

Zoneamento agroclimático do mirtilo irrigado em Santa Catarina

Cristina Pandolfo¹, Wilian da Silva Ricce², Luiz Fernando de Novaes Vianna³ e Angelo Mendes Massigna²

Resumo – O interesse pelo cultivo do mirtilo vem aumentando em Santa Catarina devido às propriedades fitoterápicas e pelo valor obtido na comercialização dos frutos. O objetivo deste trabalho foi realizar o zoneamento agroclimático da cultura do mirtilo irrigado para o estado de Santa Catarina. Foi realizado levantamento bibliográfico para caracterização da exigência em horas de frio dos cultivares de mirtilo. Os cultivares foram organizados em cinco grupos, conforme exigência em horas de frio e risco de geada: Grupo I (entre 200 e 350 horas de frio); Grupo II (entre 350 e 500 horas de frio); Grupo III (entre 500 e 650 horas de frio); Grupo IV (entre 650 e 800 horas de frio) e Grupo V (acima de 800 horas de frio). Com base nos dados meteorológicos, foram calculadas as horas de frio e a probabilidade de ocorrência de geadas. Santa Catarina apresenta um grande potencial para o cultivo de mirtilo com baixa e média exigência de horas de frio, pois aproximadamente 32,91% e 16,29% da área do Estado apresentam o total anual de horas de frio entre os valores de 200 e 350 horas e 350 e 500 horas, respectivamente. O zoneamento agroclimático para a cultura do mirtilo em Santa Catarina evidenciou que existe potencialidade em diversas regiões para o cultivo da espécie, com exceção do Litoral Norte e Sul e de parte do Extremo Oeste.

Termos para indexação: *Vaccinium* spp.; riscos climáticos; zoneamento agroclimático; horas de frio.

Potential areas for irrigated blueberry crop in Santa Catarina, south of Brazil

Abstract – Demand on blueberry crop is increasing in Santa Catarina due to quality and price of fruits. The objective of this work was to perform the agroclimatic zoning of the irrigated blueberry crop for Santa Catarina state South of Brazil. It was performed literature review to characterize the requirement in chilling hours (CH) of blueberry cultivars. The groups were divided on requirement in chilling hours: No Recommended (less than 200 CH); Group I (between 200 and CH); Group II (between 350 and CH); Group III (between 500 and 650 CH); Group IV (between 650 and 800 CH) and Group V (up to 800 CH). Santa Catarina has a great potential for blueberry cultivation with low and average requirement on chilling hours. Approximately 32.91% and 16.29% of the state area presents the annual total chilling hours values between 200 and 350 and 500 hours and 350 hours, respectively. The agroclimatic zoning for blueberry crop in Santa Catarina showed that there is potential in various regions for the cultivation of the species with the exception of the North Coast and South and part of the Far West.

Index terms: *Vaccinium* spp; climatic risks; agroclimatic zoning; chilling hours.

Introdução

O mirtilo (*Vaccinium* spp.) é uma cultura de crescente interesse comercial e grande potencial para diversificação da agricultura familiar. Porém, o Brasil ainda é carente em estudos agrometeorológicos a respeito do potencial econômico para produção em escala comercial.

O mirtilo é uma frutífera de clima temperado que necessita de frio no outono e inverno. Os centros de origem do mirtilo encontram-se nos Estados Unidos e no Canadá (HOFFMANN & ANTUNES, 2015). A insuficiência de frio pode provocar brotação e floração deficiente

e desuniforme, com reflexos na produção (BRAZELTON, 2011). Além disso, o mirtilo é muito exigente nas condições hídricas, necessitando de, no mínimo, 50mm de água por semana durante o período de desenvolvido das frutas. A irrigação é necessária principalmente em solos rasos ou em regiões onde ocorre deficiência hídrica (HERTER & WREGGE, 2004).

