

**AGROCLIMATOLOGIA DE LA COLZA
DE INVIERNO (BRASSICA NAPUS L. SSP. OLEIFERA (METZG) SINSK F. BIENNIS)
Y SU POSIBLE DIFUSION EN LA ARGENTINA**

G.N. MURPHY y NILDA C. PASCALE (1)

Recibido: 18-10-88

Aceptado: 12-12-88

RESUMEN

A partir del estudio de las exigencias bioclimáticas de la colza de invierno (Brassica napus L. ssp. oleifera (Metzg.) Sinsk f. biennis) y del clima de sus regiones de origen y de difusión, se seleccionaron los índices agroclimáticos que definen su posible área de adaptación en el territorio argentino. Se caracterizaron así dos sub-regiones: la andina y la pampeana señalándose sus principales factores limitantes.

Se sugieren las áreas del mundo de las cuales introducir material genético para ambas sub-regiones y se orienta sobre el tipo de trabajo a realizar por los fitotecnistas para su adaptación al ambiente argentino.

Palabras clave: agroclimatología, colza de invierno (Brassica napus L. ssp. oleifera (Metzg.) Sinsk f. biennis.)

**WINTER RAPE (BRASSICA NAPUS L. SSP. OLEIFERA (METZG) SINSK F. BIENNIS)
AGROCLIMATOLOGY AND ITS POSSIBLE DEVELOPMENT IN ARGENTINA**

SUMMARY

The bioclimatic requirements and the climatic characteristics of the origen and cultivated regions in the world of winter rape (Brassica napus L. ssp. oleifera (Metzg.) Sinsk f. biennis) were studied and led up to the selection of agroclimatic indexes which defined the possible areas to be introduced in Argentina.

Two sub-regions were delimited characterized as: "andina" and "pampeana" and their main climatic limitations were described.

Different areas in the world were suggested for the introduction of genetic material in both sub-regions and the orientation of the phytotecnic works, in order to get a suitable adaptation to argentine environment.

Key words: agroclimatology, winter rape (Brassica napus L. ssp. oleifera (Metzg.) Sinsk f. biennis)

(1) Cátedras de Climatología y Fenología Agrícolas y Cultivos Industriales, respectivamente. Facultad de Agronomía. Universidad de Buenos Aires. Avda. San Martín 4453. Buenos Aires -Argentina-

INTRODUCCION

Dentro de las Crucíferas, las especies del género *Brassica* presentan una gran diversidad de formas de cultivo, utilización y distribución. Tienen un rol importante en la agricultura del mundo, como plantas hortícolas, productoras de aceite, forrajes o condimentos. *Brassica campestris* y *Brassica napus* (anfidiplóide entre *B. oleracea* y *B. campestris*), incluyen tipos de primavera e invierno y dentro de cada tipo hay cultivares de distintos requerimientos fotoperiódicos y de vernalización (Myers, et al., 1982), adaptados a diferentes zonas climáticas de Europa, Asia y América.

El aceite proveniente de las Brassicas ocupa el 3er. lugar en la producción mundial, ya sea como comestible, lubricantes industriales o base de la síntesis de polímeros. Así mismo, los volúmenes comercializados de su subproducto alcanza cifras más que interesantes. Hasta el momento la colza no tuvo gran difusión en la Argentina, aunque su inclusión en las rotaciones en algunas zonas ofrecería una alternativa distinta al productor, que contaría a su vez con una técnica cultural capaz de romper el ciclo de enfermedades de los cereales de invierno (Nogueira, 1981; CETIOM, 1985).

Dada su capacidad de desarrollar una gran masa foliar y por los residuos abundantes que quedan después de la cosecha, el balance mineral en el suelo resulta positivo, como así también el de humus. (CETIOM, 1985). La colza es una planta melífera por excelencia, lo cual aportaría un valor adicional al de la propia producción.

Desde el punto de vista industrial, la producción de la colza podría ofrecerse a las fábricas en una época en que éstas se encuentran con cierta capacidad ociosa, proveyendo de un aceite comestible y un subproducto que han alcanzado, a través de la fitotecnia, características de gran calidad. Un ejemplo de esto son los altos porcentajes de aceite de la semi-

lla y los escasos tenores de ácido erúxico en el aceite y el de glucosinolatos en su subproducto. (Chone, 1977; Evrand, 1983; CETIOM, 1985).

Dada la creciente valoración de las oleaginosas en el mundo, en especial de la colza, se piensa que en breve este cultivo también comenzará a difundirse en la Argentina. Por este motivo, se considera importante anticiparse a ese hecho para que la inserción en los sistemas productivos no sea traumática.

El objetivo de este trabajo consiste en conocer las características climáticas de los lugares de origen y cultivo de la especie y el comportamiento de sus cultivares, para establecer una probable similitud climática con las posibles áreas de cultivo en el país. De tal manera el fitotecnista se podrá orientar en la introducción de semillas para la experimentación inicial o sugerir otras áreas para obtener material que podrá ser sometido a una posterior selección.

MATERIALES Y METODOS

El cumplimiento de los objetivos propuestos, requiere una adecuada ubicación y descripción de todos los complejos climáticos que permiten el cultivo rentable de la colza, o sea el "agroclima" de la especie (Burgos, 1958). Para su conocimiento debe seguirse ciertas reglas generales que incluyen la valoración del clima de la región de origen, la consideración del agroclima del área de cultivo y la del de aquellos lugares donde el mismo no prosperó, junto al análisis de los índices, determinados experimentalmente, que expresan sus requerimientos bioclimáticos.

Aunque el fin perseguido no es el de realizar la clasificación del agroclima mundial de la colza, pareció lógico adoptar las reglas antes mencionadas como metodología de este trabajo, introduciendo las modificaciones que indicaban la experiencia adquirida

en otros trabajos de zonificación y comparación agroclimáticas (Pascale, 1969; Pascale et al., 1983; Murphy et al., 1983; Sierra y Murphy, 1986).

La obtención de los índices agroclimáticos que relacionan los requerimientos climáticos del cultivo con las disponibilidades regionales, se efectúa comparando los complejos ambientales con las necesidades biológicas. En este aspecto, las necesidades bioclimáticas de la colza de invierno son poco conocidas en el ambiente argentino, por lo cual, resulta oportuno resumirlas aquí:

a) Requerimientos térmicos:

Este elemento tiene una marcada influencia sobre el cultivo, manifestándose a través del efecto adverso de las bajas temperaturas, de la necesidad de vernalización y de la acumulación de energía necesaria para el cumplimiento del ciclo vegetativo.

En Europa, principal región de cultivo de los tipos invernales de colza, el ciclo dura de 250 a 330 días, desde comienzos del otoño hasta comienzo del verano, con un período de total inactividad de la planta durante los meses invernales, consecuencia del descenso de las temperaturas muy por debajo del cero de crecimiento considerado alrededor de los 6°C (CETIOM, 1978).

La planta al estado de roseta con alrededor de 7-8 hojas, raíz de 8 mm de diámetro y longitud de 15-20 cm aproximadamente, resiste a las bajas temperaturas, pudiendo soportar hasta -22°C, según los cultivares, sin sufrir daños (CETIOM, 1982; Litinski, 1968).

Segeta et al. (1982) estudiando la resistencia a las heladas de diferentes órganos vegetativos del cultivar Primor comprobó que la resistencia de las hojas en la roseta aumentaba de las más viejas a la más joven y, en primavera, la resistencia de las hojas del tallo (nuevo crecimiento) era menor que la de las hojas de la roseta

que se habían desarrollado durante el invierno. Esta resistencia de la colza de invierno al frío se debe al "endurecimiento" progresivo que se va produciendo en la planta con una consecuente menor actividad biológica. (CETIOM, 1978; Maciejewska, et al., 1984).

Los botones florales o las flores abiertas pueden ser afectados por temperaturas menores a 8°C y 2°C, respectivamente (CETIOM, 1978; Rollier, 1978).

