

Zoneamento agroclimático para o cultivo de canola no Rio Grande do Sul

Agroclimatic zoning for growing canola in the state of Rio Grande do Sul, Brazil

Genei Antonio Dalmago¹, Gilberto Rocca da Cunha¹, Gilberto Omar Tomm¹, João Leonardo Fernandes Pires¹, Anderson Santi¹, Aldemir Pasinato², Gilson Fanton³, Irton Luersen³, Fausto Lopes Duarte Müller⁴, Alexandre Luis Müller⁵

Resumo: O objetivo deste trabalho foi definir o zoneamento agroclimático para o cultivo de canola no Rio Grande do Sul, regiões de aptidão e épocas de semeadura de menor risco. Os critérios empregados na elaboração foram a necessidade térmica da cultura, o risco de ocorrência de geada no período de estabelecimento da mesma (da emergência até 30 dias após), o risco de exposição a temperaturas elevadas (acima de 27°C) e o déficit hídrico durante a floração. Foram utilizados dados fenológicos da cultura obtidos em experimentos de campo realizados entre 2002 e 2006, pela Embrapa Trigo e seus parceiros, e dados de temperatura do ar e precipitação pluvial, respectivamente, em 24 e 252 pontos, geograficamente distribuídos no Estado. Técnicas de modelagem integradas com ferramentas de geoprocessamento foram empregadas para definir os períodos favoráveis à semeadura, considerando os ciclos precoce, médio e tardio e os tipos de solo 1, 2 e 3. Verificou-se variabilidade entre regiões do RS quanto aos períodos indicados para semeadura de canola, iniciando no limite Oeste do Estado e finalizando no Leste. Independentemente do ciclo dos genótipos do tipo do solo, verifica-se redução da área indicada para cultivo da canola a partir de 11 de abril até 30 de junho. A redução é maior para os genótipos de ciclo mais longo, em relação àqueles de ciclo precoce. Em virtude disso, aqueles de ciclo mais longo devem ser semeados primeiro, seguidos pelos que apresentam ciclos mais precoces.

Palavras-chave: riscos climáticos, regionalização, época de semeadura, geada, temperatura elevada.

Abstract: This work aimed to establish climatic risk zones for growing canola in the state of Rio Grande do Sul, Brazil, based on regions and sowing periods with lower climatic risk. The thermal requirements of the crop, risk of exposure to frost during crop establishment, from seeding up to thirty days afterwards, risk of high temperature (above 27° C), and moisture deficit during flowering periods were the used parameters. Phenological data from field experiments carried out by Embrapa Trigo and its partners, from 2002 to 2006, as well as air temperature and rainfall, acquired at 24 and 252 locations geographically distributed across the state. Modeling technologies were integrated by means of geoprocessing tools to identify favourable seeding time at municipality level for short, intermediate, and long cycle genotypes on soils three different types. It was observed variation among regions of the state of Rio Grande do Sul, regarding the indicated periods for sowing, West to East regions. Independently of crop cycle and soil types there was a reduction in the indicated area for growing canola, starting on April 11 and ending on June 30, which was more accentuated for hybrids with longer cycles than shorter cycles. For this reason the hybrids with longer cycles should be sown before the ones with shorter cycles.

Key words: Climatic risks, sowing time, frost, acclimatation, high temperatures.

¹Pesquisador da Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: dalmago@cnpt.embrapa.br/cunha@cnpt.embrapa.br / tomm@cnpt.embrapa.br / pires@cnpt.embrapa.br/ anderson@cnpt.embrapa.br

²Analista de Sistemas da Embrapa Trigo, Caixa Postal 451, 99001-970 Passo Fundo, RS. E-mail: aldemir@cnpt.embrapa.br

³Alunos do Curso de Geografia/UPF – Bolsista de Iniciação Científica FUNCAMP.

⁴Aluno do Curso de Engenharia Ambiental/UPF – Bolsista de Iniciação Científica do CNPq.

⁵Aluno do Curso de Agronomia/PUC-PR Campus Toledo – Estagiário.

Introdução

A canola é uma oleaginosa tradicionalmente cultivada em regiões temperadas do mundo, entre as latitudes de 35° e 55°, mais frias do que as encontradas no Brasil. Os maiores produtores mundiais são Canadá, União Europeia, China, Índia e Austrália (CANOLA COUNCIL OF CANADA, 2007). O principal produto extraído dos grãos é o óleo (38%), empregado em diversos usos (DIAS, 1992, GARLINGE, 2005). Atualmente, a demanda de óleo de canola é para a produção de biodiesel.

A canola pertence à família das crucíferas, constituindo excelente alternativa para rotação de culturas com gramíneas e leguminosas e inserindo-se adequadamente nos sistemas de produção de grãos. Na região Sul do Brasil é cultivada no inverno, não competindo com os cultivos de trigo, de pastagens e das demais culturas de inverno, em função da necessidade de rotação desses cultivos com plantas de outras famílias e pela existência de milhares de hectares de terra ociosas ou subutilizadas nesse período. A canola cultivada no Brasil é do tipo de primavera, da espécie *Brassica napus* L. Var. oleífera (TOMM, 2007), com baixa necessidade de vernalização para induzir o florescimento.

A canola é um cultivo de clima temperado a temperado frio (VALETTI, 2002), sensível a temperaturas extremas, em determinados estádios de desenvolvimento. Enquanto geadas durante o estabelecimento e a floração são prejudiciais, temperatura do ar elevadas afetam o florescimento (THOMAS, 2003). Por isso, as regiões mais propícias para o cultivo são aquelas com temperatura média do ar em torno de 20°C durante o ciclo e com 17°C (entre 13 e 22°C) durante o desenvolvimento foliar (THOMAS, 2003).

Os danos causados por geadas no início do ciclo da cultura geralmente são mais severos do que aqueles na floração, porque as primeiras geadas podem atingir as plantas quando elas ainda não passaram pela aclimação proporcionada pelo declínio gradual de temperatura do ar. A aclimação torna a canola mais tolerante à geada (DALMAGO et al., 2007a), devido a mudanças fisiológicas, bioquímicas e moleculares na célula vegetal (FOWLER et al., 1999; XIN & BROWSE, 2000). No entanto, o grau de tolerância depende da intensidade da geada e do nível de aclimação, pois geadas muito intensas são prejudiciais mesmo que as

plantas tenham sido aclimatadas (DALMAGO et al., 2007a). O limite para o dano por geada, segundo Thomas (2003), é a temperatura do ar menor que -3°C a -4°C. De acordo com Dalmago et al. (2007a), temperatura do ar de -6°C foi letal para vários genótipos de canola, em ambiente controlado, enquanto temperatura do ar de até -3°C não causou dano significativo nas folhas e não causou redução na produção de matéria seca, permitindo a recuperação das plantas.

A geada afeta a cultura durante a floração no início do enchimento de grãos e até o momento em que os grãos estão com cerca de 20% de umidade (THOMAS, 2003). No entanto, o efeito é pequeno, quando comparado com outras culturas, devido ao longo período de floração da canola, que pode variar de 20 a 45 dias, dependendo do genótipo (TOMM, 2007). Em ambiente controlado, Dalmago et al. (2007b) observaram queda na produção de grãos de canola com geada no florescimento.

