

# Cenários de Aptidão Agroclimática da Videira para Vinho no Nordeste do Brasil

*Antônio Heriberto de Castro Teixeira<sup>1</sup>; Jorge Tonietto<sup>2</sup>; Giuliano Elias Pereira<sup>3</sup>; Francislene Angelotti<sup>4</sup>*

## Resumo

Índices bioclimáticos foram gerados e aplicados na caracterização da aptidão de diferentes áreas para elaboração de vinhos, considerando-se diferentes cenários no tempo. As análises evidenciaram que as limitações térmicas para a produção de vinho típico irão aumentar ao longo dos anos, como uma consequência da elevação da temperatura do ar, dependendo das épocas de poda, sendo esperados maiores teores de álcool nos vinhos, menor acidez e altos valores de pH. Menores problemas causados na qualidade dos vinhos foram observados para a parte sul do Estado da Bahia, quando a poda é realizada no mês de maio.

**Palavras-chave:** Mudanças climáticas, *syrah*, índices bioclimáticos.

## Introdução

Observações históricas evidenciam situações de aquecimento, incluindo variações regionais do regime pluviométrico e mudanças nos extremos do clima (INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE, 2007). Estas mudanças regionais recentes, particularmente no aumento de temperatura do ar, já vem afetando muitos sistemas físicos e biológicos.

Mudanças climáticas associadas com a qualidade da uva representam desafios significantes para a vinificação e na qualidade do vinho no futuro, em particular com relação à expressão dos aromas, estabilidade microbiológica e química, e balanço sensorial (TATE, 2001).

A elevação da temperatura do ar afetará a fisiologia da videira, aumentando a concentração de açúcar nas uvas, elevando o conteúdo de álcool, baixando acidez e aumentando os valores de pH. Como resultado destes processos, o aroma e a cor são também afetados em condições de clima muito quente, o que pode levar a vários desafios com relação à tecnologia microbiana, sensoriais e financeiros (ORDUÑA, 2010). Do ponto de vista hídrico, chuvas em excesso podem danificar diretamente os frutos e o aumento da umidade favorece o crescimento de fungos e bactérias. Cenários de Aptidão Agroclimática da Videira para Vinho no Nordeste do Brasil. timos níveis de maturação das bagas (TEIXEIRA, 2009).

O objetivo desta pesquisa foi combinar modelos simples com o uso de dados climáticos históricos e projeções dos cenários A2 e B2 do Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) para os anos de

<sup>1</sup> Pesquisador da Embrapa Semiárido, BR 428, Km 152, CP 23, CEP 56302-970, Petrolina, PE, heribert@cpatia.embrapa.

<sup>2</sup> Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho, CP 130, CEP 95700-000, Bento Gonçalves, RS.

<sup>3</sup> Pesquisador da Embrapa Uva e Vinho/Semiárido, BR 428, Km 152, CP 23, CEP 56302-970, Petrolina, PE.

<sup>4</sup> Pesquisadora da Embrapa Semiárido, BR 428, Km 152, CP 23, CEP 56302-970, Petrolina, PE.

2020, 2050 e 2080, através do modelo do centro Hadley (HadCM3), e de indicadores termo-hídricos, delimitarem a aptidão climática da videira para vinho, considerando-se estes diferentes cenários no Nordeste do Brasil, como subsídio para o manejo racional dos recursos hídricos e alocação de água para elaboração comercial de vinho.

## Material e Métodos

Figura 1 apresenta a localização da Região Nordeste do Brasil com as divisões estaduais e as estações agrometeorológicas convencionais e automáticas utilizadas.