Las bajas temperaturas tienen influencia cualitativa y/o cuantitativa sobre la floración de la colza de invierno, reduciendo el tiempo requerido para la aparición de flores y, actuando en combinación con el fotoperíodo, Vernalización de alrededor de 6 semanas a temperaturas comprendidas entre 0 y 7°C, parecen expresar correctamente los requerimientos de algunos cultivares de colza invernal pertenecientes a *Brassica napus* var. *oleifera*. (Canullo y Pascale, 1985; CETIOM, 1978; Gvozdikova, 1984; Parodi Pinedo, 1987).

b) Requerimientos fotoperiódicos

Debe señalarse que hay gran variedad de respuestas a la acción combinada de la vernalización y el fotoperíodo. Existen cultivares cuyas exigencias varían desde los que florecen aún cuando no hayan sido vernalizados, hasta aquellos en que la aparición de flores se produce sólo al recibir tratamientos de vernalización y días largos (Myers et al., 1982; Bengtsson, 1972). Por ello, de las fuentes genéticas existentes es posible lograr cualquier combinación de estos requerimientos.

Friend (1979) considera que de existir una duración de día crítico, sería de menos de 8 hs. Los fotoperíodos largos reducen la duración de la fase vegetativa y la elongación de los tallos (Thurling et al., 1980; Pascale, 1985).

La fecha de floración es un factor crítico en la producción de colza, ya que cuanto más extensa sea la etapa

Cuadro N° 1: Ubicación geográfica de las estaciones meteorológicas utilizadas para obtener los índices agroclimáticos.

PAIS	LOCALIDAD	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (m)
POLONIA	Cracovia	50° 04' N	19° 57' E	216
	Breslau	51° 07' N	17° 05' E	145
	Varsovia	52° 13' N	21° 02' E	88
	Poznan	52° 25' N	16° 56' E	90
	Stettin	53° 26' N	14° 34' E	20
	Osterode	53° 42' N	19° 58' E	110
	Danzing	54° 24' N	18° 40' E	11
U.R.S.S.	Movorossiysk	41° 44' N	37° 48' E	37
	Odessa	46° 29' N	30° 44' E	64
	Rostov	47° 13' N	39° 43' E	48
	Dnepropetrovsk	48° 27' N	26° 14' E	142
	L'vov	49° 50' N	24° 01' E	270
	Kiev	50° 27' N	30° 30' E	180
	Brest	52° 05' N	23° 40' E	130
	Kalingrad	54° 43' N	20° 30' E	7
	Kaunas	54° 54' N	23° 53' E	36
	Riga	56° 57' N	24° 06' E	20
Vents Pils	57° 24' N	21° 34' E	4	
Tallinn	59° 26' N	24° 48' E	45	
INGLATERRA	Greenwich	51° 29' N	0° 00'	46
	Oxford	51° 46' N	1° 16' W	64
	Cambridge	52° 12' N	0° 08' W	13
	Birmingham	52° 26' N	1° 56' W	163
	Great Yarmouth	52° 35' N	1° 43' W	15
	York	53° 57' N	1° 05' W	18
SUECIA	Kalmar	56° 39' N	16° 22' E	6
	Visby	57° 39' N	18° 18' E	10
	Jonkoping	57° 46' N	14° 11' E	97
	Vastervik	57° 47' N	16° 36' E	12
	Estocolmo	59° 21' N	18° 04' E	6
	Upsala	59° 51' N	17° 37' E	24

vegetativa y la cantidad de área foliar producida, mayor será el rendimiento final (Campbell et al., 1977; Parodi Pinedo, 1987).

c) Requerimientos hídricos

Según Rollier (1974) el agua de lluvia caída durante el período que va desde el reinicio de la vegetación, después del invierno, hasta la maduración puede explicar el 45% del rendi-

miento final de la colza de invierno, pues con el crecimiento vegetativo y radicular se incrementa gradualmente el uso del agua, hasta llegar a un máximo en la fase de floración (Parodi Pinedo, 1987).

Deficiencias de agua (25-30 % de la capacidad de campo) ocurridas durante los subperíodos comienzo-fin de floración y floración-maduración producen los rendimientos más bajos en semilla (Debinska, 1970).

(Cont. Cuadro N° 1)

PAIS	LOCALIDAD	LATITUD	LONGITUD	ALTITUD (m)
FRANCIA	Carcassone	43° 13' N	2° 02' E	122
	Toulouse	43° 33' N	1° 23' E	164
	Grenoble	45° 10' N	5° 44' E	223
	Lyon	45° 42' N	4° 47' E	286
	Poitiers	46° 36' N	0° 21' E	116
	Nantes	47° 15' N	1° 34' W	37
	Dijon	47° 16' N	5° 05' E	219
	Belfort	47° 38' N	6° 52' E	423
	Auxerre	47° 49' N	3° 34' E	73
	Orleans	47° 56' N	1° 53' E	122
	Rennes	48° 08' N	1° 43' W	61
	Nancy	48° 42' N	6° 14' E	37
	Paris	48° 49' N	2° 29' E	49
	Reims	49° 18' N	4° 02' E	95
	Cherbourg	49° 39' N	1° 38' W	122
	Dieppe	49° 55' N	1° 05' E	34
ALEMANIA	Munich	48° 09' N	11° 34' E	530
	Nuremberg	49° 27' N	11° 03' E	320
	Hoff	50° 19' N	11° 55' E	477
	Luneburgo	53° 15' N	18° 24' E	20
	Hamburgo	53° 33' N	9° 58' E	21
	Kiel	54° 19' N	10° 08' E	48
JAPON	Kagoshima	31° 34' N	130° 33' E	6
	Nagasaki	32° 44' N	129° 53' E	133
	Fukuoka	33° 35' N	130° 23' E	4
	Miyako	39° 38' N	141° 59' E	30
	Akita	39° 41' N	140° 06' E	9
CHILE	Concepción	36° 50' S	72° 03' W	15
	Chillán	36° 40' S	72° 15' W	-
	Los Angeles	37° 28' S	72° 21' W	130
	Traiguén	38° 15' S	72° 41' W	177
	Temuco	38° 45' S	72° 35' W	114
	Osorno	40° 31' S	70° 07' W	74
	Puerto Montt	41° 28' S	72° 56' W	110

Esta disminución del rendimiento se debe a que las hojas se marchitan y caen prematuramente, el número de ramas/planta y de silicuas/planta disminuyen. También decrece la longitud de las silicuas, el tamaño de las semillas y las semillas/silicua. (Parodi Pinedo, 1987). A medida que el cultivo se acerca al final del ciclo disminuye la necesidad en agua y condiciones hídricas deficitarias facilitan la cosecha.

La información climática básica de todas las localidades extranjeras utilizadas (Cuadro N° 1) se obtuvo de publicaciones climáticas de Great Britain (1958) y de USA (1959) y para la Argentina, de las Estadísticas Climatológicas. (Argentina, 1958, 1972, 1986) y de trabajos sobre caracterización climática y agroclimática citadas en el texto.

RESULTADOS Y DISCUSION

1) INDICES AGROCLIMATICOS ADOPTADOS.

Con el conocimiento de las necesidades bioclimáticas de la colza, pueden señalarse los momentos o subperíodos críticos a los distintos elementos climáticos y utilizar los índices agroclimáticos adecuados para delimitar la región de posible difusión de la especie en la Argentina.

Siembra

Para el comienzo del ciclo adquieren importancia la temperatura y la humedad disponible en el suelo. Si ambas se hallan en niveles adecuados, la imbibición, germinación y emergencia serán rápidas y la densidad de cultivo correcta. Si la siembra se efectúa con temperaturas por debajo del cero vital es posible que parte de las semillas sembradas permanezcan latentes hasta que las temperaturas permitan la germinación, pero esas plantas tendrán un ciclo distinto con consecuencias adversas en el manejo del cultivo.