No que se refere à resistência a geadas, existe uma diferença de comportamento entre grupos de cultivares. A fase mais crítica é a floração. A temperatura baixa por várias horas causa necrose tanto do pistilo como do ovário (WREGGE

& HERTER, 2006). A resistência à geada é diferenciada para cada fase do florescimento: no início, a planta suporta geadas fortes; no florescimento pleno, suporta geadas moderadas; e no fim, somente geadas fracas (MSU, 2015). A obtenção de cultivares com florescimento tardio, no intuito de evitar danos por geadas no final do inverno e início da primavera, tem sido sugerida como um dos principais objetivos em programas de melhoramento genético de frutíferas temperadas em regiões com insuficiente acúmulo de frio durante o período hibernal (EGEA et al., 2003).

Os principais cultivares de mirtilo

Recebido 15/3/2016. Aceito para publicação em 1/8/2016.

¹ Engenheira-agrônoma, Dra., Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (Epagri/Ciram), Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Itacorubi, C.P. 502, 88034-901 Florianópolis, SC, fone: (48) 3665-5134, e-mail: cristina@epagri.sc.gov.br.

² Engenheiro-agrônomo, Dr., Centro de Informações de Recursos Ambientais e de Hidrometeorologia de Santa Catarina (Epagri/Ciram), Rodovia Admar Gonzaga, 1.347, Itacorubi, C.P. 502, 88034-901 Florianópolis, SC, fone: (48) 3665-5134, e-mail: wilianricce@epagri.sc.gov.br; massigna@epagri.sc.gov.br.

³ Biólogo, Dr., Epagri/Ciram, e-mail: vianna@epagri.sc.gov.br.

com expressão comercial estão classificados em três grupos, Highbush; Rabbiteye e Lowbush, de acordo com o genótipo, hábito de crescimento e tipo de fruto produzido. Os cultivares do grupo Highbush, originários da costa oeste da América do Norte, são considerados de melhor qualidade, tanto em tamanho quanto em sabor dos frutos. Originários do sul da América do Norte, os cultivares do grupo Rabbiteye produzem, em comparação com os do grupo Highbrush, frutos de menor tamanho e de menor qualidade, porém apresentam maior produção por planta e seus frutos têm maior conservação em pós-colheita. Os cultivares do grupo Rabbiteye apresentam maior importância comercial em regiões com menor disponibilidade de frio devido à sua tolerância às temperaturas mais elevadas e à deficiência hídrica. Os cultivares do grupo Lowbush apresentam hábito de crescimento rasteiro e produção de frutos de pequeno tamanho. Seu principal destino é a indústria processadora (FACHINELLO, 2008).

No Brasil, a maior parte da produção de mirtilo está concentrada na região Sul. Os cultivares com maior potencial de cultivo são do grupo Highbush e Rabbiteye, que podem ser cultivados com práticas convencionais em áreas de maior altitude (HERTER & WREGGE, 2006).

Em Santa Catarina, o levantamento realizado na safra de 2012/2013 (EP-AGRI/CEPA, 2013) mostra a produção de 41,4t numa área de 23,1ha, em sua maioria concentrada nas regiões Meio-Oeste e Planalto Sul Catarinense. Os maiores rendimentos foram obtidos nos municípios de Lages e Fraiburgo, localizados em regiões de temperaturas mais amenas (Planalto Sul e Meio-Oeste Catarinense). Entretanto, as maiores áreas de cultivo são encontradas na Região do Oeste Catarinense. O objetivo deste trabalho foi realizar o zoneamento agroclimático da cultura do mirtilo irrigado para o estado de Santa Catarina.

Material e métodos

Foi realizada uma revisão bibliográfica para levantar a fenologia e as exigências agroclimáticas do mirtilo. Pelo

grande número de cultivares com exigências climáticas distintas, optou-se por trabalhar com uma fenologia média, influenciada principalmente pelo número de horas de frio (HF), correspondente à temperatura do ar $\leq 7,2^{\circ}\text{C}$, e pela frequência e intensidade de geadas. A fenologia média foi estimada a partir de dados experimentais publicados em trabalhos desenvolvidos no Rio Grande do Sul e em Santa Catarina (ANTUNES et al., 2008; OLIVEIRA, 2011; SEZERINO, 2007; SOUZA, 2011).

