.89	e		
Printol	27.62	a	42.05	a	40.92	abcd	33.85	abc
Tornado	27.94	a	42.11	a	40.19	abcd	28.70	d
Rapanui			43.76	a	41.87	abcd		bcd
Global	28.19	a	43.55	a	36.40	cde	31.99	bcd
Mary							31.12	ab
Volcán							35.17	
Licolly								
Legend								
15026 nda							36.97	a
21864 nd							37.55	a
88-1409 kr							21.57	e
Norin - 16	29.10	a	40.92	a				
9002	26.25	a						
Rend. Prom.	27.82		42.82		34.99		31.59	
C V	11.33		9.61		11.5318		9.162138	
Valor de F	1.43 NS		0.72 NS		11.87**		24.50 **	

Contenido de aceite

El mayor contenido de aceite se obtuvo en la localidad de Gorbea en el año 1991 con un promedio de 49.66%. Los resultados de este ensayo mostraron que las variedades doble cero Printol, Tornado y Global presentaron un contenido similar a la variedad tradicional Norin 16 (Cuadro 16).

En la temporada 1992, el mayor contenido de aceite lo presentaron las variedades doble cero Printol con 46,92% y Tornado con 46,02 %, los cuales resultaron ser estadísticamente similar a la variedad cero erúcico Rapanui con 46,41% y la variedad tradicional Norin 16 con 45,15 % (Cuadro 16).

En la temporada 1992, el mayor contenido de aceite lo presentaron las variedades doble cero Printol con 46.92 % y Tornado con 46.02 %, las cuales resultaron ser estadísticamente similares a la variedad cero erúcico Rapanui con 46.41 % y a la variedad tradicional Norin-16 con 45.15 %(cuadro 16).

En la temporada 1993 la variedad doble cero Garrison presentó un contenido de aceite de 45,52%, el cual resultó ser similar al obtenido por el testigo Printol que logró 45,67% y estadísticamente superior al testigo Tornado que alcanzó a 44,34%. Finalmente, en la temporada 1994, la línea doble cero 91-15026 NDA presentó el mayor contenido de aceite del ensayo con 48,68% superando en forma estadísticamente significativa a los testigos Printol y Tornado que alcanzaron a 47,21% y 45,93% respectivamente (Cuadro 16).

Cuadro 16 : Contenido de aceite (%) de ensayos de variedades de raps de primavera tipo doble cero sembrado en suelo trumao de lomaje IX región.

	Gorbea	Gorbea	Huichahue	Huichahue
Variedades	1991	1992	1993	1994
Garrison			45.52 ab	45.65 efg
Excel			45.01 abc	46.98 bcd
Profit			44.40 bcd	47.81 ab
Cyclone			43.54 cd	
Printol	49.52 bcd	46.92 a	45.57 ab	47.21 bcd
Tornado	50.47 abc	46.02 a	44.34 cd	45.93 def
Rapanui		46.41 a	42.92 d	
Global	48.52 cd	45.53 a	44.56 abcd	44.76 fg
Mary				46.45 cde
Volcán				45.10 fg
Licolly				
Legend				
15026 nda				48.68 a
21864 nd				47.36 bc
88-1409 kr				45.08 fg
Norin - 16	50.85 ab	45.15 a		
9002	48.93 bcd			
Rend. Prom.	49.66	46.01	44.50	46.46
C U	2.39	1.94	2.527167	1.748252
Valor de F	2.33 NS	1.07 NS	3.03**	9.96**

Producción de aceite/há (kg/há)

La mayor producción de materia grasa se obtiene en el año 1992 alcanzando un promedio localidad de 1954 kg/há. La menor producción de materia grasa se obtiene en la temporada 1994 con 1470 kg/há.

Considerando los parámetros de rendimiento de grano y contenido de aceite de la temporada 1994, donde se evalúan todas las variedades, debemos destacar las líneas 91-15026 NDA, la línea 21864 ND y la variedad Volcán, las cuales presentaron una producción similar al testigo Printol, pero estadísticamente superior al testigo Tornado (Cuadro 17).

Cuadro 17 : producción de aceite/há kg/há de ensayos de variedades de raps de primavera tipo doble cero sembrado en suelo trumao de lomaje.

Variedades	Gorbea 1992	Huichahue 1993	Huichahue 1994
Garrison		2023.0 a	1463.8 c
Excel		985.0 e	1357.7
Profit		1006.0 e	1415.6 bc
Cyclone		1332.0 d	
Printol	1973.0 a	1857.0 ab	1598.5 ab
Tornado	1937.0 a	1774.0 abc	1319.9 c
Rapanui	2030.9 a	1786.0 abc	
Global	1982.8 a	1610.0 bcd	1430.9 bc
Mary	----		1445.8 bc
Volcán			1586.9 ab
15026 nda			1800.4 a
21864 nd			1774.4 a
88-1409 kr			974.2 d
Norin - 16	1847.5 a		
Rend. Prom.	1954.24	1546.6	1470.2
C V	---	12.5167	9.488209
Valor de F	---	10.78**	25.32**

Comparación entre variedades Tipo Tradicional, Cero Erúcico y Tipo Doble Cero

La mayoría de los países europeos y Canadá realizaron el reemplazo del raps tradicional por nuevas variedades mejoradas en calidad de aceite durante la década del 70. Las primeras variedades bajo erúcico sembradas en estos países presentaban un menor potencial de rendimiento y características agronómicas inferiores con respecto a las variedades tradicionales ; asimismo estas nuevas variedades eran susceptibles al pie negro (Leptosphaeria maculans), una de las principales enfermedades de esta oleaginosa. Sin embargo, la permanencia del cultivo estuvo condicionada en ese momento por un cambio de la calidad del producto, ante la demanda exigida por los consumidores de aceite de raps.

En Chile hasta el año 1989, sobre el 80% de las sementeras de raps correspondían a raps de tipo tradicional, aún cuando existían alternativas de variedades mejoradas en calidad que presentaban un potencial de productividad similar a las variedades con alto contenido de ácido erúcico .

A mediados de la década del 80, la mayoría de los países europeos iniciaron el reemplazo de las variedades cero erúcico por los tipo doble cero. Canadá con cultivares de hábito primaveral y Alemania con las variedades invernales mantuvieron el liderazgo en la generación y reemplazo de las variedades tipo doble cero.

Finalmente en Chile, a partir del año 1990, se inició el reemplazo de las variedades tradicionales por variedades doble cero, para lo cual fue determinante la disposición legal que fija tolerancias máximas de ácido erúcido en aceites vegetales comestibles de consumo interno, dictado a través del Ministerio de Salud.

En la Figura 21-22-23-24-25 y 26 se presentan los resultados de ensayos realizados en 1992 donde se comparan el comportamiento de las variedades doble cero, cero erúcido y tradicionales.

Figura 21 : Rendimiento de grano (qq/há), Raps de invierno tipo doble cero(canolas) en comparación a variedades tipo cero erúico y tradicionales, en suelos trumaos planos y de lomaje. INIA Carillanca 1992.

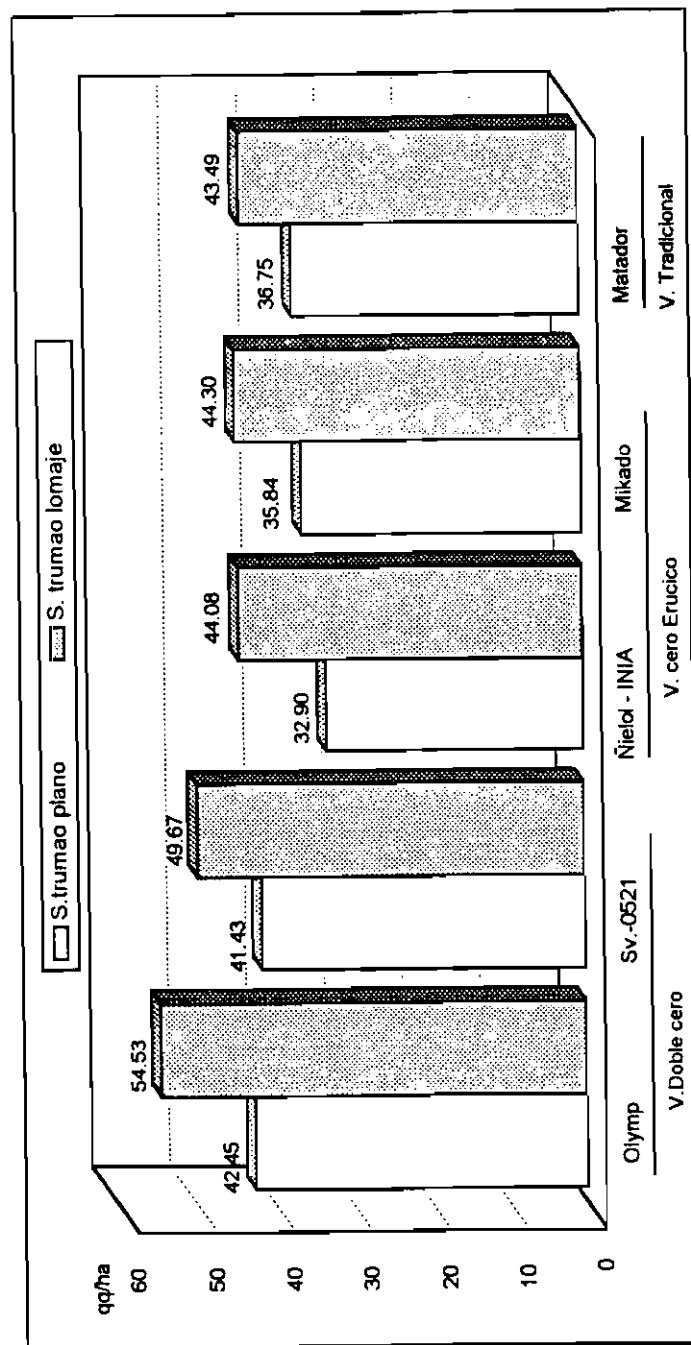


Figura 22 : Contenido de aceite (%), Raps de invierno tipo doble cero(canolas) en comparación a variedades tipo cero erúxico y tradicionales, en suelos trumaos planos y de lomaje. INIA Carillanca 1992.

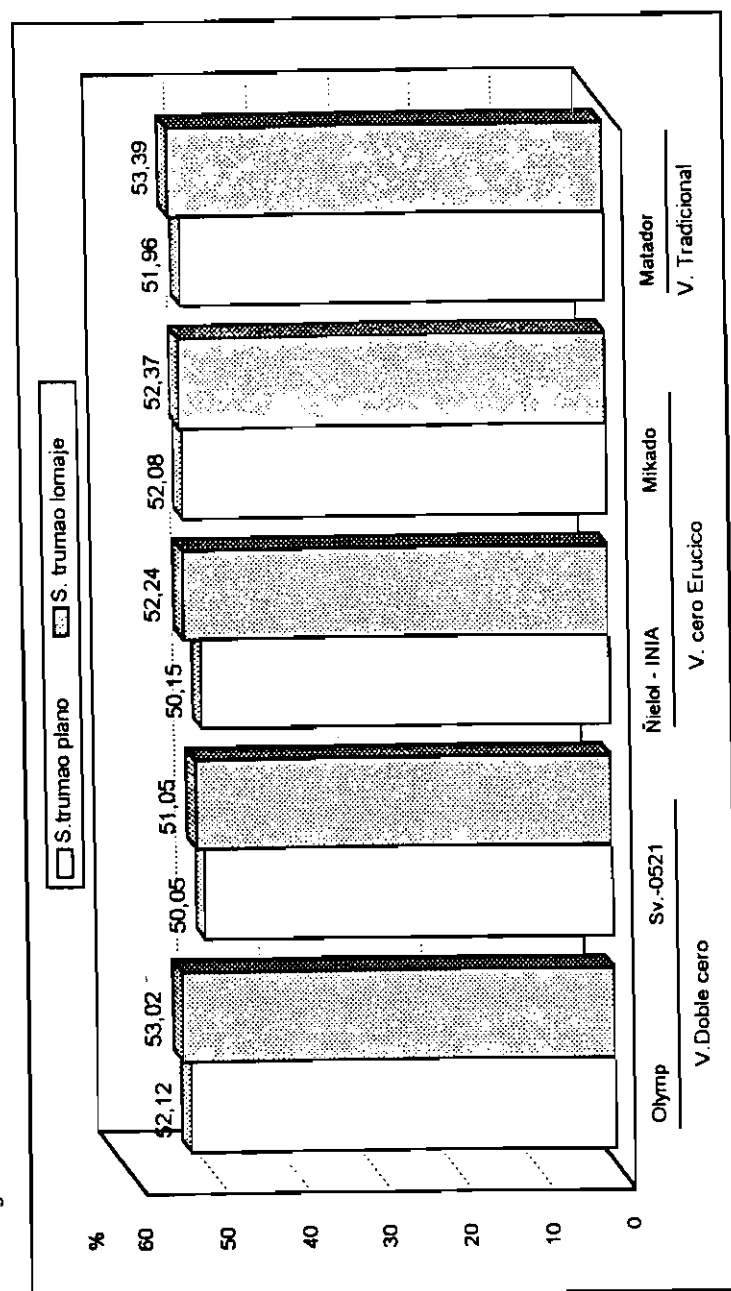


Figura 23 : Producción de aceite (kg/há), Raps de invierno tipo doble cero(canolas) en comparación a variedades tipo cero erúcido y tradicionales, en suelos trumaos planos y de lomaje. INIA Carillanca 1992.

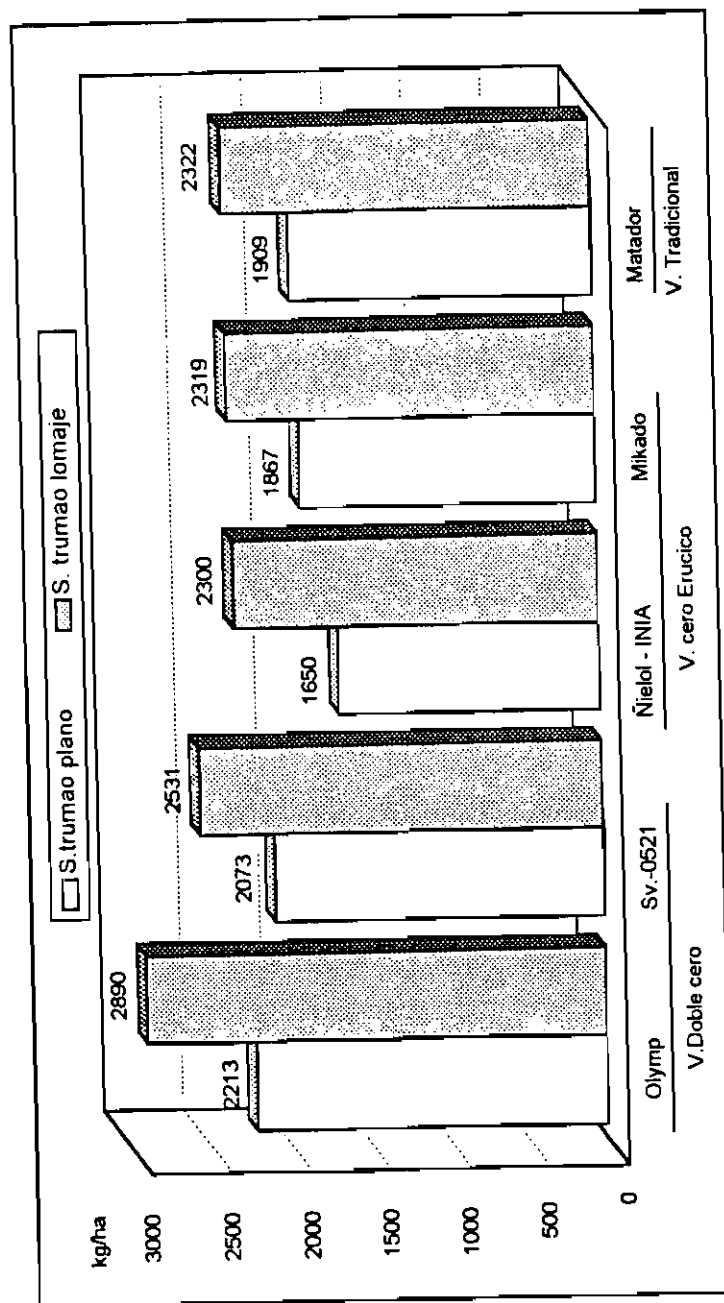


Figura 24 : Rendimiento de grano (qq/ha), Raps de primavera tipo doble cero (canolas) en comparación a variedades tipo cero erúico y tradicionales, en suelos trumaos planos y de lomaje. INIA Carillanca 1992.

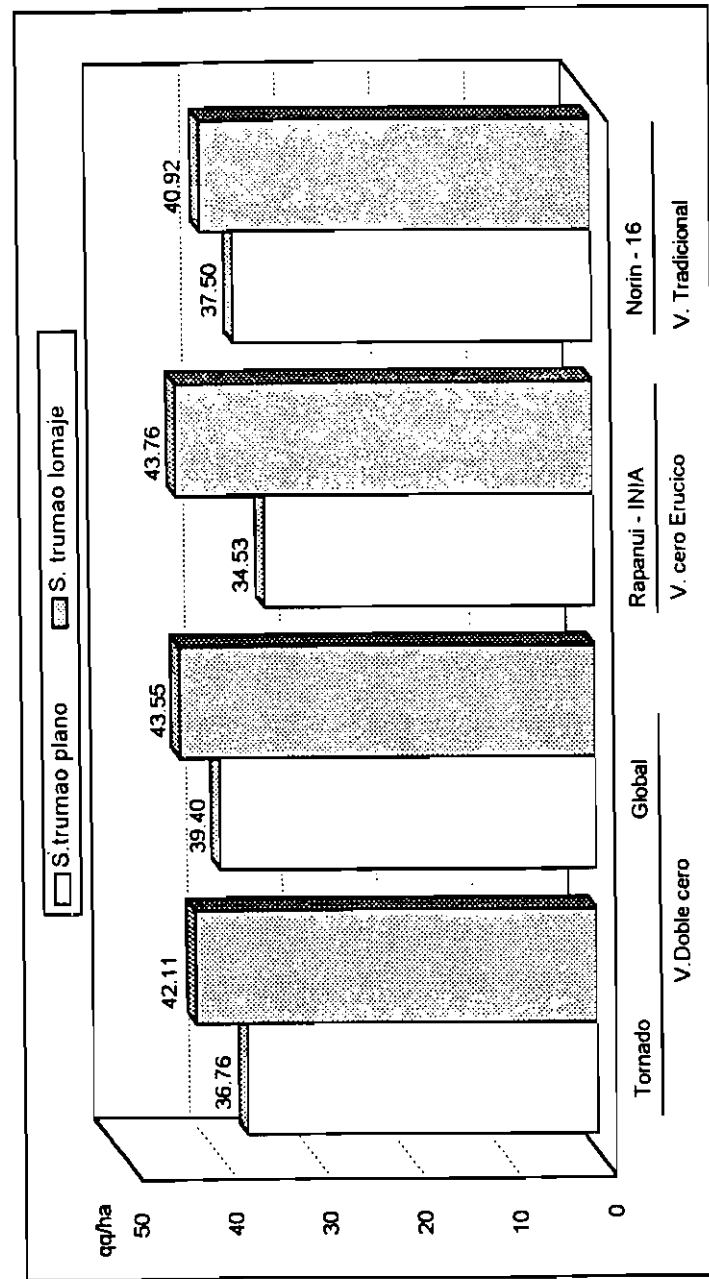


Figura 25 : Contenido de aceite (%), Raps de primavera tipo doble cero(canolas) en comparación a variedades tipo cero erúico y tradicionales, en suelos trumaos planos y de lomaje. INIA Carillanca 1992.

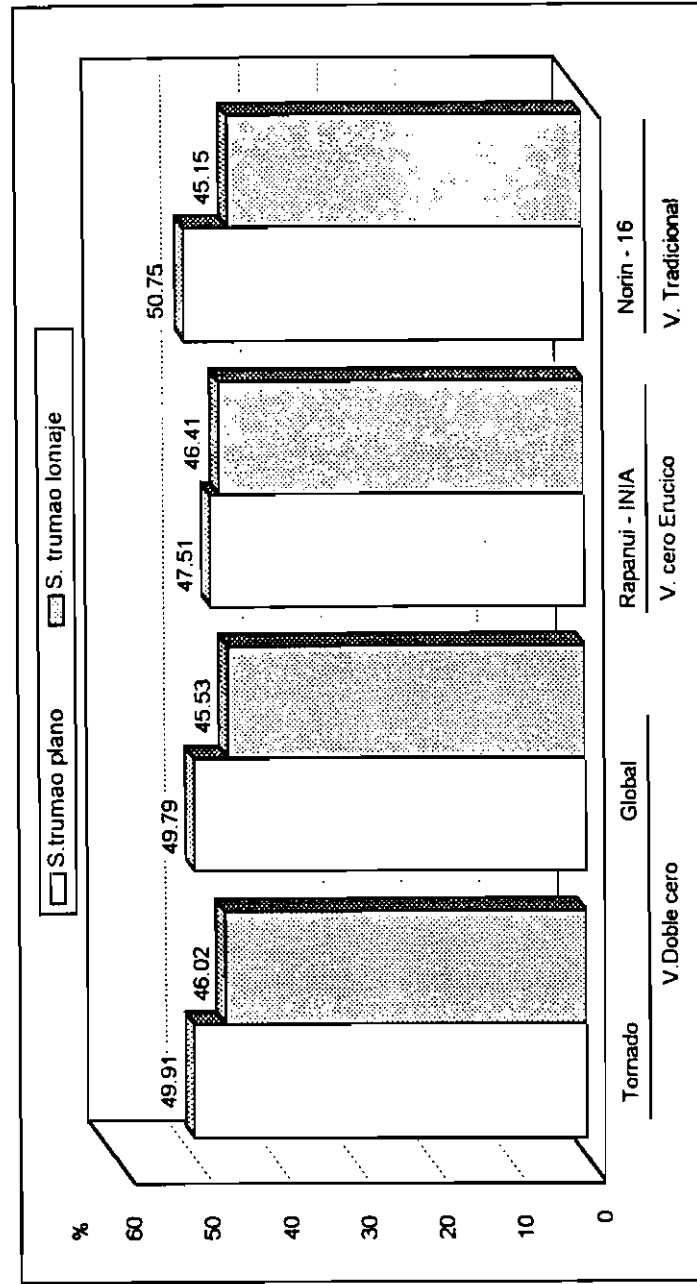
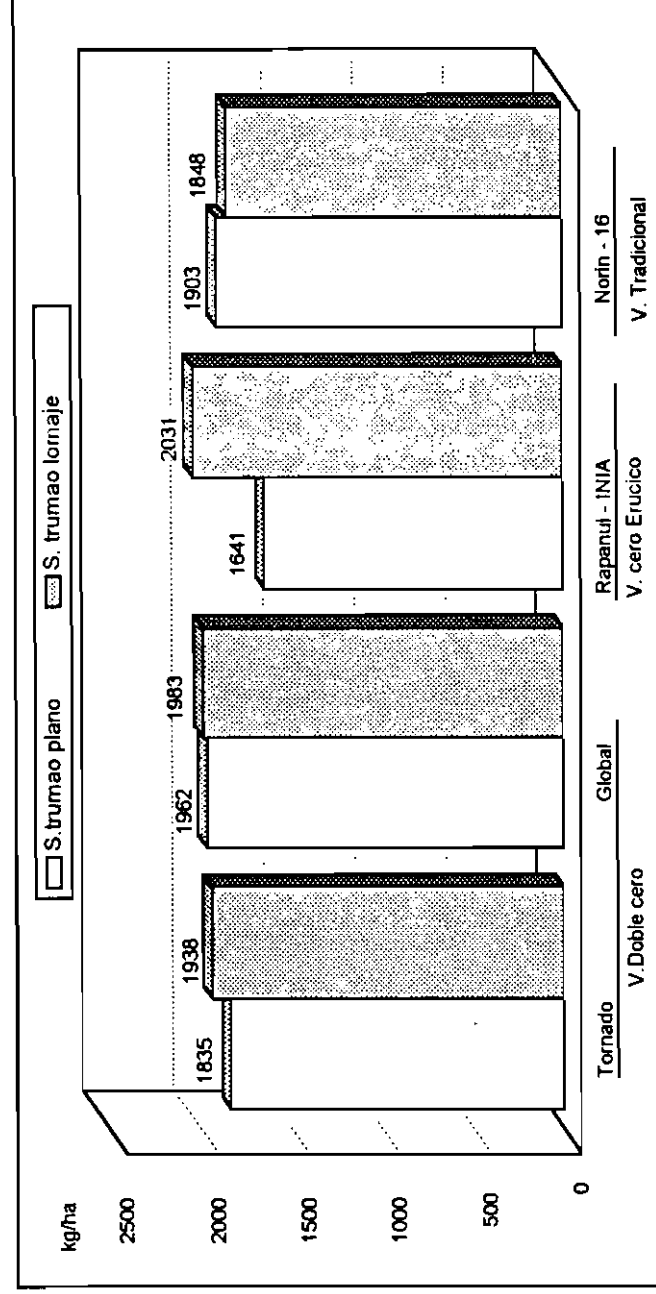


Figura 26 : Producción de aceite (kg/há), Raps de primavera tipo doble cero(canolas) en comparación a variedades tipo cero erúxico y tradicionales, en suelos trumaos planos y de lomaje. INIA Carillanca 1992.



Ensayos realizados en la temporada 1991 y 1992, muestran que el rendimiento de grano de las variedades de raps de invierno tipo doble cero Silvia, Olymp y Sv-0521 presentaron un rendimiento de grano estadísticamente superior y/o similar a las variedades cero erúcico y tradicional (Matador) anexo 1-2 y 3 .

El contenido de aceite de las variedades de raps de invierno tipo doble normalmente es inferior a las variedades tipo tradicional, sin embargo existen algunas como las variedades Silvia, Olymp e Idol que presentaron un contenido de aceite similar a Matador y Mikado (cero erúcico) figura 22 y anexo 2.

La producción de aceite/há de las variedades tipo doble cero Silvia, Olymp Sv-0521 son estadísticamente superiores y/o similar a la variedad Matador y Mikado como se observa en la figura 23 y anexo 3.

Ensayos realizados en la temporada 1991 y 1992, mostraron que el rendimiento de grano de las variedades de raps de primavera tipo doble cero Tornado y Global presentaron un rendimiento de grano estadísticamente similar a la variedad cero erúcico Rapanui -INIA y a la variedad tradicional Norin -16 (figura 24).

El contenido y producción de aceite /há de las variedades de raps de primavera tipo doble cero Global y Tornado fueron estadísticamente iguales a la variedad cero erúcico Rapanui-INIA y la variedad tradicional Norin-16.(figura 25 y 26).

CONCLUSIONES

De las 15 variedades de raps de primavera doble cero introducidas y evaluadas en este proyecto, destacó por su alto potencial de rendimiento de grano, contenido de aceite y producción de aceite por hectárea, la línea dihaploide 91-15026 NDA (Canadá), la cual superó en forma significativa a los testigos doble cero comerciales Printol y Tornado ; además ese cultivar se caracteriza por presentar una buena arquitectura de plantas muy vigorosa, tolerante al pie negro (Leptosphaeria maculans) y uniformidad a la madurez.

RECOMENDACIONES

La zona sur de Chile presenta óptimas condiciones agroclimáticas para el raps de primavera tipo doble cero, por lo cual es importante disponer de variedades conducentes a elevar el nivel de competitividad que posee el rubro actualmente.

HIBRIDACIONES

Metodología :

Las etapas contempladas para el mejoramiento genético a través de hibridaciones y material segregante son :

Año	Generación	Trabajo
1	F0	Cruzamiento
2	F1	Siembra semilla F1. Las plantas son cosechadas en forma masal.
3	F2	Siembra material segregante F2. En esta generación se seleccionan por tipo agronómico alrededor de 1.000 a 2.000 plantas, que se cosechan en forma individual. En el laboratorio se seleccionará por contenido de aceite, calidad de aceite y de afrecho.
4	F3	Siembra material segregante F3 en surcos de 5m. de largo. La evaluación se realiza visualmente seleccionándose aquellos surcos que se muestran superiores a los testigos. La selección se complementará en el laboratorio con los análisis de aceite.
5	F4	La semilla de cada planta seleccionada en F3 son sembradas en 1 surco de 5 mt. de largo. En la generación F4 existe la alternativa de continuar con la selección individual de plantas y/o seleccionar líneas F4. La decisión queda a criterio del mejorador de acuerdo a la uniformidad que presentan las líneas y las expectativas de lograr las metas propuestas. Los resultados de los análisis de porcentaje de materia grasa y de la calidad del aceite y del afrecho servirán también para decidir entre las dos alternativas.
6	F5	Cada planta seleccionada en F4 es sembrada en un surco de 5m. de largo. La selección de líneas se realizan en aquellos surcos que se muestran superiores a los testigos. Las líneas seleccionadas en F4 ingresan a ensayos preliminares de rendimiento.