A temperatura do ar elevada acima de 27°C começa a ser prejudicial à canola, por reduzir a produção de matéria seca, o número de siliquis, por planta o número de grãos por síliqua e o peso de grãos (THOMAS, 2003). Na floração, acelera o desenvolvimento, reduz o conteúdo de óleo no grão e o tempo entre a floração e a maturação das siliquis e encurta o tempo em que a flor fica receptiva ao pólen, assim como a duração da liberação e da viabilidade do pólen (MORRISON, 1993; THOMAS, 2003). Segundo Morrison & Stewart (2002), o limite crítico superior para a canola, no campo, é de 29,5°C.

Com relação às necessidades hídricas, estudos realizados no início da década de 1980, no Rio Grande do Sul, com a colza (espécie que originou a canola), indicaram necessidade de água entre 312 mm e 500 mm, durante o ciclo (SISTEMA..., 1981; WESTPHALEN & BERGAMASCHI, 1982), valores semelhantes àqueles observados no Canadá por Thomas (2003). Na África do Sul, em condições térmicas e hídricas diferentes das do Rio Grande do Sul, Tesfamariam (2004) obteve aumento no rendimento de grãos da canola de 908 kg ha⁻¹ para 3.831 kg ha⁻¹, quando a disponibilidade de água durante o ciclo da cultura passou de 251 mm para 709 mm, respectivamente. Segundo Carmody & Walton (1998), para a produção de canola, são necessários pelo menos 70 mm de água armazenada no solo, na zona radicular. Porém, segundo os mesmos autores, pode ocorrer perda de rendimento de grãos de até 50% em solos encharcados, em relação à condição de solo bem

drenado.

O período de floração da canola é o de maior sensibilidade ao déficit hídrico (THOMAS, 2003), ocorrendo redução do número de siliquis por planta, número de grãos por siliqua (CARMODY & WALTON, 1998), peso de grãos, conteúdo de óleo (SINAKI et al., 2007) e rendimento de grãos (THOMAS, 2003). Esse efeito é ampliado quando combinado com temperatura do ar elevada, a qual afeta drasticamente a polinização. A perda no rendimento de grãos por déficit hídrico após a antese pode chegar a 50%, devido ao abortamento de siliquis (WALTON et al., 1999, SINAKI et al., 2007).

A canola pode ser afetada negativamente também por ventos fortes no final da cultura e após a maturação das siliquis, por excesso de precipitação pluvial na colheita e por granizo em todo o ciclo. Em relação a precipitação e ventos fortes, há estratégias de manejo visando reduzir os riscos, como a colheita antecipada, enquanto, para o granizo, o risco é conhecido (BERLATO et al., 2000).

Dessa forma, evidencia-se a necessidade de caracterização dos riscos climáticos à cultura da canola no Rio Grande do Sul, bem como identificar áreas e épocas de semeadura mais adequadas ao cultivo. O objetivo deste trabalho foi estabelecer o zoneamento agroclimático para a canola no Rio Grande do Sul, com base em necessidades térmicas e hídricas da cultura.

Material e Métodos

Para definir as regiões e épocas de semeadura da canola, foram considerados como fatores prioritários a necessidade térmica da cultura, o risco de geada no estabelecimento da mesma (da emergência até 30 dias após), o risco de temperatura do ar elevada e o risco de déficit hídrico na floração.

Baseado-se em resultados de pesquisa de campo conduzidos pela Embrapa Trigo e seus parceiros, entre os anos de 2002 e 2006, em três locais do Rio Grande do Sul (TOMM, 2008¹), foram definidos os ciclos precoce, médio e tardio para genótipos de canola como sendo 130, 140 e 150 dias, respectivamente, para os genótipos mais cultivados atualmente (TOMM, 2008). A definição das épocas de semeadura seguiram embasamento das pesquisas recentes (TOMM, 2007) e da década de 1980 (SISTEMA..., 1981; COLZA..., 1984; DIAS, 1992), concentrando os estudos entre

abril e junho, em períodos decendiais, com data de semeadura centrada nos dias 5, 15 e 25 de cada mês.

Os dados de temperatura mínima e máxima do ar foram obtidos das estações meteorológicas da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro) e do 8º Distrito de Meteorologia do Instituto Nacional de Meteorologia (8º Disme/INMET), distribuídas em 24 pontos do Estado, com série histórica mínima de 25 anos. A temperatura média do ar foi calculada pela média entre máxima e mínima. Para a precipitação pluvial, foram utilizados dados da Agência Nacional de Águas (ANA), em 252 pontos no Estado, com, no mínimo, 15 anos de registros.

Calculou-se a soma térmica para os genótipos representativos dos ciclos precoce, médio e tardio, a partir da temperatura média do ar, representativa dos locais e anos de experimentos (TOMM, 2008). A temperatura base foi calculada a partir de dados experimentais (TOMM, 2008) e foi estimada em 5°C, corroborada por MORRISON et al. (1989), para canola de primavera.

Com base na necessidade térmica dos ciclos precoce, médio e tardio, foi estimada a probabilidade de ocorrência da data de início do florescimento, utilizando-se as séries históricas de temperatura média do ar. A estimativa foi feita para todos os ciclos e decêndios de semeadura. O início do florescimento, para cada condição, foi estabelecido considerando 80% dos anos analisados.

O risco (R) de temperatura do ar elevada durante a floração foi calculado com base na temperatura máxima do ar igual ou superior a 27°C (MORRISON, 1993) e considerando dois períodos de floração, um de 20 e outro 30 dias após a data de início da mesma. Estabeleceu-se que, quando a temperatura atingisse ou superasse o limite de 27°C, haveria risco "n". Isso foi feito para cada dez dias (decêndio), de junho a outubro, em todos os anos com dados meteorológicos, conforme a Equação 1. Definiu-se o limite de 20% ou mais de risco de temperatura do ar acima de 27°C, ou seja, mais de quatro dias ou mais de seis dias com temperatura do ar acima do limite definido, dentro de cada período considerado (20 e 30 dias, respectivamente), para fins de restrição de indicação de cultivo.

$$R = \left(\frac{n}{10} \right) 100 \quad (1)$$

Para a geada, o risco (R) foi calculado no período entre a emergência e 30 dias após (DALMAGO

¹Comunicação Pessoal do Dr. Gilberto Omar Tomm, contida em coletânea de 185 páginas de resultados de experimentos, em 23/10/2007.

et al. (2007a), com base na temperatura mínima do ar igual ou menor que 0°C, no abrigo meteorológico. Foi considerado que, quando a temperatura mínima do ar fosse igual ou menor que 0°C, havia risco “n”. A cada decêndio, de abril a junho, em todos os anos com registros de dados, foi verificada a quantidade de risco, conforme a Equação 1. Estabeleceu-se o limite máximo de 5% de risco de geada dentro do período de 30 dias iniciais de crescimento foi feita indicação de cultivo (ou seja, admitindo-se, no máximo, dois dias com temperatura do ar inferior ao limite crítico estabelecido).