Si bien la temperatura mínima de crecimiento es de alrededor de 6°C se considera que la temperatura del suelo de 10°C es la que asegura una germinación rápida. La falta de datos climáticos de temperaturas del suelo, en contraposición con la disponibilidad de temperaturas del aire y la estrecha correlación entre ambas, llevó a establecer un primer índice agroclimático con la temperatura media del aire en el mes de la siembra. El ordenamiento de las 65 localidades analizadas permitió verificar que las siembras de la colza de invierno se realizan con temperaturas que van desde 9,9°C en Osorno (Chile) hasta 23,3°C en Movorossiysk (URSS), por lo cual, el índice de comienzo del ciclo del cultivo adoptado fue el de la temperatura media mensual del aire de 10°C.

El otro elemento de importancia en este momento inicial del ciclo es la disponibilidad de agua que, en cierta forma, es manejable por el productor ya que puede acomodar la fecha de siembra a la ocurrencia de una precipitación. Por este motivo, el índice hídrico elegido fue el de la situación hídrica del mes al momento de la siembra expresado en milímetros de lluvias.

El análisis de las zonas productoras del mundo permitió verificar que las lluvias al momento de la siembra oscilan entre valores de 25 mm en Rostov (URSS) hasta 250 mm en Nagasaki (Japón), estando el 68% de las localidades comprendidas entre 32 y 152 mm.

Emergencia - comienzo de floración

A partir de la emergencia, las plantas deben satisfacer la necesidad en bajas temperaturas. De no cumplimentarse esta exigencia, la colza de invierno no pasa a la etapa reproductiva, lo hace en forma desuniforme o con desarrollo defectuoso de las flores, hay falta de crecimiento de los ejes florales y caída prematura de los pimpollos. Esto fue confirmado en la Argentina en experimentos realizados con los cultivares Matador, Quinta y Garant. (Canullo y Pascale, 1984; Pascale 1985).

A los efectos de cuantificar la disponibilidad de frío de las zonas productoras durante ese período, lo más apropiado hubiese sido calcular el número de horas en que las temperaturas están entre 0°-7°C. Sin embargo, se recurrió a un índice estrechamente correlacionado con esa disponibilidad como es la temperatura media del mes más frío en que las temperaturas están por encima de 0°C. (Damario, 1969). Temperaturas por debajo de 0°C no son efectivas para la vernalización (Hansel, 1954).

El 84% de las localidades analizadas presentan valores entre 0,3°C (Rostov, URSS) y 4,9°C (Greenwich, In-

Cuadro N° 2: Índices agroclimáticos característicos del cultivo de la colza de invierno deducidos del análisis del agroclima de su dispersión mundial (Cuadro N° 1). Se indican (1) el valor más bajo (2) el rango más representativo, con porcentaje (3) el valor más alto del total de las 65 estaciones climatológicas consideradas y (4) Índice agroclimático adoptado para la caracterización de la región apta para su cultivo en la Argentina.

	Temperatura media (C°)				Situación hídrica *			
	(1)	(2)	(3)	(4)	(1)	(2)	(3)	(4)
Mes de siembra	9,9	15,0-17,8 65%	23,3	10,0	25(.)	32 a 152(.) 68%	250(.)	-
Mes más frío con temp. super. a 0°C	0,3	0,3-4,9 84%	9,2	9,0				
Mes de floración	8,1	10,0-15,0 74%	18,0		-20	-5 a +6 60%	+129	0 a -10
Mes de maduración	14,6	16,3-21,4 85%	22,7	15,0	-61	-30 a 0 71%	+145	

(*): (+) mm de excesos; (-) mm de deficiencias; (0) equilibrio hídrico; (.) expresada como precipitación mensual.

glaterra), y corresponden a regiones del Hemisferio Norte caracterizadas por su continentalidad o por encontrarse ubicadas en altas latitudes, condiciones distintas de las que ocurren en la superficie cultivable de la Argentina. En este caso adquiere gran relevancia la consideración de los datos de localidades con inviernos no tan rigurosos como son los de latitudes más bajas (Cherburgo, en Francia, 6,1°C) o con características oceánicas (Concepción, en Chile, 9,2°C).

Todo parece indicar que la temperatura de 9°C, correspondiente a la media del mes más frío en que las temperaturas están por encima de 0°C, podría ser el valor que limitaría la posibilidad de satisfacción de los requerimientos en vernalización de los distintos cultivares.

Com. de floración - fin de floración.

Se consideró adecuado tomar como límite el índice hídrico (IH) de

Thornthwaite de - 20, el cual es aceptado generalmente como límite de la agricultura sin riego. De todos modos, la necesidad en agua de este cultivo aumenta progresivamente hasta llegar a un máximo en el período comienzo de floración - fin de floración (Debinska, 1970; Rollier, 1974; Parodi Pinedo, 1987). Esta es una etapa crítica, pues las deficiencias del agua marcadas o continuadas provocan las máximas reducciones en el rendimiento. Es por eso que para caracterizar las zonas productoras pareció conveniente utilizar la situación hídrica en el mes de la floración, para poner de manifiesto la disponibilidad de agua durante este sub-período.

Los balances hidrológicos de las zonas productoras analizadas presentan, durante el mes de floración, situaciones extremas que van desde 20 mm de déficit (Toulouse, Francia) a 129 mm de exceso (Puerto Montt, Chile), aunque el 60% de las localidades consideradas se encuentran entre -5 mm de deficiencias y +6 mm de excesos.

El índice agroclimático térmico que pareció conveniente para caracterizar zonas productoras fue el de la temperatura media del mes de floración, indicadora de la disponibilidad energética para la etapa reproductiva.

Las zonas productoras muestran, en el mes de floración, temperaturas medias que oscilan desde 8,1°C en Vents Pils (URSS) a 18°C en Nagasaki (Japón), pero el 74% de las localidades analizadas se encuentran comprendidas entre temperaturas de 10°C y 15°C.

Maduración - cosecha

Si bien no se dispusieron de datos sobre la fecha de maduración en las zonas productoras, los datos del mes de cosecha fueron considerados adecuados para el análisis de esta última etapa del cultivo ya que, técnicamente, el momento de la cosecha no puede ser lejano al de la madurez porque su distanciamiento significaría la pérdida total de la producción por la dehiscencia de las silicuas.

Según Rollier (1979), a partir del momento en que los granos llegan a la madurez fisiológica, la pérdida de humedad es poco regular y depende sobre todo de las condiciones de temperatura y humedad del aire. Por este motivo, los otros índices que se tuvieron en cuenta fueron la temperatura media del mes de cosecha y la situación hídrica para ese momento.

La temperatura media más baja del mes de cosecha se registra en Puerto Montt (Chile) y es de 14,6°C mientras que el 85% de las localidades analizadas se hallan entre 16,3 y 21,4°C. Por lo tanto, se consideró aceptable el valor de 15°C como límite de las áreas que asegurarían la disponibilidad energética necesaria para la maduración de los granos.

Los balances climáticos de las zonas analizadas presentan, para el mes de la cosecha, situaciones hídricas que van desde 61 mm de deficiencia en Odessa (URSS) hasta 145 mm de exceso en Kagoshima (Japón). Sin embargo, el

71% de las localidades se concentran entre valores de equilibrio hídrico a 30 mm de deficiencia. Los índices climáticos detallados anteriormente, resultado del análisis de las distintas combinaciones climáticas en que se produce la colza de invierno en el mundo, se muestran resumidos en el Cuadro N°2.

Estos índices se usaron para evaluar y delimitar en la Argentina, desde el punto de vista agroclimático, la zona potencial de cultivo y estimar los ciclos vegetativos posibles en estas áreas.

2) APLICACION DE LOS INDICES AGROCLIMATICOS EN LA ARGENTINA.

La isoterma de 9°C (temperatura media del mes de julio) sobre el mapa de la Argentina (Figura 1) delimita hacia el sur una región en la cual son satisfechos los requerimientos mínimos de vernalización de los cultivares de colza de invierno.