Resultados

La estrategia establecida al inicio del programa de hibridaciones fue elegir solamente progenitores con las características de calidad doble cero, con

el objeto de aumentar la probabilidad de obtener descendientes con las características de calidad de los padres.

Por otra parte, idealmente al inicio de un programa de esta naturaleza debería disponerse de un número importante de progenitores con sus características de adaptación evaluados. Sin embargo esta condición resultó ser diferente, es decir, hasta el año 1989 la existencia de variedades invernales era escasa. La aparición importante de este tipo de cultivares se inició a partir del año 1990, pero con una circulación muy restringida debido al alto costo de la generación de este producto.

Los tipos de cruzamientos realizados durante la ejecución del proyecto son las siguientes :

- a) Variedades doble cero invernales x Variedades doble cero invernales
- b) Variedades doble cero invernales x Variedades doble cero primaverales
- c) Variedades doble cero primaverales x Variedades doble cero primaverales.

Los primeros cruzamientos se realizaron el año 1986, donde se utilizaron como madres las siguientes variedades : Westar, Topas y Karat y como padres los cultivares Darmor y Tandem.

Los resultados de evaluación de estas variedades que se utilizaron como progenitores mostraron que todas ellas presentan un alto potencial de rendimiento de grano y aceite. La variedad Westar es susceptible a pie negro (Leptosphaeria maculans), por lo cual fue cruzada con Tandem y Darmor que presentan tolerancia a esta enfermedad. Los jardines

segregantes de estos cruzamientos fueron sometidos a selecciones de tipo agronómico, enfermedades, vigor y por contenido de aceite hasta la generación F5. La primera selección por calidad de aceite y afrecho, se realizó en la generación F6. Los análisis fueron realizados en Laboratorios de Canadá y sus resultados revelaron que las líneas avanzadas seleccionadas no reunían las características doble cero, aun cuando eran descendientes de padres de tipo doble cero.

En el año 1992, se obtiene una nueva generación de líneas avanzadas de raps de invierno en la etapa F5. Los progenitores de esta generación corresponden a variedades doble cero invernales. Los resultados de análisis de calidad de aceite y afrecho realizados en esta generación F5 revelaron que estas líneas no reunían los niveles de calidad establecidos para las variedades de raps tipo doble cero.

Los resultados de calidad de aceite y afrecho obtenidos con las líneas avanzadas de la generación F5 1991 y F5 1992 indican que la estrategia planteada con los primeros cruzamientos no generó buenos resultados en la parte calidad. Investigaciones recientes (1) señalan que esto se debe a la presencia de variación transgresiva para el carácter "contenido de glucosinolatos". Esto explicaría porque algunas líneas procedentes de cruza doble cero x doble cero presentan niveles de glucosinolatos superiores a los padres. Además implica que las líneas con reducidos niveles de glucosinolatos poseen alelos codificados para elevados

NOTIVO DE
POR QUE NO

(1) TOROSER, D.; C. THORMANN; T. OSBORN Y R. MITHEN. 1995.

niveles de glucosinolatos, los cuales se expresan en ciertos “backgrounds” genéticos.

Las líneas avanzadas seleccionadas en la generación F5 en 1991 fueron sometidas a evaluación sin embargo como este material no reunía la calidad de aceite y afrecho de raps tipo doble cero, se decidió eliminarlo aún cuando tenía un alto potencial de rendimiento de grano y aceite.

A partir de 1992 se iniciaron nuevos cruzamientos entre variedades introducidas doble cero de hábito invernal como madres, para cruzarlas por líneas avanzadas de raps de invierno y primavera provenientes del programa de hibridaciones de INIA CRI Carillanca. De esta forma se pretendió conjugar el pool de genes de calidad con aquellos que reúnen las características de adaptación en el sur de Chile.

A través de los cinco años de duración de este proyecto se realizaron 1420 cruzamientos, esto es combinaciones diferentes, para jardines de selección en raps de invierno. Para raps de primavera se realizaron 189 cruzamientos.

Los jardines F1 y materiales segregantes tanto de raps de invierno como primavera se resumen en los cuadros 18 y 19.

Cuadro N°18 : Resumen jardines F1 y materiales segregante raps de invierno.

	1991	1992	1993	1994	1995
F1	480	238	230	292	180
F2	90	90	108	108	30
F3	2200	835	350	350	700
F4	584	1100	549	549	1000
F5	569	246	568	575	79

Cuadro N°19 : Resumen jardines F1 y materiales segregante raps de primavera.

F1	-	120	69	-	-
F2	14	20	45	68	-
F3	1300	480	116	500	590
F4	-	297	287	200	148
F5	600	-	131	55	240

Para solucionar los problemas existentes en la selección por calidad, a partir del año 1992 se montaron en el CRI-Carillanca los siguientes métodos de análisis :

- Glucocinta. Método cualitativo para discriminar contenidos de glucosinolatos en la semilla de raps.
- Método de extracción por Etanol. Método semicuantitativo para determinar el contenido de ácido erúico en una muestra de aceite de raps.

- Método de Cromatografía gaseosa. Método cuantitativo para determinar el perfil de ácidos grasos en una muestra de aceite.

Desde el año 1993, todo el material segregante a partir de la generación F2 y hasta la generación F5 fue sometido a análisis de calidad antes de ser sembrado,. La cromatografía gaseosa fue utilizada en las generaciones F4 y F5.

Estas líneas avanzadas que presentaban buena adaptación y alto potencial de rendimiento de grano y aceite y que no reunían las características de calidad canolas fueron utilizados como progenitores padres para ser cruzadas con variedades invernales doble cero introducidas como madres.

A partir de 1994 los análisis de líneas avanzadas se realizaron en Canadá en el laboratorio de Saskatchewan Wheat Pool de Canadá (Saskatoon).

Las determinaciones de ácido erúico se realizaron a través de cromatografía gaseosa . Para determinar glucosinolatos se utilizó el método de Electroforesis Capilar, el cual presenta una precisión equivalente a la cromatografía gaseosa.

Los resultados de estos análisis permitieron identificar los logros del proyecto en cuanto a la obtención de líneas avanzadas doble cero. En el programa de hibridación se dio mayor prioridad al raps de invierno de acuerdo a la importancia que este tiene sobre el de primavera en Chile.

CuadroN° 20 ; Resultados de contenido de ácido erúico (%) y glucosinolatos (micromoles por gramo de afrecho). Líneas avanzadas raps de Invierno año 1994 y 1995. INIA-CRI , Carillanca.(1)

	Líneas	Erúico(2)	Glucosinolatos(3)	Cruza
1	94- 50006	0	8.60	S 004 * Doublol
2	94- 50020	1.28	8.30	S 004 * Doublol
3	94- 50027	0.03	8.10	S 004 * Doublol
4	94- 50038	0.03	8.30	S 004 * Doublol
5	94- 50049	0.02	8.90	S 004 * Doublol
6	94- 50050	1.12	8.30	S 004 * Doublol
7	94- 50051	0.02	7.20	S 004 * Doublol
8	94- 50054	0.03	8.00	S 004 * Doublol
9	94- 50055	0.03	9.10	S 004 * Doublol
10	94- 50057	1.94	9.70	S 004 * Doublol
11	94- 50061	0	10.60	S 004 * Doublol
12	95- 50023	0.023	6.30	90-5083 * B 002
13	95- 50025	1.873	5.40	90-5083 * B 002
14	95- 50036	0.024	7.30	90-5083 * S 004
15	95- 50038	0.928	5.70	90-5083 * S 004
16	95- 50044	0.024	6.40	90-5031 * SV.521
17	95- 50057	0.021	7.10	90-5031 * SV.521
18	95- 50058	0.000	4.90	90-5031 * SV.521
19	95- 50061	0.039	5.90	90-5136 * B 002
20	95- 50062	0.000	6.00	90-5136 * B 002
21	95- 50075	0.000	7.10	90-5136 * B 002
22	95- 50076	0.000	4.80	90-5136 * B 002
	BCR 336	(testigo bajo)	10.2	
	BCR 190	(testigo medio)	20.4	

(1) Laboratorio de Wheat pool, CANADA (Saskatoon).

(2) Erúico , determinado por cromatografía gaseosa.

(3) Glucosinolatos, determinado por electroforesis capilar.

Metas alcanzadas por el Programa hibridaciones del CRI - Carillanca.

Raps de invierno

Los resultados obtenidos en el Programa de hibridaciones de raps tipo canola es la selección de 22 líneas avanzadas de hábito invernal. Los resultados de análisis de calidad de aceite y afrecho realizados a este material en el laboratorio de Saskatchewan Wheat Pool-Saskatoon Canadá se muestran en el cuadro 21. Del total de líneas doble cero obtenidas en el programa de hibridaciones del CRI-Carillanca solamente alcanzaron a evaluarse dos de ellas ; las líneas 94-50051 y 94-50027, quedando por lo tanto pendiente la evaluación de las 19 restantes.

Evaluación línea 94-50.051

Durante la temporada 1995 se evalúa la línea avanzada 94-50.051 en el ensayo regional de variedades de raps de invierno sembrado en dos localidades que corresponden a un suelo trumao plano y otro de lomaje. La línea 94-50.051 es comparada con las variedades de raps de invierno doble cero introducidas de mayor potencial de rendimiento y mejor adaptadas, junto con el testigo cero erúcico Mikado. (Cuadro 21-22 y 23).

Cuadro N° 21 : Rendimiento de Grano (qq/ha), De la línea doble cero 94- 50051 en comparación a variedades cero erúxico y doble cero. Localidades de Carillanca y Collipulli Suelo Trumao , Temporada 1995/96.

VARIEDAD	CARILLANCA	COLLIPULLI (S. trumao)
94-50051	39,38 abc	41,069 ab
DUETOL	43,94 ab	43,662 a
LIBERTY	37,44 bcd	42,132 ab
OLYMP	38,09 abcd	42,986 ab
MIKADO	33,67 cd	40,974 ab
IDOL	38,70 abcd	38,176 bc
Coef. Var.	10,5419	8,0244
Valor de F	2,170 *	2,080 *

Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P < 0,05$).

Nota : estos resultados corresponden a parte de los tratamientos evaluados en los ensayos de raps de invierno en suelo trumao plano y de lomaje (cuadro 3 y 6)

Cuadro N°22 : Contenido de aceite (%), De la línea doble
cero 94- 50051 en comparación a variedades cero erúxico y
doble cero. Localidades de Carillanca y Collipulli Suelo Trumao ,
Temporada 1995/96.

VARIEDAD	CARILLANCA	COLLIPULLI(S. trumao)
94-50051	47,60 def	46,19 d
DUETOL	48,75 abcd	47,89 b
LIBERTY	50,00 a	47,95 b
OLYMP	48,88 abcd	47,09 bc
MIKADO	49,57 ab	48,76 a
IDOL	50,01 a	47,93 b
Coef. Var.	2,09683	1,27705
Valor de F	4,21 **	6,71 **

Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de
Duncan ($P < 0,05$).

Nota : estos resultados corresponden a parte de los tratamientos evaluados
en los ensayos de raps de invierno en suelo trumao plano y de lomaje
(cuadro 4 y 7)

Cuadro N°23 : Producción de aceite (kg/ha), De la línea doble cero 94- 50051 en comparación a variedades cero erúxico y doble cero. Localidades de Carillanca y Collipulli Suelo Trumao, Temporada 1995/96.

VARIEDAD	CARILLANCA	COLLIPULLI SUELO TRUMAO
94-50051	1859,0 abcd	1896,9 abc
DUETOL	2144,1 a	2090,8 a
LIBERTY	1859,9 abcd	2020,1 ab
OLYMP	1860,1 bcd	2024,3 ab
MIKADO	1655,1 cd	1997,9 ab
IDOL	1939,1 abc	1829,7 bc
Coef. Var.	9,74977	8,05665
Valor de F	2,37 *	2,00 *

Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P < 0,05$).

Nota : estos resultados corresponden a parte de los tratamientos evaluados en los ensayos de raps de invierno en suelo trumao plano y de lomaje (cuadro 5 y 8)

Los resultados obtenidos en los ensayos realizados en suelo trumao plano y de lomaje mostraron que la línea doble cero 94-50.051 presentó un rendimiento de grano y producción de aceite/há estadísticamente similar a las variedades doble cero introducidas Duetol, Liberty, Olymp y al testigo Mikado (cero erúxico). El contenido de aceite de la línea 94-50.051 resultó ser estadísticamente inferior a las variedades doble cero introducidas y al testigo Mikado. (Cuadros 21,22 y 23)

Los resultados preliminares obtenidos con la línea 94-50.051 demuestran que es un cultivar promisorio, el cual debería continuar en evaluación de ensayos regionales en una segunda temporada, existiendo una alta probabilidad de constituirse en la primera variedad doble cero nacional.

Evaluación línea 94-50.027

Durante la temporada 1995 se evaluó la línea 94-50.027 en el ensayo preliminar de rendimiento de raps de invierno realizado en el CRI-Carillanca. Los resultados de la evaluación aparecen indicadas en el cuadro 24 donde se le comparan con variedades de raps de invierno doble cero introducidas.

Cuadro N° 24 : Rendimiento de grano (qq/há) ;Contenido de aceite (%) y Producción de aceite (kg/há), de la línea doble cero 94- 50027 en comparación a variedades cero erúcico y doble cero. Localidad de Carillanca ,temporada 1995/96.

VARIEDAD	RENDIMIENTO QQ / HA	CONTENIDO DE ACEITE	PRODUCCION DE ACEITE
94 -50027	41,234 bcd	46,37 c	1911,9 bcd
DUETOL	43,877 abc	48,36 ab	2121,8 ab
OLYMP	41,019 bcd	48,12 ab	1973,7 bcd
LIBERTY	40,377 bcd	48,15 ab	1944,3 bcd
Coef. Var.	9,92419	1,8299	9,840044
Valor de F	3.96 **	4.13 **	4.40 **

Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P < 0,05$).

Los resultados obtenidos en el ensayo mostraron que la línea 94-50.027 presentó un rendimiento de grano y producción de aceite/há similar a las variedades raps de invierno doble cero introducidas. El contenido de aceite de la línea 94-50.027 es significativamente inferior al testigo cero erúcico Mikado y al resto de las variedades doble cero (cuadro 24).

La línea 94-50.027 posee un buen tipo agronómico y presenta tolerancia a pie negro (Leptosphaeria maculans).

Las 22 líneas avanzadas doble cero generadas durante el Proyecto FIA-INIA deberían continuar en la etapa de evaluación por cuanto existe una alta inversión en su obtención y al mismo tiempo dos de ellas se han mostrado como promisorias en la evaluación realizada.

Raps de primavera

Las metas alcanzadas en el programa de hibridaciones lo constituyen la obtención de 9 líneas avanzadas tipo doble cero. Los resultados de contenido de ácido erúcico y glucosinolatos se muestran en el cuadro 25. De las 9 líneas doble cero obtenidas en el CRI-Carillanca ; solamente alcanzó a evaluarse la 92-4282, quedando pendiente por lo tanto continuar la evaluación de las 8 restantes.

Cuadro.N° 25 : Contenido de ácido erúico(%) y glucosinolatos (micromoles/gramo afrecho) de nueve líneas avanzadas de raps de primavera(1).

	Líneas	Erúico(2)	Glucosinolatos(3)	Cruza
1	94- 5007	0.028	6.2	89- 5081 * 9002
2	94- 5014	0.025	6.9	89- 5082 * 9003
3	94- 5039	0.026	7.2	89- 5082 * 9003
4	94- 5041	0.025	6.9	89- 5082 * 9003
6	94- 5048	0.026	6.6	89- 5082 * 9003
7	94- 5050	0.032	5.6	89- 5082 * 9003
8	94- 5053	0.027	5.5	89- 5136 * Topas
9	92- 4282	1.498	8.7	Global * Erglu
	BCR 336	(testigo bajo)	10.2	
	BCR 190	(testigo medio)	20.4	

(1) Laboratorio de Wheat pool, CANADA (Saskatoon).

(2) Erúico , determinado por cromatografía gaseosa.

(3) Glucosinolatos, determinado por electroforésis capilar.

Evaluación línea 92-4282

Durante las temporadas 1993 y 1994 se evaluó en cuatro ensayos, la línea avanzada doble cero 92-4282 en las localidades de Carillanca (suelo trumao plano) y Huichahue (trumao de lomaje); como testigos se incluyeron dos variedades comerciales, Tornado y Printol, ambas doble cero.

En la temporada 1993, los resultados de rendimiento de grano muestran que la línea 92-4282 presentó un rendimiento de grano estadísticamente igual a los testigos Tornado y Printol. En la temporada 1994, la línea 92-4282 presentó un rendimiento de grano similar a Printol y estadísticamente superior a Tornado (Cuadro 27).

Cuadro N° 26 : Rendimiento de grano(qq/há), de líneas avanzadas en raps de primavera, en comparación avariedades cero erúcico y doble cero. INIA-Cri Carillanca.

	1993		1994	
	Carillanca	Huichahue	Carillanca	Huichahue
92-4282	31.08 cde	37.53 bcd	27.15 abc	37.50 a
Tornado	26.84 de	40.19 abcd	21.73 e	28.70 d
Printol	27.73 cde	40.92 abcd	25.08 bcde	33.85 abc
Coef. Variación	10.4145	11.5318	10.75851	9.162138
Valor de F	7.28 **	11.87 **	4.52 **	24.50 **

Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P < 0,05$).

Nota : estos resultados corresponden a parte de los tratamientos evaluados en los ensayos de raps de primavera en suelo trumao plano y de lomaje (cuadro 13 y 16)

Cuadro N° 27 :Contenido de aceite(%), de líneas avanzadas en raps de primavera, en comparación avariedades cero erúcico y doble cero. INIA-Cri Carillanca.

	1993		1994	
	Carillanca	Huichahue	Carillanca	Huichahue
92-4282	45.49 cd	44.71 abcd	44.28 bcde	47.65 abc
Tornado	44.84 def	44.34 cd	42.25 g	45.93 def
Printol	44.62 bc	45.67 ab	44.91 abc	47.21 bcd
Coef. Variación	1.67	2.527167	1.957256	1.748252
Valor de F	7.19 **	3.03 **	8.08 **	9.96 **

Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P < 0,05$).

Nota : estos resultados corresponden a parte de los tratamientos evaluados en los ensayos de raps de primavera en suelo trumao plano y de lomaje (cuadro 14 y 17)

Cuadro N° 28 : Producción de aceite (kg/há), de líneas avanzadas en raps de primavera, en comparación avariedades cero erúico y doble cero. INIA-Cri Carillanca.

	1993		1994	
	Carillanca	Huichahue	Carillanca	Huichahue
92-4282	1382 bcd	1669 bc	1202 abc	1786 a
Tornado	1174 cd	1774 abc	921 f	1319 c
Printol	1260 bcd	1857 ab	1125 bcde	1598 ab
Coef. Variación	11.4977	12.5167	11.36077	9.488209
Valor de F	7.51 **	10.78 **	4.82 **	25.32 **

Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P < 0,05$).

Nota : estos resultados corresponden a parte de los tratamientos evaluados en los ensayos de raps de primavera en suelo trumao plano y de lomaje (cuadro 15 y 18)

En la temporada 1993, el contenido de aceite y producción de aceite/há de la línea 92-4282 resultó ser estadísticamente similar a los testigos ; en cambio en la temporada 1994 la línea 92-4282 se mostró similar a Printol y estadísticamente superior al testigo Tornado(cuadro 21).

Problemas enfrentados durante el desarrollo de esta unidad experimental.

El principal problema que se tuvo durante el desarrollo del programa de hibridaciones fué la carencia de un método cuantitativo para determinar el contenido de glucosinolatos en la semilla desde las primeras generaciones (F2) , con el objeto de realizar la selección por calidad. Un segundo problema existente en esta unidad lo constituyo la presencia de plantas de raps voluntarias , en los jardines segregantes , lo cual involucró un alto riesgo de contaminación del material segregante.

Conclusiones

El programa de hibridaciones, no logró la meta de registrar una variedad doble cero en raps de primavera. El avance obtenido son 22 líneas avanzadas doble cero en raps de invierno y 9 líneas avanzadas doble cero en raps de primavera.

Recomendaciones

Se recomienda continuar con la evaluación de las líneas avanzadas doble cero, creadas en el programa de hibridaciones del CRI-Carillanca, dentro de las cuales probablemente exista una variedad canola con un potencial productivo similar o superior a las canolas introducidas, pero con una mejor adaptación que estas últimas.

BIOTECNOLOGIA Y MEJORAMIENTO GENETICO EN RAPS (*Brassica napus* L.)

Hugo Campos de Q.

Nilo Lizama A.

Dentro del contexto del mejoramiento genético de plantas, la biotecnología vegetal puede ser definida en un sentido amplio como "aquel conjunto de metodologías y estrategias que permiten utilizar información biológica molecular en la investigación vegetal en general y el mejoramiento genético de plantas en particular".

La biotecnología vegetal abarca tres áreas principales, el empleo de marcadores moleculares, el desarrollo de plantas transgénicas y el cultivo de tejidos.

La utilización de marcadores moleculares en investigación agronómica permite incrementar tanto el grado de precisión como la eficiencia obtenida en la modificación genética de las especies cultivadas. Los marcadores moleculares pueden ser empleados en la identificación de individuos o especies, en la caracterización de recursos genéticos, en la comprensión de las relaciones genético-moleculares existentes entre especies, en el análisis de patrones de introgresión y deriva genética entre numerosas otras (1). Sin embargo, para el mejoramiento genético las aplicaciones mas significativas de los marcadores moleculares son la

construcción de mapas genéticos, el mapeo de genes y la identificación de QTLs (Quantitative Trait Loci), puesto que permiten identificar regiones genómicas asociadas con la expresión de caracteres codificados por poligenes, tales como parámetros de calidad. Los mapas genéticos permiten incrementar significativamente la eficiencia de los programas de mejoramiento genético, ya que todo carácter para el cual exista variación genética puede ser disectado en profundidad, lo cual es imposible de obtener mediante las técnicas de mejoramiento tradicional (2).

En relación a la transgénesis, ésta básicamente consiste en la introducción artificial de genes a ciertas especies cultivadas. Puesto que básicamente la información genética se codifica del mismo modo en todos los organismos (vegetales, microorganismos, mamíferos), esto es en la molécula de ADN (Acido Desoxirribonucleico); la transgénesis permite introducir prácticamente cualquier gen proveniente de una especie a otra especie cultivada para la cual existan eficientes métodos de regeneración de plantas; este método presenta una significativa ventaja frente al mejoramiento tradicional, el cual esta limitado al pool de genes disponible dentro de una especie y en ocasiones muy particulares a aquellos genes presentes en especies botánicamente similares. Además, la transgénesis permite la introducción dirigida de un solo gen sin recurrir a la recombinación genética, por lo cual permite desarrollar nuevos genotipos en forma rápida y efectivamente. Numerosos genes están siendo introducidos a las especies cultivadas, tales como genes que codifican resistencia a herbicidas, insectos, virus, nemátodos y hongos; además, se

han incorporado genes que están codificando factores de calidad como ácidos grasos en oleaginosas, mejoramiento de la calidad panadera en cereales y mejoramiento del valor biológico de la proteína en leguminosas. Más aún, es factible introducir genes codificando productos tales como vitaminas o ciertos antígenos (vacunas) en especies cultivadas, lo cual presenta la potencialidad de incrementar significativamente el perfil nutricional de las especies vegetales utilizadas en alimentación humana, especialmente en aquellas naciones subdesarrolladas (3).

Finalmente, el desarrollo de cultivo de tejidos vegetales permite conservar recursos genéticos valiosos, generar variación genética utilizando la variación somaclonal, generar materiales dihaploides (doblehaploides) según la especie, los cuales pueden ser utilizados tanto en mapeo genético como directamente en procesos de mejoramiento genético. A objeto de aprovechar al máximo el potencial de la biotecnología vegetal es necesario que esta se entienda como una disciplina complementaria dentro del amplio arsenal del mejorador de plantas en lugar de la panacea a todas las dificultades enfrentadas por los diversos programas de mejoramiento genético, puesto que el resultado final de todo programa de mejoramiento genético o proyecto biotecnológico necesariamente debe ser el desarrollo de nuevos productos o genotipos aplicables bajo las condiciones reales de la agricultura, las cuales son muy distintas a aquellas presentes en el laboratorio. En consecuencia, una estrecha interrelación entre los mejoradores y biotecnólogos es fundamental en la integración de herramientas biotecnológicas al fitomejoramiento, puesto que el

conocimiento práctico de las especies, metodologías estadísticas y de evaluación de materiales, así como la experiencia acumulada que poseen los fitomejoradores permiten orientar la investigación biotecnológica, enfatizando las necesidades más urgentes del corto plazo así como los desarrollos requeridos dentro de una perspectiva de largo plazo.

Un elemento crucial en el diseño de un proyecto biotecnológico es la definición de la especie vegetal a utilizar. Dentro de la amplia gama de especies cultivadas, existen algunas que presentan dificultades para la aplicación de marcadores moleculares derivadas de la complejidad de sus génomas, como es el caso del trigo. Además, en general la capacidad regenerativa in vitro de las especies leguminosas y monocotiledóneas (a excepción del arroz) es muy inferior al existente por ejemplo en Solanáceas, lo cual reduce el rango de aplicaciones biotecnológicas para tales especies. Debido a lo anterior, las especies que presentan una mayor factibilidad para la aplicación de biotecnología vegetal son las especies Solanáceas, particularmente tomate y papa, y las Crucíferas, particularmente el raps.

En consecuencia, el Programa de Mejoramiento de Raps INIA Carillanca inició la aplicación de técnicas biotecnológicas al mejoramiento genético de la especie con el respaldo financiero del presente proyecto FIA. A continuación serán discutidas las metodologías utilizadas, los resultados obtenidos y su potencial, así como las estrategias biotecnológicas factibles

de utilizar en el corto plazo a objeto de generar nuevas variedades de raps nacionales de elevado potencial productivo.

Desarrollo de líneas dihaploides de raps

Líneas dihaploides de raps son aquellas originadas mediante la duplicación cromosómica de plantas haploides. La utilización de líneas dihaploides en el mejoramiento del raps presenta una serie de ventajas comparativas frente a otras alternativas, entre las que destacan:

- Generación de genotipos 100% homocigotos en una temporada. En comparación, el mejoramiento genético tradicional invierte entre 5 a 6 temporadas a objeto de generar una línea F6-F8 genéticamente similar a una línea dihaploide dependiendo de las facilidades de invernadero o siembras realizadas en otras latitudes para obtener dos generaciones en un año.
- Ausencia de relaciones de dominancia sobre la expresión génica en generaciones tempranas.
- Menor segregación genotípica en dihaploides que en la generación F2:
- Segregación monohíbrida normal: 1 : 2 : 1 Frecuencia esperada de homocigotos recesivos : $(\frac{1}{4})^2$
- Segregación monohíbrida dihaploide: $(\frac{1}{2})^2$ 1 : 1 Frecuencia esperada de homocigotos recesivos : $(\frac{1}{2})^2$

- Las poblaciones dihaploides generadas pueden ser analizadas mediante marcadores moleculares basados en PCR (Polymerase Chain Reaction), lo cual implica una reducción significativa tanto en los costos como en el tiempo involucrado.

- La homogeneidad genética de los individuos generados permite efectuar estimaciones precisas de la influencia del ambiente y de la interacción del Genotipo X Medio ambiente.