A temperatura mínima do ar ($T^{\circ}\text{C}$) foi a variável climática utilizada para calcular a frequência de ocorrência de geadas (FOG) e a intensidade de geadas (IG). Os dados foram obtidos das estações meteorológicas disponíveis no banco de dados da Epagri/Ciram, com períodos não homogêneos (Tabela 1). O risco de deficiência hídrica não foi considerado no zoneamento, pois a irrigação é uma recomendação para o cultivo do mirtilo (HERTER & WREGGE, 2004).

Foram calculadas as frequências de ocorrência de geada (FOG) para cada

estação meteorológica para diferentes intensidades: sem geada ($t_{\min} \geq 3^{\circ}\text{C}$), geada fraca ($3 > t_{\min} \geq 1^{\circ}\text{C}$), geada moderada ($1 > t_{\min} \geq -2^{\circ}\text{C}$) e geada forte ($t_{\min} < -2^{\circ}\text{C}$). Para o zoneamento agroclimático foi considerado como aceitável o limite máximo de 20% de probabilidade de ocorrência de geada. A probabilidade de ocorrência de geada para as diferentes intensidades diárias foi estimada para uma janela móvel de 9 dias centrada no dia em questão.

A duração média para cada fase fenológica e as intensidades de geadas toleradas em cada fase fenológica (MSU, 2015) são apresentadas na Tabela 2.

Foi estimado o acúmulo de horas de frio em função do tempo, em dias julianos, através da curva logística. A partir da equação de regressão não linear da curva logística de acúmulo de horas de frio diário em função do tempo, da duração média das fases fenológicas e da intensidade de geada tolerável, foi definido o valor mínimo de horas de frio em que poderia ocorrer o estímulo ao florescimento com a probabilidade

Tabela 1. Latitude, longitude, altitude e número de anos das estações meteorológicas do estado de Santa Catarina

Estação	Latitude	Longitude	Altitude (m)	Série (anos)
Araranguá	-28,5554	-49,2954	12,3	8
Caçador	-26,8194	-50,9858	960	45
Campos Novos	-27,3836	-51,2161	965	30
Chapecó	-27,0908	-52,6342	679	30
Itajaí	-26,9514	-48,7625	5	26
Itapiranga	-27,1797	-53,6456	200	10
Ituporanga	-27,4189	-49,6464	475	26
Lages	-27,8086	-50,3300	9387,7	30
Major Vieira	-26,3650	-50,3372	765	16
São Joaquim	-28,2758	-49,9350	1376	38
São Miguel do Oeste	-26,7764	-53,5042	700	21
Urussanga	-28,5322	-49,3150	48	16
Videira	-27,0250	-51,1500	774	39

Tabela 2. Fenologia média (dias) e intensidade de geada tolerável para a cultura do mirtilo

Fases fenológicas	Duração média (dias)	Intensidade de geada tolerável
Estímulo da floração (E)	30	Forte
Início da floração até a floração plena (FI)	30	Moderada
Floração plena até o final de floração (FP)	20	Fraca
Final de floração até a frutificação (FF)	20	Sem geada

de de ocorrência de geada menor que 20% em cada estação meteorológica (HFFOG20M).

Através de análise de regressão, foram geradas duas equações quadráticas para estimar valores médios em função da altitude: (Eq1) o valor mínimo para estímulo do florescimento (HFFOG20M); (Eq2) a média de horas de frio acumulada de abril a setembro (HFM).

A Figura 1 representa o processo de geração dos mapas e análise espacial no SIG, para definição do zoneamento agroclimático. Os dados de entrada estão representados por círculos, os processamentos estão representados por losangos, e os resultados dos processamentos estão representados por trapézios.