El índice hídrico de Thornthwaite, IH de -20, permitió subdividir la región mencionada precedentemente en dos sub-regiones posibles para el cultivo en secano de la colza de invierno: la pampeana y la andina con una intermedia que requiere riego.

Cabe destacar que el IH de Thornthwaite representa valores medios y que en determinados períodos puede sufrir corrimientos, como está sucediendo desde la década del 60, con desplazamiento hacia el oeste.

Dentro de la sub-región pampeana el trazado de las isoclinas de 0, 5 y 10 mm de deficiencias para el mes de la floración, delimitan áreas en que la producción se vería favorecida en mayor o en menor grado, sin que se alcancen valores que comprometan seriamente la producción.

La isoterma de 15°C correspondiente a la media del mes más cálido es el límite sur de la sub-región andina de producción, ya que a latitudes mayores es poco probable que pueda alcanzarse la maduración de los granos.

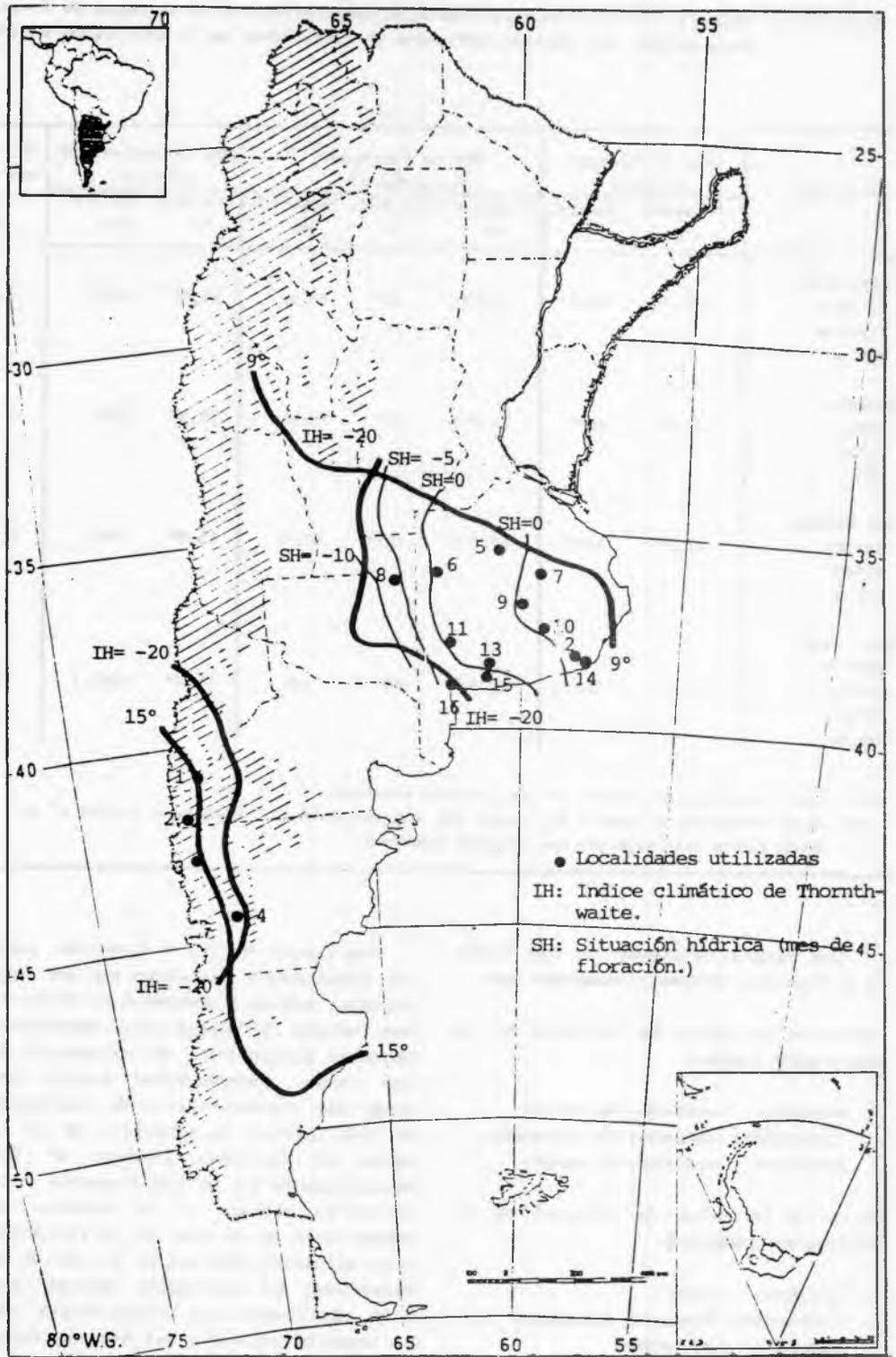


Figura 1: Regiones agroclimáticamente aptas para el cultivo de la colza de invierno.

Cuadro N° 3: Valor de los índices agroclimáticos característicos de la colza de invierno para etapas del cultivo estimadas en localidades de la sub-región andina.

Localidad	Mes de Siembra (marzo)		Mes de floración (noviembre)			Mes de maduración (enero)		t° media mes más f ío 'C
	t° media °C	Precip. mm	t° media °C	Sit.Híd. mm	Prob.Hel. %	t°media °C	Sit.Híd. mm	
1 BARILOCHE 41°09'S 71°10'W 840 m	12,1*	65**	10,1**	0**	57,9	14,6*	-19**	3,2**
2 ESQUEL 42°54' 71°22' 785 m	12,7*	36**	11,6**	-7*	55,6	15,3*	-38*	3,3**
3 EL BOLSON 41°56' 71°33' 310 m	13,6*	44**	12,8**	-5**	63,3	15,8*	-29**	3,8**
4 Col. SAN MARTIN 44°10' 70°27' 750 m	11,7*	18(.)	10,5**	-49(.)	s/c	15,2*	-94(.)	3,3**

(*) valor comprendido dentro de los valores extremos.)
 (**) valor comprendido dentro del rango más representativo.) Idem para Cuadro N° 4
 (.) valor fuera del rango de los valores extremos.)

Los ciclos estimados en las áreas de producción andina y pampeana son:

Ciclo de la colza de invierno en la sub-región andina:

siembra: mediados de marzo
 floración: mediados de noviembre
 cosecha: mediados de enero

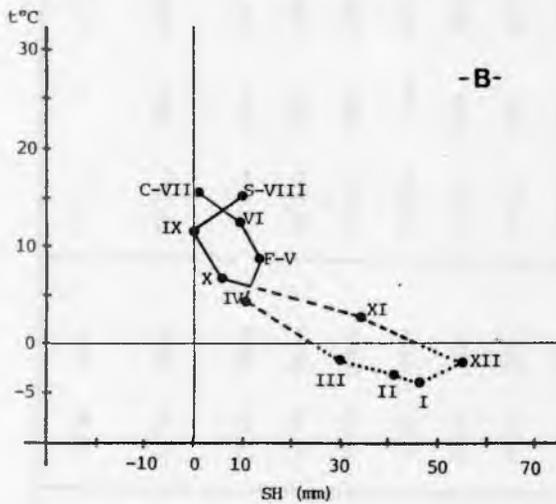
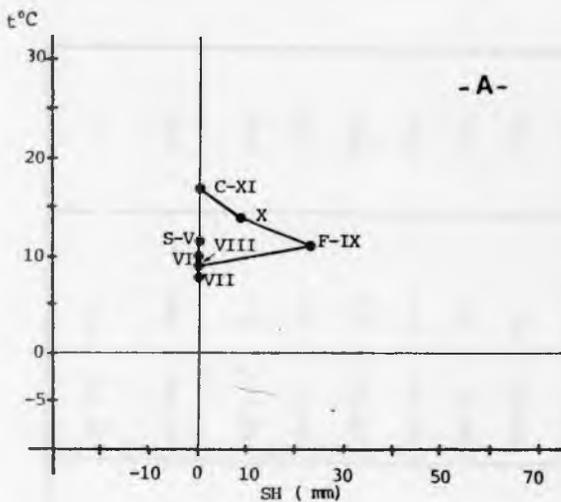
Ciclo de la colza de invierno en la sub-región pampeana:

siembra: mayo
 floración: fines de setiembre
 cosecha: noviembre

Los Cuadro N° 3 y 4 muestran, para las localidades incluídas en las sub-regiones andina y pampeana el valor de los índices agroclimáticos adoptados. Estos se encuentran, en la mayoría de los casos, comprendidos dentro del rango más representativo de variación de los índices característicos de la colza de invierno (Cuadro N° 2), especialmente en lo que respecta a la situación hídrica a la siembra, la temperatura en el mes de la floración y la situación hídrica en el mes de la floración. La sub-región andina también manifiesta esa coincidencia con la temperatura media del mes más frío.