O risco de déficit hídrico, durante a floração da canola e início do enchimento de grãos, foi calculado pelo balanço hídrico, usando a precipitação pluvial registrada pela ANA. O cálculo foi feito com o programa SarraZon (Systeme d'Analyse Regionale des Risques Agroclimatiques-SARRA), para as Capacidades de Armazenagem de Água (CAD) de: 35 mm, 50 mm e 75 mm, correspondendo, respectivamente, aos solos tipo 1 (textura arenosa), tipo 2 (textura média) e tipo 3 (textura argilosa). O coeficiente de cultura (Kc) utilizado foi o estabelecido pela FAO (ALLEN et al., 1998).

A partir dos resultados do balanço hídrico, estimou-se o Índice de Satisfação das Necessidades de Água (ISNA), através da relação entre a evapotranspiração real (ET_r) e a evapotranspiração máxima da canola (ET_m). Foram estabelecidas três classes: ISNA > 0,7 – favorável com pequeno risco climático; 0,7 > ISNA > 0,5 – intermediária, com médio risco e ISNA < 0,5 – desfavorável com alto risco climático. Os valores de ISNA foram estabelecidos considerando a frequência mínima de 80% dos anos utilizados, em cada estação pluviométrica, e foram fixos durante todo o ciclo da cultura.

Para a espacialização, os fatores de risco foram associados à localização geográfica da respectiva estação meteorológica e/ou, pluviométrica. Com o sistema de informações geográficas (SPRING/INPE), para o cruzamento das informações e geração dos mapas do zoneamento para a canola, conforme critérios apresentados na Tabela 1. Para as classes de aptidão, foram seguidas definições contidas em Rio Grande Do Sul...(1994).

Resultados e Discussão

Para efeito desse zoneamento, as regiões indicadas para cultivo da canola são aquelas representadas pelas classes de aptidão Preferencial, Tolerada I e Tolerada II (Tabela 1). A classe Marginal foi considerada como não indicada, por apresentar dois fatores limitantes, conforme Rio Grande do Sul... (1994).

As regiões indicadas para semeadura da canola de ciclos precoce, médio e tardio e para os tipos de solo 1, 2 e 3 podem ser observadas nas Figuras de 1 a 9. Em cada figura, são apresentadas as classes de aptidão, descritas na Tabela 1 e o percentual da área ocupada pelas mesmas, iniciando no segundo decêndio de abril e terminando no terceiro decêndio de junho. Dessa forma, a indicação de semeadura para a canola é semelhante àquela para o trigo no estado do Rio Grande do Sul (CUNHA et al., 2001), ocupando praticamente as mesmas áreas, conforme observado por Valetti (2002), para a Argentina.

Tabela 1. Classes de aptidão e critérios de limitação/restrrição ao cultivo de canola no Rio Grande do Sul. Passo Fundo, RS – 2008.

Classes de aptidão	Critérios de limitação/restrrição			
	R _{IC}	D _{IF} + PF	R _{TE}	ISNA
Preferencial	≤ 5%	DIF + 30 dias	≤ 20%	> 0,70
Tolerada I	≤ 5%	DIF + 20 dias	≤ 20%	> 0,70
Tolerada II	≤ 5%	DIF + 30 dias	≤ 20%	0,5 a 0,70
Marginal	≤ 5%	DIF + 20 dias	≤ 20%	0,5 a 0,70
Não recomendada	> 5%	-	> 20%	< 0,5

R_{IC} = Risco de geada (restrição 5% de risco no período considerado) no início do crescimento das plantas (emergência + 30 ou 20 dias após); D_{IF}+PF = Data de início do florescimento da canola (frequência 80% dos anos) mais período de floração (PF) de 20 e 30 dias após; R_{TE} = Risco de temperatura do ar acima de 27°C (restrição 20% de risco no período considerado); ISNA= índice de Satisfação das Necessidades de água;

Constatou-se variabilidade entre as regiões para época de semeadura no Rio Grande do Sul, indicando riscos diferenciados para o cultivo da canola. Para todos os ciclos e tipos de solo, observou-se redução da área indicada como preferencial e gradual aumento das áreas toleradas, marginal e não recomendadas, quanto mais tardia a semeadura, considerando o intervalo de 15/04 a 25/06. A redução da área preferencial foi maior para ciclos mais longos (média de redução de 90%) (Figuras 3, 6 e 9) do que para ciclos precoces (média de redução de 75%) (Figuras 1, 4 e 7) e para solo tipo 1 (média de redução de 90%) (Figura 7, 8 e 9), do que para o 3 (média de redução de 78%) (Figuras 1, 2 e 3).

Nas regiões de maior altitude, especialmente no extremo Nordeste do Estado, a semeadura foi indicada apenas até o primeiro decêndio de maio. A partir do segundo decêndio, ocorreu aumento progressivo do risco de geada, limitando o cultivo da canola, independente do ciclo do material e do tipo de solo. A partir de 15 de abril, para solos tipo 1 e do segundo e terceiro decêndios de maio, para solos tipo 2 e 3, o extremo Oeste do Estado passa a ser não indicado para o cultivo de canola, independente do ciclo do genótipo. A limitação, nessa parte do Estado, é consequência da ocorrência de deficiência hídrica e de temperatura do ar elevada acima de 27°C na floração, que se intensificam a partir de agosto.

O Leste e Sudeste do Estado foram as regiões com maior frequência de períodos considerados preferenciais para o cultivo da canola, independente do ciclo e do tipo de solo (Figuras 1 a 9). Nessa área, destacou-se a região que envolve parte da Serra Gaúcha e do Planalto Médio, com mais área preferencial, devido a temperatura média do ar mais amena que em outras regiões. Geadas, com temperatura mínima na relva inferior a 0°C, também ocorrem nessa região, mas apresentam menor intensidade do que aquelas do Planalto Superior. A frequência de temperaturas do ar elevadas é menor do que no Oeste do Estado e o déficit hídrico é amenizado, pois são as regiões de maior precipitação pluvial no Rio Grande do Sul (BERLATO, 1992). Entretanto, parte da área, principalmente, na região serrana, apresenta solos pouco profundos, podendo dificultar o cultivo, uma vez que a canola se desenvolve melhor em solo sem limitação de profundidade (DIAS, 1992).

Para genótipos de ciclo precoce, os melhores períodos (preferenciais) indicados para semeadura, concentraram-se entre 15/04 e 25/06, especialmente em solo tipo 3, correspondendo, em média, a 90% da área do Estado (Figuras 1 a 3). Em solo tipo 2, o maior período indicado como preferencial (79%) foi entre 15/04 e 25/05, embora no Leste do Estado, a semeadura possa

se estender até 15/06 (Figuras 4 a 6). Já em solos com forte limitação hídrica (tipo 1), o período preferencial foi menor que os demais tipos de solo, concentrando-se entre 15/04 e 05/05, com possibilidade de estender a semeadura até final de maio, na parte Leste/Sudeste do Estado (Figuras 7 a 9).