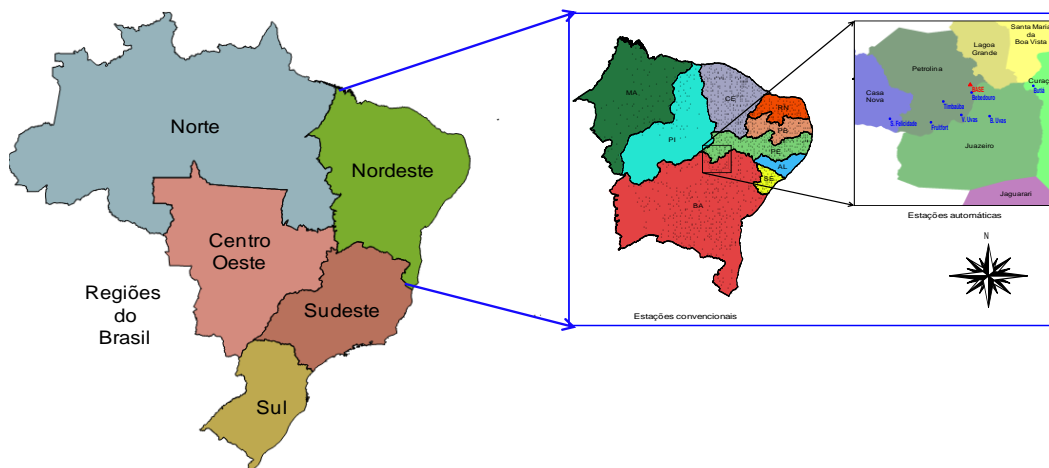


Figura 1. Localização das estações convencionais utilizadas.

Utilizaram-se as normais climatológicas para o período de 1961-1990. Os dados disponíveis foram de temperatura média do ar ( $T_a$ ) do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), referentes a 75 estações agrometeorológicas. Em outros locais com apenas dados pluviométricos publicados pela Superintendência de Desenvolvimento do Nordeste (SUDENE) de 1455 localidades,  $T_a$  foi estimada em função das coordenadas geográficas (CAVALCANTE; SILVA, 1994). Sete estações agrometeorológicas automáticas foram usadas para calibrar os resultados obtidos com a aplicação da equação de Thornthwaite (TH) para o método de Peman-Monteith (PM) na determinação da evapotranspiração de referência -  $ET_0$ .

Com relação às projeções da temperatura do ar e da precipitação para os anos de 2020, 2050 e 2080, foram considerados os cenários A2 e B2 do IPCC. Os mapas dos cenários futuros foram resultantes da aplicação das projeções do modelo do centro Hadley (HadCM3) para a Região Nordeste.

A calibração do Cenários de Aptidão Agroclimática da Videira para Vinho no Nordeste do Brasil. de  $K_c$  provenientes de experimentos de campo (ΓΕΙΛΕΙΚΑ et al., 2007). Equações de regressão deste coeficiente com os graus-dias acumulados ( $GD_{ac}$ ) foram desenvolvidas e usadas para uma temperatura basal ( $T_b$ ) de 10 °C. Tomando-se cinco valores de  $GD_{ac}$ , considerando-se como zero o valor inicial e os valores acumulados para cada mês durante os ciclos produtivos (CP), a média dos valores do coeficiente de cultura ( $K_{CP}$ ) foi multiplicada pela  $ET_{0CP}$ .

$$RHV_{CP} = K_{CP} ET_{0CP} \quad (1)$$

O índice termo-hídrico da videira ( $IHV_{CP}$ ) foi desenvolvido e aplicado na delimitação da aptidão agroclimática da videira no Nordeste brasileiro, variando-se a data de poda.

$$IHV_{CP} = \frac{P_{CP}}{RHV_{CP}} \quad (2)$$

Os dados de temperatura do ar e de precipitação foram interpolados em um ambiente SIG e os modelos aplicados às grades com pixels de  $0^{\circ}01''$ . Quatro classes de aptidão foram consideradas de acordo com os valores de  $IHV_{CP}$ , sendo as duas primeiras subdivididas de acordo com os valores médios de temperatura do ar durante os ciclos produtivos.

## Resultados e Discussão

A Tabela apresenta os resultados das equações de regressão para calibração da  $ET0_{TH}$  para  $ET0_{PM}$  e o do modelo que relaciona  $Kc$  com graus dias.

**Tabela 1.** Resumo das equações de regressão utilizadas.

Parâmetro	Equação	a	b	c
$ET0_{PM_1}$	$ET0_{PM_1} = a ET0_{TH_1} + b$	0,64	46	-
$ET0_{PM_2}$	$ET0_{PM_2} = a ET0_{TH_2} + b$	0,49	45	-
$Kc$	$Kc = a GD_{ac}^2 + bGD_{ac} + c$	$-2 \cdot 10^{-7}$	$4 \cdot 10^{-4}$	0,54

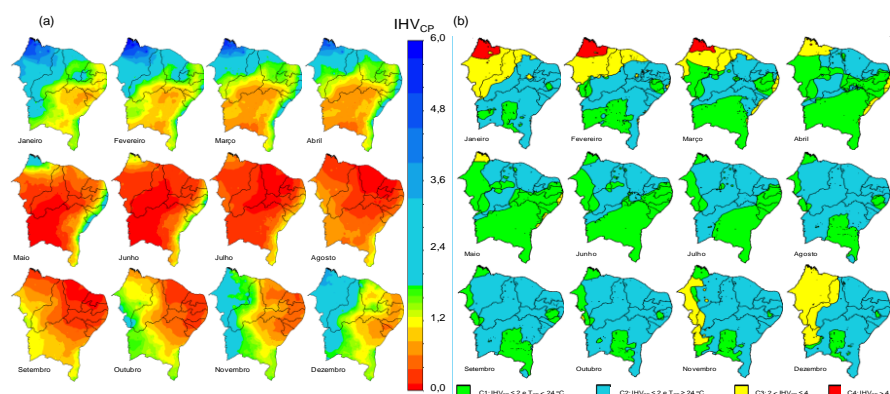
\* subscritos 1 e 2 significam primeiro e segundo semestres, respectivamente.