Cuadro N° 4: Valor de los índices agroclimáticos característicos de la colza de invierno para etapas del cultivo estimadas en localidades de la sub-región pampeana .

Localidad	Lat.S	Long.W	Alt.m	Siembra (mayo)		Floración (30 setiembre)			Maduración (noviembre)		t° media mes más frío °C
				t °C	Sit. Híd. mm	t °C	Sit. Híd. mm	Prob. Hel. %	t °C	Sit. Híd. mm	
5 9 DE JULIO	35°27'	60°53'	76	12,6*	66**	12,6**	+20*	32,7	19,1**	0**	9,3(.)
6 TRENQUE LAUQUEN	35°58'	62°44'	95	12,5*	46**	12,9**	0*	30,5	19,7**	-9**	8,9*
7 LAS FLORES	36°02'	59°06'	35	11,5*	73**	12,3**	+40*	28,1	18,4**	0**	8,5*
8 SANTA ROSA	36°34'	64°16'	191	11,3*	25*	12,5**	-2**	60,6	19,6**	-21**	8,2*
9 AZUL	36°45'	59°50'	132	10,2*	53**	10,7**	+28*	67,4	16,9**	+4*	7,2*
10 TANDIL	37°14'	59°15'	175	10,5*	57**	10,4**	+25*	38,2	16,0*	0**	7,6*
11 PIGUE	37°36'	62°23'	304	9,8(.)	44**	10,2**	0**	93,3	17,0**	-1**	6,8*
12 BALCARCE	37°45'	58°18'	130	11,0*	74**	10,7**	+26*	76,7	16,8**	0**	8,0*
13 BARROW	38°19'	60°15'	120	10,4*	54**	10,2**	+19*	99,3	16,0*	0**	7,3*
14 MAR DEL PLATA	37°56'	57°35'	21	11,5*	58**	10,1**	+27*	27,1	15,5*	0**	8,2*
15 TRES ARROYOS	38°20'	60°15'	115	11,4*	59**	11,0**	+23*	69,9	17,3**	0**	8,0*
16 BAHIA BLANCA	38°44'	62°10'	38	10,8*	41**	10,5**	0**	20,6	18,4**	-14**	7,5*



REFERENCIAS

(Figuras 2-3-4-5-6-7 y 8).

t : temperaturas medias (°C)

SH: situación hídrica (mm)

S : siembra

F : floración

C : cosecha

— período efectivo de crecimiento

- - - período con temperaturas vernalizantes (°C a 6°C)

..... período de crecimiento detenido (con temp. inferiores a 0°C)

Figura 2: Temperatura media y situación hídrica ocurridas durante el ciclo de la colza de invierno en -A- TRES ARROYOS y -B- VENTS PILS.

valores levemente inferiores, lo que de acuerdo a la marcha anual de las temperaturas podría determinar, ocasionalmente, un retraso en la cosecha.

Con referencia a la temperatura del mes de la siembra en ambas sub-regiones, los índices adquieren valores cercanos al extremo inferior de las situaciones analizadas (Cuadro N° 1).

En cuanto a la situación hídrica en el momento de la floración en la sub-región pampeana, se supera levemente el rango mas representativo, lo cual favorecería al cultivo por tratarse de un momento crítico.

En la sub-región andina, en general, el valor de ese índice se halla dentro del rango más representativo.

Cabe destacar que en la sub-región andina, dada las características topográfica del lugar, la caracterización debería realizarse en forma más detallada, evaluando a través de la experimentación, no sólo el factor latitudinal sino también la altitud.

En cambio, la sub-región pampeana presenta por su ubicación geográfica temperaturas más elevadas, que podrían constituir una limitación para la difusión de cultivares de altos requerimientos en frío.

A su vez, si bien en la sub-región pampeana la temperatura del mes de maduración se encuentra dentro del rango más representativo, la andina presenta

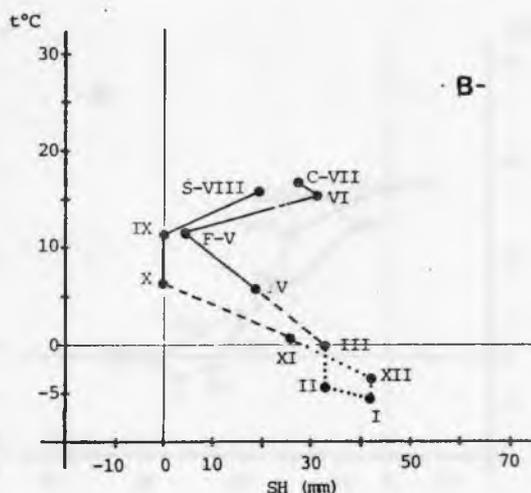
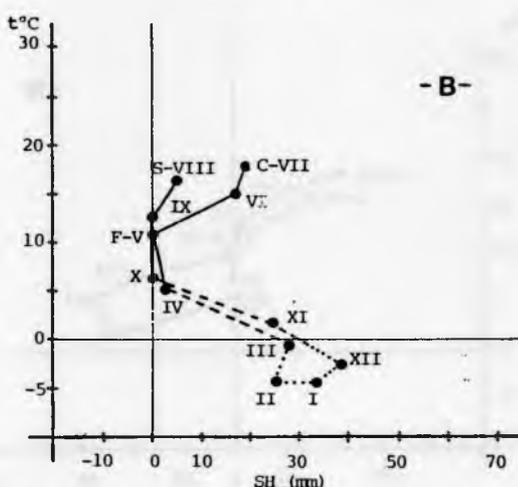
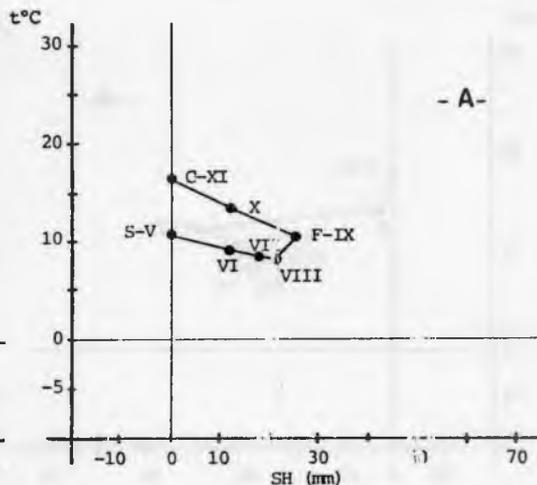
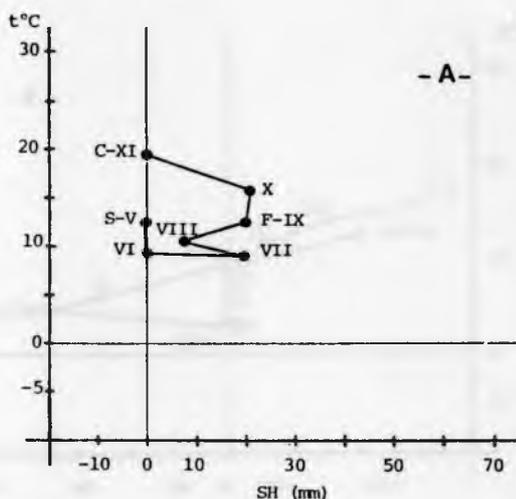


Figura 3: Temperatura media y situación hídrica ocurridas durante el ciclo de la colza de invierno en -A- NUEVE DE JULIO y -B- RIGA.