Os genótipos de ciclo médio e tardio apresentaram menor período preferencial para semeadura, em relação aos de ciclo precoce. Em geral, o mesmo compreende o período entre 15/04 e 25/05, em solo tipo 3 (Figura 2); 15/04 a 15/05, em solo tipo 2 (Figura 5) e 15/04 a 25/04, em solo tipo 1 (Figura 8). Para o ciclo tardio, o período preferencial de semeadura foi entre 15/04 e 25/05 (solo tipo 3) (Figura 3); 15/04 a 15/05 (solo tipo 2) (Figura 6) e 15/04 para solo tipo 1 (Figura 9).

Com base nos resultados deste zoneamento, em que os genótipos de ciclo precoce apresentaram maiores períodos de semeadura e aqueles com ciclo tardio têm menores períodos, é necessário adotar a estratégia de primeiro semear genótipos de ciclo mais tardio e posteriormente os de ciclo mais precoce. Além de melhor uso da infraestrutura de semeadura, essa estratégia auxilia na redução dos riscos de geada na floração, que não foi considerada neste zoneamento, devido ao longo período de floração da canola (TOMM, 2007). Genótipos de ciclo longo apresentam o período de floração mais longo que aqueles de ciclo precoce, aumentando a possibilidade de emissão de novas flores quando plantas de ciclo longo sofrem danos por geada na floração. Genótipos de ciclo curto apresentam menor possibilidade de emissão de novas flores ao sofrerem danos por estresses, como os causados por geada. Como estes apresentam desenvolvimento mais rápido, mesmo sendo semeados mais tarde, são maiores as probabilidades de que floresçam antes do início da ocorrência de temperaturas elevadas prejudiciais (acima de 27°C).

As indicações apresentadas neste zoneamento divergem, em parte, daquelas indicadas para a colza, feitas no início da década de 1980 (SISTEMA..., 1981; COLZA..., 1984; DIAS, 1992), por indicar época de semeaduras também em abril. As razões que orientam a readequação das épocas de semeadura são duas. A primeira se refere ao maior rendimento de grãos observado em semeaduras de meados de abril, principalmente nas áreas relativamente mais quentes do Estado, bem como a constatação de redução de rendimento a cada dia de atraso de semeadura após 14/04 (TOMM, 2007). A segunda razão é de ordem técnica, relacionada ao manejo dos sistemas de produção. A antecipação da época de semeadura permite a adequação da cultura em sistemas de produção da região, não conflitando com as culturas de verão implantadas em sucessão.

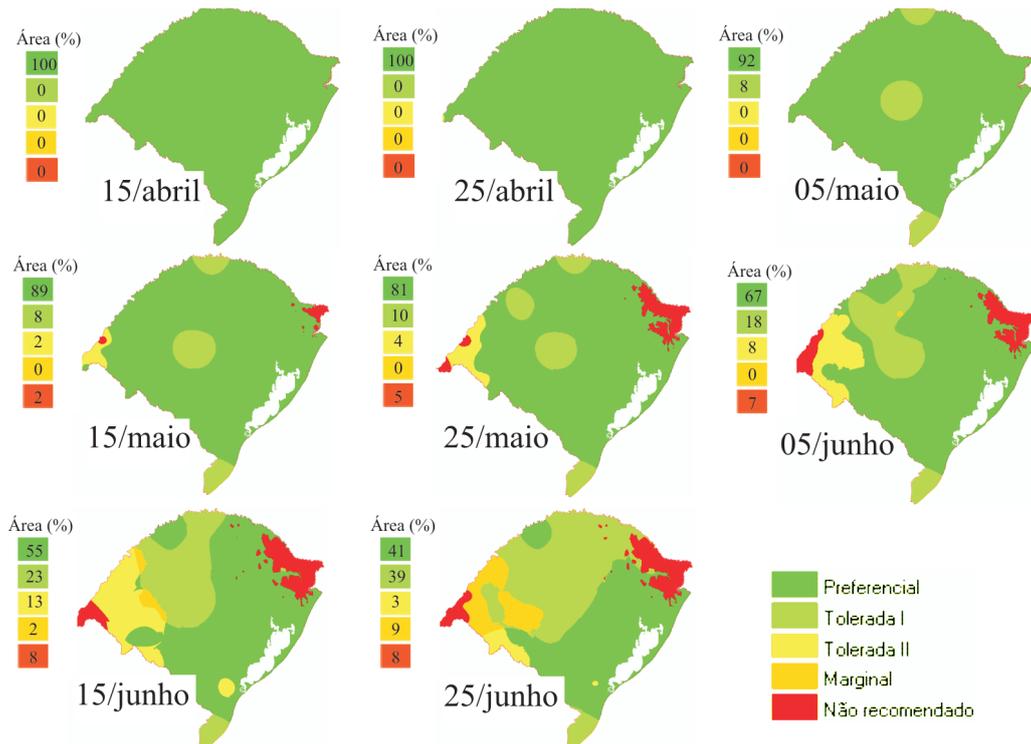


Figura 1. Regiões de aptidão para o cultivo da canola, ciclo precoce, no Rio Grande do Sul, com suas respectivas áreas ocupadas, em diferentes épocas de semeadura, em solo tipo 3 (CAD = 75 mm). Passo Fundo, RS – 2008.

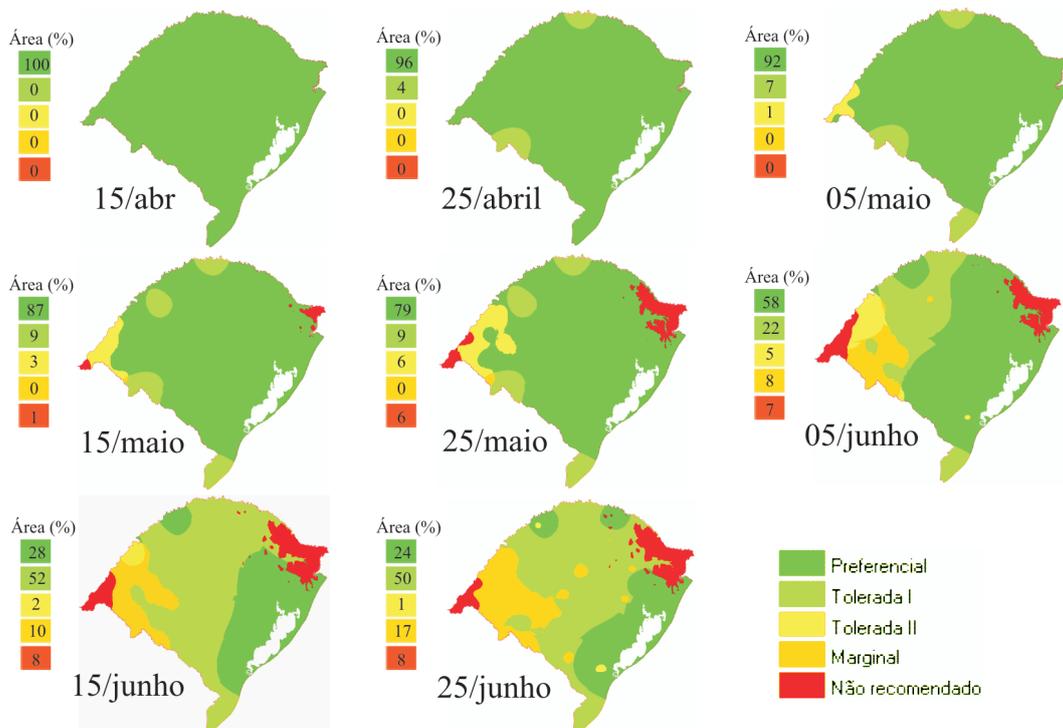


Figura 2. Regiões de aptidão para o cultivo da canola, ciclo médio, no Rio Grande do Sul, com suas respectivas áreas ocupadas, em diferentes épocas de semeadura, em solo tipo 3 (CAD = 75 mm). Passo Fundo, RS – 2008.