Las metodologías utilizadas para generar plantas dihaploides de raps son el cultivo de anteras y el cultivo de microsporas. Sin embargo, puesto que la productividad del cultivo de microsporas es significativamente superior (4), dicha técnica fue seleccionada para la generación de líneas dihaploides de raps por el Proyecto de Mejoramiento de Raps INIA-Carillanca. La metodología empleada ha sido explicada detalladamente (5). Concordando con los resultados obtenidos por (6, 7), se observó un importante efecto genético en la capacidad androgénica de los progenitores empleados. Sin embargo, fue factible identificar progenitores nacionales de elevada capacidad androgénica, tales como la variedad Rapanui-INIA y la línea F3 30128, lo cual es de gran importancia con el objeto de generar un elevado número de plantas dihaploides. Los progenitores con una buena capacidad androgénica deben ser empleados consistentemente. Numerosos investigadores indican que los progenitores a utilizar necesariamente deben ser mantenidos en cámaras de crecimiento o invernaderos, lo cual es una limitante de la técnica (8).

A objeto de facilitar al máximo la articulación del cultivo de microsporas con las actividades tradicionales del Proyecto de mejoramiento genético de raps en INIA Carillanca y reducir la infraestructura financiera, humana y material requerida, las cruas utilizadas fueron mantenidas en campo abierto, y manejadas de modo similar al resto del jardín de líneas segregantes. Lo anterior presentó dos ventajas significativas: en primer lugar, permite una efectiva reducción de los costos asociados a la técnica, y en segundo lugar incrementa la flexibilidad en la elección de las cruas F1 a utilizar ;esto representa una ventaja importante de considerar puesto que, en lugar del reducido número de cruas factibles de mantener en un invernadero o cámaras de crecimiento, un gran número de potenciales progenitores F1 mantenidos en campo puede ser empleado a un reducido costo, incrementando así el pool de genes introducidos a las líneas dihaploides generadas.

Generalmente, los genotipos de hábito primaveral poseen una capacidad androgénica superior a aquellos genotipos de habito invernal de raps (9, 10). Sin embargo, en atención a que el raps de hábito invernal constituye la mayor proporción del raps cultivado en Chile, las cruas F1 definidas incluyeron progenitores de habito primaveral, los cuales aportan tanto capacidad androgénica como parámetros de calidad y progenitores de habito invernal desarrollados en INIA Carillanca, los cuales aportan adaptación y comportamiento agronómico. Plantas dihaploides fueron generadas a partir de un amplio espectro de material F1, lo cual indica que

es factible obtener líneas dihaploides portadoras de genes de hábito invernal.

Aproximadamente 1/3 de las plantas regeneradas a partir de microsporas presentaron una dotación cromosoma diploide, lo cual probablemente se debe a autoduplicación, endomitosis o a la presencia de gametos no-reducidos. La restante población se sometió a un tratamiento con colchicina, sobreviviendo aproximadamente un 40-50% de las plantas tratadas con colchicina. La eficiencia de esta etapa deberá ser incrementada, puesto que representó la mayor incidencia sobre el porcentaje de plantas perdidas. Alternativas tales como la utilización de otros compuestos mitógenos, o la adición de colchicina a los medios de cultivo empleados se presentan como las alternativas más promisorias al respecto.

Una vez que la primera etapa del proyecto, esto es, el efectivo establecimiento de la técnica bajo las condiciones imperantes en Chile, fue lograda, se procedió a la segunda etapa, el estudio agronómico de los materiales regenerados, a objeto de determinar cuantitativamente su comportamiento y así determinar la conveniencia de integrar líneas dihaploides a la estrategia de mejoramiento del raps en INIA-Carillanca.

Aun cuando en numerosas especies han sido regenerados plantas in vitro, vía cultivo de microsporas u otras metodologías, en general se ha observado que numerosas plantas regeneradas in vitro presentan un limitado comportamiento agronómico; además, numerosas plantas

estériles, aberrantes o con variaciones genéticas indeseables son generadas. El mecanismo para la variación generada a través del cultivo in vitro es la activación de elementos transposables presentes en las especies cultivadas, los cuales en respuesta al estímulo causado por las condiciones de cultivo in vitro son activados, desplazándose a través del genoma vegetal inactivando genes (11). Además, puesto que una línea dihaploide permite la expresión de una gran cantidad de genes recesivos, se hace factible la expresión de genes deletéreos recesivos, los cuales generalmente no afectan el comportamiento de genotipo normales de raps debido a las relaciones de dominancia existente en estos.

La segunda etapa del proyecto consistió en la evaluación agronómica, bajo condiciones de campo, de las líneas dihaploides generadas. Del pool original de plantas dihaploides generadas, aquellas plantas que presentaron un adecuado tipo agronómico fueron seleccionadas para iniciar un estudio de campo. El estudio de campo se estableció en INIA Carillanca, con los objetivos de establecer no solo el comportamiento agronómico de líneas dihaploides a nivel de campo sino también analizar el desarrollo ontogénico de estas, a objeto de verificar consecuencias negativas derivadas de su origen in vitro (12). Ocho líneas dihaploides fueron establecidas en un diseño completamente aleatorizado, junto a los testigos Gulliver, Tornado y Mikado. El manejo cultural, fue esencialmente idéntico al manejo agronómico de los Ensayos Regionales de Raps. Numerosas variables morfológicas y fenológicas fueron estudiadas. En relación a los parámetros morfológicos, las líneas

dihaploides presentaron un comportamiento normal para la especie y las condiciones del ensayo. Sin embargo, al analizar la información fenológica se observó que, en general, las líneas dihaploides resultaron ser mas tardías que los testigos de hábito primaveral incluidos en el estudio, lo que principalmente se debe a la condición Invierno X Primavera de los materiales F1 utilizadas en el cultivo de micrósporas (13).

El rendimiento de grano de algunas líneas dihaploides tales como DH0024 y DH 0010 fue elevado y no presentó diferencias significativas frente a los valores alcanzados por los testigos utilizados (Cuadro 29).

Todas las líneas dihaploides presentan un contenido de aceite similar al testigo Doble cero Tornado (Cuadro 29).

Las líneas dihaploides no superaron el rendimiento de grano y contenido de aceite de la variedad testigo doble cero Tornado, probablemente este resultado se debe a bajo número de líneas generadas en este experimento.

Sin embargo, en la actualidad existen variedades dihaploides de primavera doble cero obtenidas en diversos centros de mejoramiento de Canadá que han mostrado un alto potencial de rendimiento. En el CRI-Carillanca se han evaluado líneas avanzadas dihaploides de primavera originadas en la Universidad de Alberta-Canadá durante los años 1993-94 y 1995. Los resultados muestran dos líneas dihaploides superaron en potencial de rendimiento a las variedades doble cero introducidas.

Cuadro 29.- Comportamiento agronómico de líneas dihaploides de raps .

Genotipo	Contenido de aceite (%)	Rendimiento* (grs/2,1 m ²)
DH 0010	45.18 a	562.42 a
DH 001	44.69 ab	453.92 b
DH 005	43.93 abc	438.66 b
DH 0024	43.81 abc	564.60 a
DH 006	43.29 abcd	327.02 c
Tornado	42.86 abcd	549.50 a
Gulliver	42.74 abcd	467.30 b
DH 0012	42.36 bcde	317.48 c
DH 0011	41.48 cde	286.18 c
DH 0013	41.11 de	264.10 c
Mikado	40.20 e	-----

En el Cuadro 29 se observa que las líneas dihaploides DH 0010 y DH 0024 presentaron tanto un elevado rendimiento de grano como un elevado contenido de aceite. En consecuencia, es factible identificar líneas dihaploides que reúnan varias de las características requeridas en una variedad de raps, lo cual confirma la importancia de su inclusión en el mejoramiento genético de la especie. El reducido rendimiento de grano del cultivar Mikado es función de su hábito de crecimiento invernal.

Aun cuando el número de líneas dihaploides estudiadas fue relativamente reducido, La información obtenida indica que el uso de líneas dihaploides permite obtener significativos progresos genéticos en un corto plazo, además de incrementar la eficiencia de selección del Proyecto de Mejoramiento de Raps INIA-Carillanca. No se observaron efectos deletereos significativos sobre el comportamiento morfológico, fenológico y agronómico de las líneas dihaploides estudiadas, por lo cual ellas pueden ser manejadas de modo similar a los restantes materiales segregantes. Los resultados obtenidos son de particular relevancia, puesto que las respuestas obtenidas en Canadá al evaluar líneas dihaploides de *Brassica campestris* (14) mostraron una gran cantidad de efectos deletereos negativos. Además, aun las líneas dihaploides de mejor comportamiento alcanzaron solamente un 80% del rendimiento alcanzado por las líneas progenitoras.

En conclusión, aun considerando el número de líneas dihaploides utilizado, los resultados obtenidos indican que el uso de líneas dihaploides en el Mejoramiento del Raps en nuestro país permite obtener material de una elevada calidad a corto plazo. Mediante la utilización de líneas dihaploides, el periodo requerido para liberar una variedad de raps de invierno se reduce de 10 a 6 años, incluyendo las etapas de Ensayos Regionales de Rendimiento, Certificación y Multiplicación de semillas. Además, mediante el desarrollo de líneas dihaploides un selecto pool de progenitores puede ser desarrollado, los cuales incluyen características

genéticas específicas requeridas en los materiales segregantes del Proyecto de Mejoramiento de Raps INIA Carillanca. De este modo, se produce la articulación del uso de líneas dihaploides con la estrategia tradicional del Proyecto, puesto que las líneas dihaploides se constituyen en excelentes progenitores, 100% homocigotos y con un "background" genético conocido.

CARACTERÍSTICAS FAVORABLES DE LAS LÍNEAS DIHAPLOIDES.

En paralelo, puesto que el uso de líneas dihaploides permite un acelerado retorno a la inversión financiera en el mejoramiento de raps, su utilización puede incrementar las alternativas de financiamiento para el mejoramiento genético de la especie en nuestro país.

Debido a las propiedades genéticas de las líneas dihaploides de raps, su utilización presenta ventajas particulares para el mejoramiento de caracteres codificados por varios genes o alelos, para caracteres codificados por genes recesivos, así como para aquellos caracteres que poseen una regulación genética inestable, como el carácter "semilla amarilla" en raps. Puesto que el mejoramiento del raps se centra principalmente en el mejoramiento de parámetros de calidad, los cuales en numerosas ocasiones se regulan por una gran cantidad de genes (perfil de glucosinolatos), o por genes recesivos (contenido de ácidos grasos), el mejoramiento genético de tales caracteres necesariamente debe considerar el uso de líneas dihaploides dentro de las alternativas a utilizar.

EN QUE SE HA CENTRADO EL MEJORAMIENTO DEL RAPS.

La contribución del uso de líneas dihaploides al mejoramiento genético del raps en Chile necesariamente requiere de la generación de una gran cantidad de líneas dihaploides de distinto genotipo, para lo cual se requiere identificar adicionales progenitores nacionales de elevada capacidad androgénica, así como optimizar etapas tales como la duplicación de material haploide.

Perspectivas para la aplicación de biotecnología al mejoramiento del raps en Chile

A continuación, algunos de los fundamentos a considerar en la integración del cultivo de microsporas y otras biotecnologías al Proyecto de Mejoramiento de Raps INIA-Carillanca serán discutidos.

Comparativamente el raps posee una serie de ventajas frente a la implementación de estrategias biotecnológicas de mejoramiento en relación a otras especies de importancia a nivel nacional, tales como trigo, cebada y leguminosas de grano:

FACILIDADES DEL RAPS.

- 1-. La capacidad regenerativa del raps es comparativamente muy elevada, lo cual permite generar adecuadas poblaciones de plantas dihaploides, así como regenerar consistentemente protoplastos.
- 2-. A nivel mundial, a continuación de la papa el raps es la especie para la cual más aplicaciones transgénicas han sido desarrolladas, lo cual implica la existencia de una gran cantidad de conocimiento y experiencia

acumulados al respecto. Mas aún, a nivel mundial, el raps es la primera especie (a excepción de las especies hortícolas) en la cual han sido liberadas a nivel comercial variedades transgénicas. Durante 1995 en Canadá se liberó una variedad de raps transgénica portadora del gen Bar, el cual confiere resistencia al herbicida no-selectivo de amplio espectro glufosinato.

3-. El raps es una especie botánicamente muy similar a la especie Arabidopsis thaliana, la cual es la especie vegetal modelo por excelencia. A nivel molecular, la homología entre los genes del raps y los genes de Arabidopsis alcanza a 83%, lo cual implica que gran parte de la información molecular obtenida de Arabidopsis puede ser aplicada al raps.

¿DE QUE?

4-. Numerosos mapas genéticos basados en marcadores moleculares han sido desarrollados en raps, los cuales ofrecen la estructura básica a partir de los cuales permite iniciar mapeos moleculares específicos en nuestro país.

5-. El Proyecto de Mejoramiento de Raps INIA-Carillanca posee estrechos contactos tanto personales como institucionales con empresas e instituciones líderes a nivel mundial en el uso de la biotecnología en el mejoramiento del raps, tales como la Universidad de Guelph (Canadá), Agrevo-Canadá y el John Innes Centre (UK), con los cuales es factible desarrollar proyectos conjuntos, lo cual implica eludir la etapa mas lenta y costosa de la biotecnología, el desarrollo básico de las metodologías.

CONTEXTO MUNDIAL EN EL QUE ENCONTRAMOS
AL RAPS.

Una vez que estas han sido desarrolladas y evaluadas, su aplicación es mucho mas directa y expedita.

Tanto la experiencia obtenida como los resultados generados mediante el presente proyecto FIA-INIA indican que la biotecnología efectivamente puede ser aplicada al mejoramiento del raps en INIA-Carillanca, incrementando tanto la eficiencia de selección como la productividad del programa de mejoramiento genético. En paralelo, numerosas

aplicaciones biotecnológicas están siendo integradas al mejoramiento genético de la especie (15)

Además, el ingreso de Chile a acuerdos comerciales tales como MERCOSUR y NAFTA impondrá una creciente presión sobre los productores agrícolas nacionales y las entidades de investigación tales como INIA. Frente a alternativas oleaginosas de masiva producción en el Cono Sur, tales como maravilla y soja, el raps posee inherentes ventajas en aspectos de calidad, tanto nutricional como desde la óptica del procesamiento industrial del aceite de raps. *¿QUE SIGNIFICA?*

La utilización de biotecnologías en el mejoramiento genético del raps se presta específicamente para el mejoramiento de aquellos caracteres de calidad.

Las aplicaciones biotecnológicas que aparecen mas productivas de integrar al actual proyecto de mejoramiento de raps en INIA Carillanca se describen a continuación:

1-. Utilización masiva de líneas dihaploides en el mejoramiento genético de la especie, lo cual reducirá el periodo requerido para desarrollar nuevas variedades, especialmente para aquellas variedades de habito invernal. Además, las poblaciones dihaploides desarrolladas servirán para analizar con gran eficacia desde una perspectiva genética problemas específicos de Chile no abordados por investigadores en el extranjero, tales como el descalce y el daño por babosas bajo condiciones de cero labranza, entre otros. La utilización de líneas dihaploides presenta ventajas particulares para el mejoramiento de parámetros de calidad como el contenido de glucosinolatos. Ilustrando lo anterior, el número de líneas dihaploides requeridas para obtener, con un 95% de certeza, un genotipo con un reducido nivel de glucosinolatos, el cual requiere 6 genes en condición homocigota recesiva, son 191 plantas, en lugar de la proporción esperada de 1/4096 en una población tradicional F2.

— DONDE
SE HABLA
DE ESTE
PROBLEMA

2-. Implementación de estrategias MAS (Marker Assisted Selection), las cuales básicamente implican desarrollar estrategias de selección basadas en marcadores moleculares. Al respecto, numerosos genes involucrados en parámetros de calidad como contenido de ácido erúico, contenido de ácido palmítico, contenido de ácido linolénico, contenido de glucosinolatos y otros han sido mapeados(16, 17, 18, 19). A partir de tales marcadores moleculares es factible generar marcadores moleculares basados en PCR (Polymerase Chain Reaction), los cuales permiten analizar una gran cantidad de individuos en un reducido periodo.

3-. Utilización de variedades transgénicas de raps en estudios genéticos.

Numerosos génotipos transgénicos de raps han sido desarrollados en el extranjero, algunos de los cuales pueden ser empleados en estudios básicos en nuestro país. Un ejemplo práctico inmediato es el análisis del porcentaje de alogamia (polinización cruzada) en raps, el cual presenta una gran variabilidad bajo diversas condiciones ambientales. Nuestro país emplea referencias extranjeras al respecto, las cuales no necesariamente reflejan la situación prevaleciente en Chile. La determinación de tal parámetro es de gran importancia no solo para el proyecto de Mejoramiento de Raps INIA Carillanca, sino también para las empresas productoras de semillas así como para aquellos agricultores involucrados en la multiplicación de semilla de raps.

Otra alternativa a utilizar son ciertos génotipos de raps desarrollados en el John Innes Centre (UK) mediante la combinación de cultivo de microsporas y selección mediante marcadores moleculares RFLP (Restricción Fragment Length Polymorphisms), las cuales poseen perfiles específicos de glucosinolatos. Tales genotipos podrían ser empleados en estrategias de biofumigación, lo cual generaría valiosa información para ser utilizada por los productores de especies cereales susceptibles al mal del pie así como por los productores de especies hortícolas Solanáceas susceptibles a nemátodos.

La implementación de tales aplicaciones biotecnológicas aunadas con el conocimiento acumulado por el Programa de Mejoramiento genético de Raps permitirán el rápido desarrollo de nuevas variedades de elevado potencial de rendimiento y excelentes perfiles de calidad, lo cual contribuirá tanto a la competitividad de los agricultores del Sur de Chile como al desarrollo de la investigación en raps en nuestro país.

REFERENCIAS

- 1 TANKSLEY, S. 1993. Mapping polygenes. *Ann. Rev. Genet.* 27:205-233

- 2 WHITTAKER, J; R CURNOW; C HALEY y R THOMPSON. 1995. using marker- maps in marker-assisted-selection. *Genet. Res., Camb.* 66:255-266.

- 3 HAQ, T; H MASON; J CLEMENTS y C ARNTZEN. 1995. Oral immunization with a recombinant bacterial antigen produced in transgenic plants. *Science.* 268:714-716.

- 4 SIEBEL, J. y PAULS, K. 1989. A comparison of anther and microspore culture as a breeding tool in *Brassica napus*. *Theor. Appl. genet.* 78:473-479.

- 5 CAMPOS, H ; C MUNOZ y Y OHKAWA. 1993. Cultivo in vitro de microsporas y producción de embriones androgénicos en raps (*Brassica napus* L.). *AgroSur.* 21(1):10-18.

- 6 GLAND, A; R LICHTER y H-G SCHWEIGER. 1988. Genetic and exogenous factors affecting embryogenesis in isolated microspore culture of *Brassica napus* L. *J. Plant Physiol.* 132:613-617.

- 7 ZHONG, W; G FANG; K TANG; Z ZHANG y M YU. 1990. Plant regeneration from embryoids through isolated microspore culture in *Brassica napus* L. In: Eighth International Rapeseed Congress. pp 1071-1074. Saskatoon, Canada
- 8 BAILLIE, A; D EPP; W KELLER y D HUTCHESON. 1991. In vitro culture of microspores and regeneration of plants in *Brassica campestris*. In: Eighth International Rapeseed Congress. pp 148-154. Saskatoon, Canadá.
- 9 KELLER, W. 1984. Anther culture of *Brassica*. In: Cell culture and somatic cell genetics of plants. Vol 1. I.K. Vasil (ed). pp 302-310.
- 10 -----, K ARMSTRONG y A DE LA ROCHE. 1984. The production and utilization of microspore-derived embryos in *Brassica* crops. In Plant cell culture in crop improvement. K Glies y G Sen (eds). pp 169-183.
- 11 HIROCHIKA, H. 1993. Activation of tobacco retrotransposons during tissue culture. EMBO J. 12(6):2521-2528.
- 12 VILCHES, R; S MORA, N LIZAMA y H CAMPOS. 1996. Agronomic performance of dihaploid lines of *Brassica napus* in Chile. *Cruciferae Newsletter*. In press.

TESIS DE GRADO.

13 VILCHES,R. 1995. Evaluación de progenies de plantas dihaploides de raps (Brassica napus L. ssp. oleifera), derivadas de cultivo de microsporas. Tesis Ing. Agr. Valdivia, Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias-Agrarias. 73p.

14 DEWAN,D; G RAKOW y K DOWNEY. 1995. Field evaluation of Brassica rapa doubled haploids. In: Ninth International Rapeseed Congress, Cambridge,UK. Pp.

JARDINES DE SELECCION

Los primeros cultivares doble cero introducidos desde Europa adolecían selección de tres defectos :

a) susceptibilidad a pie negro (Leptosphaeria maculans), b) bajo contenido de aceite. c) falta de adaptación. En esta unidad experimental se tomó la meta de mejorar el contenido de aceite de algunos cultivares introducidos que habían mostrado un alto potencial de rendimiento en el sur de Chile.

Los cultivares escogidos para realizar este estudio son dos líneas avanzadas, introducidas desde Suecia : Sv 0218 y Sv 0521. Ambas líneas fueron evaluadas en jardines y ensayos regionales durante tres temporadas.

Los resultados de estos ensayos, muestran que la línea Sv 0218 presentó un rendimiento similar a los testigos tradicionales (Matador), un bajo contenido de aceite, poco vigor de planta y rendimientos inestables a través de los años.

La línea Sv 0521 presenta un rendimiento de grano similar o estadísticamente superior a la variedad tradicional (Matador) y variedades cero erúcico. Presenta un buen vigor de planta y su gran defecto es poseer un bajo contenido de aceite.

Materiales y métodos

El método de mejoramiento planteado es una selección por planta individual, la cual se realiza en el Centro Regional de Investigación Carillanca, bajo condiciones de campo.

Las etapas a seguir en el estudio fueron las siguientes :

a) Primer año :

- Siembra de macroparcela de 1200 m², con los cultivares elegidos.
- Seleccionar y cosechar 1000-1200 plantas en forma individual
- Analizar el contenido de aceite de cada una de las líneas cosechadas.
- Seleccionar las líneas que presentan los mejores porcentajes de aceite (Resonancia Magnética Nuclear).

b) Segundo año : Se realiza un estudio de las progenies de las líneas seleccionadas por contenido de aceite ; para ello se siembra en el campo una parte de la semilla de cada línea, guardando el saldo. En este jardín, se incluyen cada 10 surcos, los testigos para contenido de aceite y rendimiento de grano.

- Seleccionar del jardín aquellas líneas que se muestran superiores en base a los parámetros contenido de aceite y rendimiento.
- Formar el nuevo cultivar mezclando la semilla original de las líneas seleccionadas.

c) Evaluación del nuevo cultivar en ensayos regionales.

El manejo de estos jardines, en cuanto a preparación de suelo, fertilización, control de plagas, etc., es similar al utilizado en el resto de los ensayos de raps de invierno.

Resultados

Cultivar Sv-0218

En el primer año fue sembrada una macroparcela de 1.200 m² con el cultivar Sv-0218, a partir de la cual fueron seleccionadas y cosechadas 1.200 plantas en forma individual. Posteriormente, a este material se le determinó el contenido de aceite, a través del método de resonancia magnética nuclear.

Los resultados del análisis de aceite de las 1.200 líneas, presentaron rangos de variación que fluctuaron entre 43% hasta 53%. De este material, fueron seleccionadas las líneas que presentaron un contenido de aceite superior a 50,5%, resultando un total de 85 plantas.

En el segundo año, se estableció un jardín con las 85 líneas seleccionadas por contenido de aceite, con 3 repeticiones, bajo condiciones de campo, con el objeto de realizar un estudio de las progenies. Cada 10 surcos, se incluyeron los testigos Nielol INIA y la semilla original de la línea Sv-0218.

En el jardín se observó que las líneas sembradas que tenían el mayor contenido de aceite, eran aquellas que presentaban el aspecto agronómico más deficiente, esto es, aparece una correlación negativa entre la variable contenido de aceite y rendimiento. Las líneas sembradas que poseen el mayor contenido de aceite, correspondían a aquellas que tenían un menor crecimiento y desarrollo de planta; en la fase reproductiva, presentan un menor número de silicuas por planta.

CORRELACION (-) entre el aspecto agronómico y contenido de aceite y rendimiento.

De las 85 líneas sembradas en el jardín, fueron seleccionadas 12 líneas, de acuerdo a los parámetros contenido de aceite, rendimiento y notas de aspectos agronómicos. Finalmente, a partir de la semilla original de las 12 líneas seleccionadas se formó un nuevo cultivar, mezclando las semillas, al cual se le denominó Sintético 1.

La tercera etapa del método empleado lo constituye la evaluación de rendimiento y contenido de aceite del material sintético 1, el cual es presentado en el Cuadro 30 de los ensayos regionales, realizados en el año 1994.

La evaluación del sintético 1, se realizó en los ensayos regionales de raps de invierno sembrados en la temporada 1994-95. En el ensayo se incluyen las variedades doble cero de mayor potencial de rendimiento y aceite y la línea Sv- 0218 a partir de la cual fue seleccionado el sintético 1.

El sintético 1 presentó un rendimiento de grano estadísticamente igual al cultivar Sv-0218 y Mikado (cero erúcico) en las líneas de Carillanca, Collipulli (suelo rojo) y Santa Bárbara. El sintético 1 presentó un rendimiento estadísticamente inferior a los cultivares doble cero Olymp, Liberty y Sv- 0521 en las localidades de Colipulli (suelo rojo arcilloso) y Carillanca, y, se comportó estadísticamente igual en la localidad de Santa Bárbara (Cuadro 30).

El contenido de aceite del sintético I resultó ser estadísticamente igual al obtenido por Sv-0218 en las localidades de Collipulli (suelo rojo arcilloso) y Santa Bárbara y fue estadísticamente inferior en la localidad de Carillanca. Las variedades doble cero Duetol, Liberty y Mikado superaron en forma estadísticamente significativa al presentado por Sv-0218. (Cuadro 30).

CuadroN° 30 : Rendimiento de grano (qq/há), y contenido de aceite ; Sintetico 1 y Sintetico 2.
Temporada 1994/95.

Variedad	Carillanca		Collipulli Suelo Rojo		Sta. Barbara	
	Rendimiento	Cont. Aceite	Rendimiento	Cont. Aceite	Rendimiento	Cont. aceite
Duetol	43.82 a	45.87 bc	34.77 cde	42.14 de	39.16 abcd	49.09 bc
Mikado	33.98 d	46.25 b	41.02 ab	45.44 a	36.22 cde	50.04 a
Liberty	43.13 a	46.52 ab	41.95 a	44.29 ab	40.94 abcd	49.95 a
Sv.-0521	41.57 a	43.88 fg	38.11 abc	40.89 ef	40.97 abcd	47.41 e
Sintetico 2	39.49 abc	44.65 def	35.28 bcd	42.09 de	40.91 abc	48.62 cd
Sv.-0218	40.49 abc	44.79 def	32.53 cde	40.37 f	41.27 ab	48.46 cd
Sintetico 1	35.31 cd	43.61 g	30.21 def	40.21 f	40.91 abc	48.62 cd
Olymp	40.94 ab	45.11 cde	30.77 def	39.66 f	41.66 a	49.65 ab
Coef. variación	9.45974	1.58050	12.2510	2.5231	8.692	1.0109
Valor de F	4.79**	16.83**	5.49**	13.03	3.07**	18.55**

Nota : Estos resultados corresponden a parte de los tratamientos de los ensayos de raps de invierno realizados en suelo trumao plano, delomaje y rojo arcilloso (anexos 1 - 2 - 4 - 5 - 7 y 8).

Cultivar Sv-0521

La selección poblacional realizada en el cultivar Sv- 0521, sigue el mismo procedimiento de la línea Sv-0218. La síntesis del trabajo de selección realizada en el cultivar Sv-0521 es la siguiente :

- a) Siembra macroparcels 1.000 m². Seleccionar y cosechar 750 plantas en forma individual. Selección de 168 líneas por contenido de aceite.
- b) Estudio de las progenies de 168 líneas. Selección por contenido de aceite, rendimiento y aspecto agronómico de 34 líneas para formar el nuevo cultivar al cual se le denominó como sintético 2.
- c) La tercera etapa del método empleado es la evaluación del nuevo cultivar en los ensayos regionales.

La evaluación del sintético 2 se realizó en los ensayos regionales de raps de invierno sembrados en la temporada 1994/95. En estos ensayos se compara la productividad del sintético 2 con el Sv-0521 a partir del cual fue seleccionado y se incluye además las variedades doble cero de mayor potencial de rendimiento de grano y aceite.