Figura 4: Temperatura media y situación hídrica ocurridas durante el ciclo de la colza de invierno en -A- BALCARCE y -B- KAUNAS.

Un aspecto a tener en cuenta en la zonificación agroclimática de las áreas potenciales de cultivo en la Argentina es la de las heladas, en especial de las últimas, ya que las invernales por su escasa intensidad, no excederían el límite de resistencia de las plantas.

La probabilidad de ocurrencia de heladas primaverales durante la floración es, en algunos casos, elevada. (Cuadros N° 3 y 4). Sin embargo, la

pérdida de flores o aborto de silicuas no llegaría a afectar en gran medida los rendimientos, pues se ha demostrado que sólo el 40-55% de las flores producidas en una planta desarrollan silicuas productivas que llegan a la madurez. Si condiciones adversas causan daños a las primeras flores o abortan las silicuas, la planta puede recuperarse desarrollando aquellos botones que de otra forma se hubieran perdido. (Parodi Pinedo, 1987).

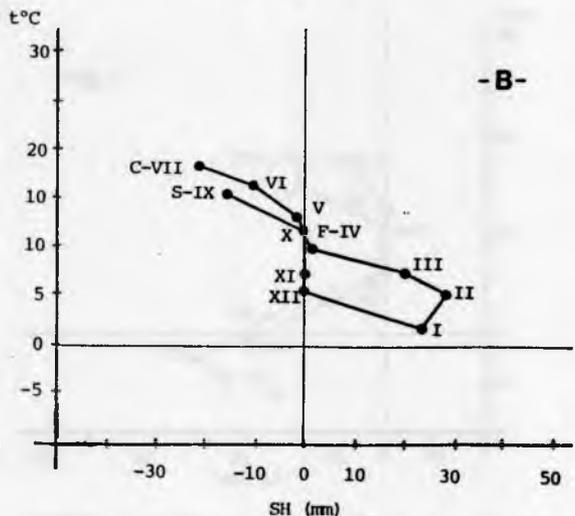
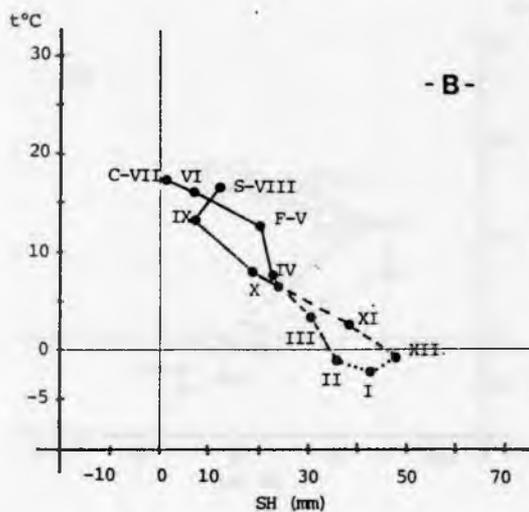
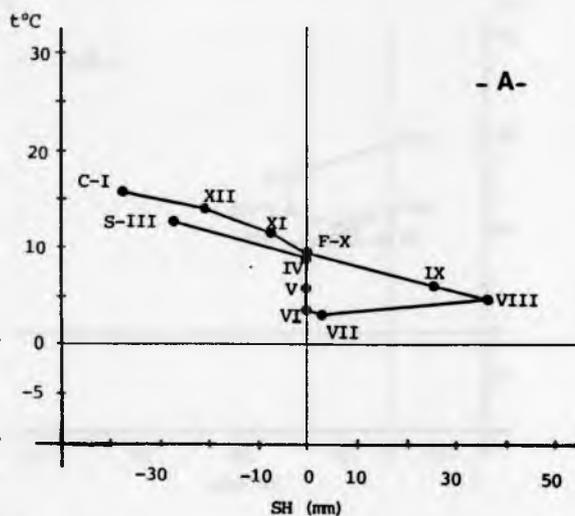
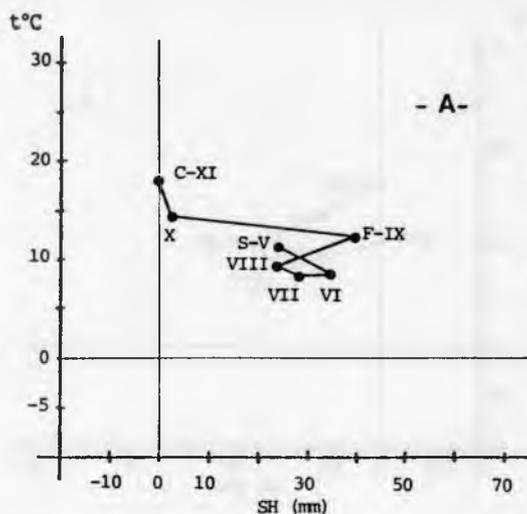


Figura 5: Temperatura media y situación hídrica ocurridas durante el ciclo de la colza de invierno en -A- LAS FLORES y -B- MUNICH.

Figura 6: Temperatura media y situación hídrica ocurridas durante el ciclo de la colza de invierno en -A- ESQUEL y -B- RENNES.

Las Figuras 2 a 8 muestran las situaciones termo-hídricas durante los meses de cultivo en las zonas productoras del mundo en comparación con las correspondientes a los ciclos estimados en las sub-regiones pampeana y andina de la Argentina.

La correspondencia hallada entre las figuras presentadas, permite establecer los posibles lugares de introducción de material genético para los

futuros ensayos de adaptación en el ambiente argentino.

Las Figuras 2 a 5 muestran situaciones en las que el cultivo se desarrolla siempre en condiciones de excesos hídricos leves (Fig. 2) y moderados de magnitud variable (Figuras 3, 4 y 5).

Al comparar la duración del ciclo total de las colzas de invierno en las localidades europeas con la estimada