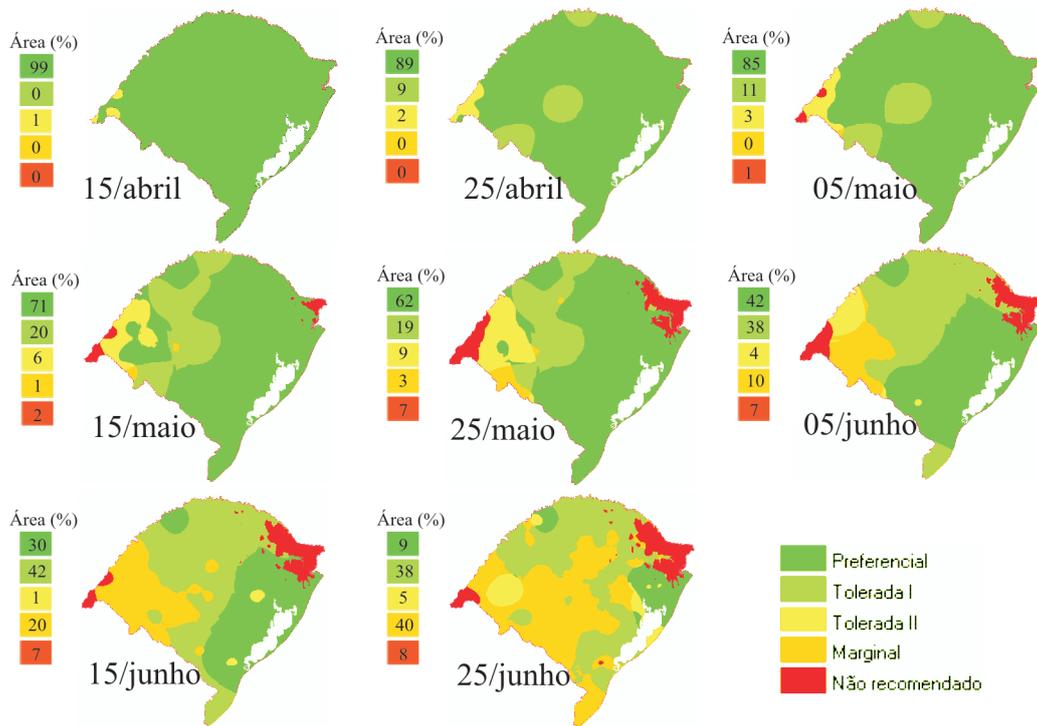


Figura 3. Regiões de aptidão para o cultivo da canola, ciclo tardio, no Rio Grande do Sul, com suas respectivas áreas ocupadas, em diferentes épocas de semeadura, em solo tipo 3 (CAD = 75 mm). Passo Fundo, RS – 2008.

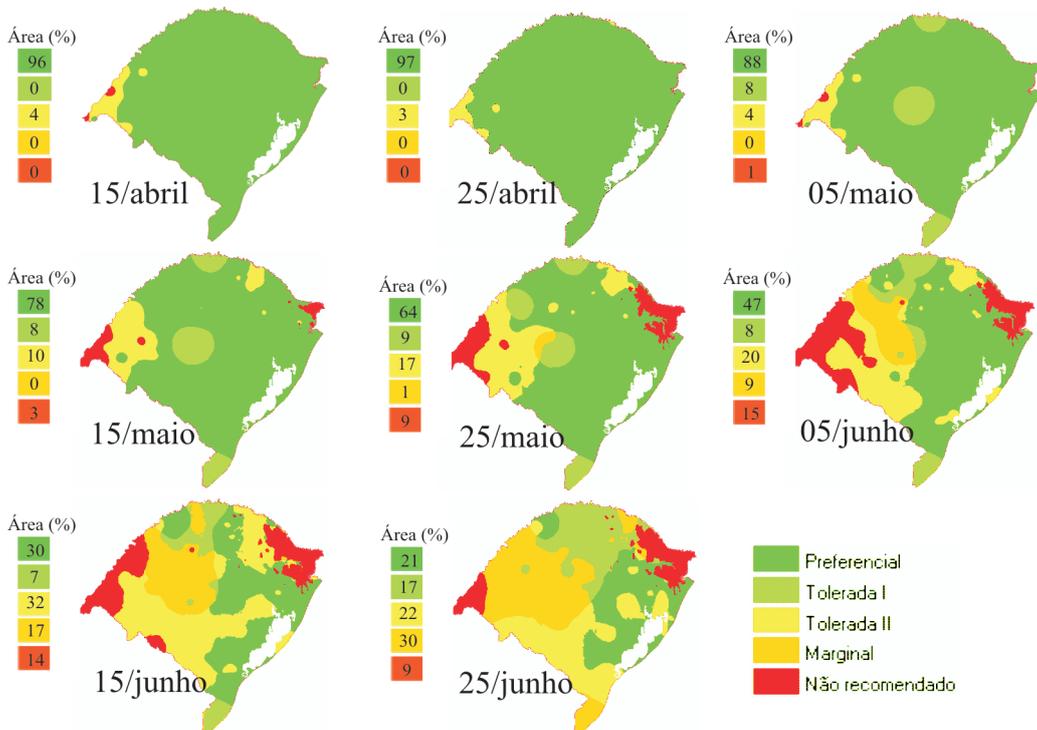


Figura 4. Regiões de aptidão para o cultivo da canola, ciclo precoce, no Rio Grande do Sul, com suas respectivas áreas ocupadas, em diferentes épocas de semeadura, em solo tipo 2 (CAD = 50 mm). Passo Fundo, RS – 2008.