El sintético 2 presentó un rendimiento de grano estadísticamente semejante al cultivar Sv- 0521, Duetol y Olymp en las tres localidades del

ensayo. Asimismo el sintético muestra un rendimiento estadísticamente igual a Liberty en las localidades de Carillanca y Santa Bárbara (Cuadro 30).

El contenido de aceite del sintético 2 resultó ser estadísticamente equivalente al Sv-0521 en las localidades de Carillanca y Collipulli (suelo rojo arcilloso) y aparece como estadísticamente superior en la localidad de Santa Bárbara. El sintético 2 presenta un contenido de aceite estadísticamente inferior a las variedades doble cero Liberty y resulta ser errático con respecto a Duetol y Olymp (cuadro 30).

Conclusiones

La selección por planta individual realizada en los cultivares Sv-0218 y Sv-0521 para mejorar la característica de bajo contenido de aceite, no resultó ser efectiva, puesto que las líneas obtenidas no superaron el contenido de aceite de las poblaciones originales.

Recomendaciones

Los avances de mejoramiento para contenido de aceite, a través de este método es muy pequeño en cada ciclo de selección, como sucedió con el Sintético 2, pero se logró avanzar (0,5% a 1%).

Al inicio de este proyecto no existían en el mercado variedades de raps doble cero con alto contenido de aceite por lo cual tenía vigencia el uso de este método. En la actualidad no es recomendable.

DETERMINACION DE PERDIDAS CAUSADAS POR SCLEROTINIA
SCLEROTIORUM (LIB.) DE BRAY EN RAPS (*Brassica napus* L.), EN
DIFERENTES LOCALIDADES DE LA VII Y IX REGION

Introducción

Aún cuando se considera un cultivo relativamente sano, de las enfermedades reportadas y/o observadas asociadas al cultivo, el pie negro y la esclerotiniosis o pudrición blanca, representan las principales enfermedades de este cultivo (Cuadro 31).

Cuadro 31. Registro de las enfermedades reportadas afectando al cultivo de Raps (*Brassica napus* L.) en Chile.

Enfermedad	Agente causal	Importancia relativa
Esclerotiniosis	(<i>Sclerotinia sclerotiorum</i>)	Alta ¹
Pie negro	(<i>Phoma lingam</i>)	Media
Alternariosis	(<i>Alternaria brassicae</i> /A. <i>brassicicola</i>)	Baja
Cercosporiosis	(<i>Pseudocercospora capsellae</i>)	Baja
Mildiú	(<i>Peronospora parasitica</i>)	Baja
Pudrición gris	(<i>Botritis cinerea</i>)	Baja
Hernia	(<i>Plasmiodiophora brassicae</i>)	Baja

¹: En raps de invierno.

Las investigaciones realizadas a nivel mundial sobre enfermedades que atacan la planta del raps han sido concentradas en la esclerotiniosis y pie negro de acuerdo a la importancia económica que ellas representan en la producción de esta oleaginosa. Esta prioridad tomó mayor relevancia a partir del inicio de la etapa de localización del raps (1970) habiéndose duplicado los esfuerzos con la aparición de las variedades doble cero.

Las primeras variedades doble cero eran altamente susceptibles al ataque de pie negro (*Leptosphaeria maculans*), debido a que la fuente de calidad genética eran susceptibles a esta enfermedad (Cv. Bronowsky). Sin embargo, en la actualidad las variedades de raps tipo doble cero tienen incorporado genes de tolerancia con lo cual se logró solucionar una de las dos enfermedades de mayor importancia que atacan esta oleaginosa.

Las investigaciones realizadas en fitomejoramiento a la fecha no han logrado incorporar genes de tolerancia a la esclerotiniosis en raps a partir de las fuentes existentes, por lo cual se hace necesario recurrir a métodos de control preventivos y curativos.

El objetivo principal de esta unidad experimental, es evaluar las pérdidas causadas por esclerotiniosis (*Sclerotinia sclerotiorum* (Lib)) de BY sobre raps de invierno (*Brassica napus* L.).

MATERIALES Y METODOS

La investigación se realizó durante las temporadas 1991 y 1992, sobre siembras comerciales de raps existentes en diferentes localidades de la zona centro sur y sur. Se incluyeron cinco sitios distribuidos en cuatro localidades : Mulchén (VIII región), Traiguén, Lautaro y Temuco (IX región).

Se realizaron ocho ensayos cuya ubicación fue la siguiente :

- Mulchén Camino El Morro km 28 Fundo Santa Rosa (1991)
- Traiguén Fundo El Castillo (1991-1992)
- Lautaro Camino Brasil km 14 (1992)
- Lautaro Camino Brasil km 9 (1991)
- Santa Bárbara Fundo Corcovado (1992)
- Temuco CRI-Carillanca (1991-1992)

En cada uno de ellos se consideró una superficie de 2000 m² (100 m × 20 m), la cual se dividió en dos sectores (50 m x 20 m).

En cada uno, se realizaron aplicaciones del fungicida Folicur 259 E.C. (Tebuconazole 500 g i.a/ha) desde inicio de floración - 1/3 floración del cultivo, en cuatro oportunidades y cada 15 días ; y el otro sector se dejó como testigo sin fungicida.

Las aplicaciones de fungicidas se realizaron con una motobomba de espalda marca Hardi , tipo k90 de 5 HP, con un gasto equivalente a 200 lts. de agua por hectárea.

El diseño experimental correspondió a un diseño en bloques completos no randomizados con 6 repeticiones por localidad.

La incidencia de la enfermedad fue registrada a través de la determinación del porcentaje de plantas infectadas por repetición. Se consideró como planta enferma, aquella que presentaba el síntoma característico de pudrición blanca en el eje principal y/o secundario. En la cosecha del cultivo se evaluó el rendimiento de grano y peso de 1000 granos. El contenido de aceite se determinó con un equipo de resonancia magnética nuclear.

La significancia estadística para las variables de respuestas (rendimiento de grano, peso de 1000 granos y contenido de aceite) fue determinada a través de pruebas de t, considerando cada localidad como un ensayo independiente.

En forma complementaria y para estimar el techo o potencial de pérdidas de rendimiento que causa la enfermedad, se tomaron en una de las localidades 10 muestras constituidas por grupos de 10 plantas, tanto para aquellas sanas como enfermas.

Resultados

Incidencia de la enfermedad

Para la temporada 1991-1992 en los diferentes sitios de evaluación (Mulchén, Traiguén, Lautaro y Temuco) los niveles de incidencia de la enfermedad expresados como porcentaje de plantas enfermas fluctuaron en promedio entre 0 y 39,55%. En los sitios que presentaron un mayor nivel de infección, el fungicida Folicur presentó una significativa reducción de la incidencia de la enfermedad tanto en las dosis como en la frecuencia utilizada (cuadro 32).

En la temporada 1992-1993, los niveles de incidencia de la enfermedad fluctuaron en promedio entre 10,8% y 61,5%. El fungicida Folicur causó una significativa reducción en la incidencia de la enfermedad en todos los sitios evaluados.

Efecto en el rendimiento

En la temporada 1991-1992, al comparar el tratamiento con y sin fungicida no se observaron diferencias significativas en el rendimiento de grano en todos los sitios de evaluación. En cambio en 1992, la esclerotiniosis afectó el rendimiento de grano en forma significativa en los tratamientos que no recibieron control con fungicida en las localidades de Traiguén, Lautaro y Temuco. (cuadro 33).

Los resultados obtenidos mostraron que la esclerotiniosis sufre gran variación entre localidades. Probablemente existen ciertos factores de

manejo que son determinantes, ya que la incidencia de la enfermedad guarda cierta relación con los mayores niveles de productividad del cultivo.

Las pérdidas fundamentalmente van a depender de la incidencia de la enfermedad y del estado de desarrollo del cultivo en el momento en que se produzca la infección. Aparentemente, y en la medida que exista una mayor coincidencia entre la antesis de la planta y las condiciones óptimas para el desarrollo del hongo, existiría un mayor ataque.

Efecto en la calidad del grano

El peso de 1000 granos fue reducido significativamente por la esclerotiniosis sólo en la localidad de Traiguén, en ambas temporadas. (Cuadro 34).

El contenido de aceite fue afectado en forma significativa por la esclerotiniosis solamente en las localidades de Traiguén en 1991 y en la localidad de Temuco en 1992. (Cuadro 35)

Cuadro 32. Incidencia de S. sclerotiorum (% de plantas enfermas) según localidades. (Carillanca, Temporada 91-92).

	1991		1992	
	Control °	sin Control	Control °	Sin Control
Sta. Bárbara	-----	10.68 *	-----	1.61
Mulchén	0.0	-----	0.0	-----
Traiguén	2.10	61.51 *	9.95 *	3.98
Lautaro	0.20	57.06 *	1.16	37.2
Temuco	10.57	23.65 *	39.97 *	5.24

° (tebuconazol 0.5 kg/há) 3 aplicaciones de Folicur desde 1/3 floración y cada 15 días.

* Diferencias significativas 5%, Prueba de t.

La estimación del potencial de pérdidas se indica en el cuadro 22. La comparación entre el rendimiento para un total de 100 plantas sanas y 100 plantas enfermas, indican que el techo de pérdidas que la enfermedad causa es de aproximadamente un 30 %. (Cuadro 36).

Cuadro 33. Incidencia de S. sclerotiorum y su efecto en el rendimiento de grano. (Carillanca, Temporada 91-92).

	1991				1992			
	Ptas. enfermas(%)		Rend. (qq/ha)		Ptas. enfermas(%)		Rend. (qq/ha)	
	C/F	S/F	C/F	S/F	C/F	S/F	C/F	S/F
Sta. Barbara	-----	-----	-----	-----	1.61	10.68	35.90	32.25
Mulchen	0.0	0.0	16.27	14.44	-----	-----	-----	-----
Traiguén	2.10	9.95 *	31.87	30.04	3.98	61.51	23.70	14.12 *
Lautaro	0.20	1.16	21.62	23.60	37.21	57.06	27.33	22.79 *
Temuco	10.57	39.55 *	36.44	33.54	5.24	23.66	34.68	26.92 *

* Diferencias significativas 5%, Prueba de t.

C/F 4 aplicaciones de Tebuconazole(0.5 kg/ha) desde floración y cada 15 días.

S/F Sin aplicación de fungicida.

Cuadro 36. Estimación del potencial de pérdidas de rendimiento de grano causado por *S. sclerotiorum* en Raps de invierno.(Carillanca, Temp.1991-92).

Incidencia enfermedad (%)	Rendimiento* (gr/planta)	Pérdidas (%)
0.0	28.45	-----
100.0	19.90	30.1

- Promedio de 100 plantas analizadas.

Cuadro 23 Incidencia de *S. sclerotiorum* y su efecto en la calidad de grano.
(Carillanca Temporada 1991).

	Plantas enfermas (%)		Peso de 1000 granos			
	C/F	S/F	1991		1992	
	C/F	S/F	C/F	S/F	C/F	S/F
Sta.Barbara	0.00	0.00	4.59	4.50	4.31	4.18
Mulchen	0.00	0.00	4.42	4.91	-----	-----
Traiguén	2.10	9.95 *	3.71	3.29	3.74	2.99 *
Lautaro	0.20	1.16	3.84	4.46	3.55	3.23
Temuco	10.57	39.55*	4.03	4.08	5.32	4.94

* Diferencias significativas 5%, Prueba de t.

C/F 4 aplicaciones de Tebuconazole(0.5 kg/ha) desde floración y cada 15 días. S/F Sin aplicación de fungicida.

Cuadro 35.- Incidencia de S. sclerotiorum y su efecto en el contenido de aceite. (Carillanca Temporada 1991-92).

	Plantas enfermas (%)		Contenido de aceite (%)			
	C/F	S/F	1991	1991	1992	1992
			C/F	S/F	C/F	S/F
Sta.Barbara	0.00	0.00	53.5	52.8	52.4	51.86
Mulchen	0.00	0.00	50.7	50.6	-----	-----
Traiguén	2.10	9.95 *	52.3	51.9	53.85	49.21 *
Lautaro	0.20	1.16	50.5	49.6	53.42	52.77
Temuco	10.57	39.55*	50.0	48.5 *	53.24	49.45

* Diferencias significativas 5%, Prueba de t.

C/F 4 aplicaciones de Tebuconazole(0.5 kg/ha) desde floración y cada 15 días.

S/F Sin aplicación de fungicida.

Los resultados obtenidos, indican que la sclerotiniosis sufre gran variación entre localidades. Al parecer existirían ciertos factores de manejo que son determinantes, ya que la incidencia de la enfermedad guarda cierta relación con los mayores niveles de productividad del cultivo.

La significativa reducción de la enfermedad a través del uso del fungicida foliar Tebuconazole (0.5 kg/ha) aplicado entre inicio a 1/3 de floración, confirma la efectividad del producto empleado.

La falta de un mayor control en aquellos sitios donde la enfermedad se presentó con mayor intensidad (Temuco y Traiguén) estaría relacionada con un leve retraso en la primera aplicación (1/3 floración), ya que se considera como momento óptimo los primeros inicios de floración, ya que este estado de desarrollo del cultivo precede al periodo en que la infección se inicia y cuando la canopia llega a ser tan densa que el fungicida no penetra a las partes bajas de la planta.

La baja relación entre los niveles de ataque expresados como porcentaje de plantas enfermas y las variables, rendimiento de grano ,peso de 1000 granos y contenido de aceite, sugieren cuantificar la enfermedad a través de índices de severidad.

Conclusiones

La esclerotiniosis (*sclerotinia sclerotiorum*) presentó un techo potencial de pérdida (estimado) de 30%, el cual compromete la productividad de las canolas de carencia a nivel mundial de variedades con tolerancia a la esclerotiniosis, implica contemplar estrategias efectivas y económica de control de la enfermedad.

Recomendaciones

El productor de raps debe contemplar una estrategia de control, que contemple medidas que tiendan a reducir los factores predisponentes y otras orientadas a un control directo.

Medidas culturales : rotación de cultivos, uso de semillas de buena calidad que este libre de esclerocios, reducir la presencia y/o sobrevivencia de esclerocios.

Control químico : Actualmente en países extranjeros a través del uso de fungicidas se ha logrado un control satisfactorio de la enfermedad. Las características epidemiológicas de la enfermedad, la existencia de fungicidas apropiados, y el costo económico que involucra esta práctica, ha determinado que se tienda a realizar una sobre aplicación en la temporada con resultados efectivos y económicamente rentables.

Se recomienda finalmente realizar más investigación en el control químico de la enfermedad.

ESTUDIO EXPLORATORIO DEL EFECTO DE ENMIENDAS CALCAREAS Y DE FERTILIZANTES NITROGENADOS DE DISTINTA REACCION SOBRE EL RENDIMIENTO DEL RAPS EN SUELOS, EN PROCESO DE ACIDIFICACION, DE LA IX REGION

Introducción

La acidificación de los suelos es un proceso natural que ocurre en éstos a través del tiempo, como consecuencia de la acción de la pluviometría, y que conduce a la pérdida de bases. En los suelos volcánicos del sur de Chile, este proceso se ha intensificado durante los últimos años por causas de origen antrópico, tales como laboreo excesivo del suelo, no reposición de bases de intercambio, aplicaciones de altas dosis de nitrógeno, uso indiscriminado de fertilizantes amoniacales (fosfatos de amonio, nitrato de amonio) y de aquellos generadores de amonio.

En general la acidez de los suelos limita el crecimiento de las plantas producto de una acción combinada de factores, que incluyen la toxicidad de aluminio, manganeso e hidrógeno y la deficiencia de calcio, magnesio, fósforo y molibdeno. No obstante esto, en los suelos ácidos, el factor limitante del crecimiento de mayor importancia es el aluminio soluble. La toxicidad por aluminio restringe el desarrollo radicular de las plantas, a

consecuencia de lo cual las raíces disminuyen el volumen de suelo a explorar y son ineficientes en la absorción de agua y nutrientes.

Dentro de los cultivos tradicionales, el raps es una planta sensible a las condiciones de acidez del suelo debido en parte a su arquitectura radicular y a la elevada extracción de nutrientes que efectúa desde el suelo.

En la actualidad, existe escasa información disponible acerca del uso de fertilizantes nitrogenados de distinta reacción y del uso de enmiendas u de otros factores en el cultivo del raps, en los suelos volcánicos de la IX Región.

Por lo anteriormente señalado se procedió a estudiar en forma exploratoria, el efecto de algunas variables que inciden en el comportamiento del cultivo del raps en tres suelos volcánicos de esta región, caracterizados por presentar diferente grado de acidez entre sí.

II. Metodología General

El estudio se efectuó en tres localidades de la IX Región: Cunco, Pailahueque y Vilcún.

1. Localidad Cunco

El suelo de esta localidad es un Andisol Pemehue, caracterizado por presentar una baja capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE), bajo nivel de suma de bases y bajo tenor de saturación de aluminio. Aún cuando este suelo presenta una bajo nivel de acidez, éste muestra un notorio desbalance de cationes de intercambio, lo cual puede observarse en el Cuadro 37. El calcio, potasio y magnesio de intercambio se encuentran en un nivel considerado como bajo.

Cuadro 37. Características químicas del suelo Pemehue. Cunco (1993).

Parámetro químico	Valor
Ca int. *	2,3
K int. *	0,25
Mg int. *	0,25
Na int. *	0,15
Al int. *	0,09
Suma bases *	2,99
CICE *	3,08
Saturación Al **	2,9
* (me/100g)	
** (%)	

En este experimento se utilizó un diseño de parcelas subdivididas con cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en niveles de cal

(0-1-2-4-8 ton/ha), los subtratamientos consistieron en variedades de raps de hábito primaveral (Printol y Global) y los sub-subtratamientos consistieron en fuentes de nitrógeno: Urea (reacción ácida), Nitram (reacción moderadamente ácida) y salitre sódico (reacción básica). En cada una de las fuentes-N consideradas, se utilizó una dosis de nitrógeno equivalente a 220 Kg N/ha.

También se adicionó una fertilización base equivalente a 200 Kg de P_2O_5 /Ha (superfosfato triple); 100 Kg de K_2O /Ha, 100 Kg S/Ha y 80 Kg MgO/Ha (sulpomag). La siembra del experimento se realizó el 13 de septiembre de 1993.

2. Localidad Pailahueque

El suelo de esta localidad es “transicional”, con características intermedias entre andisoles y ultisoles. Este suelo posee una baja suma de bases y una baja capacidad de intercambio catiónico efectiva (CICE). A diferencia del suelo de la localidad de Cunco, éste se caracteriza por presentar un elevado tenor de aluminio de intercambio y un alto porcentaje de saturación de aluminio. Los altos valores de estos dos últimos parámetros permiten indicar que este suelo presenta un alto nivel de acidez, el cual sería consecuencia del uso prolongado de fertilizantes amoniacales o de aquellos generadores de amonio en este suelo. Las características químicas del suelo se muestran en el Cuadro 38.

Cuadro 38. Características químicas del suelo transicional. Pailahueque, 1994.

Parámetro químico	Valor
pH agua	5,3
Ca int. *	2,1
Mg int. *	0,5
Suma bases *	3,4
Al int. *	1,3
CICE *	4,7
Saturación Al **	27,0
* (me/100g)	
** (%)	

En este experimento se usó un diseño de parcelas subdivididas con cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en dosis de cal (0 y 4 ton/ha), los subtratamientos consistieron en variedades de raps de hábito invernal (Idol, Lirajet, Mikado, Libraska y RC 10015/91) y los sub-subtratamientos consistieron en fuentes de nitrógeno: Urea (reacción ácida) y Salitre sódico (reacción básica). Se utilizó una fertilización nitrogenada equivalente a 220 Kg de N/Ha. Además se aplicó una fertilización base equivalente a 200 Kg de P_2O_5 /Ha ; 100 Kg de K_2O /Ha, 100 Kg de S/Ha y 80 Kg de MgO/Ha. La siembra del experimento se efectuó el 13 de abril de 1994.

3. Localidad Vilcún

El suelo de esta localidad es “transicional”, el cual presenta características intermedias entre andisoles y ultisoles. Este suelo presenta un bajo tenor de suma de bases y de Calcio y Magnesio intercambiable. El porcentaje de saturación de aluminio se encuentra en un nivel medio, lo que determina a su vez un nivel medio de acidez, que limita la expresión normal del potencial productivo del raps. Las características químicas del suelo se presentan en el Cuadro 39.

Cuadro 39. Características químicas del suelo transicional. Vilcún, 1994.

Parámetro químico	Valor
Ca int. *	3,23
K int. *	0,20
Mg int. *	0,96
Na int. *	0,16
Suma bases *	4,54
Al int. *	0,47
CICE *	5,01
Saturación Al **	9,5
* (me/100g)	
** (%)	

Con este experimento se utilizó un diseño de parcelas divididas con cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en dosis de cal (0-0,5-1-2-4-6 ton/ha) y los subtratamientos consistieron en fuentes de nitrógeno : Urea, Nitroplus y Salitre Sódico. Se utilizó una fertilización nitrogenada equivalente a 220 Kg de N/Ha. También se aplicó una fertilización base equivalente a 200 Kg de P_2O_5 /Ha, 100 Kg de K_2O /Ha, 100 Kg de S/Ha y 80 Kg de MgO /Ha. La siembra del experimento se efectuó el 30 de agosto de 1994. Se usó la variedad de raps de hábito primaveral denominada “Volcán”.

III. Resultados

1. Localidad Cunco

En este experimento hubo un efecto significativo, en promedio, de los niveles de cal sobre el rendimiento de raps de Primavera, siendo la dosis 2 ton Cal/Ha aquella que condujo a un rendimiento significativamente superior al alcanzado con el testigo 0 Cal (Cuadro 40).

Cuadro 40.- Efecto promedio de la dosis de Cal sobre el rendimiento de raps de primavera.

Dosis Cal (ton/ha)	Rendimiento grano (qq/ha)*
0	27,7 b
1	28,4 ab
2	31,5 a
4	30,5 ab
8	29,5 ab

* letras diferentes indican diferencias significativas (Duncan, $P \leq 0,01$)

A su vez, las fuentes nitrogenadas, en promedio, no se diferenciaron en términos de rendimiento entre sí.

Similar situación ocurrió con el efecto promedio de las variedades, donde no hubo diferencias de rendimiento entre las variedades Printol y Global.

2. Localidad Pailahueque

En esta localidad hubo un efecto significativo de la cal, en promedio, sobre el rendimiento de grano. La variedad Idol fue aquella que condujo a un rendimiento significativamente inferior al logrado con las variedades Mikado, Lirajet, Libraska y Línea RC-10015/91 (Cuadro 41). La variedad Mikado mostró un comportamiento superior al resto de las variedades de raps, aunque no significativo, lo que aparentemente podría indicar que esta variedad sería más tolerante a condiciones de suelos ácidos.

Cuadro 41.- Efecto promedio de las variedades sobre el rendimiento de raps de invierno.

Variedad	Rendimiento grano (qq/ha)*
Mikado	26,1 a
Lirajet	26,1 a
Libraska	25,7 a
RC-10015/91	24,8 a
Idol	19,4 b

* letras diferentes indican diferencias significativas (Duncan, $P \leq 0,05$)

Por otra parte, se observó que el efecto de la fuente-N sobre el rendimiento depende del nivel de cal considerado. En condiciones de ausencia de encalado la adición de salitre conduce a un rendimiento de grano significativamente mayor que el logrado con la adición de Urea. En condiciones de adición de encalado (4 ton/Ha) el uso de salitre no conduce a diferencias significativas de rendimiento con aquel logrado con la utilización de Urea (Cuadro 42).

Cuadro 42.- Efecto de la fuente de nitrógeno, en función del encalado, sobre el rendimiento de grano del raps.

Cal (ton/ha)	Fuente-N	Rendimiento grano (qq/ha)
0	Salitre	22,9 a
	Urea	19,0 b
4	Salitre	28,6 a
	Urea	27,1 a

* letras diferentes indican diferencias significativas (Duncan, $P \leq 0,05$)

3. Localidad Vilcún

En esta localidad no hubo un efecto significativo de las fuentes de nitrógeno sobre el rendimiento (Cuadro 43).

Cuadro 43.- Efecto de las fuentes-N, en promedio, sobre el rendimiento de grano del raps. Vilcún, 1994.

Fuente-N	Rendimiento grano (qq/ha)*
Urea	28,1 a
Salitre	26,9 a
Nitroplus	28,0 a

* letras diferentes indican diferencias significativas (Duncan, $P \leq 0,05$)

Por otra parte, se observó un efecto significativo de la cal, en promedio, sobre el rendimiento de grano. Al respecto, se apreció que la dosis 1 ton/ha es aquella que condujo a un rendimiento significativamente superior al obtenido con el testigo y con la dosis 0,5 ton/ha. Las dosis de cal superiores a 1 ton/ha no condujeron a incrementos significativos del rendimiento respecto del alcanzado con dicha dosis (Cuadro 44).

Cuadro 44.- Efecto de la dosis de Cal, en promedio, sobre el rendimiento.
Vilcún, 1994.

Dosis Cal (ton/ha)	Rendimiento grano (qq/ha)*	
0	26,1	b
0,5	25,5	b
1	28,3	a
2	28,9	a
4	28,7	a
6	28,5	a

* letras diferentes indican diferencias significativas (Duncan, $P \leq 0,05$)

IV. Conclusiones

- La aplicación de Cal condujo a un incremento significativo del rendimiento de grano del raps en :
 - suelos transicionales con acidez media y alta.
 - en andisoles con niveles muy bajos de acidez y con bajo nivel de bases de intercambio.

- El uso de fuentes nitrogenadas de reacción básica (salitre) no condujo en promedio, a diferencias significativas de rendimiento respecto de aquellos logrados con la utilización de fuentes-N de reacción ácida y moderadamente ácida (urea, nitroplus, respectivamente), en suelos con acidez media y en aquellos que presentan bajo nivel de suma de bases.
- En condiciones de suelo de alta acidez y sin aplicación de cal, se observó que la aplicación de salitre sódico determinó un mayor rendimiento de grano que el logrado con la adición de urea. En este mismo suelo y con adición de Cal, se apreció que la aplicación de salitre no determinó diferencias significativas de rendimiento con el logrado con la aplicación de urea.
- Se detectó una variedad de raps de hábito invernal muy sensible a niveles altos de aluminio en el suelo : Idol. A la vez, se detectó que la variedad Mikado aparentemente sería más tolerante a dicho problema que la anterior y que las restantes variedades evaluadas (Lirajet, Libraska, Línea RC 10015/91), aún cuando el rendimiento alcanzado con ella no se diferenció significativamente del alcanzado con estas últimas.

V. RECOMENDACIONES A FUTURO

Esta línea experimental debería continuarse a futuro. Se debería incorporar estudios básicos de suelos y planta, además de estudios de campo en diferentes suelos/Zona Agroecológica de la región. Lo anterior es importante, ya que es necesario aumentar el conocimiento acerca de este problema, con la finalidad de aminorar su impacto en la productividad actual y futura de los cultivos de la IX Región.

ESTUDIO EXPLORATORIO DEL EFECTO DE DOSIS Y FORMAS DE APLICACION DE POTASIO SOBRE EL RENDIMIENTO DE RAPS EN ANDISOLES PLANOS DEL VALLE CENTRAL DE LA IX REGION

I. Introducción

En la literatura se indica que los suelos con niveles de potasio intercambiable inferiores a 0,3 me/100 g serían deficientes en este elemento. En consecuencia en ellos cabría esperar una respuesta a la fertilización potásica de diferente magnitud y en estrecha asociación con la mineralogía del suelo.

Los Andisoles planos del Valle central de la IX Región se ubican con mayor frecuencia en niveles de K intercambiable inferiores al nivel crítico antes citado.

La información disponible acerca de la fertilización potásica del raps en los suelos de la IX Región, es muy escasa.

Basado en lo anteriormente señalado se procedió a estudiar, de manera exploratoria, el efecto de la aplicación de potasio y el de la forma en que ésta se efectúa sobre el rendimiento de raps en dos andisoles planos,

caracterizados por presentar bajos niveles de potasio intercambiable en el suelo.

II. Metodología General

El estudio se efectuó en un suelo Vilcún, ubicado en el Centro Regional de Investigación Carillanca, durante las temporadas 1993/94 y 1994/95. En ambas temporadas el suelo utilizado se caracterizó por su bajo contenido de potasio intercambiable.