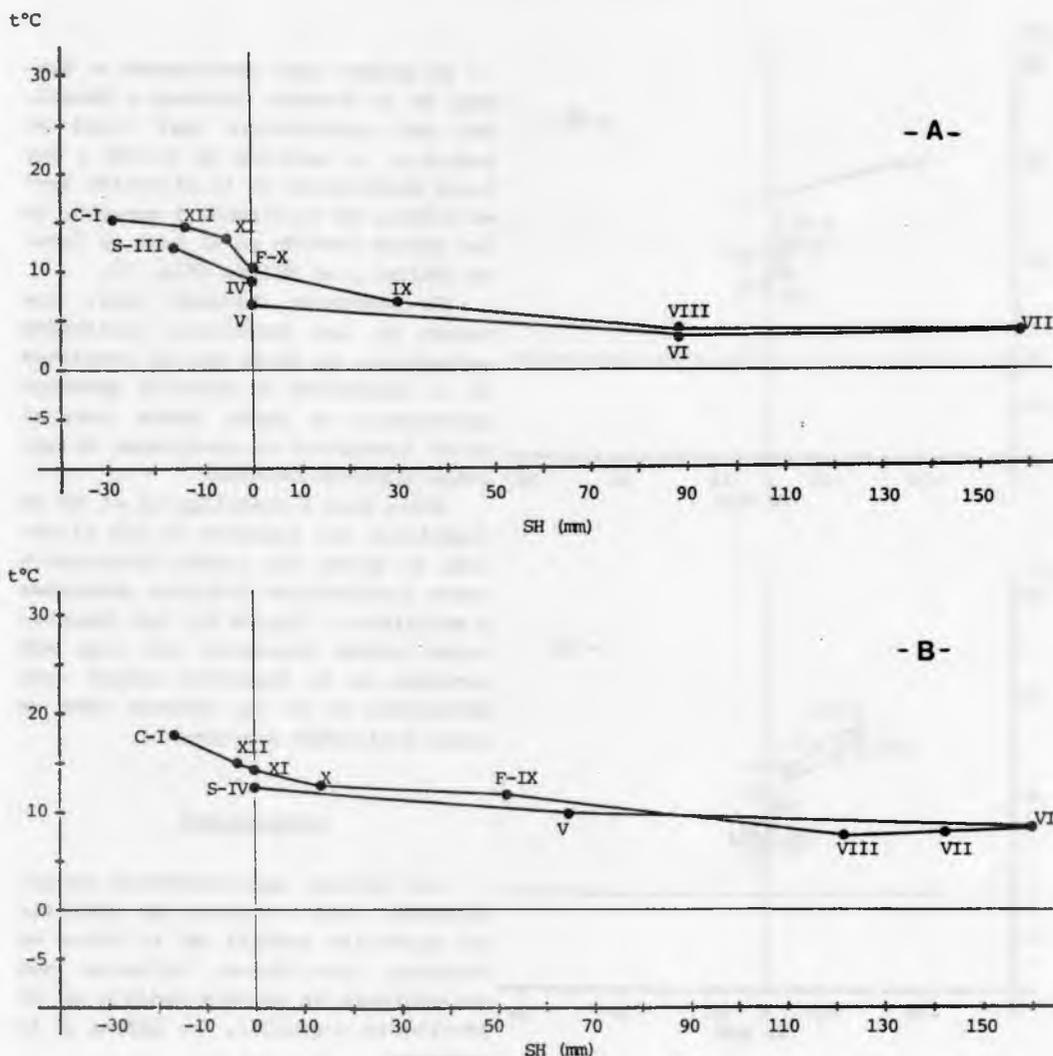


Figura 7: Temperatura media y situación hídrica ocurridas durante el ciclo de la colza de invierno en -A- EL BOLSON y -B- TENUCO.

para la sub-región pampeana es posible observar, para las primeras, una extensión que excede ampliamente a las correspondientes localidades argentinas.

Sin embargo, si se descuenta al ciclo total el lapso en que la temperatura media mensual es menor de 0°C, situación que limita la actividad de la planta hasta hacerla prácticamente nula, podrá apreciarse que los períodos de actividad son bastante semejantes en todas las situaciones analizadas.

La diferencia más importante que puede señalarse está relacionada con la disponibilidad de temperaturas bajas capaces de satisfacer las exigencias en frío de las colzas invernales. En este sentido, la duración del período en que la temperatura media mensual se encuentra entre 0 y 7°C (período vernalizante) es larga en las localidades europeas mientras que en las correspondientes a la Argentina se puede observar que sólo excepcionalmente alcanzan a los 7°C. Por lo tanto, es importante tener en cuenta lo

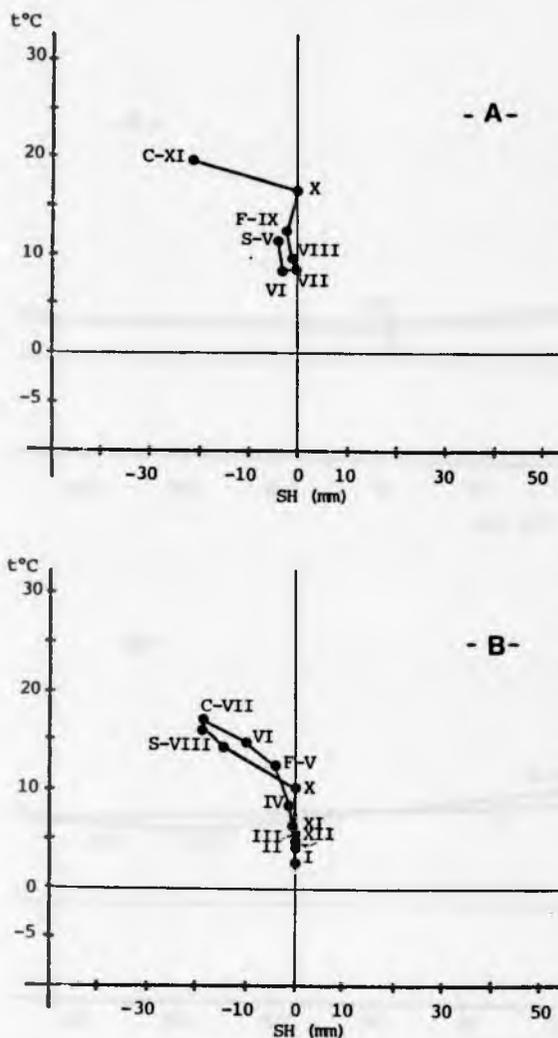


Figura 8: Temperatura media y situación hídrica ocurridas durante el ciclo de la colza de invierno en -A- SANTA ROSA y -B- CAMBRIDGE.

expuesto, ante la eventual introducción de material genético de esas regiones, de manera que sus exigencias en frío tengan posibilidad de ser satisfechas.

Las Figuras 6 y 7 presentan situaciones en las que el comienzo y el final del ciclo transcurren en condiciones de deficiencias hídricas moderadas y el resto del ciclo con excesos hídricos moderados (Fig. 6), o bien, muy marcados (Fig. 7).

El primer caso corresponde a Rennes, en la Bretaña francesa y Esquel, con una coincidencia casi total en cuanto a la duración de ciclos y muy leves diferencias en la situación termo-hídrica en la siembra y cosecha, lo que ocurre también en el caso de Temuco (Chile) y el Bolsón (Fig. 7).

Es necesario destacar aquí, que muchos de los cultivares utilizados actualmente en Chile son el resultado de la adaptación de material genético proveniente de Japón, donde el ciclo transcurre en condiciones de excesos hídricos elevados.

Santa Rosa y Cambridge en el SE de Inglaterra son ejemplos de una situación en donde los ciclos transcurren entre deficiencias hídricas moderadas y equilibrio. (Figura 8). Las temperaturas medias mensuales son algo más elevadas en la Argentina aunque esta diferencia no es tan marcada como en casos analizados previamente.

CONCLUSIONES

Los índices agroclimáticos seleccionados, como resultado del análisis del agroclima mundial de la colza de invierno, permitieron delimitar dos sub-regiones de posible cultivo en el territorio argentino, la andina y la pampeana.

Las características agroclimáticas de la sub-región pampeana no ofrecerían dificultades en lo que respecta a la situación hídrica para la siembra, la floración y la maduración del cultivo. Tampoco en lo que respecta a la temperatura durante la floración y maduración.

Sin embargo, sería importante ajustar correctamente las fechas de siembra, adecuándolas a temperaturas que aseguren una rápida implantación y desarrollo del cultivo y, en consecuencia, una reacción satisfactoria frente a las adversidades.

Se nota cierta limitación en cuanto a la disponibilidad de frío invernal, aspecto importante a tener en

cuenta en la elección de los cultivares a difundir en las distintas áreas y en los trabajos de fitotecnia que se realicen.

La sub-región **andina** no ofrecería dificultades en cuanto a la disponibilidad de frío invernal y las temperaturas del mes de la siembra serían algo más elevadas que en la sub-región **pampeana**.

Los veranos frescos serían un elemento a tener en cuenta ya que, ocasionalmente, podrían producir un alargamiento del período de maduración.

Si bien en ambas sub-regiones la probabilidad de heladas en el momento de floración es elevada, por la característica del cultivo, su peligrosidad no parece ser una limitante de la producción. Sin embargo, sería aconsejable evaluar en futuras experimentaciones la real incidencia de esta adversidad.

Para la sub-región **pampeana** se sugiere la introducción de material ge-

nético desde el SE de Inglaterra, del SE de Alemania y de la zona de la URSS vecina al mar Báltico seleccionando, para los últimos, los individuos con menores requerimientos en frío.

Para la sub-región **andina** se podría introducir material genético de la Bretaña francesa, del S de Chile o de Japón.