No SIG, as equações de regressão (Eq1 e Eq2) foram aplicadas, utilizando como dado de entrada o modelo digital de elevação (MDE) da Shuttle Radar Topographic Mission – SRTM (USGS, 2006). Como resultado das equações Eq1 e Eq2, foram gerados os mapas de HFM e HFFOG20M, respectivamente. Os mapas de HFM e HFFOG20M foram reclassificados e combinados de acordo com as exigências de cada grupo agro-

climático, para gerar o zoneamento agroclimático (ZAG). Foram definidas seis classes de mapeamento para o zoneamento: as cinco classes correspondentes às exigências dos grupos agroclimáticos, mais a classe “não recomendado” (NR), para o caso de regiões onde todas as exigências agroclimáticas não sejam atendidas (Tabela 3).

Resultados e discussão

Na Figura 2 é possível observar a relação entre o acúmulo de horas de frio e as probabilidades de geada com a fenologia média do mirtilo, de acordo com os dados das estações de Chapecó, Caçador e São Joaquim, que representam situações climáticas diferentes dentre as treze estações utilizadas no estudo. Na estação de Chapecó, o estímulo da floração ocorre a partir de 28/6, quando os riscos de geadas analisados para as subsequentes fases fenológicas encontram-se abaixo do risco de 20%. O número de horas de frio acumulado até essa data é de 108 horas. Estendendo o período de análise de horas de frio, o valor médio observado para essa estação foi de 295 horas. Para a estação de

Caçador, o estímulo da floração ocorreu a partir de 10/8. A partir dessa data, os riscos de geada foram inferiores a 20%. O valor médio das horas de frio foi de 538 horas. Na estação de São Joaquim, o estímulo da floração ocorre a partir de 26/8, quando os riscos de geada foram inferiores a 20% no ciclo. Até essa data, o número de horas de frio foi de 716 horas. O valor médio de horas de frio foi de 856 horas. As horas de frio médias acumuladas de abril a setembro (HFM) e o valor de horas de frio em que ocorrer o estímulo ao florescimento em função da intensidade geadas e da fenologia do mirtilo (Tabela 2) são apresentadas na Figura 3. Portanto, mesmo utilizando-se uma fenologia média para o mirtilo, observa-se que o seu cultivo está submetido a riscos diferentes em função do local e/ou região de plantio.

Com base nos valores mínimos de horas de frio, com risco abaixo de 20% e valores médios observados em cada uma das treze estações, a exemplo do que foi discutido no parágrafo anterior, foram ajustadas equações (Figura 3) entre o total de horas de frio anual mínimo e máximo acumulados em função da altitude (ALT):

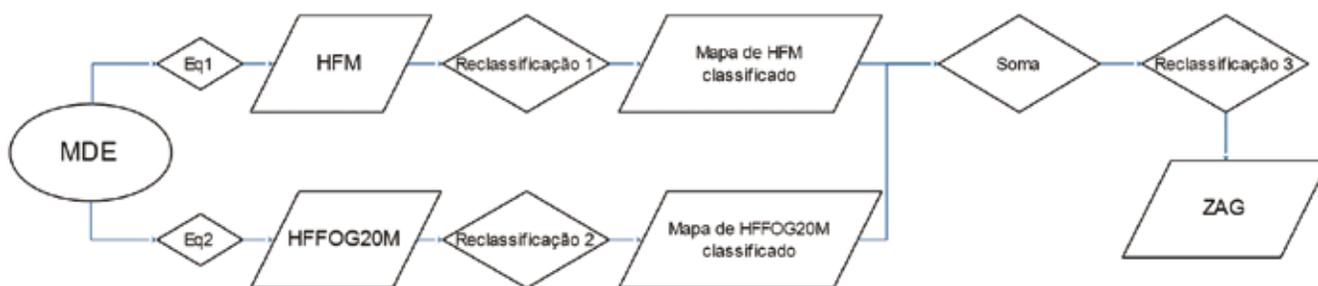


Figura 1. Modelo para zoneamento agroclimático do mirtilo em Santa Catarina

Tabela 3. Operações matemáticas realizadas no SIG para gerar o mapa do zoneamento por grupos (ZAG)*