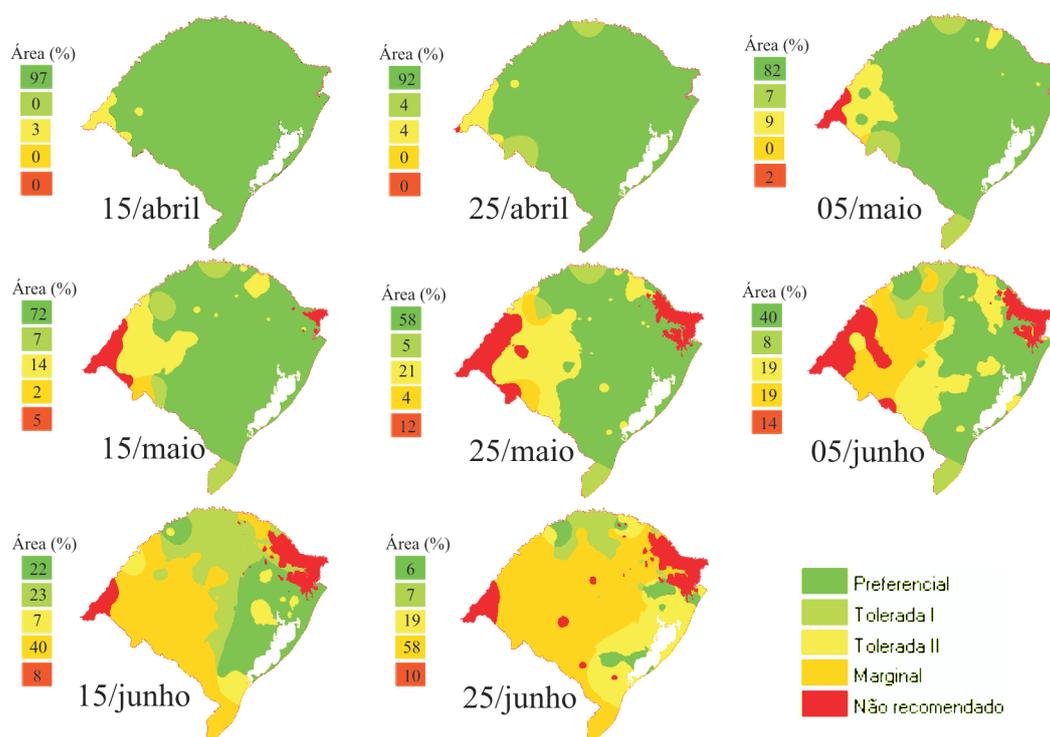


Figura 5. Regiões de aptidão para o cultivo da canola, ciclo médio, no Rio Grande do Sul, com suas respectivas áreas ocupadas, em diferentes épocas de semeadura, em solo tipo 2 (CAD = 50 mm). Passo Fundo, RS – 2008.

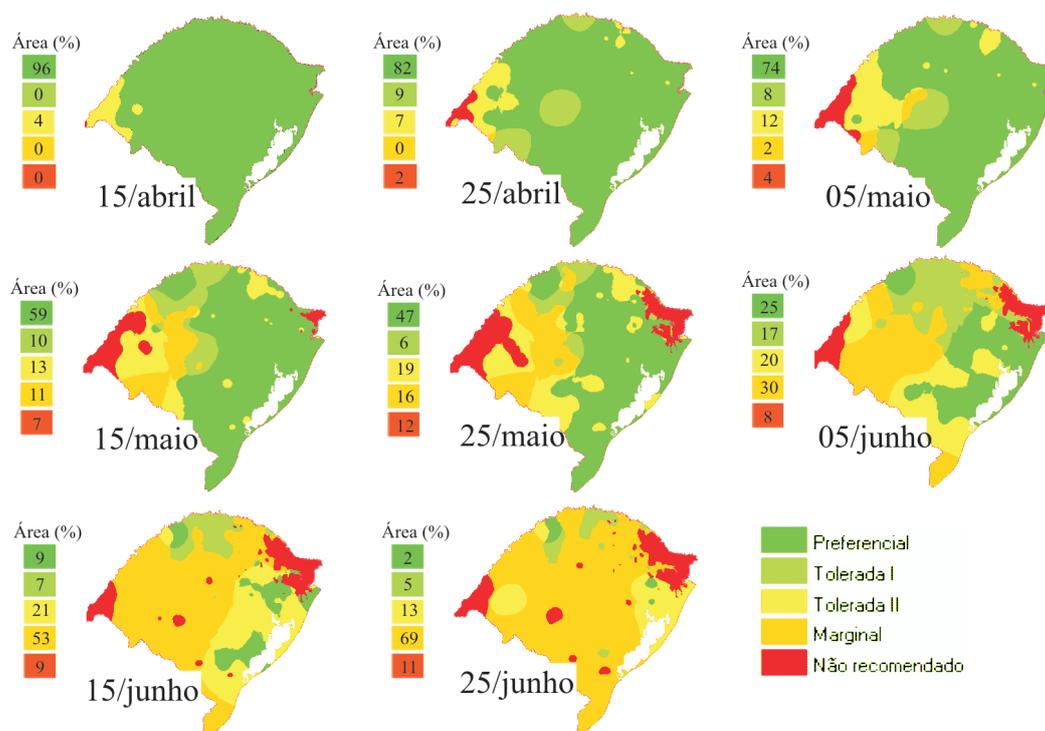


Figura 6. Regiões de aptidão para o cultivo da canola, ciclo tardio, no Rio Grande do Sul, com suas respectivas áreas ocupadas, em diferentes épocas de semeadura, em solo tipo 2 (CAD = 50 mm). Passo Fundo, RS – 2008.

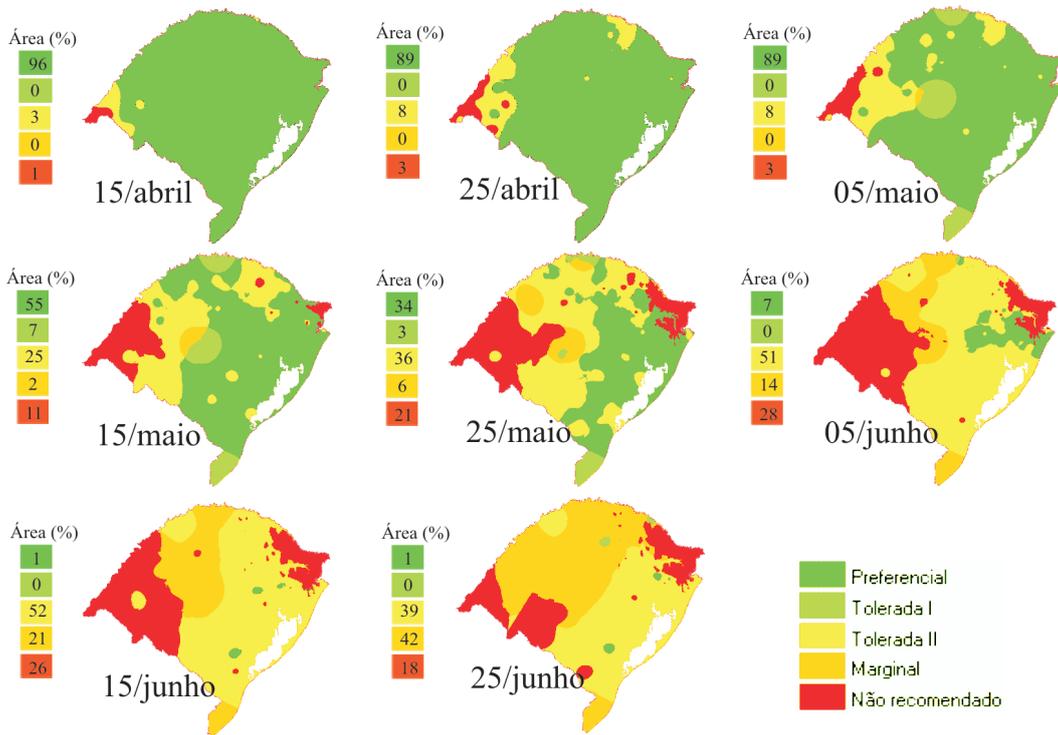


Figura 7. Regiões de aptidão para o cultivo da canola, ciclo precoce, no Rio Grande do Sul, com suas respectivas áreas ocupadas, em diferentes épocas de semeadura, em solo tipo 1 (CAD = 35 mm). Passo Fundo, RS – 2008.