AGRADECIMIENTOS

Los autores desean expresar su agradecimiento a los Dres. A. Horodyski (Polonia); Ludmila Gorbatenko (Rusia); G. Robbelen (Rep. Fed. de Alemania); Ohkawa Yashunobi (Japón), Bent Jacobsson (Suecia); Patricio Parodi Pinedo (Chile) y Sr. M. Steward (Inglaterra), que colaboraron enviando información a través de la encuesta que se les remitiera.

BIBLIOGRAFIA

- 1) ARGENTINA, 1958. Servicio Meteorológico Nacional. Estadísticas climatológicas. 1941-1950. Publ. B 1 N° 3.
- 2) ARGENTINA, 1972. Servicio Meteorológico Nacional. Normales Climatológicas 1931-1960. Serie B N° 7.
- 3) ARGENTINA, 1986. Servicio Meteorológico Nacional. Estadística Climatológica. 1971-1980. Estadística N° 36.
- 4) BENGTSSON, L.; A. VON HOFSTEN, and B. LOOF. 1972. Botany of rapeseed in "Rapeseed; cultivation, composition, processing and utilization". Eds. L.A. Appelqvist and R. Ohlson. 36-48. Elsevier Amsterdam.
- 5) BURGOS, J.J. y A.L. VIDAL. 1951. "Los climas de la República Argentina según la nueva clasificación de Thornthwaite". *Meteoros*, 1(1):3-32.
- 6) BURGOS J.J. 1958. "Agroclimatic classifications and representation". *CAGM*. II Doc. 18/24 IX 1958. Item 10. World Meteorological Organization. Com. for Agricultural Meteorology, Second Session, Warsaw, 1958.
- 7) CAMPBELL, D.C. and Z.P. KONDRÁ. 1977. "Relationships among growth patterns, yield components and yield of rapeseed". *Can. J. Plant Sc.*, 58:87-93.
- 8) CANULLO, GRACIELA S. y NILDA C. PASCALE. 1985. "Exigencia en frío de dos cultivares de colza invernal" (*Brassica napus*, var. *oleifera*). *Oleico*, 32:29-39.
- 9) C.E.T.I.O.M. 1978. "Colza d'hiver". *Cahier Technique* N° 1; 27 pag.
- 10) C.E.T.I.O.M. 1978. "Colza d'hiver". *Cahier Technique* N° 2; 20 pag.
- 11) C.E.T.I.O.M. 1982. "La culture du colza d'hiver". *Bulletin CETIOM*, N° 81;32 p.
- 12) C.E.T.I.O.M. 1985. "La culture du colza d'hiver". *Bulletin CETIOM*, 32 pag.
- 13) CHANG, JEN-HU. 1968. *Climate and Agriculture. An ecological survey*. Aldine Pub. Co. Chicago. 304 pag.
- 14) CHONE, E. 1977. Evolution des conceptions sur le valeur alimentaire de l'huile de colza. *Bulletin CETIOM*, 68:19-24.
- 15) DAMARIO, E.A. 1969. Carta estimada de horas de frío de la República Argentina. *Rev. Facultad de Agronomía y Veterinaria*. Bs. As., 17(2):25-38.

- 16) DEBINSKA, H. 1970. Influence of water deficiency in autumn and spring on development and structure of winter rape yield. *Rocz. Nauk Roln (A)* 96(4):73-94.
- 17) EVRARD J. 1983. "Le tourteau du colza": 10 années de recherche pour l'amélioration de la qualité". *Bulletin CETIOM*, 84:10-11.
- 18) F.A.O. 1981. "Genetic resources of cruciferous crops. Report del IBPGR Secretariat Consultation on the Genetic Resources of Cruciferous Crops, 45 pág.
- 19) FRIEND, D.J.C. 1969. *Brassica campestris L.* en "The induction of flowering: some case histories". pág. 364-375. Edit. L.T. Evans Macmillan, Melbourne.
- 20) GREAT BRITAIN, 1958. Meteorological Office. Her Majesty's Stationery Office. "Tables of temperatures, relative humidity and precipitation for the world". London.
- 21) LITYNSKI, A. 1968. Investigations into frost resistance in rape (Results of field and laboratory tests)". *Hodowla rosc. Aklim. Nasienn*, 12(3):293-312.
- 22) MACIEJEWSKA, U.; J. TOMCZYK and A. KACPERSKA. 1984. Effects of cold and CO₂ exchange in winter rape leaves. *Physiologia Plantarum*, 62(3):315-320.
- 23) MYERS, L.F.; K.R. CHRISTIAN and R.J. KIRCHNER. 1982. Flowering responses of 48 lines of oilseed rape (*Brassica spp.*) to vernalization and daylength. *Aust. J. Agric. Res.*, 33:927-936.
- 24) MURPHY, G.M.; E.M. SIERRA y V.J. KOPP. 1983. Comparación agroclimática de las regiones donde tuvo lugar la evolución genealógica de los cultivares de soja más difundidos en la Argentina. VIII Reunión Técnica Nacional de Soja. S.M. de Tucumán. *Trabajos Presentados*, B: 37-74.
- 25) NOGUEIRA, S. JR. 1981. Consideracoes sobre a cultura da colza e suas possibilidades no Brasil. Relatorio de Pesquisa N° 09/81. Governo do Estado do Sao Paulo. Secretaria de Agric. e Abastecimento. 12 pág.
- 26) PARODI PINEDO, P.C. 1987. Manual de producción de raps. 318 pág. Convenio Pontificia Univ. Católica de Chile. Compañía Industrial S.A.
- 27) PASCALE, J.A. 1969. Tipos agroclimáticos para el cultivo de soja en la Argentina. *Rev. Facultad de Agronomía y Veterinaria*. 17(3):31-48.
- 28) PASCALE, J.A.; C.R.O. MIACZYNSKI; R.O. RODRIGUEZ y E.R. TRIGO. 1983. Aptitud ecológica de la región oriental argentina para el cultivo de la soja. VIII. Reunión Técnica Nac. de Soja. S.M. de Tucumán. *Trabajos Presentados*, B:1-19.
- 29) PASCALE, NILDA. 1985. "Comportamiento bioclimático de siete cultivares de colza en Buenos Aires", *Oleico*, 32:9-23.
- 30) ROLLIER, M. 1974. "Influence des facteurs climatiques sur le rendement du colza de 'hiver'". *Informations techniques CETIOM*, 37:9-12.
- 31) ROLLIER, M. 1978. "De nouvelles variétés de colza d'hiver". *Informations Techniques CETIOM*, N° 61, 30 pág.
- 32) ROLLIER, M. 1979. "Recolte". *Cultivar, special, Oleagineus*, 28:64-65.
- 33) SEGETA, V. and J. PRASIL. 1982. The frost resistance of different organs of winter rape plants during the winter season. *Rostlinna Vyroba*. 28(8):787-793.
- 34) SIERRA, E. y G.M. MURPHY. 1986. Agroclimas del cultivo de girasol en la Argentina. *Rev. Facultad de Agronomía*, 7(1):25-44.
- 35) THURLING, N. and L.D. VIJENDRA DAS. 1977. Variation in the preanthesis development of spring rape (*Brassica napus L.*) *Aust. J. Agric. Res.* 28:597-607.
- 36) THURLING, N. y L.D.D., DAS. 1980. Relationship between preanthesis development and seed yield of spring rape (*Brassica napus*) *Aust. J. Agric. Res.* 31:25-36.
- 37) THORNTHWAITE, C.W. and J.R. MATHER. 1957. Instructions and tables for computing potential evapotranspiration and the water balance. Drexel Institute of Technology. *Publication in Climatology*, 10(3):185-311. Centerton, N.J., USA.
- 38) THORNTHWAITE, C.W., Associate. 1963-1964-1965. Laboratory of Climatology. *Publications in Climatology*. Average climatic water balance data of continents. Parts I to VIII.
- 39) U.S.A. 1959. Weather Bureau. U.S. Department of Commerce. World Weather Records 1941-1950. Washington, D.C.