Classes de mapeamento	Classes de HFM	Valor único de HFM (R1)	Classes de HFFOG20M	Valor único de HFFOG20M (R2)	Soma HFM + HFFOG20M	Valor único de ZAG (R3)
Não Recomendado	0 - 200	0	0 - 200	200	0 - 200	0
Grupo I	200 - 350	200	200 - 350	350	200 - 550	200
Grupo II	350 - 500	350	350 - 500	500	550 - 850	350
Grupo III	500 - 650	500	500 - 650	650	850 - 1150	500
Grupo IV	650 - 800	650	650 - 800	800	1150 - 1450	650
Grupo V	800 - 1000	800	800 - 1000	1000	1450 - 1800	800

* Os valores pertencentes às classes de HFM foram reclassificados para valores únicos de HFM. Os valores pertencentes às classes de HFFOG20M foram reclassificados para valores únicos de HFFOG20M. O resultado da soma dos campos HFM e HFFOG20M foi reclassificado para valores únicos de ZAG. R1, R2 e R3 são as etapas de reclassificação.

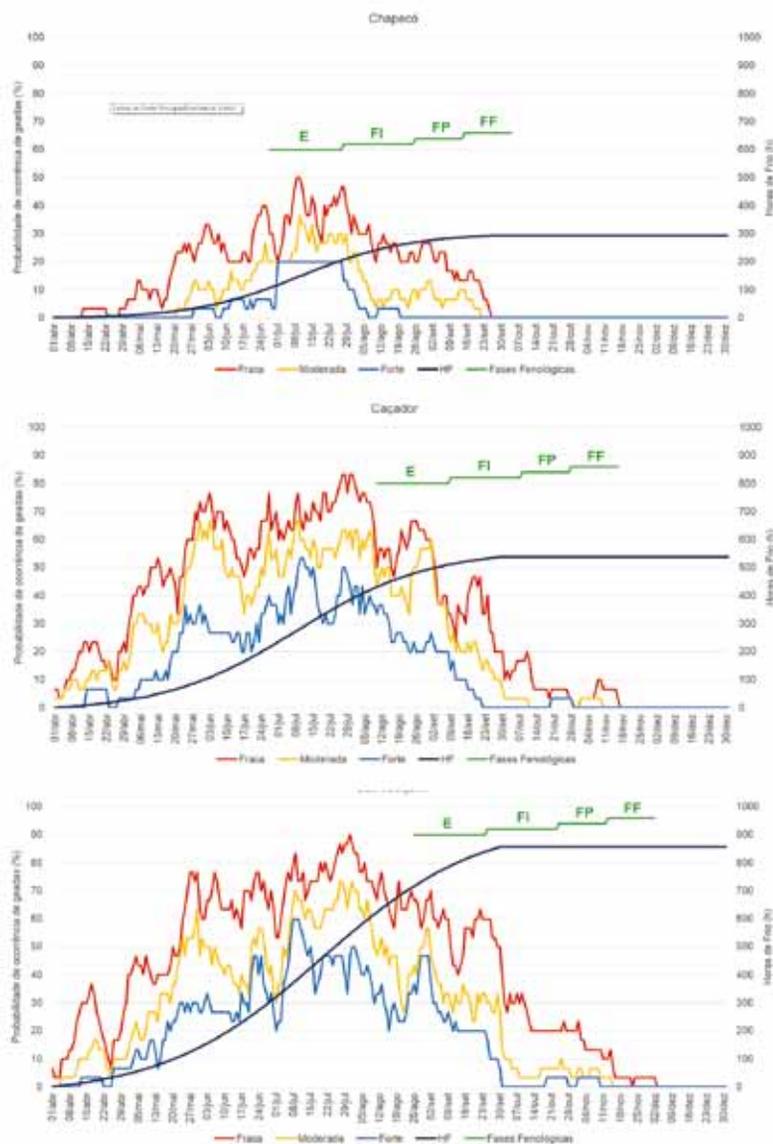


Figura 2. Probabilidade de ocorrência de geada fraca, moderada e forte, e acúmulo de horas de frio diárias para as estações de Chapecó, Caçador e São Joaquim, em Santa Catarina. O início da floração foi considerado quando a probabilidade de geada é menor que 20%. As fases fenológicas são: E= estímulo, FI= início do florescimento, FP= florescimento pleno e FF= final do florescimento

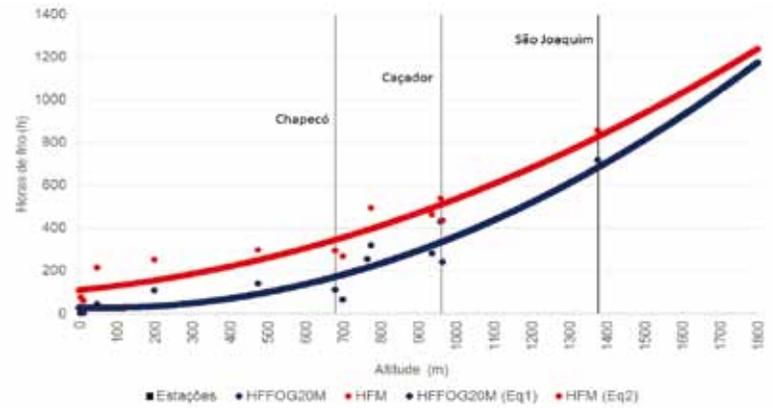


Figura 3. Horas de frio médias acumuladas de abril a setembro (HFM) em função da altitude e valor mínimo de horas de frio em que poderia ocorrer o estímulo ao florescimento em função de geadas e fenologia do mirtilo (HFFOG20M)

$$HFFOG20M = 25,98840195 - 0,04497951.ALT + 0,00037858.ALT^2 \quad r^2=0,91 \quad (Eq1)$$

$$HFM = 107,81601538 + 0,17621888.ALT + 0,00025033.ALT^2 \quad r^2=0,89 \quad (Eq2)$$