Os requerimentos hídricos para os ciclos foram então representados pela Eq. 6 e usados juntamente para o cálculo do  $IHV_{CP}$ , o qual juntamente com dados de  $T_{CP}$  foi aplicado em escala regional para determinação das classes de aptidão agroclimática, considerando-se os diferentes cenários do tempo.

A Figura 2 apresenta os mapas do  $IHV_{CP}$  (Figura 2a) e de aptidão climática (Figura 2b) para as condições base (1961-1990). De acordo com a Figura 2a, as podas realizadas entre maio e agosto salientam-se como as melhores, quando a irrigação é possível. Nestas condições, os valores de  $IHV_{CP}$  são abaixo de 0,50; evitando-se problemas fitossanitários, danos aos frutos e de respiração das plantas promovidos por excesso de precipitação. Os valores de  $IHV_{CP}$  acima de 2,00 são verificados nos períodos de poda de dezembro a abril, sendo

Cenários de Aptidão Agroclimática da Videira para Vinho no Nordeste do Brasil.

Quatro classes de aptidão climáticas foram consideradas de acordo com os valores de  $IHV_{CP}$  e  $T_{CP}$  (Figura 2b). As duas primeiras classes, de melhor aptidão, com  $IHV_{CP}$  menor que 2,00 foram subdivididas de acordo com o valor limite de  $T_{CP}$  de  $24,0^{\circ}C$ . Embora estas duas primeiras classes apresentando condições de umidade natural ideais,  $T_{CP}$  acima ou igual a este limite poderia trazer problemas para o equilíbrio e estabilidade do vinho, bem como elevados níveis de álcool, baixa acidez e altos valores de pH, demandando cuidados para manter a qualidade do vinho e a tipicidade nestas condições (ORDUÑA, 2010).



**Figura 2.** Condições base para o  $IHV_{CP}$  (a) e para as classes de aptidão climática (b) da cultura da videira para vinho no Nordeste do Brasil.

Foi ainda considerada uma classe de menor aptidão com valores de  $IHV_{CP}$  maiores que 2 e menores ou igual a 4 onde, na medida em que o grau de umidade natural aumenta, a qualidade do vinho produzido pode ser afetada. As áreas com datas de poda dentro da pior classe foram aquelas com valores de  $IHV_{CP}$  maiores que 4, quando apresentariam grandes problemas para a produção das uvas para vinho por causa dos altos valores de umidade que comprometem a sanidade das uvas e, conseqüentemente, o potencial enológico.

A Tabela 2 apresenta a variação média das condições termo-hídricas dos cenários A2 e B2 com relação aos anos projetados de 2020, 2050 e 2080 com a linha base de 1961-1990.

**Tabela 2.** Variação dos valores médios da temperatura do ar ( $\Delta T$ ) e do índice hídrico da videira ( $\Delta IHV$ ) entre as condições base (1961–1990) e os anos projetados de 2020, 2050 e 2080, durante ciclos produtivos com diferentes épocas de poda da cultura da videira para vinho no Nordeste do Brasil.