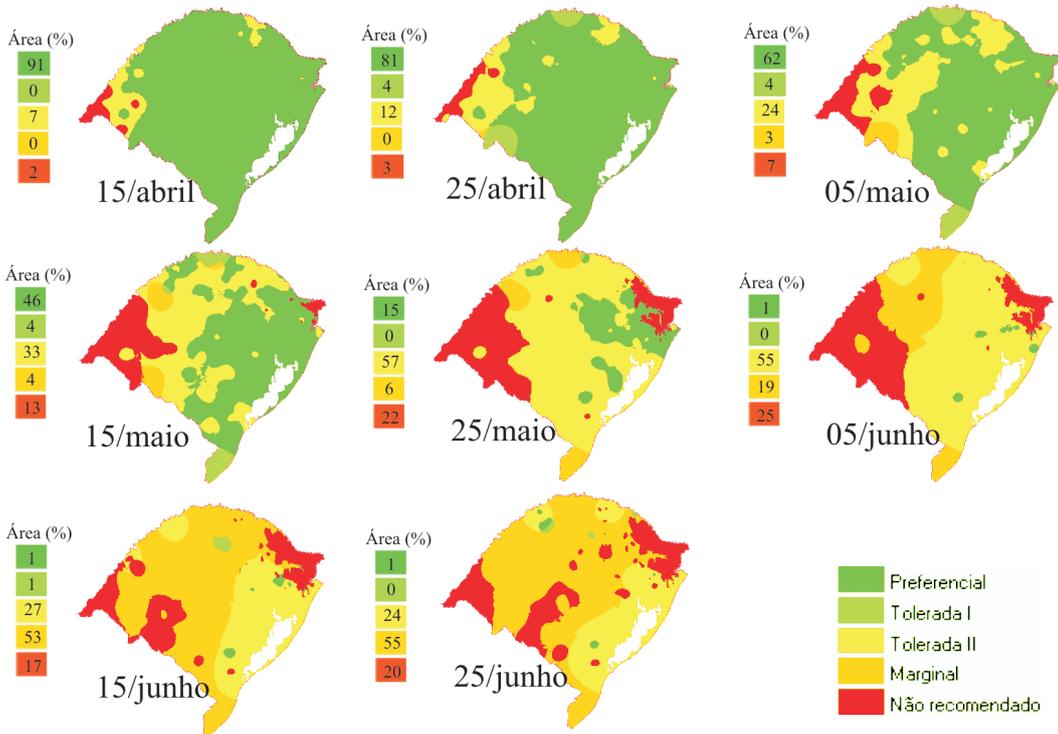


Figura 8. Regiões de aptidão para o cultivo da canola, ciclo médio, no Rio Grande do Sul, com suas respectivas áreas ocupadas, em diferentes épocas de semeadura, em solo tipo 1 (CAD = 35 mm). Passo Fundo, RS – 2008.

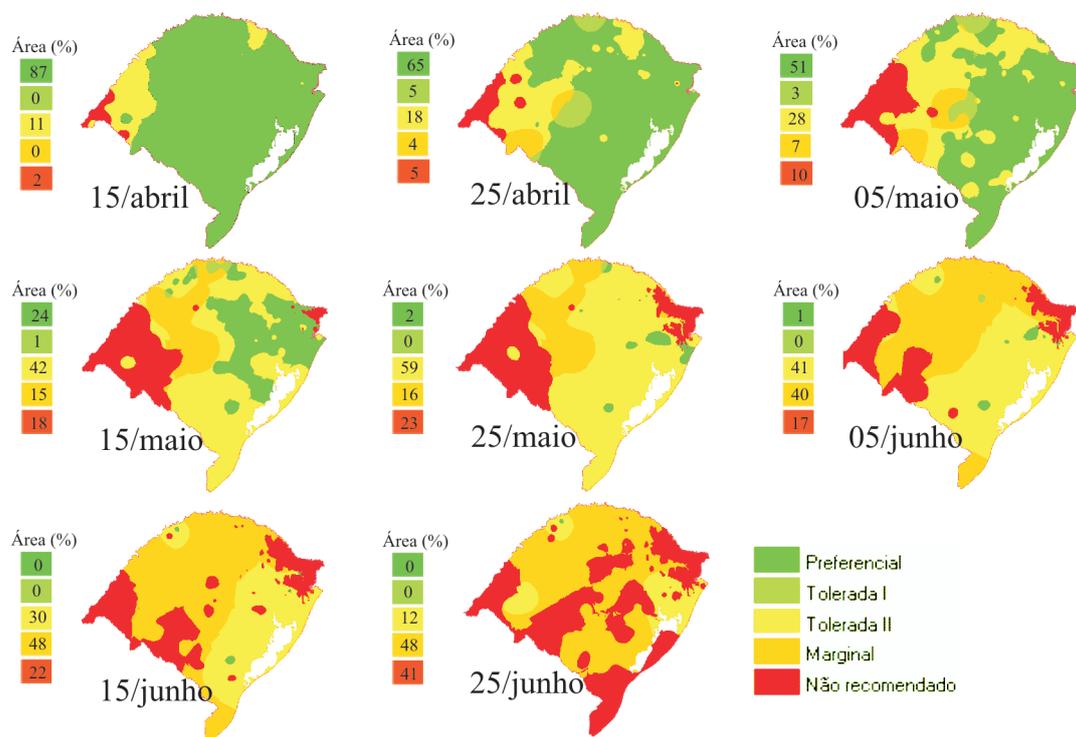


Figura 9. Regiões de aptidão para o cultivo da canola, ciclo tardio, no Rio Grande do Sul, com suas respectivas áreas ocupadas, em diferentes épocas de semeadura, em solo tipo 1 (CAD = 35 mm). Passo Fundo, RS – 2008.

Agradecimentos

Os autores agradecem à FEPAGRO/RS e ao 8ºDISME/INMET o fornecimento dos dados meteorológicos utilizados neste trabalho.