Com base nos resultados das equações (Eq1 e Eq2), apresentados na Figura 3, a linha vermelha indica o total de horas de frio em função da altitude. A diferença média entre as curvas foi de aproximadamente 150 horas, sendo que as maiores diferenças foram observadas na faixa de 800m de altitude e a menores diferenças foram observadas nas menores altitudes. Essa diferença de horas de frio obtida foi importante para a definição dos grupos de cultivares para o zoneamento realizado neste trabalho. Em função disso, foram criados cinco grupos agroclimáticos: Grupo I (entre 200 e 350 horas de frio); Grupo II (entre 350 e 500 horas de frio); Grupo III (entre 500 e 650 horas de frio); Grupo IV (entre 650 e 800 horas de frio) e Grupo V (acima de 800 horas de frio). Para o Grupo I, pela carência de informações sobre a viabilidade do cultivo do mirtilo em regiões com baixa disponibilidade de horas de frio, optou-se por limitar o valor mínimo da classe em 200 horas.

A variação do total de horas de frio em Santa Catarina (Figura 4) representa um potencial para produção de mirtilo com diferentes exigências de horas de frio. Em regiões com insuficiente acúmulo de frio, a escolha de cultivares de baixo requerimento em frio tem sido preconizada (HAWERROTH et al., 2010). Por outro lado, quando cultivares com baixo requerimento em frio são conduzidos em áreas caracterizadas pelo elevado acúmulo de frio durante o período hibernal, o florescimento ocorre antecipadamente, devido à rápida satisfação do requerimento em frio. Porém, pela ocorrência de geadas, as baixas temperaturas podem acarretar significativas perdas na produção (HAWERROTH, et al., 2010).