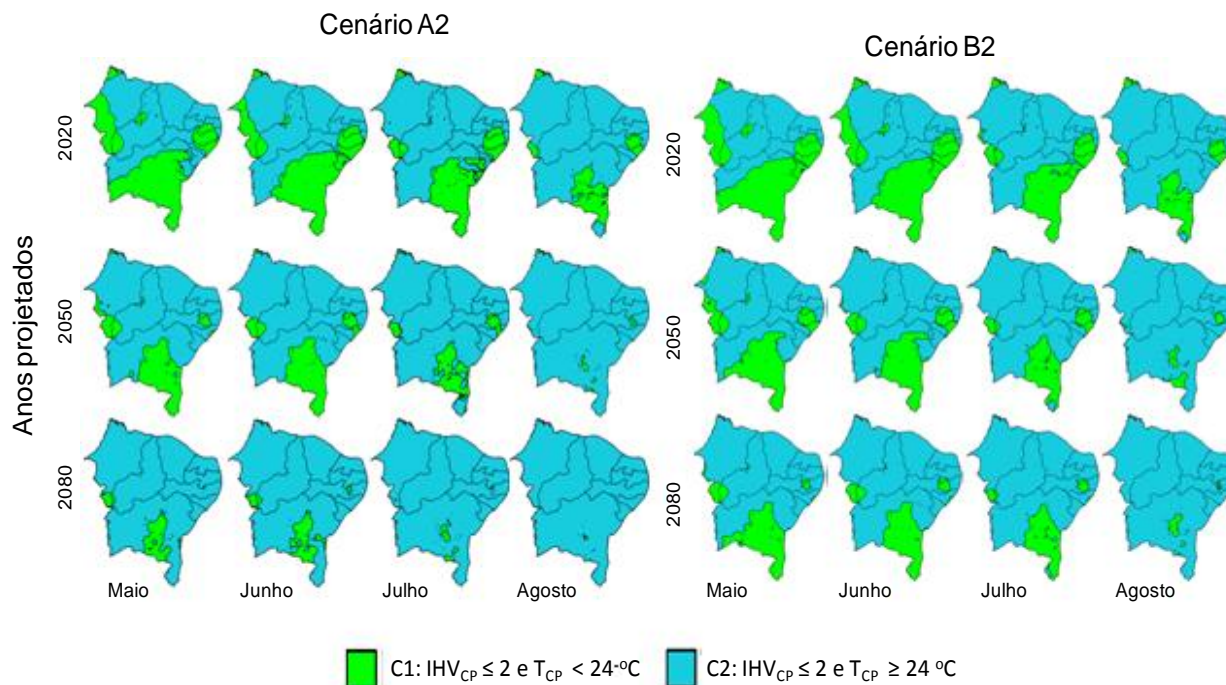
INDICADORES DE APTIDÃO AGROCLIMÁTICA												
Poda	Cenário A2						Cenário B2					
	2020		2050		2080		2020		2050		2080	
Mês	$\Delta T$	$\Delta IHV$	$\Delta T$	$\Delta IHV$	$\Delta T$	$\Delta IHV$	$\Delta T$	$\Delta IHV$	$\Delta T$	$\Delta IHV$	$\Delta T$	$\Delta IHV$
Jan.	1,5	-0,20	3,0	-0,57	5,6	-1,14	1,3	-0,47	2,6	-0,48	4,0	-0,99
Fev.	1,6	-0,51	3,1	-0,79	5,5	-1,22	1,4	-0,57	2,8	-0,75	3,6	-1,07
Mar.	1,6	-0,64	3,1	-0,84	5,3	-1,10	1,3	-0,65	2,6	-0,82	3,4	-1,03
Abr.	1,5	-1,08	3,0	-1,17	5,0	-1,30	1,2	-1,08	2,5	-1,16	3,4	-1,25
Mai	1,4	-0,39	2,8	-0,44	4,6	-0,48	1,2	-0,39	2,3	-0,43	3,2	-0,46
Jun.	1,3	-0,26	2,6	-0,29	4,1	-0,30	1,1	-0,27	2,2	-0,29	2,9	-0,29
Jul.	1,3	-0,23	2,6	-0,25	4,0	-0,26	1,3	-0,23	2,1	-0,25	2,8	-0,25
Ago.	1,3	-0,22	2,7	-0,23	4,2	-0,31	1,1	-0,22	2,2	-0,24	3,0	-0,28
Set.	1,5	-0,16	2,9	-0,18	4,5	-0,36	1,3	-0,16	2,5	-0,21	3,0	-0,31
Out.	1,5	-0,01	2,9	-0,18	5,0	-0,44	1,2	-0,19	2,5	-0,11	3,6	-0,37
Nov.	1,5	0,07	3,0	-0,28	5,4	-0,62	1,3	-0,16	2,7	-0,10	4,0	-0,47
Dez.	1,5	0,09	3,0	-0,28	5,6	-0,85	1,4	-0,18	2,8	-0,20	3,7	-0,64
Média	1,5											-0,62

Cenários de Aptidão Agroclimática da Videira para Vinho no Nordeste do Brasil.