Referências Bibliográficas

- ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop evapotranspiration: guidelines for computing crop water requirements.** Rome: FAO, 1998. 300 p. (FAO. Irrigation and Drainage Paper, 56).
- BERLATO, M. A. As condições de precipitação pluvial no estado do Rio Grande do Sul e os impactos das estiagens na produção agrícola. In: BERGAMASCHI, H. (Coord.). **Agrometeorologia aplicada à irrigação.** Porto Alegre: UFRGS, 1992. Cap. 1, p. 11-24.
- BERLATO, M. A.; MELO, R. W.; FONTANA, D. C. Risco de ocorrência de granizo no estado do Rio Grande do Sul. **Revista Brasileira de Agrometeorologia,** Santa Maria, v. 8, n. 1, p. 121-132, 2000.

CANOLA COUNCIL OF CANADA. **Canola growing great 2015 builds on seven by seven success.** Winnipeg, 2007. 17 p. Disponível em: <http://www.canola-council.org/canola_growing_great_2015.aspx>. Acesso em: 27 fev. 2008.

CARMODY, P.; WALTON, G. Canola: soil and climatic requirements. In: MOORE, G. (Ed.). **Soil guide: a handbook for understanding and managing agricultural soils.** Perth: Agriculture Western Australia, 1998. (Bulletin, 4343). p. 276-277.

COLZA. Recomendações e sugestões para a cultura da colza no Rio Grande do Sul em 1984. **Trigo e Soja,** Porto Alegre, n. 71, p. 24-27, 1984.

CUNHA, G. R. da; HASS, J. C.; MALUF, J. R. T.; CARAMORI, P. H.; ASSAD, E. D.; BRAGA, H. J.; ZULLO JR. J.; LAZZAROTTO, C.; GONÇALVES, S.; WREGE, M.; BRUNETTA, D.; DOTTO, S. R.; PINTO, H. S.; BRUNINI, O.; THOMÉ, V. M. R.; ZAMPIERI, S. L.; PASINATO, A.; PIMENTEL, M. B. M.; PANDOLFO, C. Zoneamento agrícola e época de semeadura para trigo no Brasil. **Revista Brasileira de Agrometeorologia,** Passo Fundo, v. 9, n. 3, p. 400-414, 2001.

- DALMAGO, G. A.; CUNHA, G. R. da; PIRES, J. L. F.; TOMM, G. O.; PASINATO, A.; LUERSEN, I.; FANTON, G. Aclimação e intensidade de geada em canola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracajú. **Anais...** Aracajú: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007a. 1 CD-ROM.
- DALMAGO, G. A.; CUNHA, G. R. da; PIRES, J. L. F.; TOMM, G. O.; PASINATO, A.; LUERSEN, I.; FANTON, G. Efeito da geada em canola. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 15., 2007, Aracajú. **Anais...** Aracajú: Sociedade Brasileira de Agrometeorologia: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2007b. 1 CD-ROM.
- DIAS, J. C. A. **Canola/colza**: alternativa de inverno com perspectiva de produção de óleo comestível e energético. Pelotas: EMBRAPA-CPATB, 1992. 46 p. (EMBRAPA-CPATB. Boletim de Pesquisa 3).
- FOWLER, D. B.; LIMIN, A. E.; RITCHIE, J. T. Low-temperature tolerance in cereals: model and genetic interpretation. **Crop Science**, Madison, v. 39, p. 626-633, 1999.
- GARLINGE, J. **Crop variety sowing guide for Western Australia**. Departament of Agriculture Western Australia, 2005. 205 p. (Bulletin 4655). Disponível em: <<http://www.agric.wa.gov.au/content/FCP/CVSG2005.PDF>>. Acesso em: 13 mar. 2008.
- MORRISON, M. J. Heat stress during reproduction in summer rape. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 71, p. 303-308, 1993.
- MORRISON, M. J.; McVETTY, P. B. E.; SHAYKEWICH, C. F. The determination and verification of a baseline temperature for the growth of Westar summer rape. **Canadian Journal of Plant Science**, Ottawa, v. 69, p. 455-464, 1989.
- MORRISON, M. J.; STEWART, D. W. Heat stress during flowering in summer brassica. **Crop Science**, Madison, v. 42, p. 797-803, 2002.
- RIO GRANDE DO SUL. Secretaria de Agricultura e Abastecimento. Coordenadoria Estadual de Planejamento Agrícola. **Macrozoneamento agroecológico e econômico do estado do Rio Grande do Sul**. Porto Alegre: Secretaria de Agricultura e Abastecimento; Passo Fundo: EMBRAPA-CNPT, 1994. v. 2, 307 p.
- SINAKI, J. M.; HERAVAN, E. M.; RAD, A. H. S.; NOORMOHAMMADI, G.; ZAREI, G. The effects of water deficit on growth stages of canola (*Brassica napus* L.). **American-Eurasian Journal Agricultural & Environment Sciences**, Faisalabad, v. 2, n. 4, p. 417-422, 2007.
- SISTEMA de produção para a colza oleaginosa. **Trigo e Soja**, Porto Alegre, n. 55, p. 3-11, 1981.
- TESFAMARIAM, E. H. **Modeling the soil water balance of canola, *Brassica napus* L. (Hyola 60)**. 2004. 120 f. (Dissertação de Mestrado) – Faculty of Natural and Agricultural Sciences, University of Pretoria, Pretoria.
- THOMAS, P. **The Growers' Manual**. Winnipeg: Canola Council of Canada, 2003. Disponível em: <http://www.canolacouncil.org/canola_growers_manual.aspx>. Acesso em: 14 maio 2007.
- TOMM, G. O. **Indicativos tecnológicos para produção de canola no Rio Grande do Sul**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2007. 68 p.
- VALETTI, O. E. **El cultivo de colza/canola**. Tres Arroyos: Chacra Experimental Integrada Barrow, 2002. 17 p. (Materiales de Divulgación, 2). Disponível em: <http://www.inta.gov.ar/barrow/info/documentos/agricultura/colza/manual_colza.pdf>. Acesso em: 28 fev. 2008.
- WALTON, G.; MENDHAM, N.; ROBERSTSON, M.; POTTER, T. Phenology, physiology and agronomy. In: INTERNATIONAL RAPSEED CONGRESS, 10., 1999, Cambera. **Proceedings...** Cambera: The Regional Institute, 1999. Disponível em: <<http://www.regional.org.au/au/gcirc>>. Acesso em: 27 fev. 2008.
- WESTPHALEN, S. L.; BERGAMASCHI, H. Evapotranspiração da colza (*Brassica napus* L.) através de evapotranspirômetros “tipo Thorntwaithe”. In: REUNIÃO ANUAL DE PROGRAMAÇÃO DE PESQUISA E ASSISTÊNCIA TÉCNICA DA COLZA, 1982, Porto Alegre. **Resultados de Pesquisa...** Porto Alegre: Instituto de Pesquisa Agrônômica, 1982. p. 73-80.
- XIN, Z.; BROWSE, J. Cold comfort farm: the acclimation of plants to freezing temperatures. **Plant, Cell and Environment**, Oxford, v. 23, p. 893-902, 2000.