Grupos de cultivares com exigência em horas de frio menor que a observada quando o estímulo ao florescimento ocorre com uma probabilidade de geada menor que 20%, iniciam o processo de florescimento ainda em época de risco. Cultivares com maior exigência em frio, respeitando o valor médio de acúmulo para cada região, teriam seu florescimento em época com menor risco de geadas, possibilitando maior chance de sucesso à cultura.

O resultado final do zoneamento agroclimático para a cultura do mirtilo em Santa Catarina é apresentado na Figura 5. O Litoral Norte, Litoral Sul e parte do Extremo Oeste apresentaram valores abaixo de 200 horas de frio, não sendo recomendados para a produção de mirtilo. Ape-

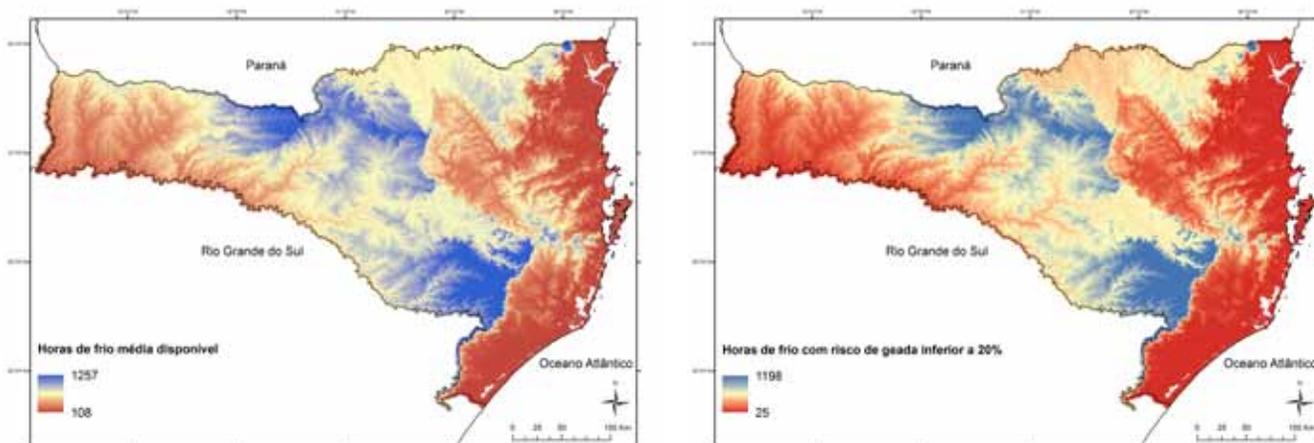


Figura 4. Horas de frio médias acumuladas de abril a setembro (Eq 1) e horas de frio quando o estímulo ao florescimento ocorre com probabilidade de ocorrência de geada menor que 20% (Eq 2) em Santa Catarina

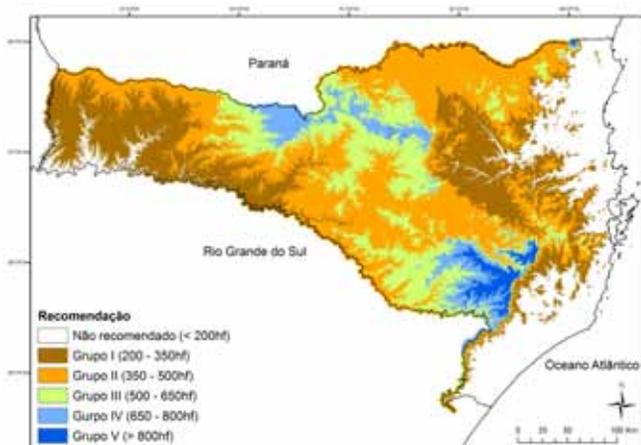


Figura 5. Zoneamento agroclimático para o mirtilo irrigado no estado de Santa Catarina