Percebe-se um aumento da temperatura média para um ciclo produtivo ( $\Delta T$ ), variando de 1,1 °C a 1,6 °C de 2,1 °C a 3,1 °C; e de 2,8 °C a 5,6 °C para, respectivamente, as projeções de 2020, 2050 e 2080, considerando-se os cenários A2 e B2 do IPCC. O primeiro apresenta os maiores valores de  $\Delta T$ . Estes aumentos de temperatura provocariam mais problemas na elaboração de vinhos típicos, principalmente para períodos de poda de outubro a abril. Paralelamente à elevação da temperatura do ar, ocorre redução do  $IHV$ , principalmente nos períodos chuvosos. Considerando-se a cultura irrigada, havendo disponibilidade de água, esta tendência ampliaria épocas de poda com redução dos problemas ocasionados pelo excesso

hídrico, como doenças fitopatológicas e danos diretos nos frutos (TEIXEIRA, 2009).

Como resultado do efeito conjunto da elevação da temperatura do ar e aumento da secura do clima, as quatro classes de aptidão agroclimáticas apresentadas na Figura 2b, sofreriam alterações, considerando-se os cenários A2 e B2 do IPCC para as projeções de 2020, 2050 e 2080. Para os períodos de poda de setembro a abril, a classe C4 desapareceria. Para o período de maio a agosto, o período mais propício para a exploração comercial de vinho, permaneceria apenas duas classes de aptidão (Figura 3).



**Figura 3.** Classes de aptidão agroclimática para os anos projetados de 2020, 2050 e 2080, considerando-se os cenários de emissão do IPCC A2 e B2, para podas entre maio e agosto, no Nordeste brasileiro.

Percebe-se claramente uma dominância da classe C2 resultante do aumento da  $T_{CP}$  com o passar do tempo. Como consequência desta situação futura, serão maiores os desafios para a produção de vinhos típicos com relação aos aromas, estabilidade química e microbiológica, bem como equilíbrio sensorial (ORDUÑA, 2010). Grande destaque acontece para a parte sul da Bahia para podas em maio, a qual persiste com a classe C1. Este trabalho deve ser considerado com cautela, pois existem incertezas inerentes nas relações entre a população futura, o desenvolvimento socioeconômico e as mudanças tecnológicas que são as bases para os cenários do IPCC.

## Conclusões

Modelos simples para estimativa do requerimento hídrico da videira para vinho, em conjunto com grades disponíveis de temperatura do ar e precipitação do modelo do centro Hadley (HadCM3) permitiram a delimitação da aptidão agroclimática da cultura considerando-se os cenários do IPCC para diferentes projeções futuras.

De acordo com os cenários do IPCC, o efeito conjunto do aumento da temperatura do ar e a diminuição da precipitação reduzirão as classes de aptidão agroclimática para a cultura da videira aumentando os desafios para manter a qualidade dos vinhos típicos produzidos na Região Nordeste do Brasil no futuro.

A melhor época de poda para produção de vinhos de melhor qualidade e tipicidade na Região Nordeste do Brasil é considerada entre o período de maio a agosto, considerando-se as condições atuais e futuras.

## Agradecimentos

Os autores agradecem à Fundação de Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE) pelo financiamento do projeto sobre produtividade da água em situações de rápida mudança de uso da terra, o qual permitiu a aplicação de dados climáticos provenientes de estações agrometeorológicas automáticas.

## Referências

CAVALCANTI, E. P.; SILVA, E. D. V. Estimativa da temperatura do ar em função das coordenadas locais. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE METEOROLOGIA, 7.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO E IBÉRICO DE METEOROLOGIA, 2., 1994, Belo Horizonte. **Anais...** Belo Horizonte: Sociedade Brasileira de Meteorologia, 1994. p.154-157.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Summary for policymakers. In: SOLOON, S.; QIN, D.; MANNING, M.; CHEN, Z.; MARQUIS, M.; AVERYT, K. B.; M. TIGNOR, M.; MILLER, H. L. (Ed.). **Climate Change 2007: the physical science basis**. Cambridge: IPCC: Cambridge University Press, 2007. p. 1-18

ORDUÑA, R. M. de Climate change associated effects on grape and wine quality and production. **Food Research International**, Davis, v. 43, p. 1844-1845, 2010.

TATE, A. B. Global warming's impact on wine. **Journal of Wine Research**, London, v. 12, n. 2, p. 95-109, 2001.

TEIXEIRA, A. H. de C.; BASTIAANSEN, W. G. M.; BASSOI, L.H. Crop water parameters of irrigated wine and table grapes to support water productivity analysis in Sao Francisco River basin, Brazil. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 94, p. 31-42, 2007.

TEIXEIRA, A. H. de C. **Water productivity assessments from field to large scale: a case study in the Brazilian semi-arid region**. Saarbrücken, Germany: LAP Lambert Academic Publishing, 2009. 226 p.