1. Temporada 1993/94

Las características químicas del suelo utilizado en esta temporada, se presentan en el Cuadro 45.

Cuadro 45.- Características químicas del suelo Vilcún. 1993.

Parámetro químico		Valor
P Olsen	(ppm)	20
K int.	(ppm)	76
pH agua		6,2

En esta temporada se utilizó el cultivar de raps de invierno Global , el cual fue sembrado el 24 de agosto de 1993.

A la vez, en este experimento se utilizó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos consistieron en dosis-K (0-40-80-120-160 Kg de K_2O /Ha) y formas de aplicación de potasio (100% al surco; 100% voleo inmediatamente después de la siembra; 50% al surco + 50% al voleo; 100% al voleo en el estado de roseta). La fertilización base consistió en 180 Kg de N/Ha (Urea), 200 Kg de P_2O_5 /Ha (superfosfato triple) y 300 Kg de fertiyeso/Ha (aplicado al voleo al estado de una hoja verdadera).

2. Temporada 1994/95

Las características químicas del suelo usado en esta temporada se muestran en el Cuadro 46.

Cuadro 46. Características químicas del suelo Vilcún. 1994.

Parámetro químico		Valor
P Olsen	(ppm)	25
K int.	(ppm)	104
pH agua		6,4

En esta temporada se utilizó un cultivar de raps de invierno (Idol) el cual fue sembrado el 24 de abril de 1994.

A su vez, en este experimento se usó un diseño de bloques al azar con cuatro repeticiones. Los tratamientos, al igual que en la temporada 1993/94, fueron : dosis-K (0-40-80-120-160 Kg de K_2O /ha) y formas de aplicación de potasio (100% al surco; 100% al voleo inmediatamente después de la siembra; 50% al surco+50% al voleo; 100% al voleo en el estado de roseta). La fertilización base consistió en 180 Kg de N/ha (Urea, aplicada al voleo inmediatamente después de la siembra), 200 Kg de P_2O_5 /Ha (Superfosfato triple) y 300 Kg de fertiyeso/Ha (aplicado al voleo al estado de una hoja verdadera).

III. Resultados

En ambas temporadas, no se observó un efecto de la dosis de potasio sobre el rendimiento del raps. En este sentido cabría suponer que el suelo suministró potasio desde otras “fracciones de K” del suelo, permitiendo esto en consecuencia que las plantas se abastecieran adecuadamente de este nutriente, independientemente de la dosis de K aplicada. Esto explicaría la ausencia de respuesta a la fertilización potásica en este suelo durante las dos temporadas evaluadas.

Aún cuando, no se observó un efecto significativo de la forma de aplicación de potasio, sobre el rendimiento, se aprecia, como tendencia, que la aplicación de K en un 100% al surco conduciría a un mayor rendimiento, que las restantes formas de aplicación-K evaluadas.

También se apreció que la aplicación de cloruro de potasio (en distintas dosis) al surco no condujo aparentemente a problemas de fitotoxicidad en la germinación, emergencia y posterior desarrollo de las plantas.

IV. Conclusiones

- En ambas temporadas se observó que en el suelo Vilcún, caracterizado por su bajo contenido de potasio intercambiable, no hubo efecto de la dosis de potasio y de la forma de aplicación de éste sobre el rendimiento de grano del raps.
- Esta ausencia de respuesta probablemente se basó en un suministro adecuado de potasio para las plantas, proveniente desde otras fracciones de K del suelo.
- La aplicación de potasio localizado en un 100% al surco no produjo aparentemente problemas de fitotoxicidad, independientemente de la dosis de este elemento considerada.

V. Recomendación a futuro

Debería desarrollarse a futuro una línea de estudios básicos del potasio en suelos teóricamente deficientes en éste, de modo de establecer cabalmente cuál es su capacidad de suministro de K bajo diferentes condiciones de suelo, planta y medio ambiente.

TOLERANCIA DEL RAPS A DIFERENTES HERBICIDAS COMERCIALES UTILIZADOS EN POSTEMERGENCIA

Introducción

Uno de los factores de producción importantes en el cultivo del raps es el control de malezas, ya que éstas pueden disminuir considerablemente el rendimiento de grano, al competir con las plantas de raps por elementos nutritivos, agua y luz, lo que se ha cuantificado en diversos trabajos de investigación efectuados por el INIA en la IX Región, que indican pérdidas de aproximadamente un 35%. Sin embargo, también existen otros beneficios del control de malezas, tales como facilitar la cosecha y obtener granos sin impurezas, con un adecuado contenido de humedad y mayor peso específico.

Tradicionalmente, los métodos de control de malezas utilizados en este cultivo han sido el mecánico-manual (con azadón) y el químico. Actualmente, la mayoría de los productores de raps utilizan herbicidas para controlar las malezas más comunes, exceptuando especies crucíferas como rábano, yuyo y mostacilla, las que son eliminadas manualmente, pues no existen herbicidas que puedan controlarlas. El control químico se realiza con herbicidas aplicados en presembrado, preemergencia o postemergencia, aunque en la actualidad, la mayoría de los productores acostumbran a controlar las malezas en postemergencia, esto es, después

de la emergencia de éstas y el cultivo. Al mismo tiempo, existe una tendencia creciente a mezclar dos o más herbicidas con el objetivo de controlar con una sola aplicación un mayor número de especies. Por ejemplo, es común el uso de mezclas de dos herbicidas como picloram y clopiralid, los cuales son recomendados para controlar hoja ancha y también mezclas de picloram + clopiralid más un tercer herbicida como haloxyfop metil, para controlar simultáneamente malezas de hoja ancha y gramíneas. La razón de mezclar picloram y clopiralid se debe a que tienen un efecto de control de malezas de hoja ancha que es complementario. Por ejemplo, clopiralid es eficaz en manzanillón no ocurriendo lo mismo con picloram. También, existe la tendencia de adicionar a las mezclas un coadyuvante para mejorar la acción de control de cada uno de los herbicidas que la componen. Tratamientos como los indicados se han originado en empresas que comercializan pesticidas y no en centros de investigación, esto es, no tienen un respaldo científico.

Desde hace algunos años, se ha venido observando que el uso de algunas de estas mezclas pueden ocasionar alteraciones en el normal desarrollo de la planta de raps, desconociéndose si la planta es capaz de recuperarse plenamente o, si dicho efecto, se traduce en pérdida del rendimiento de grano y producción de aceite. Por esta razón, se estimó conveniente realizar un trabajo de investigación para determinar el origen del problema, sus efectos y proponer las soluciones pertinentes.

Metodología utilizada

Se efectuaron cuatro ensayos, todos en el campo experimental del CRI Carillanca, en condiciones ambientales naturales, y durante tres temporadas agrícolas sucesivas (Cuadro 47).

Cuadro 47. Número de ensayos realizados, cultivares de raps utilizados y fecha de siembra.

Temporada agrícola	Nº ensayos	Cv.raps	Hábito crecimiento	Fecha siembra
1992-1993	1	Global	Primaveral	29 sept.
1993-1994	2	Printol	Primaveral	7 y 8 sept.
1994-1995	1	Duetol	Invernal	29 abril

Para todos los ensayos, los herbicidas y dosis utilizadas fueron comunes y correspondieron a haloxyfop metil 0,062 y 0,124 kg/ha, conocido comercialmente como Galant Plus; clopiralid 0,164 kg/ha, conocido comercialmente como Lontrel; y picloram 0,036 kg/ha, conocido comercialmente como Tordon 24-K. Cada uno de estos herbicidas fue aplicado solo y en mezcla, y en algunos casos, se les adicionó un coadyuvante, dando origen a nueve tratamientos herbicidas, los que se incluyen en los Cuadros con los resultados. Como tratamiento de comparación, se incluyó en todos los ensayos, un testigo en que no se aplicó herbicida.

Debido a que el objetivo de esta investigación fue determinar única y exclusivamente posibles efectos negativos de los herbicidas en el cultivo y

no la eficacia de control de malezas de éstos, las malezas que emergieron espontáneamente en los ensayos fueron controladas con sucesivas limpiezas manuales, para evitar cualquier interferencia en los resultados.

Todos los tratamientos herbicidas evaluados, esto es, los herbicidas y las dosis, corresponden a los utilizados comúnmente por los productores de raps. Respecto a la época en que fueron aplicados, se consideró la óptima en relación al desarrollo del cultivo, esto es, aplicar los herbicidas cuando las plantas de raps presentan aproximadamente 4-5 hojas, excepto en uno, de los dos ensayos efectuados en la temporada 1993-1994, en que se determinó aplicar los herbicidas tardíamente con el objetivo de conocer el comportamiento del cultivo y los herbicidas en esta situación (Cuadro 48).

Cuadro 48. Estado de desarrollo de las plantas raps en la fecha de aplicación de los herbicidas.

Temporada	Ensayo N°	Desarrollo
1992-1993	1	4-5 hojas
1993-1994	1	4 hojas
	2	5-11 hojas
1994-1995	1	4-6 hojas

Resultados obtenidos

Temporada 1992-1993

En esta primera temporada del estudio, todos los tratamientos herbicidas aplicados, exceptuando clopiralid, ocasionaron fitotoxicidad en la planta de raps cv. Global, aunque la magnitud, dependió del tratamiento (Cuadro 49). A los 10 días después de la aplicación, la fitotoxicidad fue mayor por efecto de la mezcla de haloxylop metil+picloram y todas las mezclas de haloxyfop metil+clopiralid+picloram, con y sin los coadyuvantes Citroliv y Citowett (Cuadro 49). Los síntomas observados en la planta correspondieron a retardo del crecimiento, curvatura de los bordes de las hojas y leve amarillez. Estos síntomas alcanzaron su máxima expresión a los 10 días después de la aplicación, para posteriormente disminuir progresivamente, hasta ser apenas perceptibles a los 17 días después de la aplicación.

Los datos de rendimiento (Cuadro 49) indican que, no hubo diferencias estadísticamente significativas ($P \leq 0,05$) entre los distintos tratamientos, exceptuando cuando se aplicó sólo picloram, por cuya acción, se observó un efecto depresivo en el rendimiento de grano igual a 5,2 qqm/ha (24%), en relación al obtenido en el tratamiento testigo sin herbicida. Cuando se aplicó haloxylop metil + picloram, el rendimiento de grano también fue menor al del testigo, en este caso, en 2,6 qqm/ha, aunque no fue estadísticamente diferente.

Cuadro 49. Notas visuales de fitotoxicidad, rendimiento y peso de 1000 granos de raps cv. Global. CRI-Carillanca, 1992-1993.

Herbicidas	Dosis (Kg/ha)	Fitotoxicidad ³ 10 DDA ⁴	17 DDA ⁴	Peso 1000 granos (g)	Rendimiento (gqm/ha)
Haloxypol-metil	0,062	5,0	0	3,26 e	20,9 ab
Haloxypol-metil	0,124	13,8	1,3	3,37 cde	20,2 ab
Clopiralid	0,164	0	0	3,48 abcd	19,9 ab
Picloram	0,036	6,3	0	3,30 de	16,2 c
Haloxypol-clopiralid	0,062+0,164	5,0	0	3,54 abc	22,0 a
Haloxypol-picloram	0,062+0,036	27,5	3,1	3,41 bcde	18,8 b
Haloxypol+clopiralid+picloram	0,062+0,164+0,036	16,3	5,6	3,65 a	19,7 ab
Haloxypol+clopiralid+picloram+Citro ¹	0,062+0,164+0,036	22,5	5,0	3,62 a	19,6 ab
Haloxypol+clopiralid+picloram+Cito ²	0,062+0,164+0,036	26,3	6,3	3,56 ab	19,8 ab
Testigo sin herbicida	0	0	0	3,30 de	21,4 ab
F Tratamiento			**	**	
Coficiente variación (%)			3,3	8,0	

Cifras con una letra común, indica que no son estadísticamente diferentes (Duncan, $\leq 0,05$)

1 Corresponde a Citroliv Miscible 0,5 lt/ha

2 Corresponde a BASF Citowett 0,5 lt/ha

3 Escala 0-100% en que 0% corresponde a ausencia de síntomas en la planta y 100% a destrucción completa de la planta

4 DDA indica días después de la aplicación.

Temporada 1993-1994

Ensayo 1.- (época aplicación normal). En este ensayo, todos los tratamientos herbicidas evaluados ocasionaron fitotoxicidad en la planta de raps cv. Printol (Cuadro 50), cuyos síntomas correspondieron a los ya descritos para la temporada 1992-1993. La intensidad de los síntomas dependió del tratamiento herbicida, siendo mayor con haloxyfop-metil aplicado solo y las distintas mezclas de dos y tres herbicidas (Cuadro 50). La máxima expresión de los síntomas se observó a los 4 días después de la aplicación, período a partir del cual disminuyó gradualmente con todos los tratamientos herbicidas, excepto cuando se aplicó sólo picloram, en que hubo un incremento de la fitotoxicidad en las evaluaciones realizadas a los 9 y 20 días después de la aplicación. Sin embargo, después de los 20 días, hubo un descenso gradual de ésta con todos los tratamientos, incluyendo aquel en que se aplicó sólo picloram.

Los datos del peso seco de la parte aérea y radicular de la planta de raps determinado a los 14 días después de la aplicación, muestran que hubo un efecto depresivo en el peso de las raíces por efecto de todos los tratamientos herbicidas, respecto al obtenido en el tratamiento testigo sin herbicida, y que los menores valores del peso de la parte aérea se obtuvieron cuando se aplicó sólo picloram y la mezcla de haloxyfop metil+clopiralid+picloram+Citowett (Cuadro 50). Sin embargo, dichos efectos en la planta no afectaron el rendimiento de grano, el que no presentó diferencias estadísticamente significativas entre ninguno de los

tratamientos herbicidas evaluados, ni entre éstos respecto al testigo sin herbicida.

Ensayo 2.- (época aplicación tardía). En este ensayo, contrariamente a lo que se esperaba, por haberse aplicado tardíamente los herbicidas, el nivel de fitotoxicidad a los 9 días después de la aplicación, fue similar al del **ensayo 1**. Los tratamientos que ocasionaron una mayor y más persistente fitotoxicidad fueron picloram, la mezcla de haloxyfop metil+picloram, y las distintas mezclas de haloxyfop metil+clopiralid+picloram (Cuadro 51).

El rendimiento de grano y peso de los 1000 granos no presentó diferencias significativas entre ninguno de los tratamientos evaluados (Cuadro 51). Sin embargo, hubo tendencia a obtener un mayor peso de los 1000 granos con picloram, haloxyfop metil+picloram y todas las mezclas de haloxyfop metil+clopiralid+picloram. Destaca el hecho de que por efecto de estos mismos tratamientos, la fitotoxicidad observada en la planta fue mayor, lo que sugiere que el mayor peso de los 1000 granos en estos tratamientos pudo deberse a un efecto compensatorio de la planta, como consecuencia de algún efecto reductivo en algunos componentes del rendimiento, tales como el número de silicuas por planta y el número de granos por silicua, los que no fueron evaluados.

Temporada 1994-1995

En las evaluaciones de fitotoxicidad realizadas a los 19-26 y 33 días después de la aplicación de los herbicidas (Cuadro 52), por efecto de todos los tratamientos herbicidas se observó fitotoxicidad en la planta de raps cv. Duetol, exceptuando cuando se aplicó haloxyfop metil en la dosis baja, clopiralid y la mezcla de haloxyfop metil+clopiralid. Los tratamientos que ocasionaron una mayor y más persistente fitotoxicidad fueron picloram y todas las mezclas conteniendo picloram (Cuadro 52). La sintomatología fue igual a la observada en los ensayos realizados en las temporadas previas y sólo visible por un corto período.

No hubo diferencias significativas para rendimiento entre ninguno de los tratamientos herbicidas, ni entre estos tratamientos con el testigo sin herbicida (Cuadro 53), lo que indica que los diversos tratamientos herbicidas no afectaron este parámetro. Sin embargo, tanto el peso de los 1000 granos como el contenido de aceite presentaron diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 53). Los resultados obtenidos indican que el contenido de aceite fue inferior por efecto de todos los tratamientos herbicidas, aunque sólo levemente. Por el contrario, el peso de los 1000 granos en estos mismos tratamientos fue mayor, aunque también sólo levemente. Sin embargo, cuando se aplicaron las mezclas de haloxyfop-metil+clopiralid+picloram, el peso del grano fue mayor.

Conclusiones

Todos los tratamientos herbicidas evaluados ocasionaron fitotoxicidad visible en la planta de raps. Los resultados sugieren que este efecto en la planta es independiente del cultivar utilizado y del estado de desarrollo del cultivo en el momento en que son aplicados. La fitotoxicidad se caracteriza por curvatura de los bordes de las hojas, cambio de color de éstas, de verde normal a verde pálido y retardo del crecimiento de la planta de raps. Esta sintomatología se manifiesta más rápidamente en cultivares primaverales que en invernales, y fue solamente temporal, ya que desapareció gradualmente al poco tiempo después de la aplicación. Los resultados obtenidos demostraron también la existencia de un efecto depresivo en el desarrollo de las raíces de la planta.

En general, el nivel de fitotoxicidad observado en la planta fue leve, ya que no sobrepasó el 30% en la escala utilizada (0-100%). Sin embargo, consistentemente la fitotoxicidad fue mayor y más persistente cuando se aplicó solo picloram y las mezclas conteniendo este herbicida, lo que sugiere por una parte, una mayor susceptibilidad del cultivo a este herbicida, y por otra, una mayor susceptibilidad del cultivo a mezclas de dos a tres herbicidas, conteniendo picloram. El uso de coadyuvantes como Citroliv o Citowett, también aumentaron la susceptibilidad de la planta.

Recomendaciones

Además de los herbicidas postemergentes como los evaluados, también se recomiendan en raps herbicidas residuales que son aplicados inmediatamente antes o después de la siembra, sobre suelo sin vegetación. Estos herbicidas controlan malezas durante el proceso de germinación, permitiendo que el cultivo emerja y se desarrolle sin malezas en los estados en que es más susceptible a la competencia. Actualmente, dos son los herbicidas con estas características, napropamida (Devrinol) y trifluralina (Treflan). Ambos productos controlan numerosas malezas de hoja ancha y algunas gramíneas, además, son tolerados en excelente forma por el cultivo del raps.

Recomendaciones

Considerando los resultados obtenidos en este trabajo de investigación, parece lógico en adelante, hacer hincapié entre los productores de raps, las ventajas de utilizar napropamida y/o trifluralina como tratamientos preventivos de control de malezas en raps.

Respecto al uso de herbicidas postemergentes, debería continuarse recomendándolos, aunque preferentemente, como tratamientos complementarios de los herbicidas y sin el uso de coadyuvantes.

PRINCIPALES PLAGAS DEL RAPS EN LA ZONA SUR

Alfonso Aguilera P.
Nilo Lizama A.
Ingenieros Agrónomos
CRI-INIA Carillanca.

Al hacer un análisis general de la literatura nacional, referida a las plagas del raps en Chile, se aprecia que son pocos los autores que han abordado el tema.

González et al (1973), en el primer catálogo de plagas agrícolas de Chile, menciona seis especies de insectos como plagas del raps, principalmente pulgones y lepidópteros, entre los cuales cita al pulgón de las crucíferas (Brevicoryne brassicae) y a la polilla de las crucíferas (Plutella xylostella).

Artigas (1973), en un estudio sobre insectos que atacan plantas oleaginosas en Chile, refiriéndose al raps desde Talca a Osorno, hace una clasificación de 22 especies de insectos asociadas al cultivo, presentando aquellos que se encuentran con frecuencia en la parte subterránea, raíces y tallos ; en hojas y tallos ; en el tallo floral, flores y silicuas, concluyendo que los mas importantes corresponden al pulgón del raps y a la cuncunilla

o polilla de la vid (Copitarsia consueta), no mencionándose a la polilla de las crucíferas en su listado y comentarios.

Artigas & Angulo (1973) aportan con un estudio biológico de la cuncunilla y su importancia como plaga en raps.

Carrillo y Palma (1978) estudiando la biología de uno de los pocos dípteros drosófilos considerados como plagas agrícolas (Scaptomyza multispinosa) en Chile, se refieren al raps como uno de los hospederos de este minador foliar.

Neira (1978) presenta 15 especies asociadas al raps, aportando antecedentes biológicos de la mariposa blanca de la col (Pieris brassicae), del pulgón de las crucíferas y polilla de las crucíferas. Al referirse a los pulgones, incluyendo el pulgón verde (Myzus persicae) que puede presentarse asociado con el de las crucíferas, citando a Weber et al (1986), menciona que son opuestas en su respuesta a cultivares de raps con contenidos de glucosinolatos distintos. Otro aspecto importante al que se refiere este autor (Neira,1978 citando a Sun et al, 1986) está relacionado con los altos niveles de resistencia que ha mostrado la polilla de las crucíferas a distintos grupos de insecticidas como organofosforados, carbamatos, piretroides y organoclorados. Citando a Perng & Sun (1987) señala que están siendo estudiados productos químicos que interfieren con la síntesis de la quitina como las benzofenil

ureas, mostrando una clara selectividad hacia el insecto al cual va dirigida la aplicación.

Al revisar el trabajo de Perng et al (1988) ya se evidenciaba, en pruebas de laboratorio, la probable resistencia de la polilla de las crucíferas a uno de los insecticidas a base de benzofenil ureas.

González (1989), en su texto sobre Insectos y Acaros de Importancia Agrícola y Curenitaria en Chile, mantiene en seis el número de especies de plagas en raps, destacando como primarias al pulgón y a la polilla de las crucíferas.

Prado (1991) en lista 11 especies de insectos asociadas al raps, coincidiendo con otros autores que las plagas primarias del cultivo corresponden al pulgón y a la polilla de las crucíferas. Esta última según Artigas (1994) puede provocar un potencial de pérdida del 60%.

Incidencia y Control del Pulgón de las Crucíferas (Homoptera : Aphididae).

Para realizar los estudios propuestos se empleó la metodología que a continuación se explicita.

En el campo experimental del CRI-INIA Carillanca, ubicado en el

kilómetro 10, del camino Cajón-Vilcún, a 200 m.s.n.m. se establecieron dos ensayos para alcanzar los objetivos planteados en este experimento.

Un ensayo se efectuó con raps de invierno y otro con raps de primavera.

Raps de Invierno

Cultivar : Duetol

Dosis de siembra: 6 kg/ha

Fecha de siembra: 20 de abril de 1994

Fertilización : 240 u/ha de P₂O₅

94 u/ha de K₂O

62 u/ha de S

18 u/ha de Mg

170 u/ha de N

La fertilización se aplicó 1/3 a la siembra y 2/3 al estado de roseta (23.08.1994)

Diseño Experimental: Bloques completos al azar con cuatro repeticiones.

Tamaño de parcelas : 6 x 3,5 m

Separación entre parcelas: 2 m

Separación entre bloques : 3 m

Separación entre hileras : 35 cm

Sobre la hilera: continua

Tratamientos

Pirimicarb (Pirimor): 300 gr PC/ha

Imidacloprid (NTN) : 500 gr PC/ha

Dimitoato+clorpirifos (Salut): 1 l PC/ha

Monocrotofos+fenvarelate (Azomark): 600 cc PC/ha

Demeton-S-metil (Metasystox): 1 l PC/ha

Testigo, sin aplicación de insecticidas.

En este ensayo el demeton-S-metil se aplicó como preventivo y curativo. Como preventivo se efectuaron dos aplicaciones durante el mes de octubre de 1994 (06.10.1994 y 28.10.1994)

El 22 de noviembre de 1994 se efectuó la aplicación de todos los productos. Antes de hacer esta aplicación se hizo una contabilización previa de pulgones. A los 5 días de realizada la aplicación nuevamente se contabilizaron pulgones en cada tratamiento.

La cosecha se efectuó en 19 de enero de 1995, determinándose rendimiento y peso de 1000 granos, considerando la producción de las tres hileras centrales de cada parcela.

Raps de Primavera

Cultivar : Tornado

Dosis de siembra : 5,5 kg/ha

Fecha de siembra : 26 de septiembre de 1994.

Fertilización: Similar al ensayo de invierno, pero los fertilizantes se aplicaron todos a la siembra.

Diseño experimental : Similar al ensayo de invierno

Tamaño de parcelas : Similar al ensayo de invierno

Separación entre hileras: Similar al ensayo de invierno

Separación entre bloques: Similar al ensayo de invierno

Tratamientos

Se emplearon los mismos productos ensayados durante la época invernal. En esta ocasión todos los productos se aplicaron cuando aparecieron las primeras colonias de pulgones (29.12.1994).

Para efectuar esta aspersión de insecticidas se tomó en consideración, además, que el raps estuviese en período de post floración.

Posterior a la aplicación se contabilizó pulgones a los 5 días.

Una segunda aplicación se llevó a cabo el 13 de enero de 1995, con una contada previa y otra después de 5 días.

En esta época fue necesario hacer dos aplicaciones contra la polilla del raps. Plutella xylostella (L.) (Lepidoptera: Plutellidae).

La primera se efectuó el 22 de noviembre de 1994 utilizando clorpirifos en formulación 4EC, a una dosis de 1,5 l/ha de producto comercial.

La segunda aplicación se efectuó el 9 de diciembre de 1992 con asinfosmetil, formulación 35 WP, 2 kg/ha de producto comercial.

La cosecha se hizo el 23 de febrero de 1995, considerando para la evaluación los mismos factores establecidos para el raps de invierno.

Resultados obtenidos

En el Cuadro 54, correspondiente a raps de invierno, se presenta el resultado de las contadas efectuadas antes de la aplicación en los distintos tratamientos,

no existiendo diferencias significativas entre ellos, respecto al número de colonias de B. brassicae en cada tratamiento.

El número de pulgones por colonia alcanzó un promedio de $46,6 \pm 26,68$ (14-97).

Cinco días después de efectuada la aplicación se mantiene la no existencia de diferencias significativas entre los tratamientos (Cuadro 55). Sin embargo, se aprecia una disminución en el número de colonias, incluyendo el testigo. Esta baja en el número de colonias podría atribuirse a la lluvia de 6,9 mm el día anterior a la contabilización.

Efectuada la contabilización en los días siguientes, se registró una caída pluviométrica de 66,8 mm; con un total de 105,9 mm en el mes. Se estima que debido a estas condiciones no se produjo un incremento en el número de colonias por tratamiento, no siendo necesario una nueva aplicación.

En cuanto a rendimiento y peso de los 1000 granos (Cuadro 56 y 57) no se aprecia diferencia significativa entre los tratamientos.

En los Cuadros 58 al 63, se presentan los resultados correspondientes al raps de primavera cv. Tornado. En este caso la diferencia de contada respecto a colonias de B. brassicae antes de la primera aplicación no fue significativa, estableciéndose un promedio de 99,8 colonias por tratamiento con $85 \pm 32,95$ pulgones por colonia.

Al comparar la época invernal con la de primavera, la población de pulgones es 10 veces mayor en esta última, considerando que la contabilización se hizo posterior a la floración.

Cinco días después de efectuada la primera aplicación de los insecticidas se aprecia una reducción en cuanto al número de colonias en los tratamientos con insecticidas y una menor cantidad de pulgones por colonias, equivalente a 54,25. Solamente el tratamiento testigo mantuvo, antes y después de las aplicaciones sobre 100 colonias.

Como se aprecia en el Cuadro 59 se establecieron diferencias significativas en cuanto a cantidad de colonias de pulgones y efectividad de los productos. En cuanto al número de colonias no hubo diferencia estadística entre imidacloprid y el testigo; sin embargo al considerar la efectividad de los insecticidas, todos ellos presentaron diferencias significativas respecto al testigo no tratado, siendo imidacloprid el con menor efectividad y significativamente distinto al resto de los productos.

Debido al incremento en el número de colonias, después de diez días de efectuada la primera aplicación (Cuadro 60), se determinó hacer una segunda aplicación cuyos resultados después de cinco días de efectuada la aspersión, aparecen en el Cuadro 61. Esta nueva situación es muy similar a la anterior, aunque sólo se manifiesta un mayor número de colonias para todos los

tratamientos, decreciendo, en algunos casos, levemente la efectividad de los insecticidas, manteniéndose las diferencias significativas con respecto a la primera aplicación.