sar de existirem cultivares que apresentem exigência inferior a 200 horas de frio, faltam resultados que comprovem a viabilidade de cultivo nessas regiões. A Tabela 4 apresenta os percentuais de áreas recomendadas e não recomendadas para o cultivo do mirtilo em Santa Catarina, de acordo com as exigências da planta e os riscos agroclimáticos tolerados ao zoneamento. Os Grupos agroclimáticos I e II apresentam o maior potencial de plantio de mirtilo no Estado.

Conclusões

O zoneamento agroclimático para a cultura do mirtilo irrigado em Santa Catarina evidenciou que existe potencialidade em diversas regiões para o cultivo da espécie, com exceção do Litoral Norte e Sul e de parte do Extremo Oeste.

Referências

- ANTUNES, L.E.C.; GONÇALVES, E.D.; RISTOW, N.C.; CARPENEDO, S.; TREVISAN, R. Fenologia, produção e qualidade de frutos de mirtilo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.43, n.8, 2008.
- BRAZELTON, C. **World blueberry acreage & production**. World Blueberry Acreage & Production Report, 2011. 51p. Disponível em: <<http://www.oregonblueberry.com/update/USHBC-report.pdf>>. Acesso em: 15 jan. 2016.
- EGEA, J.; ORTEGA, E.; MARTÍNEZ-GOMES, P.; DICENTA, F. Chilling and heat requirements of almond cultivars for flowering. **Environmental and Experimental Botany**, Oxford, v.50, n.3, p.79-83, 2003.
- EPAGRI/CEPA. **Fruticultura Catarinense em Números**. Safra 2012/2013. Versão preliminar. Epagri, Florianópolis. 2013. 61p.
- FACHINELLO, J.C. Mirtilo. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.30, n.2, jun. 2008.
- HERTER, F.G.; WREGGE, M.S. Cultivo do mirtilo – Fatores climáticos. IN: ANTUNES, L.E.C.; RASEIRA, M. DO C. BA. (Ed.). **Cultivo do mirtilo**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 67p. (Sistema de Produção, 8).
- HERTER, F.G.; WREGGE, M.S. A cultura do mirtilo – Fatores climáticos. IN: RASEIRA, M. DO C. BA.; ANTUNES, L.E.C. (Org.). **A cultura do mirtilo**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 67p. (Documento, 121).
- HAWERROTH, F.J.; HERTER, F.G.; PETRI, J.L.; LEITE, G.B.; PEREIRA, J.F.M. **Dormência em frutíferas de clima temperado**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2010. 56p. (Documento, 310).
- HOFFMANN, A.; ANTUNES, L.E.C. **Grande potencial**. Disponível em: <http://www.cnpv.embrapa.br/publica/artigos/como_cultivar_mirtilo.pdf>. Acesso em: 6 nov. 2015.
- OLIVEIRA, G. da S. **Avaliação da fenologia de cinco cultivares de mirtilo (*Vaccinium sp.*) no município de Bom Retiro (SC) e as implicações na suscetibilidade a geadas e no manejo dessas cultivares**. Florianópolis, 2011. 100f. TCC (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, 2011.
- SEZERINO, A. A.. **Polinização do mirtilo (*Vaccinium corymbosum* L.) (*Ericaceae*) cultivares Misty e O'neal no município de Itá, Oeste de SC**. Florianópolis, 2007. 35f. TCC (Graduação em Agronomia) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Agrárias, 2007.
- SOUZA, A.L.K. de. **Different methods of propagation and intensity of pruning on field performance of rabbiteye blueberries**. 2011. 110f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2011.
- USGS. Shuttle Radar Topography Mission. 3 Arc Second, Filled Finished 2.0, Global Land Cover Facility. Jet Propulsion Laboratory, California. California Institute of Technology, feb. 2006. ■