El Cuadro 62, muestra que al analizar los rendimientos obtenidos en los tratamientos, no se obtuvo diferencias significativas entre ellos. Esto indicaría que las poblaciones de pulgones no tuvieron incidencia en los rendimientos, bajo las condiciones en que se efectuó el experimento. En términos absolutos con el insecticida pirimicarb se obtuvo una mayor producción, aunque no fue el más efectivo.

Al analizar el peso de los 1000 granos (Cuadro 63), no se producen diferencias estadísticamente significativas entre los tratamientos; sin embargo en términos absolutos con demeton-S-metil se obtuvo el mayor peso.

Cuadro 54. Colonias de pulgones antes de la aplicación en los tratamientos para raps de invierno.

Tratamientos	Colonias de pulgones (X)
Pirimicarb	11,25
Imidacloprid	9,00
Dimetoato + clorpirifos	8,50
Monocrotofos + fenvarelato	8,50
Testigo	7,75
Demeton-S-metil	5,00
Promedio General	8,33

Cuadro 55. Colonias de pulgones cinco días después de la aplicación de los tratamientos para raps de invierno.

Tratamientos	Colonias de pulgones (X)
Pirimicarb	0
Dimetoato + clorpirifos	0
Monocrotofos + fenvarelato	0
Demeton-S-metil	0
Imidacloprid	0,25
Testigo	1,50
Promedio General	0,29

Cuadro 56. Rendimiento de raps de invierno (Duetol) con distintos tratamientos de insecticidas para el control de B. brassicae

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)
Testigo	3.809,5
Pirimicarb	3.650,8
Dimetoato + clorpirifos	3.650,8
Imidacloprid	3.492,1
Monocrotofos + fenvalato	3.492,1
Demeton-S-metil	3.333,4
Promedio General	3.561,1

Cuadro 57. Peso de 1.000 granos en raps de invierno (Duetol) en distintos tratamientos con insecticidas para el control de B. brassicae

Tratamientos	Peso de 1000 granos (gr)
Monocrotofos + fenvalato	4,953
Demeton-S-metil	4,903
Testigo	4,709
Dimetoato + clorpirifos	4,675
Imidacloprid	4,641
Pirimicarb	4,590
Promedio General	4,745

Cuadro 58. Colonias de pulgones antes de la primera aplicación en los tratamientos para raps de primavera.

Tratamientos	Colonias de pulgones (X)
Testigo	103,5
Dimetoato + clorpirifos	101,3
Monocrotofos + fenvalato	100,3
Demeton-S-metil	98,5
Imidacloprid	92,0
Pirimicarb	79,8
Promedio General	99,8

Cuadro 59. Colonias de pulgones y efectividad de cinco días después de la primera aplicación de los tratamientos para raps de invierno.

Tratamientos	Colonias de pulgones (X)	Efectividad (Abbott)
Demeton-S-metil	0,0 a	100,0 a
Dimetoato + clorpirifos	0,0 a	100,0 a
Pirimicarb	0,0 a	100,0 a
Monocrotofos + fenvalato	1,0 a	99,8 a
Imidacloprid	69,3 b	15,0 b
Testigo	102,0 b	0,0 c
Promedio general	28,58	69,08

Cuadro 60. Colonias de pulgones antes de la segunda aplicación en los tratamientos para raps de primavera.

Tratamientos	Colonias de pulgones (X)
Monocrotofos + fenvalato	21,0 a
Pirimicarb	23,3 a
Demeton-S-metil	33,3 ab
Dimetoato + clorpirifos	34,8 ab
Imidacloprid	98,0 ab
Testigo	118,8 b
Promedio General	54,83

Cuadro 61. Colonias de pulgones y efectividad cinco días después de la segunda aplicación de los tratamientos para raps de primavera.

Tratamientos	Colonias de pulgones (X)	Efectividad (Abbott)
Monocrotofos + fenvalato	5 a	95,29 a
Pirimicarb	8 a	93,87 a
Demeton-S-metil	8,3 a	93,05 a
Dimetoato + clorpirifos	13,3 a	90,61 a
Imidacloprid	109 b	31,49 b
Testigo	152,3 b	0,00 c
Promedio General	49,29	80,86

Cuadro 62. Rendimiento raps de primavera (Tornado) con distintos tratamientos de insecticidas para el control de B. brassicae

Tratamientos	Rendimiento (kg/ha)
Pirimicarb	3.691,5
Monocrotofos + fenvalato	3.610,4
Demeton-S-metil	3.610,4
Dimetoato + clorpirifos	3.358,7
Imidacloprid	3.328,6
Testigo	3.119,9
Promedio General	3.469,7

Cuadro 63. Peso de 1.000 granos en raps de primavera (Tornado) con distintos tratamientos de insecticidas para el control de B. brassicae.

Tratamientos	Peso de 1000 granos (gr)
Demeton-S-metil	3,8
Monocrotofos + fenvalato	3,7
Pirimicarb	3,6
Testigo	3,6
Dimetoato + clorpirifos	3,6
Imidacloprid	3,4
Promedio General	3,6

Conclusiones obtenidas y recomendaciones propuestas.

De acuerdo a los resultados obtenidos, para siembras de raps de invierno, la incidencia de los pulgones no fue relevante, con una densidad de 0,37 colonias/m² , para las parcelas testigo que no recibieron aplicación de insecticidas. Por efecto de las lluvias primaverales el promedio de las colonias de pulgones en el tratamiento testigo bajó a 0,07/m².

En esta época de siembra no hubo diferencia significativa entre los tratamientos en cuanto al grado de eficacia de los insecticidas ; tampoco en rendimiento, ni en el peso de los 1000 granos.

Si fuese necesario controlar colonias de pulgones en siembras de invierno, sólo sería necesario una aplicación de insecticida sistémico selectivo para áfidos.

En raps de primavera las parcelas testigo alcanzaron una densidad de 7,25 colonias/m² cuando el mejor de los tratamientos con insecticida presentaba una densidad de 0,24 colonias /m² , después de la segunda aplicación.

Tanto en la primera aplicación como en la segunda, cuatro de los cinco productos aplicados presentaron diferencia significativa con el el testigo, con un grado de eficacia sobre el 90%.

Los niveles de ataque señalados, en siembras de primavera, no comprometieron el rendimiento, ni el peso de los 1000 granos. Esto

indicaría que los niveles de pulgones en raps de primavera no inciden estadísticamente en el rendimiento.

Si fuese necesario controlarlos, con dos aplicaciones se conseguiría este objetivo, según las condiciones del área de influencia del CRI-INIA Carillanca.

Trabajos futuros debieran considerar la determinación de los niveles críticos que provocan caída significativa del rendimiento.

Resumen ejecutivo. Tanto en raps de invierno como en raps de primavera, en el área de influencia del CRI-INIA Carillanca, en la IX Región, el pulgón de las crucíferas no tuvo incidencia significativa en el rendimiento ni en el peso de los 1000 granos ; siendo los productos sistémicos ensayados significativamente distintos al testigo en cuanto al grado de eficacia, sólo en siembras de primavera.

Preferencia de la Polilla de las Crucíferas (Lepidoptera : Plutellidae)

A Tipos de Raps.

Para determinar la preferencia de la polilla de las crucíferas a cultivares de raps mejorados, según el contenido de ácido erúcico y glucosinolatos, se empleó la metodología que a continuación se describe.

Con la polilla de las crucíferas, en el CRI-INIA Carillanca, bajo condiciones semicontroladas de laboratorio e invernadero y uso de cámaras bioclimáticas mantenidas a temperatura constante de 21° C y un

fotoperiodo de 16724 hr de luz, se efectuó entre marzo de 1994 y marzo de 1995 estudios del ciclo vital, oviposición y preferencia alimentaria en seis cultivares de raps. Tres correspondieron a raps de invierno y tres de primavera. Para cada tipo de raps se utilizó un cultivar tradicional un canola y un cero erúcico (Cuadro 64).

Características de los cultivares utilizados

- a) Matador
 Hábito de crecimiento : Invernal
 Precocidad : Tardía
 Altura de planta : 1,70-1,80 m.
 Calidad de aceite: 42,0% de ácido erúcico.
 Contenido de glucosinolatos : Sobre 120 micromoles/g.

- b) Silvia
 Hábito de crecimiento : Invernal
 Precocidad : Tardía
 Altura de planta : 1,70-1,80 m.
 Calidad de aceite: Libre de ácido erúcico.
 Contenido de glucosinolatos : Menos de 30 micromoles/g.

- c) Ñielol
 Hábito de crecimiento : Invernal
 Precocidad : Precoz
 Altura de planta : 1,60-1,70 m.
 Calidad de aceite: 7% de ácido erúcico.
 Contenido de glucosinolatos : Sobre 40 micromoles/g.

- d) Norin 16
 Hábito de crecimiento : Primavera
 Precocidad : Tardía
 Altura de planta : 1,50-1,60 m.
 Calidad de aceite: 35,7% de ácido erúcico.

Contenido de glucosinolatos : 90-100 micromoles/g.

- e) Tornado
 - Hábito de crecimiento : Primavera
 - Precocidad : Tardía
 - Altura de planta : 1,70-1,80 m.
 - Calidad de aceite: Libre de ácido erúico.
 - Contenido de glucosinolatos : Menos de 30 micromoles/g.
- f) Rapa Nui
 - Hábito de crecimiento : Primavera
 - Precocidad : Muy tardía
 - Altura de planta : 1,40-1,70 m.
 - Calidad de aceite: Libre de ácido erúico.
 - Contenido de glucosinolatos : Sobre 70 micromoles/g.

Antes de iniciar los estudios del ciclo vital, oviposición y preferencia a los distintos tipos de raps, se colectó en diferentes sementeras de raps ejemplares larvarios de la polilla de las crucíferas, los que se mantuvieron en crianza, uniformando su dieta alimentaria con repollo cv. Corazón de buey, bajo condiciones de laboratorio e invernadero; utilizando para ello envases de plástico sellados con una película de cloruro de polivinilo y mantenidos en cámaras bioclimáticas, hasta la emergencia de los adultos.

Con estos adultos se iniciaron los estudios del ciclo vital, oviposición y preferencia alimentaria para determinar la susceptibilidad al polilla de las crucíferas de los distintos tipos de raps.

Estudio del ciclo vital en cultivares de raps

El ciclo vital se estudió bajo condiciones controladas, en cámara bioclimática solo en cultivares de raps de invierno utilizando 20 individuos por cultivar, a partir de huevo y criados individualmente en recipientes de plástico circulares de 7,0 cm de diámetro por 8,3 cm de alto, con papel absorbente hidratado en su interior y sellado con una película de cloruro de polivinilo (Cuadro 65). El cambio de alimento se efectuó cada dos o tres días hasta completar el ciclo.

Cuadro 64. Cultivares de raps utilizados en los estudios de preferencia con polilla de las crucíferas.

Tipo de raps	Invierno	Primavera
Tradicional	Matador	Norin 16
Canola	Silvia	Tornado
Cero erúcico	Ñielol	Rapa Nui

Cuadro 65. Condiciones de temperatura y humedad relativa durante los estudios de preferencia de polilla de las crucíferas.

Temperatura máxima promedio	25,4 °C
Temperatura mínima promedio	13,7 °C
Temperatura media	19,6 °C
Humedad relativa promedio a las 09:00 hrs.	65,5 %
Humedad relativa promedio a las 17:00 hrs.	47,3 %
Humedad relativa media	52,7 %

Estudio de oviposición

Para determinar la relación de oviposición de la polilla de las crucíferas en los diferentes cultivares se utilizó una batería de Flanders convencional en cuyo interior se acondicionaron envases de plástico de 6,5 cm de diámetro y 8,3 cm de alto con agua y provistos de una tapa hermética a través de la cual, mediante un orificio ajustado se dispuso un tallo de raps, con hojas correspondiente a un determinado cultivar. Para cada cultivar se dispuso de tres hojas o envases, distribuidos al azar en el interior de la batería Flanders, liberándose 35 adultos de la polilla de las crucíferas obtenidos de la crianza en repollo. Después de 10 días se contabilizó la cantidad de huevos en cada hoja.

Estudio de preferencia alimentaria

En este estudio se utilizó la metodología propuesta por Ahmad (1983)¹; conocida como la prueba del disco, modificada de acuerdo a las condiciones existentes en el Laboratorio de Entomología del CRI-INIA Carillanca. Este estudio se llevó a cabo con material larvario para cada uno de los estadios, en envases herméticos circulares de plástico, de 17,5 cm de diámetro y 9,0 cm de alto, cubierto con una película de cloruro de polivinilo. En su interior papel secante hidratado en cuya superficie se colocaron tres círculos de hojas de raps, de 2,5 cm de diámetro para cada cultivar, liberándose en cada envase

¹ AHMAD, S. 1983. *Herbivorous Insects; Host seeking behavior and Mechanisms*. Academic Press (Orlando, USA). 257 p.

10 larvas del mismo estadio por repetición, anteriormente mantenidas en crianza con repollo cv. Corazón de buey. Para medir el área de consumo larvario se utilizó un integrador de área foliar marca Licor, Model 300-A.

Resultados obtenidos

El ciclo vital de la polilla de las crucíferas determinó la existencia de cuatro estadios larvarios, basado en la medición del ancho de la cápsula cefálica, expresado en milímetros; primer estadio con 0,150; segundo estadio con 0,225; tercer estadio 0,375 y cuarto estadio 0,60. El período larvario más corto se registró en el cv. Matador con 15,93 días; con Nielol el ciclo vital duró 18,10 días y con el cv. Silvia se completó en 19,08 días; determinando diferencia significativa en Matador con respecto a los otros dos cultivares. Respecto al período de pupación no hubo diferencias significativas en relación a los cultivares, siendo de todas maneras más corto en Matador con 6,5 días y más largo en Silvia y Nielol con 7,1 y 7,6 días respectivamente.

Esto indicaría que en los cultivares con mayor contenido de glucosinolatos el ciclo vital tiene un período significativamente más corto respecto al ciclo que se desarrolla en cvs. con menor contenido de glucosinolatos. Al evaluar la postura no se determinó preferencia significativa entre los distintos cultivares de invierno y primavera, de acuerdo a la metodología utilizada en este ensayo, como se puede apreciar en el Cuadro 66.

Respecto a la preferencia alimentaria, los resultados obtenidos varían según el estadio larvario del insecto.

Para el primer estadio larvario la evaluación de consumo foliar se hizo de manera estimativa, mediante un análisis estadístico no paramétrico debido a la imposibilidad de hacer mediciones instrumentales con el integrador de área foliar; sin embargo para este caso se estimó contar el número de larvas en cada variedad (Cuadro 67), estableciéndose diferencias significativas entre Matador y Norin 16 con respecto a Silvia y Tornado. Con respecto a Rapa Nui y Nielol no se manifestaron diferencias significativas entre ellas ni en los otros cultivares.

En los estadios segundo, tercero y cuarto, evaluadas las áreas de consumo foliar por cultivar, no se manifiestan diferencias significativas entre los tratamientos, existiendo una alta variabilidad en las pruebas realizadas, por lo cual no fue posible establecer una clara tendencia en la preferencia de estos estadios (Cuadro 68).

Cuadro 66. Oviposición de P. xyllostella en cultivares de raps.

Cultivares de raps	Postura * (N° de huevos)	
Rapa Nui	$60 \pm 48,47$	
Tornado	$42 \pm 11,56$	
Matador	$41 \pm 29,81$	
Silvia	$36 \pm 1,41$	
Ñielol	$34 \pm 12,03$	
Norin 16	$31 \pm 27,34$	
Postura promedio en el ensayo	$40 \pm 28,32$	C.V.78,47%

* Se aproximó a números enteros

Cuadro 67. Larvas de primer estadio de la polilla de las crucíferas, por cultivar.

Cultivar	Número de larvas * (X)	
Matador	$3 \pm 0,00$	
Norin 16	$2 \pm 0,57$	
Rapa Nui	$2 \pm 0,57$	
Ñielol	$2 \pm 0,57$	
Silvia	$1 \pm 0,57$	
Tornado	$1 \pm 0,17$	
Número de larvas promedio por cultivar en el ensayo	$2 \pm 1,06$	C.V. 44,85%

* Se aproximó a números enteros

Cuadro68. Area (cm²) dañada por la polilla de las crucíferas (L2, L3 y L4) en distintos cultivares de raps.

Cultivares	Area Dañada (cm ²)		
	L2	L3	L4
Total			
Matador	0,17	2,4	1,4
3,97			
Norin 16	0,06	2,7	2,1
4,86			
Ñielol	0,36	2,5	0,82
3,68			
Rapa Nui	0,07	1,5	0,53
2,10			
Silvia	0,07	3,3	4,30
7,67			
Tornado	0,10	2,4	0,83
3,33			

Conclusiones obtenidas y recomendaciones propuestas.

En los cultivares doble cero, el ciclo vital se cumplió en un periodo de tiempo mayor que en las variedades tradicionales. A su vez, el primer estadio larvario presentó preferencia por los cultivares tradicionales. Estas dos situaciones indicaría que los cultivares que tienen mayor contenido de glucosinolatos y ácido erúxico son mas susceptibles al ataque de la polilla de las crucíferas.

Los resultados obtenidos sugieren estudiar, en condiciones de campo, la incidencia de la polilla de las crucíferas en cultivares con distinto contenido de glucosinolatos y ácido erúxico, para corroborar los antecedentes de las experiencias efectuadas bajo condiciones semicontroladas de laboratorio e invernadero.

La no preferencia puede ser un valioso elemento a considerar en el control y manejo integrado de la plaga.

Resumen ejecutivo El ciclo vital de la polilla de las crucíferas fue significativamente mas largo en los cultivares doble cero y el primer estadio larvario manifestó preferencia significativa por los cultivares tradicionales.

Nota Breve : Acaro en Raps.

La literatura nacional no registra como plagas a ácaros en raps. En junio de 1995, en la VIII Región, el ingeniero agrónomo Nilo Lizama A. colectó, en la precordillera de Los Angeles, sector Santa Bárbara, en el predio del señor Luis Veloso, en una superficie de 35 ha. con cero labranza, muestras de raps del cultivar Liberty que presentaban un intenso plateado en las hojas. En ellas se observó abundantes ácaros pardo negruzcos, con largas patas rojizas, estructura bucal del mismo color y una mancha protuberante del mismo color en la parte posterior del abdomen.

Se observó que al remover las plantas, los ácaros se dejaban caer al suelo. Bajo condiciones de laboratorio se hizo un estudio de sintomatología de sintomatología para determinar si el plateado de las hojas correspondía a la acción de los ácaros. Para ello se utilizaron plantas sanas y en las hojas se colocaron 25 ácaros. Después de 48 horas se observó la presencia del plateado y bajo el microscopio esteroescópico binocular se comprobó la acción dañina de los ácaros al alimentarse de la lámina foliar.

Al comprobarse las lesiones causada por estos organismos, se incluyeron en alcohol etílico 75 y en ácido láctico. En estas condiciones los ácaros fueron enviados al SAG de Curicó donde fueron estudiados por la especialista Lourdes Peralta A., quien determinó que correspondían a la especie Penthaleus major (Dujes), perteneciente a la familia Penthaleidae. Este ácaro ha sido registrado atacando chicoria, arveja, avena, cebada, frejol, lechuga, papa y trigo, especialmente cuando la condición ambiental se presenta con temperatura baja y alta humedad.

Por la sintomatología que presentaba el raps, el daño, a primera vista, puede atribuirse a los efectos de una helada.

Debido a la intensidad del ataque , en un sector del predio, y basado en experiencias de control con otros ácaros fitófagos, como la arañita bimaclada (Tetranychus urticae) en otros cultivos, se recomendó efectuar una aplicación de permetrina o esfenvalerate. Así se consiguió detener el ataque y controlar efectivamente al pentaleido.

Por los antecedentes expuestos, el ácaro P.major se considera como una nueva plaga del raps en Chile, con las características de una plaga ocasional.

Referencias Bibliográficas.

- Artigas,J. 1973. Insectos que atacan plantas oleaginosas en Chile. Departamento de Zoología. Universidad de Concepción. Informe N° 5. 35 p.
- Artigas,J. 1994. Entomología Económica. Insectos de Interés Agrícola, Forestal, Médico y Veterinario.(Nativos, introducidos y susceptibles de ser introducidos). De. Universidad de Concepción (Chile) Vol. II. 943 p.
- Artigas,J. & Angulo,A. 1973. Copitarsia consueta, biología e importancia económica en el cultivo del raps. Bol. Soc. Biol. Concepción (Chile). 46 : 199-216.
- Carrillo,R. & Palma, J. 1978. Biología de Scaptomyza multispinosa Malloch (Diptera : Drosophilidae). Agro Sur 6 (1) :7-13.
- González, R. 1989. Insectos y Acaros de importancia Agrícola y Cuarentenaria en Chile. Ograma (Santiago). 310 p.
- González,R. ; Arretz,P. & Campos,L. 1973. Catálogo de las Plagas Agrícolas de Chile. Publ..Cienc. Agric.,Fac. De Agronomía, U. de Chile. N° 2. 68 p.
- Neira, M. 1988. Plagas insectiles en raps. En Fuentealba,J. (de.) Producción de raps oleaginoso. Inst. Prod. y San. Veg., Fac Cienc. Agrar., U.Austral de Chile (Valdivia) 234 p.
- Perng, F.S. & Sun,C.N. 1987. Susceptibility of diamondback moths (Lepidoptera : Plutellidae) resistant to conventional insecticides to chitin synthesis inhibitors. Journal of Economic Entomology 8(1) : 29-31.

Perng,F.S. ; Yao,M.C. ; Hung,C.F. & Sun,C.N. 1988. Teflubenzuron Resistance in Diamondback Moth (Lepidoptera :Plutellidae) Journal of Economic Entomology 81(5) : 1277-1282.

Prado,E. 1991. Artrópodos y sus enemigos naturales asociados a plantas cultivadas en Chile. Instituto de Investigaciones Agropecuarias.Serie Boletín Técnico N° 169. 203 p.

Sun,C.N. ; Wu,T.K. ; Chen,J.S. & Lee, W.T. 1986. Insecticide resistance in diamondback moth. In Proceedings International Workshop on Diamondback Moth Management. Tainan,Taiwan. Pp. 359-371.

Weber,G. ; Oswald,S. & Zöllner,U. 1986. Suitability of rape cultivars with a differenet glucosinolate content for Brevicoryne brassicae (L.) and Myzus persicae(Sul.) (Homoptera : Aphididae). Journal of Plant Diseases and Protection (Hannover) 93(2) : 113-124.

EFECTO DE LA DOSIS DE SEMILLA Y LA DISTANCIA DE SIEMBRA SOBRE EL RENDIMIENTO Y OTROS PARAMETROS DEL RAPS DE INVIERNO TIPO DOBLE CERO

Hugo Campos de Q.
Nilo Lizama A.
Héctor Pauchard C.

Las recomendaciones del CRI-Carillanca sobre dosis y distancia de siembra de acuerdo a resultados de investigaciones realizadas en raps de invierno tradicional (Matador) son las siguientes :

Dosis : 6-9 kg/há suelo trumao

5-7 kg/há suelo rojo arcilloso

Las dosis más elevadas deberán utilizarse en aquellas condiciones en las cuales existan un mayor riesgo de pérdidas de plantas por condiciones ambientales adversas.

La obtención del potencial de rendimiento del raps es función, entre otras variables, de la densidad poblacional a la cual se desarrolle el cultivo. El raps es una especie extremadamente plástica, esto es que responde en forma diferencial al estímulo causado por distintas densidades poblacionales. La plasticidad del raps frente a diferentes densidades poblacionales se debe a la compensación que se produce en el desarrollo de los distintos componentes del rendimiento, la cual se basa en la competencia por nutrientes orgánicos e inorgánicos originada en el desarrollo simultáneo de dos o más componentes del rendimiento .

El presente estudio se realizó a objeto de analizar la respuesta del raps de tipo doble cero a distintas dosis de semilla y distancia de siembra, a objeto de determinar la combinación que genere la mayor productividad.

Materiales y Métodos

La investigación se realizó en la Estación Experimental Carillanca durante las temporadas 1993 y 1994.

La variedad utilizada fue Idol, de hábito invernal y tipo doble cero. Se evaluaron cuatro dosis de semilla : 3 - 6 - 9 -12 kg/há y 3 distancias de siembra entre hileras : 17,5 - 35 y 52,5 cm. Sobre la hilera la semilla se distribuyó a chorro continuo.

Los parámetros agronómicos evaluados fueron el rendimiento de grano, contenido de aceite y la producción de aceite/há. Además, se evaluó la densidad poblacional a lo largo del ciclo de la planta.

El diseño estadístico utilizado fueron parcelas divididas con 4 repeticiones, correspondiendo la parcela principal a la distancia de siembra y la subparcela a la dosis de semilla. Los resultados se sometieron a un análisis de varianza, separándose las medias de los tratamientos según la prueba de Duncan. Los ensayos fueron sembrados el 25 de abril de 1993 y 22 de abril de 1994.

El análisis estadístico se realizó con el sistema SAS versión 6,03 (SAS, 1993).

Resultados

Año 1993

Rendimiento de grano

La variable rendimiento de grano fue afectada significativamente por la dosis de semilla y la distancia de siembra. El mayor rendimiento de grano se alcanzó en la siembra efectuada a 35 cm (54,11 qqm/ha). En cuanto a la dosis de semilla utilizada, se observó que el rendimiento de grano aumentó con el incremento de la dosis de semilla. La dosis de 12 kg/ha generó el mayor rendimiento, el cual fué estadísticamente idéntico al obtenido con 9 kg/ha y 6 kg/ha (Cuadro 69). Lo anterior concuerda con la recomendación tradicional de dosis de semilla en raps de tipo tradicional, la cual oscila entre 5 a 9 kg de semilla/ha. Si bien una dosis superior de semilla genera un mayor número potencial de plantas a la cosecha, las ventajas derivadas de su uso se reducen debido a la fuerte competencia entre hileras que se desarrolla a elevadas densidades poblacionales, la cual finalmente redundando en niveles de productividad inferiores.

Cuadro (69). Rendimientos obtenidos bajo distintas dosis de semilla y distancia de siembra.

Distancia de siembra (qq/há)	Rendimiento (qq/há) 1993	Rendimiento 1994
35.0 cms	54.11 a*	50.53 a
52.5 cms	49.00 ab	45.60 a
17.0 cms	44.87 b	43.75 a
Dosis de semilla		
12 kg/ha	52.46 a	47.98 a
9 kg/ha	52.41 a	47.82 a
6 kg/ha	49.04 ab	45.83 a
3 kg/ha	43.31 b	44.57 a

- Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) .

Cuadro (69). Rendimientos obtenidos bajo distintas dosis de semilla y distancia de siembra.

Distancia de siembra (qq/há)	Rendimiento (qq/há) 1993	Rendimiento 1994
35.0 cms	54.11 a*	50.53 a
52.5 cms	49.00 ab	45.60 a
17.0 cms	44.87 b	43.75 a
Dosis de semilla		
12 kg/ha	52.46 a	47.98 a
9 kg/ha	52.41 a	47.82 a
6 kg/ha	49.04 ab	45.83 a
3 kg/ha	43.31 b	44.57 a

- Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P \leq 0.05$) .

Cuadro (70). Contenido de aceite obtenido bajo distintas dosis de semilla y distancia de siembra.

Distancia de siembra	Contenido de aceite(%)	
	1993	1994
35.0 cms	47.250 a*	49.77 a
52.5 cms	46.475 a	49.80 a
17.0 cms	46.200 a	50.10 a
Dosis de semilla		
12 kg/ha	46.858 a	50.03 ab
9 kg/ha	46.842 a	49.76 bc
6 kg/ha	46.683 a	49.63 c
3 kg/ha	46.183 a	50.15 a

- Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P < 0.05$)

Producción de materia grasa

La variable producción de aceite presentó un comportamiento similar al del rendimiento de grano (Cuadro 71). El tratamiento 35 cm de distancia de siembra generó la mayor cantidad de aceite/ha. Además, se confirmó el efecto negativo derivado del uso de dosis reducidas de semilla (3 kg/ha), puesto que conducen a la obtención de producciones de aceite significativamente inferiores.

Cuadro (71). Producción de materia grasa obtenida bajo distintas dosis de semilla y distancia de siembra.

Distancia de siembra	Producción de aceite (kg/há)	
	1993	1994
35.0 cms	2567.0 a*	2503.0 a
52.5 cms	2275.4 b	2271.0 a
17.0 cms	2101.4 b	2192.0 a
Dosis de semilla		
12 kg/ha	2467.2 a	2400.0 a
9 kg/ha	2463.3 a	2378.0 a
6 kg/ha	2308.1 ab	2274.0 a
3 kg/ha	2019.8 b	2235.0 a

- Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P < 0.05$)

Densidad poblacional

La principal pérdida de plantas se produce durante el invierno, mientras que a partir del mes de agosto la densidad poblacional tiende a estabilizarse. Se observa en general un drástico efecto de las condiciones invernales sobre la densidad poblacional alcanzada a la cosecha, con una reducción del orden del 60% de la población, independientemente del tratamiento utilizado (Cuadro 72).

Cuadro (72). Densidades poblacionales obtenidas con las combinaciones dosis/distancia de siembra evaluadas.

Distancia de siembra	Plantas/mt ² a cosecha
35.0 cms	34.432 a*
52.5 cms	30.313 b
17.5 cms	17.821 c
Dosis de semilla	
12 kg/ha	44.158 a
9 kg/ha	32.952 b
6 kg/ha	19.918 c
3 kg/ha	13.060 d

- Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P < 0.01$)

Como se desprende del cuadro (72), la distancia de siembra que produjo la mayor densidad de plantas a cosecha fué 35 cm entre hilera, la cual del mismo modo generó el mayor rendimiento de grano. La reducción de la distancia de siembra dentro de una misma dosis de semilla reduce la competencia interespecífica a que se ven sometidas las plantas, lo cual resulta en mayores rendimientos, como el obtenido con la distancia de 35 cm. En relación a la dosis de semilla, se observó que, a medida que se incrementó, la densidad final obtenida se vió incrementada en una relación lineal, obteniéndose la máxima densidad de plantas a cosecha con el tratamiento 12 kg/ha.

Las densidades que resultaron ser más productivas se encuentran entre 30 y 40 plantas/mt² al momento de la cosecha.

Año 1994

Durante la presente temporada el raps de invierno no experimentó pérdidas de plantas por descalce, debido a la ausencia de heladas que provocan este problema durante el otoño.

Rendimiento de grano

La variable rendimiento de grano no fue afectada por la dosis de semilla, la distancia de siembra y la interacción de ambos factores.

El mayor rendimiento de grano se alcanzó en la siembra efectuada a 35 cms. entre hileras, con 50,30 qq/há, en tanto que el menor rendimiento lo presentó la distancia de 17,5 cms. con 43,75 qq/há (Cuadro 69).

Al analizar el rendimiento de grano de la distancia de siembra a través de la dosis de semilla, se observó que todos los subtratamientos (dosis) evaluados generaron rendimientos estadísticamente iguales entre sí. La dosis de 12 kg/há es la que produjo el mayor rendimiento con 47.98 qq/há, siendo la dosis de 3 kg/há la que obtuvo el menor rendimiento con 44.57 qq/há (Cuadro 69).

Contenido de aceite

Al comparar el contenido de aceite de las tres distancias de siembra a través de las dosis de semillas evaluadas, se observó que el máximo contenido de materia grasa lo presentó la dosis de 3 kg/ha con 50,15%, resultando ser significativamente superior a la dosis de 6 kg/ha que alcanzó a 49,63% y a la dosis de 9 kg/ha con 49,76%, y estadísticamente igual a la dosis de 12 kg/ha que alcanzó a 50,03% de aceite (Cuadro 70).

Producción de aceite

La producción de aceite/ha no presentó diferencias significativas para las variables distancia de siembra, dosis de semilla y la interacción de ambos factores. La mayor producción de materia grasa (2503 kg/há) se obtuvo con la distancia de 35 cm entre hileras, la cual resultó ser idéntica a las que se alcanzaron con 17,5 cm y 52 cm. Asimismo, la dosis de 12 kg/há logró la mayor producción de aceite/há con 2400 kg, siendo similar al resto de las dosis evaluadas (Cuadro 71).

La presente unidad experimental permite confirmar normas de manejo sobre densidad poblacional en raps de invierno en base a los resultados obtenidos en este ensayo y a otros realizados anteriormente. El máximo rendimiento de grano se alcanzó con las dosis de 6 kg/ha y 9 kg/ha, sin embargo, cuando las condiciones ambientales son favorables durante el establecimiento del cultivo, como en esta temporada, la dosis de 3 kg/ha presentó un rendimiento de grano similar a los mencionados anteriormente, debido a la capacidad de crecimiento compensatorio que posee la planta.

En cuanto a la distancia de siembra, el máximo rendimiento de grano, se alcanzó 35 cm entre hileras bajo condiciones ambientales favorables para el buen establecimiento del cultivo, estos resultados concuerdan con ensayos realizados en temporadas anteriores.

Conclusiones

De las dos temporadas de ensayos realizados en 1993 y 1994, es factible obtener las siguientes conclusiones :

Para raps de invierno tipo canola, Variedad Idol, la distancia de 35 cm entre hileras, es la que presentó el mayor rendimiento de grano, contenido de aceite y producción de materia grasa/há.

Asimismo, la dosis de semilla de 6 y 9 kg/há, presentaron la mayor productividad en raps invierno tipo canola.

Recomendaciones

Se recomienda continuar esta línea de investigación, asociado con el aspecto sanitario (esclerotiniosis).

EPOCA DE SIEMBRA DE RAPS DE INVIERNO

Introducción

La principal limitante que presenta la época de siembra de raps de invierno es el descalce de plantas que provocan las heladas de otoño e invierno. La actual recomendación de siembra está establecida en un periodo en el cual no hay descalce o este es mínimo no ocasionando pérdidas significativas sobre rendimiento.

Para raps de invierno se recomiendan las siguientes épocas de siembra :

- 01-20 de Abril suelo trumao
- 01-30 Abril suelo rojo arcilloso
- 20 de Junio al 15 de Julio suelo trumao área comprendida entre Temuco y Puerto Montt.

Estas épocas de siembra han sido recomendadas en base a resultados de ensayos realizados por INIA CRI-Carillanca con variedades tradicionales y variedades cero erúxico.

El principal objetivo de la presente unidad experimental es evaluar el comportamiento de las nuevas variedades de raps de invierno de tipo doble cero entres épocas de siembra.

Materiales y Métodos

El estudio comprendió tres épocas de siembra :

- Primera quincena de abril
- Segunda quincena de junio
- Segunda quincena de julio

Los cultivares evaluados fueron los siguientes :

- Nielol-INIA
- Idol
- Silvia
- Mikado, así como las líneas experimentales RC 10009-91 y RC 10.015-91. El ensayo se estableció en el Centro Regional de Investigación Carillanca.

Se utilizaron parcelas de 5 hileras , de 5 metros de largo cada una, espaciadas a 0,35 m entre sí. La fertilización se estableció en función del análisis de suelo correspondiente. La dosis de semilla empleada fueron de 6 kg/há. El diseño experimental, fue de parcelas divididas con cuatro repeticiones, utilizándose la época de siembra como factor secundario.

Resultados

En la temporada 1993, la frecuencia e intensidad de las heladas registradas durante los meses de invierno (julio) provocaron severos daños por descalce de plantas en las parcelas de la siembra de junio ; en cambio, en la temporada 1994, todas las épocas evaluadas estuvieron libres de heladas que producen descalce.

Año 1993

El rendimiento de grano obtenido presentó diferencias estadísticamente significativas para los factores época de siembra y variedades, así como para su interacción. La siembra de la primera quincena de abril alcanzó un rendimiento de 40,45 qq/há, superando en forma significativa a los rendimientos obtenidos en el mes de junio que alcanzó a 24,64 qq/há y a la siembra de julio con 23,44 qq/há. (Cuadro 73).

La disminución del rendimiento que presentó la siembra de junio en relación a la siembra de abril se debe al descalce de plantas que experimentaron las parcelas de esa época. La disminución de rendimiento de la siembra de julio se atribuye a la carencia de una adecuada vernalización que recibieron algunas variedades.

Al analizar el comportamiento de las variedades a través de las épocas, se observó que en la siembra de abril destacó la variedad doble cero Silvia con un rendimiento de 48,12 qq/há, superando en forma significativa al testigo Mikado que alcanzó a 41,36 qq/há y a las restantes variedades del ensayo (Cuadro 74).

La siembra de junio, que es la que presentó un severo descalce, los resultados mostraron que la variedad Silvia presentó el mayor rendimiento con 32,20 qq/há, superando en forma significativa a la variedad testigo Mikado (cero erúcico) que alcanzó a 20,75 qq/há y al resto de las variedades (Cuadro 74).

La reacción favorable que presentó la variedad Silvia en la época de junio ante el descalce, resulta ser interesante puesto que hasta la fecha no ha sido identificada tolerancia varietal para este problema. Por lo tanto, debería continuarse observando el comportamiento de la variedad Silvia y otros cultivares doble cero para este problema.

En la siembra de julio, el mayor rendimiento lo presentaron las variedades Nielol - INLA con 32,57 qq/há e Idol que logra 31,03 qq/há, los cuales superaron en forma estadísticamente significativa a la variedad Mikado que logró 20,75 qq/há y al resto de las variedades (Cuadro 74). El mejor comportamiento de estas variedades en la siembra de julio se debe a que probablemente éstos tendrían menores requerimientos de horas frío para su período de vernalización que el resto de las variedades evaluadas. El mes de septiembre de 1993 presentó una menor cantidad de horas frío que el promedio de 25 años (1964-1986), lo cual habría afectado a los cultivares Silvia, RC-10.009, RC-10.015/91 y Mikado (Figura).

En la siembra de abril, todas las variedades presentaron un contenido de aceite similar entre ellas (Cuadro 75).

En la siembra de junio el mayor contenido de aceite lo presentó la variedad Silvia con 50,24 % e Idol con 49,59 %, las cuales resultaron estadísticamente similares a Mikado con 49,59% (Cuadro 75).

En esta época de siembra las variedades doble cero Silvia, Idol y el testigo cero erúxico Mikado no experimentaron una disminución del contenido de aceite en relación a la siembra de abril. (Cuadro 75).

En la siembra de julio todos los cultivares presentaron un contenido de aceite similar entre ellos. Las variedades doble cero y el resto de los cultivares evaluados en la época de julio presentaron una significativa disminución del contenido de aceite en relación a la siembra de abril (Cuadro 75). El fuerte descenso del contenido de materia grasa que presentaron las variedades en el mes de julio es producto de un stress hídrico que experimentó esta época de siembra en la etapa de postantesis.

Cuadro 73 .- Efecto de la época de siembra sobre el rendimiento de grano y contenido de aceite del raps de invierno. Temporadas 1993 y 1994.

Epoca de siembra	Rendimiento (qq/há).				Contenido de aceite (%).			
	1993		1994		1993		1994	
Abril	40,45	a	26,69	a	49,87	a	48,26	b
Junio	24,64	b	30,09	a	48,89	b	48,95	a
Julio	23,44	b	27,90	a	43,46	c	48,88	a

Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de el análisis de esta variable indica que la interacción variedad por época de siembra es significativa. En efecto de los mayores valores se obtuvieron con la primera época de siembra destacando en forma significativa la variedad Idol con 2417 kg/há. En la segunda época de siembra todas las

variedades descendieron en forma significativa a consecuencia del descalce. El valor promedio de dicha época de siembra fueron 1104 kg/há , alcanzando un máximo de 1617 kg/há y un mínimo de 839 kg/há. En relación a la tercera época, destacó solamente la variedad Nielol-INIA (1390 kg/há), la cual superó en forma significativa a las restantes variedades (Cuadro 76).

Cuadro (74) Respuesta varietal a la época de siembra: Rendimiento de grano (qq/ha).

Variedad	Abril		Junio		Julio	
	1993	1994	1993	1994	1993	1994
Nielol-INIA	38,05	bc	25,47	b	31,77	a
Idol	48,12	a	18,51	cd	30,57	a
Silvia	37,44	bc	32,20	a	30,27	a
RC-10009/91	37,58	bc	18,42	cd	30,41	a
RC-10015/91	35,49	c	22,31	bc	27,55	a
Mikado	41,36	b	17,02	d	29,95	a
Valor prom.	39,77	26,68	22,61	30,09	24,78	27,90
C V (%)	8,44	10,33	11,65	10,60	12,66	10,11
Valor de F	7,12	**	16,9	**	12,77	**
		6,77	**	0,53	**	5,51
				n s		**

Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P < 0.05$).

Cuadro 75.- Respuesta varietal a la época de siembra: Contenido de aceite (%).

Variedad	Abril		Junio		Julio							
	1993	1994	1993	1994	1993	1994						
Ñielol-INIA	49,1	a	46,62	c	46,63	c	47,64	a	42,73	ab	46,79	c
Idol	50,18	a	49,49	a	49,34	ab	49,81	a	43,99	ab	49,02	ab
Silvia	49,79	a	49,15	a	50,24	a	49,23	a	43,75	ab	50,64	a
RC-10009/91	50,91	a	47,47	b	48,60	b	48,70	a	41,83	ab	49,06	ab
RC-10015/91	49,66	a	48,99	a	48,96	b	49,51	a	44,09	ab	48,43	bc
Mikado	49,57	a	48,46	ab	49,59	ab	48,81	a	44,19	a	49,35	ab
Valor prom.	49,87		48,26		48,89		48,95		43,46		48,88	
C V (%)	2,23		1,63		1,24		1,13		2,94		2,50	
Valor de F	1,23	n s	10,83	**	12,00	**	2,15	n s	1,45	**	4,25	**

Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P < 0.05$).

Cuadro 76.- Respuesta varietal a la época de siembra: Producción de aceite (kg / há).

Variedad	Abril		Junio		Julio							
	1993	1994	1993	1994	1993	1994						
Nielol-INIA	1869	b	1172	bc	1170	b	1514	a	1390	a	1176	c
Idol	2417	a	1361	ab	913	cd	1523	a	1362	a	1591	a
Silvia	1866	b	1535	a	1617	a	1490	a	824	b	1555	a
RC-10009/91	1913	b	1416	a	895	cd	1483	a	889	b	1165	c
RC-10015/91	1762	b	1052	c	1093	bc	1366	a	994	b	1317	bc
Mikado	2048	b	1191	bc	839	d	1460	a	916	b	1387	ab
									1085		1365	
Valor prom.	1984		1288		1104		1472		12,17		9,74	
C V (%)	8,79		10,4		11,55		10,60		11,9	**	7,48	**
Valor de F	6,95	**	7,19	**	18,43	**	0,53	ns				

Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P < 0.05$).

Año 1994

El rendimiento de grano no presentó diferencias significativas para la variable época de siembra, en cambio aparecen diferencias altamente significativas para el factor variedades y la interacción época por variedad.

La siembra de abril alcanzó un rendimiento promedio de 26,69 qq/há, en tanto que en junio se obtuvo un promedio de 30,09 qq/há y en la siembra de julio presentó un promedio de 27,90 qq/há (Cuadro 73).

Al analizar el comportamiento de las variedades a través de las épocas de siembra se observó que en la siembra de abril el máximo rendimiento lo presentó la variedad Silvia con 31,26 qq/há, superando en forma significativa al testigo Mikado que alcanzó a 24,54 qq/há y Nielol - INIA con 25,55 qq/há. El menor rendimiento que presentaron las variedades cero erúxico en esta época, se atribuye al ataque de Sclerotinia, factor que habría afectado en un mayor grado a Mikado y Nielol - INIA (Cuadro 74).

En la siembra de junio todas las variedades presentaron un rendimiento de grano similar entre ellas. El mayor rendimiento lo presentó la variedad Nielol-INIA con 31,77 qq/há, seguido de las variedades doble cero Silvia e Idol que alcanzaron a 30,27 qq/há y 30,57 qq/há respectivamente (Cuadro 74).

En la siembra de julio, el máximo rendimiento lo presentaron las variedades Idol con 32,54 qq/há y Silvia con 30,72 qq/há, las cuales resultaron ser estadísticamente similares a Mikado que alcanzó a 28,10 qq/há y significativamente superior a Nielol-INIA con 25,15 qq/há y RC-10.009 con 23,75 qq/há (cuadro 74).

En la temporada 1994 el contenido de aceite presentó diferencias altamente significativas para las variables época de siembra y variedades, apareciendo como no significativas para la interacción de ambos factores.

La siembra de abril presentó un contenido de aceite de 48,26%, el cual resultó ser significativamente inferior a la siembra de junio que alcanzó a 48,95% y a la época de julio que logró 48,88%. (Cuadro 75). Normalmente la siembra de abril presenta un contenido de aceite similar al obtenido en las siembras tardías, sin embargo, en 1994 aparece significativamente inferior ; la explicación a este resultado sería que la siembra de abril de 1994, experimentó un stress hídrico mayor (postantesis) que la siembra de junio y julio. Gráfico.

Al analizar el comportamiento de las variedades a través de las épocas de siembra se observó que en la siembra de abril, el mayor contenido de aceite lo presentaron las variedades doble cero Idol con 49,49% y Silvia

con 49,15% las cuales resultaron ser similares a Mikado con 48,46% y la línea RC-10.015-91 que alcanzó a 48,95% (Cuadro 75).

En la siembra de junio, el parámetro de contenido de aceite fue estadísticamente similar para todas las variedades con un promedio de época de 48,95% (Cuadro 75).

En la siembra de julio, el mayor contenido de aceite lo presentaron las variedades doble cero Silvia con 50,64% e Idol con 49,02%, las cuales resultaron ser estadísticamente iguales al testigo Mikado que alcanzó a 49,35% (Cuadro 75).

Conclusiones

- La siembra de la primera quincena de abril es la única época que reúne normalmente las condiciones ambientales adecuados para las variedades de hábito invernal expresen su potencial de productividad.
- El alcance de plantas provocado por las heladas de otoño e invierno producen pérdidas significativas del rendimiento, lo cual limita la época de siembra alternativa o tardía de invierno.

Las variedades responden en forma diferencial al estímulo originado por la época de siembra.

Recomendaciones

La época de siembra de la primera quincena de abril resulta ser lo más recomendable para las variedades de raps de invierno tipo canolas. Con un adecuado manejo, esta época permite obtener el máximo potencial de productividad, evitando los riesgos de pérdidas de rendimiento por descalce, por stress hídrico en primavera y de plagas.

La producción de aceite/há no presentó diferencias significativas para la variable época de siembra sin embargo, este parámetro resulta ser altamente significativo para las variables cultivares y la interacción época variedad.

Al analizar el comportamiento de las variedades a través de las épocas, se observó que en la siembra de abril destacó la variedad Silvia con 1535 kg/há superando en forma significativa a las variedades Mikado y Nielol-INIA que alcanzaron a 1191 kg/há y 1172 kg/há (Cuadro 76). En la siembra de junio todas las variedades presentaron un contenido de aceite similar. En la siembra de julio las variedades doble cero Silvia e Idol aparecieron como estadísticamente iguales a Mikado (Cuadro 76).

EPOCA DE SIEMBRA DE RAPS DE PRIMAVERA

El principal problema de la época de siembra de primavera es la falta de agua en el suelo durante el periodo de antesis de la planta.

La época de siembra recomendada para raps de primavera es el mes de agosto y hasta el 15 de septiembre. Para la IX región debiera elegirse agosto y hasta el 5 de septiembre. Estas recomendaciones estan dadas en base a resultados de investigaciones realizadas por el CRI-Carillanca con variedades tradicionales y de tipo cero erúxico.

AÑO 1992

La localidad evaluada fue Carillanca, investigándose una época de siembra óptima (mes de Agosto), una segunda época, considerada límite en las condiciones actuales de cultivo (10 de Septiembre) y una época tardía (13 de Octubre).

El diseño estadístico utilizado fueron parcelas divididas (split-plot), con 5 repeticiones. Se aplicó un análisis de la varianza a la variable rendimiento, separándose las medias de los tratamientos según el test de Duncan ($P > 0,01$).

El principal objetivo de la presente unidad es evaluar el comportamiento de las nuevas variedades de raps de primavera de tipo doble cero en tres épocas de siembra.

Resultados

Los resultados obtenidos en la investigación indican que existe una diferencia significativa en el rendimiento de grano obtenido a través de distintas épocas de siembra (Cuadro 77).

Cuadro 77.- Efecto de la época de siembra sobre el rendimiento promedio de raps de primavera.

Epoca de siembra	Rendimiento de grano (qqm/há).
15 de Agosto	3659.9 a
10 de Septiembre	2689.8 b
13 de Octubre	1554.6 c

Cifras con letra distintas indican diferencias significativas (Duncan, $P \leq 0.01$)

Como se observa, el mayor rendimiento promedio se obtuvo con la época de siembra temprana con 36.5 qqm/há, en tanto que en la segunda y tercera época el rendimiento se redujo a 26,8 y 15,5 qqm/há, respectivamente (Cuadro 77).

Con respecto a las variedades, el cuadro 78 presenta el comportamiento promedio de las 5 variedades a través de las épocas de siembra analizadas. La variedad Global doble cero, exhibió el mayor rendimiento (28qqm/há). No obstante lo anterior, Global presentó un rendimiento estadísticamente igual al resto de las variedades, a excepción de la Línea RC-003-00/89, la cual rindió 24,40 qqm/há, valor estadísticamente inferior al rendimiento presentado por Global.

Cuadro 78.- Rendimiento de grano de variedades y líneas avanzadas de raps de primavera.

Variedad	Rendimiento de grano (qqm/há)
Global	2802.7 a
RC 001-00-89	2668.9 ab
Rapanui-INIA	2647.8 ab
RC 002-00-89	2505.7 ab
RC 003-00-89	2470.1 b

Cifras con letras distintas indican diferencias significativas (Duncan, $P \leq 0.01$)

Finalmente, en el cuadro 79 se presenta la interacción entre variedades y épocas de siembra. Los valores se expresan en forma porcentual, tomándose el rendimiento de cada variedad en la primera época de siembra como 100%.

Cuadro 79.- Interacción entre época de siembra y rendimiento de variedades y líneas avanzadas de raps de primavera.

Variedad	Epoca de Siembra(qq/há)		
	1	2	3
Rapanui-INIA	100% (37.63)	74.7%	36.2%
RC 001-00-89	100% (39.01)	63.5%	41.5%
Global	100% (37.33)	79.0%	46.0%
RC 003-00-89	100% (35.42)	68.9%	40.2%
RC 002-00-89	100% (34.73)	69.3%	47.0%

Se observó en general una drástica caída del rendimiento obtenido al retrasar la época de siembra.

AÑO 1995

El ensayo contempló tres épocas de siembra :

- Segunda quincena de agosto (21 de agosto de 1995)
- Segunda quincena de septiembre(22 septiembre de 1995)
- Segunda quincena de octubre (17 de octubre de 1995)

Los cultivares evaluados fueron los siguientes: Legend (Suecia), Volcán(Australia), Tornado (Suecia), Línea 91-15026 NDA (Canadá) y línea 92-4249 (INIA). El ensayo se estableció en el Centro Regional de Investigación Carillanca. Las parcelas de variedades abarcan 5 hileras de 5 m de largo separadas a 0,35 m.

El diseño experimental fue de parcelas divididas con cuatro repeticiones, utilizándose la época de siembra como factor principal y la variedad como factor secundario.

Resultados

La temporada 1995/96, registró una sequía de primavera que se caracterizó por ser muy prolongada, la cual afectó el potencial de productividad de las variedades a partir de la primera época de siembra (agosto) y en forma muy acentuada la tercera época (octubre).

Rendimiento de grano

El rendimiento de grano obtenido presentó diferencias estadísticamente significativas para los factores época de siembra y para el factor variedades ; no se presentaron diferencias significativas para la interacción época de siembra por variedad .

Al analizar el efecto de la época de siembra sobre el rendimiento de grano, se observó que en las siembras de agosto se alcanzó el máximo valor con 30.29 qq/há superando en forma significativa a la segunda época que logró 22.18 qq/há y la tercera época que alcanzó a 4.85 qq/há. (Cuadro 80).

Al analizar el comportamiento de las variedades a través de las épocas, se observa que en la siembra de agosto destacaron en rendimiento de grano los cultivares Volcán con 35,25 qq/há y la línea 91-15026 NDA con 32,51 qq/há, las cuales superaron en forma significativa a Tornado con 26,23 qqm/há y la línea 92-4249 con 26,58 qqm/há (Cuadro 81). En esta época de siembra normalmente se obtienen los máximos rendimientos de grano, sin embargo, en la presente temporada, estos están por debajo del potencial de rendimiento de las variedades evaluadas producto del stress hídrico que afectó el ensayo durante el período crítico.

Cuadro 80.- Efecto de la época de siembra del ensayo de variedades de raps de primavera sobre el rendimiento de grano (qq/há) ; contenido de aceite (%) y producción de materia grasa (kg/há). Localidad Carillanca. Temporada 1995/96.

Epoca de siembra	Rendimiento de grano (qq/há)	Contenido de aceite (%)	Produccion de aceite (kg/ha)
agosto	30,29 a	45,20 a	1368,8 a
septiembre	22,18 b	44,50 a	992,6 b
octubre	4,85 c	36,68 b	181,0 c
Coef. de Variación	14,26042	1,709986	14,8102

Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

Cuadro 81.- Respuesta varietal a la época de siembra del ensayo de variedades de raps de primavera : rendimiento de grano (qq/há). Localidad Carillanca. Temporada 1995/96.

Variedades	Agosto	Septiembre	Octubre
1 Legend	30,50 ab	22,30 abc	6,89 a
2 91-15026	32,51 a	24,62 ab	3,69 b
3 92-4249	26,58 b	20,22 bc	3,11 b
4 Tornado	26,23 b	17,76 c	2,90 b
5 Volcán	35,25 a	25,98 a	7,65 a
Promedio	30,29	22,18	4,85
Coef. de Variación	10,48012	13,10233	39,9031
Valor de F	5,62	5,18	5,37

Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

En la siembra de septiembre, todas las variedades disminuyeron el rendimiento de grano en relación a la siembra de agosto. La variedad Volcán es la que presentó el mayor rendimiento con 25,98 qqm/há, siendo Tornado la variedad que obtuvo el menor rendimiento con 17,76 qq/há. Esta respuesta varietal señala que la variedad Volcán por ser precoz, escapa en mejor forma al stress hídrico que la variedad Tornado que es de tipo tardío (Cuadro 81).

En la siembra del mes de octubre se produjo el menor rendimiento del ensayo, debido a que durante todo el período crítico (floración), las parcelas soportaron el stress hídrico de la sequía de primavera. Las variedades Volcán y Legend son la que presentaron el mayor rendimiento de grano con 7,65 qqm/há y 6,89 qqm/há respectivamente, las cuales superaron en forma estadísticamente significativa al resto de las variedades (Cuadro 81).

De acuerdo a los resultados expuestos anteriormente, se observa que el rendimiento de grano disminuyó en forma significativa, a medida que se atrasa la época de siembra; esto está relacionado con la disponibilidad de agua aprovechable existente en el suelo durante el periodo de antesis; además existe un efecto de la época de siembra puesto que el atraso de esta época provoca un acortamiento de la etapa vegetativa, un menor desarrollo de la planta y un menor número de silicuas por planta. La disminución del rendimiento de grano está asociado con una reducción

con el peso total de materia seca a la cosecha. El mayor peso de materia seca y el mayor rendimiento de grano se obtienen en la siembra temprana donde el tiempo transcurrido desde la siembra a la primera flor es más largo que la siembra tardía.

Cuadro 82.- Respuesta varietal a la época de siembra del ensayo variedades de raps de primavera . contenido de aceite (%). Localidad Carillanca, Temporada 1995/96.

Variedades	Agosto	Septiembre	Octubre
1 Legend	45,14 bc	45,38 a	38,88 a
2 91-15026	45,80 ab	44,18 b	33,43 d
3 92-4249	46,61 a	45,97 a	37,95 ab
4 Tornado	44,43 c	43,70 b	35,99 c
5 Volcán	44,00 c	43,28 b	37,14 b
Promedio	44,19	44,5	36,68
Coef. de Variación	1,813032	1,446346	1,87090
Valor de F	6,55	12,43	37,57

Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

El contenido de aceite del ensayo presentó diferencias altamente significativas para las variables época de siembra, variedades y para la interacción época variedad (Cuadro 80).

Al examinar el efecto de la época de siembra sobre el contenido de aceite, se observó que el mayor contenido se logró en la siembra de agosto y septiembre con 45,20 % y 44,50 % respectivamente, las cuales superaron

en forma estadísticamente significativa a la tercera época de siembra (octubre) que alcanzó a 36,68 % (Cuadro 80).

Al analizar el comportamiento de las variedades a través de la épocas de siembra se observó que en agosto destacó el cultivar 92-4249 con 46,61 % siendo estadísticamente similar a la línea 91-15026'nda, las cuales superaron en forma significativa a las restantes variedades. Finalmente en la tercera época de siembra, todos los cultivares descienden el contenido de aceite a valores muy bajos, destacando los cultivares Legend con 38,83 % y 92-4249 con 37,95 % (Cuadro 82).

De los resultados obtenidos en el ensayo se observó que a medida que se atrasa la época de siembra, el contenido de aceite vá disminuyendo. Este descenso de la materia grasa se origina a partir de una insuficiente cantidad de agua existente en el suelo en la etapa de postantesis, lo que altera el proceso de síntesis de ácidos grasos.

La mayor producción de materia grasa se obtuvo en la siembra de agosto con 1368 kg/há la cual superó en forma estadísticamente significativa a la siembra del mes de septiembre que logró 992 kg/ha y a la época de octubre que alcanzó 181 kg/ha (Cuadro 83).

Cuadro 83.- Respuesta varietal a la época de siembra del ensayo variedades de raps de primavera . Producción de aceite (kg/ha). Localidad Carillanca, Temporada 1995/96.

Variedades	Agosto	Septiembre	Octubre
1 Legend	1379,9 ab	1020,9 a	269,9 a
2 91-15026	1489,7 a	1093,7 a	124,3 b
3 92-4249	1240,4 b	933,8 ab	118,5 b
4 Tornado	1181,8 b	780,4 b	106,7 b
5 Volcán	1552,3 a	1133,9 a	285,4 a
Promedio	1368,8	992,57	181,04
Coef. de Variación	11,06612	13,78267	41,338700
Valor de F	4,35	4,24	5,61

Cifras con distinta letra difieren significativamente según la prueba de Duncan ($P \leq 0,05$).

Comentarios

Los resultados obtenidos en esta temporada confirman los resultados de 1992 sobre época de siembra con variedades raps tipo canola de primavera, en los cuales se concluía que el máximo rendimiento y contenido de aceite eran obtenidos en agosto y que la siembra de octubre no era viable. En este ensayo debemos concluir además que la siembra de septiembre presenta un alto riesgo en su productividad por la falta de humedad en el suelo durante el período crítico. (floración).

Conclusiones

Los resultados obtenidos en las temporadas 1992 y 1993 señalan un comportamiento similar de las variedades en estudio a través de las distintas épocas.

La época de siembra de agosto resultó ser la más apropiada para que las variedades de raps de primavera tipo canola expresen el mayor potencial de productividad. La siembra de septiembre presentó una reducción significativa del rendimiento en relación al mes de agosto. La siembra de octubre resultó ser no viable para el raps de primavera.

Recomendaciones

Para la IX región se recomienda sembrar el raps de primavera tipo canola durante el mes de agosto y hasta el de septiembre. En la X región se recomienda la siembra de agosto hasta el 05 de septiembre. Esta recomendación de siembra permite obtener un rendimiento de grano y aceite superior; además permite minimizar los efectos de plagas y sequías de primavera.

Anexo N° 1 Rendimiento de grano (qq/há). De ensayos de variedades de raps de invierno realizados en el área de suelo trumao plano. IX región. CRI-Carillanca.

	1991	1992	1993	1994	1995
Doublol	43.64 a	-----	54.90 a	-----	-----
Silvia	-----	42.13 abc	51.18 abcd	-----	-----
Idol	-----	41.13 abcd	50.04 abcd	42.27 a	38.70 abcd
Ductol	-----	-----	48.01 bcde	43.83 a	43.94 ab
Libraska	-----	41.18 abcd	52.26 abcd	40.51 abc	-----
Librado	-----	39.96 abcde	49.42 abcd	40.63 abc	-----
Lirajet	-----	39.05 bcdef	52.80 ab	-----	-----
Cobra	-----	40.79 abcd	51.39 abcd	-----	-----
Santana	-----	41.78 abcd	46.42 cdef	-----	-----
Arabella	-----	34.48 gh	46.02 def	-----	-----
Olymp	34.40 a	42.45 ab	52.39 abc	40.94 ab	38.09 abcd
Liberty	-----	-----	-----	43.14 a	37.44 bcd
Li-0521	43.20 a	41.43 abcd	55.03 a	41.57 a	39.08 abcd
Li-0218	39.90 a	-----	-----	40.50 abc	-----
Mikado	41.02 a	35.84 efgh	47.05 bcdef	33.98 d	33.67 cd
Elena	-----	36.63 efgh	-----	-----	-----
Binera	-----	36.55 efgh	-----	-----	-----
Nielol-INIA	34.43 a	32.90 h	41.47 fg	35.94 bcd	37.35 bcd
Liberado	-----	-----	41.64 fg	32.47 d	-----
Bienvenu	-----	-----	37.68 g	-----	-----
Matador	39.02 a	36.75 efgh	-----	-----	-----
Honk	-----	-----	-----	-----	39.83 abcd
Citrol	-----	-----	-----	-----	40.65 abcd
Metrol	-----	-----	-----	-----	42.36 abcd
Score	-----	-----	-----	-----	33.23 d
Carmen	-----	-----	-----	-----	39.80 abcd
L.0543	-----	41.14 abcd	-----	-----	-----
L.0542	-----	34.60 gh	-----	-----	-----
L.0540	-----	37.87 defg	-----	-----	-----
L.0537	-----	38.18 cdefgh	-----	-----	-----
L.0538	-----	35.66 fgh	-----	-----	-----
L.0506	36.49 a	-----	-----	-----	-----
L.0508	36.51 a	-----	-----	-----	-----
L.0517	34.57 a	-----	-----	-----	-----
L.0255	36.90 a	-----	-----	-----	-----
L.0273	38.24 a	-----	-----	-----	-----
L.0520	39.26 a	-----	-----	-----	-----
S.002	38.40 a	-----	-----	-----	-----
B.001	37.06 a	-----	-----	-----	-----
B.002	38.85 a	-----	-----	-----	-----
Jet-neuf	-----	-----	42.84 cfg	-----	-----
Hibr.A1	-----	-----	-----	-----	-----
Hibr.A2	-----	33.07 h	-----	-----	-----
Rend.Max	43.64	43.44	55.03	43.82	43.94
Rend.Prom.	38.25	38.54	48.29	39.27	38.85
Rend.Min.	34.41	32.90	37.68	32.46	33.23
Coef.Var	13.88	7.32	8.4919	9.45974	10.541
Valor de F	1.61 ns	6.42 **	7.16 **	4.79 **	2.17 *

Anexo N° 2 Contenido de aceite (%). De ensayos de variedades de raps de invierno realizados en el área de suelo trumao plano. IX región. CRI-Carillanca.

	1991	1992	1993	1994	1995
Doublol	49.73 abc	-----	46.71 cde	-----	-----
Silvia	-----	52.96 a	48.64 a	-----	-----
Idol	-----	52.66 ab	48.17 abc	47.21 ab	50.01 a
Ductol	-----	-----	48.78 a	45.87 bc	48.75 abcd
Libraska	-----	52.03 abc	45.56 def	44.63 def	-----
Librado	-----	52.24 abc	48.36 ab	45.63 bcd	-----
Lirajet	-----	52.19 abc	46.88 bcde	-----	-----
Cobra	-----	50.09 fg	46.53 def	-----	-----
Santana	-----	51.35 cde	46.55 def	-----	-----
Arabella	-----	50.07 fg	45.01 f	-----	-----
Olymp	49.93 abc	52.12 abc	46.49 def	45.11 cde	48.88 abcd
Liberty	-----	-----	-----	46.52 ab	50.00 a
Li-0521	47.93 f	50.05 fg	47.00 bcde	43.88 fg	47.15 ef
Li-0218	49.81 abc	-----	-----	44.79 def	-----
Mikado	50.53 abc	52.08 abc	48.53 a	46.25 b	49.57 ab
Elena	-----	49.52 g	-----	-----	-----
Binera	-----	49.82 g	-----	-----	-----
Nielol-INIA	49.33 bcd	50.15 fg	46.29 ef	44.21 efg	46.95 f
Liberado	-----	-----	45.94 ef	42.47 h	-----
Bienvenu	-----	-----	47.98 abcd	-----	-----
Matador	51.29 ab	51.96 bcd	-----	-----	-----
Honk	-----	-----	-----	-----	49.17 abc
Citrol	-----	-----	-----	-----	48.50 abcde
Metrol	-----	-----	-----	-----	47.51 def
Score	-----	-----	-----	-----	48.98 abcd
Carmen	-----	-----	-----	-----	48.98 abcd
L.0543	-----	50.90 ef	-----	-----	-----
L.0542	-----	50.05 fg	-----	-----	-----
L.0540	-----	50.15 fg	-----	-----	-----
L.0537	-----	51.65 cde	-----	-----	-----
L.0538	-----	50.85 ef	-----	-----	-----
L.0506	49.13 cde	-----	-----	-----	-----
L.0508	49.28 bcd	-----	-----	-----	-----
L.0517	48.49 ef	-----	-----	-----	-----
L.0255	50.75 abc	-----	-----	-----	-----
L.0273	50.22 abc	-----	-----	-----	-----
L.0520	48.56 ef	-----	-----	-----	-----
S.002	51.55 a	-----	-----	-----	-----
B.001	50.62 abc	-----	-----	-----	-----
B.002	50.29 abc	-----	-----	-----	-----
Jet-neuf	-----	-----	45.57 cf	-----	-----
Hibr.A1	-----	-----	-----	-----	-----
Hibr.A2	-----	52.74 ab	-----	-----	-----
Rend.Max	51.55	52.96	48.77	47.20	50.01
Rend.Prom.	49.83	51.21	46.97	44.98	48.56
Rend.Min.	47.93	49.51	45.00	42.47	46.95
Coef.Var	2.69	1.28	2.2353	1.5805	2.0968
Valor de F	2.86 **	13.81 **	5.67 **	16.8 **	47.2 **

Anexo N° 3 Producción de aceite (kg/ha). De ensayos de variedades de raps de invierno realizados en el área de suelo trumao plano. IX región. CRI-Carillanca.

	1992	1993	1994	1995
Doublol	-----	2588.0 ab	-----	-----
Silvia	2231.5 a	2515.0 ab	-----	-----
Idol	2180.7 ab	2424.0 abc	1995.2 a	1935.5 abc
Ductol	-----	2362.0 abcd	2010.6 a	2142.4 a
Libraska	2142.7 ab	2453.0 abc	1808.0 abc	-----
Librado	2088.2 abc	2412.0 abc	1853.3 ab	-----
Lirajet	2037.5 abcd	2503.0 abc	-----	-----
Cobra	2043.8 abcd	2417.0 abc	-----	-----
Santana	2147.0 ab	2228.0 bcd	-----	-----
Arabella	1729.7 fg	1967.0 d	-----	-----
Olymp	2213.2 a	2093.0 bcd	1849.0 ab	1861 bcd
Liberty	-----	-----	2005.8 a	1871.9 abcd
Li-0521	2073.6 abcd	2609.0 a	1823.6 abc	1843.0 bcd
Li-0218	-----	-----	1813.5 abc	-----
Mikado	1867.0 defg	2306.0 abcd	1568.7 cde	1669.1 cd
Elena	1815.2 efg	-----	-----	-----
Binera	1820.4 cfg	-----	-----	-----
Nielol-INIA	1650.6 g	1938.0 ef	1591.4 bcde	1753.6 bcd
Liberado	-----	1951.0 ef	1577.7 e	-----
Bienvenu	-----	1840.0 f	-----	-----
Matador	1909.4 cdef	-----	-----	1958.2 ab
Honk	-----	-----	-----	1971.4 ab
Citrol	-----	-----	-----	2012.9 ab
Metrol	-----	-----	-----	1627.4 d
Score	-----	-----	-----	1949.5 ab
Carmen	2092.3 abc	-----	-----	-----
L.0543	1732.5 fg	-----	-----	-----
L.0542	1899.6 cdef	-----	-----	-----
L.0540	1972.4 bcde	-----	-----	-----
L.0537	1813.3 cfg	-----	-----	-----
L.0538	-----	-----	-----	-----
L.0506	-----	-----	-----	-----
L.0508	-----	-----	-----	-----
L.0517	-----	-----	-----	-----
L.0255	-----	-----	-----	-----
L.0273	-----	-----	-----	-----
L.0520	-----	-----	-----	-----
S.002	-----	-----	-----	-----
B.001	-----	-----	-----	-----
B.002	-----	-----	-----	-----
Jet-neuf	-----	2269.0 abc	-----	-----
Hibr.A1	-----	-----	-----	-----
Hibr.A2	1775.6 cfg	-----	-----	-----
Rend.Max	2231	2609	2010	2144
Rend.Prom.	1975	2298	1769	1878
Rend.Min.	1650	1840	1377	1639
Coef.Var	7.52	9.04332	10.1893	9.7497
Valor de F	7.42 **	6.50 **	5.94 **	2.37 *

Anexo N° 4 Rendimiento de grano (qq/há). De ensayos de variedades de raps de invierno realizados en el área de suelo trumao lomaje. IX región.

	1991	1992	1993	1994	1995
Doubiol	29.84 cde	-----	55.86 a	-----	-----
Silvia	-----	46.62 bcdef	45.81 cde	-----	42.49 ab
Idol	26.76 e	48.25 bcde	53.37 a	36.52 bcde	38.17 bc
Ductol	29.84 cde	-----	55.10 a	39.16 abcd	43.66 a
Libraska	-----	42.37 efgh	44.31 def	40.99 abc	-----
Librado	-----	43.90 cdefgh	50.97 abc	38.50 abcd	-----
Lirajet	-----	51.11 ab	50.83 abc	-----	-----
Cobra	-----	46.74 bcdef	53.79 a	-----	-----
Santana	-----	45.58 bcdefgh	40.66 efg	-----	-----
Arabella	-----	45.96 bcdefg	37.42 g	-----	-----
Olymp	29.86 cde	54.53 a	54.96 a	41.66 a	42.98 ab
Liberty	-----	-----	-----	40.94 abc	42.13 ab
Li-0521	33.56 abc	49.67 abc	51.67 ab	40.97 abc	41.83 ab
Li-0218	30.29 bcd	-----	-----	41.28 ab	-----
Mikado	35.26 a	44.30 cdefgh	50.41 abc	36.22 cde	40.97 ab
Elena	-----	49.30 abcd	-----	-----	-----
Binera	-----	47.94 bcdef	-----	-----	-----
Nielol-INIA	27.65 de	44.02 cdefgh	45.78 cde	35.70 de	-----
Liberado	-----	-----	43.07 def	33.43 e	-----
Bienvenu	-----	-----	39.00 fg	-----	-----
Matador	35.02 a	43.49 cdefgh	-----	-----	-----
Honk	-----	-----	-----	-----	-----
Citrol	-----	-----	-----	-----	-----
Metrol	-----	-----	-----	-----	-----
Score	-----	-----	-----	-----	-----
Carmen	-----	-----	-----	-----	-----
L.0543	-----	42.47 defgh	-----	-----	-----
L.0542	-----	42.53 defgh	-----	-----	-----
L.0540	-----	41.20 efgh	-----	-----	-----
L.0537	-----	43.14 cdefgh	-----	-----	-----
L.0538	-----	39.58 gh	-----	-----	-----
L.0506	31.71 abc	-----	-----	-----	-----
L.0508	29.27 cde	-----	-----	-----	-----
L.0517	31.72 abc	-----	-----	-----	-----
L.0255	33.37 abc	-----	-----	-----	-----
L.0273	32.10 abc	-----	-----	-----	-----
L.0520	31.91 abcd	-----	-----	-----	-----
S.002	27.09 e	-----	-----	-----	-----
B.001	32.80 abc	-----	-----	-----	-----
B.002	34.54 ab	-----	-----	-----	-----
Jet-neuf	-----	-----	-----	-----	-----
Hibr.A1	-----	-----	-----	-----	-----
Hibr.A2	-----	38.83 h	-----	-----	-----
Rend.Max	35.26	54.53	55.86	41.66	44.58
Rend.Prom.	31.28	45.36	47.93	38.80	41.69
Rend.Min.	26.76	38.83	37.42	33.43	3584
Coef.Var	10.44	9.8	8.26	8.69275	8.0244
Valor de F	6.24 **	3.51 **	10.5 **	3.07 **	2.08 *

Anexo N° 5 Contenido de aceite (%). De ensayos de variedades de raps de invierno realizados en el área de suelo trumao lomaje. IX región.

	1991	1992	1993	1994	1995
Doublol	49.32 cf	-----	46.86 c	-----	-----
Silvia	-----	53.43 a	47.85 b	-----	47.89 b
Idol	50.35 bc	53.07 ab	48.86 a	50.19 a	47.93 b
Ductol	50.50 bc	-----	47.73 b	49.09 bc	47.89 b
Libraska	-----	51.84 cdefg	45.88 def	48.48 cd	-----
Librado	-----	52.19 bcde	46.91 c	49.08 bc	-----
Lirajet	-----	51.83 cdefg	46.58 cd	-----	-----
Cobra	-----	51.45 defg	46.37 cde	-----	-----
Santana	-----	52.14 bcdef	45.53 ef	-----	-----
Arabella	-----	51.59 defg	45.25 f	-----	-----
Olymp	49.12 f	-----	48.42 ab	49.65 ab	47.09 bc
Liberty	-----	53.02 ab	-----	49.95 a	47.95 b
Li-0521	48.31 g	51.05 g	46.15 cdef	47.42 e	46.04 d
Li-0218	49.20 f	-----	-----	48.47 cd	-----
Mikado	52.07 a	52.37 bcd	47.78 b	50.04 a	48.76 a
Elena	-----	51.35 defg	-----	-----	-----
Bincra	-----	51.30 efg	-----	-----	-----
Nielol-INIA	49.92 cde	52.24 bcde	46.65 cd	48.14 d	-----
Liberado	-----	-----	45.63 ef	47.18 e	-----
Bienvenu	-----	-----	48.08 ab	-----	-----
Matador	52.29 a	53.39 a	-----	-----	-----
Honk	-----	-----	-----	-----	-----
Citrol	-----	-----	-----	-----	-----
Metrol	-----	-----	-----	-----	-----
Score	-----	-----	-----	-----	-----
Carmen	-----	-----	-----	-----	-----
L.0543	-----	52.25 bcde	-----	-----	-----
L.0542	-----	51.53 defg	-----	-----	-----
L.0540	-----	51.15 fg	-----	-----	-----
L.0537	-----	52.06 bcdef	-----	-----	-----
L.0538	-----	51.69 cdefg	-----	-----	-----
L.0506	49.44 def	-----	-----	-----	-----
L.0508	50.00 cd	-----	-----	-----	-----
L.0517	48.00 g	-----	-----	-----	-----
L.0255	50.56 bc	-----	-----	-----	-----
L.0273	50.31 bc	-----	-----	-----	-----
L.0520	49.02 f	-----	-----	-----	-----
S.002	50.85 b	-----	-----	-----	-----
B.001	50.43 bc	-----	-----	-----	-----
B.002	-----	-----	-----	-----	-----
Jct-neuf	-----	-----	46.44	-----	-----
Hibr.A1	-----	-----	-----	-----	-----
Hibr.A2	-----	52.65 abc	-----	-----	-----
Rend.Max	52.29	53.43	48.86	50.18	48.76
Rend.Prom.	50.01	52.08	46.78	48.85	47.39
Rend.Min.	48.00	51.05	45.25	47.18	46.04
Coef.Var	1.04	1.29	1.3715	1.01093	1.2770
Valor de F	2191 **	5.28 **	14.2 **	18.5 **	6.61 **

Anexo N° 6 Producción de aceite (kg/ha). De ensayos de variedades de raps de invierno realizados en el área de suelo trumao lomaje. IX región.

	1992	1993	1994	1995
Doublol	-----	2617 ab	-----	-----
Silvia	2492 bcd	2192 cd	-----	2035 ab
Idol	2561 bc	2607 ab	1833 abc	1829 bc
Ductol	-----	2630 ab	1922 abc	2090 a
Libraska	2197 def	2033 def	1987 ab	-----
Librado	2291 cdef	2389 abc	1889 abc	-----
Lirajet	2675 ab	2368 bc	-----	-----
Cobra	2405 bcde	2493 ab	-----	-----
Santana	2378 bcdef	1852 fg	-----	-----
Arabella	2371 bcdef	1696 g	-----	-----
Olymp	2891 a	2665 a	2069 a	2024 ab
Liberty	-----	-----	2044 ab	2020 ab
Li-0521	2537 bcd	2384 abc	1942 abc	1926 abc
Li-0218	-----	-----	2000 ab	-----
Mikado	2320 cdef	2408 abc	1813 bc	1997 ab
Elena	2531 bcd	-----	-----	-----
Binera	2460 bcde	-----	-----	-----
Ñielol-INIA	2301 cdef	2136 cde	1719 cd	-----
Liberado	-----	1966 defg	1577 d	-----
Bienvenu	-----	1875 efg	-----	-----
Matador	2322 cdef	-----	-----	-----
Honk	-----	-----	-----	-----
Citrol	-----	-----	-----	-----
Metrol	-----	-----	-----	-----
Score	-----	-----	-----	-----
Carmen	-----	-----	-----	-----
L.0543	2218.5 cdef	-----	-----	-----
L.0542	2192.4 def	-----	-----	-----
L.0540	2107.1 ef	-----	-----	-----
L.0537	2246.1 cdef	-----	-----	-----
L.0538	2047.4 f	-----	-----	-----
L.0506	-----	-----	-----	-----
L.0508	-----	-----	-----	-----
L.0517	-----	-----	-----	-----
L.0255	-----	-----	-----	-----
L.0273	-----	-----	-----	-----
L.0520	-----	-----	-----	-----
S.002	-----	-----	-----	-----
B.001	-----	-----	-----	-----
B.002	-----	-----	-----	-----
Jet-neuf	-----	2200.0 cd	-----	-----
Hibr. A1	-----	-----	-----	-----
Hibr. A2	2043.2 f	-----	-----	-----
Rend.Max	2890	2665	2068	2101
Rend.Prom.	2363	2246	1895	1975
Rend.Mín.	2043	1696	1577	1712
Coef. Var	9.81	8.74032	8.60194	8.0566
Valor de F	3.98 **	11.6. **	3.36 **	2.0 *

Anexo N° 7 Rendimiento de grano (qq/há). De ensayos de variedades de raps de invierno realizados en el área de suelo rojo arcilloso. IX región.

	1991		1992		1994		1995	
Doublol	16.67	cfg	-----		-----		-----	
Silvia	-----		35.21	ab	-----		18.88	bcde
Idol	13.51	fg	33.49	abc	33.98	cdef	22.93	b
Ductol	12.09	g	-----		34.77	cde	20.01	bc
Libraska	-----		34.66	ab	35.76	bcd	-----	
Librado	-----		32.84	abc	38.66	abc	-----	
Lirajet	-----		34.04	abc	-----		-----	
Cobra	-----		34.94	ab	-----		-----	
Santana	-----		28.8	bcd	-----		-----	
Arabella	-----		32.93	abc	-----		-----	
Olymp	16.51	cfg	32.4	abc	30.77	def	7.75	h
Liberty	-----		-----		41.95	a	17.27	de
Li-0521	27.93	abc	36.4	a	38.11	abc	19.84	bc
Li-0218	17.17	defg	-----		32.53	cdef	-----	
Mikado	28.44	ab	35.66	ab	41.02	ab	33.28	a
Elena	-----		31.26	abcd	-----		-----	
Binera	-----		27.25	cd	-----		-----	
Ñielol-INIA	26.73	abc	32.8	abc	28.85	ef	-----	
Liberado	-----		-----		28.32	f	-----	
Bienvenu	-----		-----		-----		-----	
Matador	30.24	a	33.07	abc	-----		-----	
Honk	-----		-----		-----		15.12	ef
Citrol	-----		-----		-----		18.97	bcde
Metrol	-----		-----		-----		14.96	ef
Score	-----		-----		-----		20.24	bc
Carmen	-----		-----		-----		19.58	bcde
L.0543	-----		35.29	ab	-----		-----	
L.0542	-----		30.79	abcd	-----		-----	
L.0540	-----		35.48	ab	-----		-----	
L.0537	-----		34.78	ab	-----		-----	
L.0538	-----		30.57	abcd	-----		-----	
L.0506	19.52	cdef	-----		-----		-----	
L.0508	16.47	efg	-----		-----		-----	
L.0517	16.12	efg	-----		-----		-----	
L.0255	27.84	abc	-----		-----		-----	
L.0273	22.31	abcd	-----		-----		-----	
L.0520	26.57	abc	-----		-----		-----	
S.002	13.80	efg	-----		-----		-----	
B.001	-----		-----		-----		-----	
B.002	20.78	bcde	-----		-----		-----	
Jet-neuf	-----		-----		-----		-----	
Hibr.A1	25.39	abcd	-----		-----		-----	
Hibr.A2	21.25	bcde	25.15	d	-----		-----	
Rend.Max	30.24		36.40		41.95		33.28	
Rend.Prom.	20.88		32.72		34.63		17.53	
Rend.Min.	12.09		25.15		28.32		7.74	
Coef.Var	27.42		14.02		12.251		16.712	
Valor de F	4.46 **		1.87 *		5.49 **		20.4 **	

Anexo N° 8 Contenido de aceite (%). De ensayos de variedades de raps de invierno realizados en el área de suelo rojo arcilloso. IX región.

	1991	1992	1994	1995
Doublol	49.05 fg	-----	-----	-----
Silvia	-----	53.71 ab	-----	43.07 cd
Idol	49.96 cde	52.40 bcd	48.08 abc	43.55 bc
Ductol	49.4 def	-----	42.14 de	42.97 cde
Libraska	-----	50.79 efghij	42.06 de	-----
Librado	-----	51.37 defgh	42.83 bcd	-----
Lirajet	-----	51.86 cdef	-----	-----
Cobra	-----	50.01 hi	-----	-----
Santana	-----	51.55 defg	-----	-----
Arabella	-----	51.37 defgh	-----	-----
Olymp	49.73 cde	52.14 cde	39.66 f	41.4 fg
Liberty	-----	-----	44.29 ab	44.65 d
Li-0521	47.83 i	50.07 ghi	40.89 ef	41.71 defg
Li-0218	47.98 h	-----	40.37 f	-----
Mikado	51.37 ab	53.15 abc	45.44 a	47.92 a
Elena	-----	49.81 i	-----	-----
Binera	-----	49.92 hi	-----	-----
Nielol-INIA	49.76 cde	51.36 defgh	42.63 cd	-----
Liberado	-----	-----	43.36 bcd	-----
Bienvenu	-----	-----	-----	-----
Matador	52.56 a	53.98 a	-----	-----
Honk	-----	-----	-----	41.95 defg
Citrol	-----	-----	-----	42.4 cdef
Metrol	-----	-----	-----	41.03 fg
Score	-----	-----	-----	44.8 b
Carmen	-----	-----	-----	41.52 fg
L.0543	-----	51.96 cdef	-----	-----
L.0542	-----	50.56 fghi	-----	-----
L.0540	-----	51.22 defghi	-----	-----
L.0537	-----	52.54 bcd	-----	-----
L.0538	-----	51.93 cdef	-----	-----
L.0506	48.92 f	-----	-----	-----
L.0508	48.47 g	-----	-----	-----
L.0517	46.63 j	-----	-----	-----
L.0255	50.91 bc	-----	-----	-----
L.0273	50.95 bc	-----	-----	-----
L.0520	49.20 ef	-----	-----	-----
S.002	50.51 bcd	-----	-----	-----
B.001	50.95 bc	-----	-----	-----
B.002	50.23 bcd	-----	-----	-----
Jct-neuf	-----	-----	-----	-----
Hibr.A1	50.80 bcd	-----	-----	-----
Hibr.A2	49.73 cde	52.14 cde	-----	-----
Rend.Max	52.56	53.98	45.44	47.92
Rend.Prom.	49.66	51.59	42.31	42.60
Rend.Min.	46.63	49.80	39.66	40.55
Coef.Var	1.94	1.98	2.5231	2.3282
Valor de F	3.87 **	6.38 **	13.03 **	18.33 **