

Critérios e Indicadores Edafoclimáticos para o Cultivo da Nogueira-pecã no Sul do Brasil



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

DOCUMENTOS 479

Critérios e Indicadores Edafoclimáticos para o Cultivo da Nogueira-pecã no Sul do Brasil

*José Maria Filippini Alba
Marcos Silveira Wrege
Ivan Rodrigues de Almeida
Carlos Roberto Martins*

Embrapa Clima Temperado
BR 392 km 78 - Caixa Postal 403
CEP 96010-971, Pelotas, RS
Fone: (53) 3275-8100
www.embrapa.br/clima-temperado
www.embrapa.br/fale-conosco

Comitê Local de Publicações

Presidente

Ana Cristina Richter Krolow

Vice-Presidente

Enio Egon Sosinski

Secretária-Executiva

Bárbara Chevallier Cosenza

Membros

*Ana Luíza B. Viegas, Fernando Jackson, Marilaine
Schaun Pelufê, Sônia Desimon*

Revisão de texto

Bárbara Chevallier Cosenza

Normalização bibliográfica

Marilaine Schaun Pelufê

Editoração eletrônica

Fernando Jackson

Foto de capa

Carlos Roberto Martins.

1ª edição

Obra digitalizada (2018)

Todos os direitos reservados.

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte,
constitui violação dos direitos autorais (Lei nº 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Clima Temperado

C934 Critérios e indicadores edafoclimáticos para o cultivo
da noqueira-pecã no sul do Brasil / José Maria
Filippini Alba... [et al.]. – Pelotas: Embrapa Clima
Temperado, 2018.
17 p. (Documentos / Embrapa Clima Temperado,
ISSN 1516-8840 ; 479)

1. Noz pecã. 2. *Carya illinoensis*. 3. Fruto seco.
4. Produção vegetal. 5. Zoneamento climático.
I. Filippini Alba, José Maria. II. Série.

CDD 634.52

Autores

José Maria Filippini Alba

Bacharel em Química, doutor em Geociências, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Marcos Silveira Wrege

Engenheiro-agrônomo, doutor em Agronomia, pesquisador da Embrapa Florestas, Colombo, PR.

Ivan Rodrigues de Almeida

Bacharel em Geografia, doutor em Geografia, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Carlos Roberto Martins

Engenheiro-agrônomo, doutor em Fruticultura, pesquisador da Embrapa Clima Temperado, Pelotas, RS.

Apresentação

O cultivo da noqueira-pecã vem despertando o interesse de muitos produtores e consumidores no Brasil. Os consumidores, pelas evidências científicas dos benefícios à saúde do consumo de noz-pecã; os produtores, motivados pela demanda crescente da fruta, acabam por intensificar cultivos em pomares existentes e novos plantios em diversas regiões brasileiras, especialmente no Sul do País.

Em virtude dessas perspectivas, da tradição e do próprio desenvolvimento da fruticultura de clima temperado, diversos produtores, estudantes, técnicos e pesquisadores têm buscado informações sobre essa cultura. As indagações e as dúvidas sobre essa frutífera permeiam as diversas fases da produção, sobretudo àqueles que desejam implantar novos pomares, especialmente quanto a fatores determinantes de solo e clima que devem ser considerados para escolha do local adequado ao cultivo.

A Embrapa e várias outras instituições parceiras têm investido esforços para sanar essas e várias outras questões, sempre com o intuito de buscar soluções tecnológicas que proporcionem a produção sustentável. O Brasil, hoje, não figura entre os principais países produtores de noz-pecã, permitindo que essa lacuna de nozes no mercado interno possa ser preenchida com a importação de frutas de outros países, como por exemplo, de noz-europeia, produzida no Chile. Por outro lado, a região Sul do Brasil conta potencialmente com milhares de hectares com clima e solo aptos à exploração comercial da noqueira-pecã.

Nesta publicação, são disponibilizadas informações para pesquisadores, técnicos, estudantes, produtores e demais interessados na pecanicultura sobre os indicadores e critérios estabelecidos para zoneamento edafoclimático para a região Sul do Brasil. Dessa forma, a Embrapa, bem como, seus parceiros esperam contribuir para a expansão sustentável da produção de noz-pecã.

Clenio Nailto Pillon
Chefe-Geral

Sumário

Autores	3
Apresentação	5
Introdução.....	9
Características da Pecaneira	9
Sistemas de Produção e Regiões de Cultivo	11
Critérios para escolha de Cultivares aos Sistemas de Produção da Região Sul	12
Diversidade Varietal de Nogueira-Pecã.....	15
Principais Cultivares	16
Referências	42

Introdução

A noqueira-pecã [*Carya illinoensis* (Wangenh.) K. Koch] é uma espécie frutífera pertencente à família Jugladiaceae, considerada uma das mais importantes do seu gênero e, embora seja predominantemente de clima temperado, tem sido cultivada em vários países, inclusive em regiões de clima subtropical. É uma frutífera caducifólia, de porte alto e de grande longevidade produtiva. Nativa dos Estados Unidos e México, sua popularização impulsionou o cultivo em vários países em diferentes continentes, na China, África do Sul, Austrália, inclusive na América do Sul, abrangendo Uruguai, Argentina, Chile, Peru e Brasil (Wells, 2017).

O interesse pelo cultivo e o consumo de nozes vem aumentando consideravelmente no mundo (Aune et al., 2016; Bilharva et al., 2018), em parte, devido às evidências científicas sobre os benefícios para a saúde humana, transformando as nozes em alimento saudável e nutritivo.

No Brasil, a noqueira-pecã foi introduzida em 1870, no Estado de São Paulo, pelos imigrantes norte-americanos, mas foi somente por volta de 1960-1970 que a cultura passou a ser explorada comercialmente, desde o Estado de Minas Gerais até o Rio Grande do Sul (Raseira, 1990). A grande evolução da noqueira-pecã ocorreu por intermédio de políticas públicas de incentivo ao plantio de floresta nas décadas de 1960 e 1970. A Lei nº 5.106/66, regulamentada pelo Decreto nº 59.615/66, incentivou o plantio de florestas com isenção de impostos, possibilitando o plantio de algumas espécies frutíferas, incluindo a noqueira-pecã. Foi nessa época que a cultura passou a ser explorada comercialmente (Nakasu; Raseira, 1981), sendo cultivada no Sudeste e Sul do país. Vários pomares foram implantados no período, alcançando cerca de 17 mil ha (Baracuh, 1980), concentrados principalmente na região Sul do Brasil. Entretanto, sua continuidade foi comprometida pela falta de apoio, problemas fitossanitários e insuficiência de informações técnicas e de pesquisas que respaldassem seu cultivo (Bilharva et al., 2018). A implantação de pomares em locais inadequados, como por exemplo pomares em solos sujeitos ao encharcamento (Figura 1), o uso de cultivares altamente sensíveis a doenças e a escassez de tratamentos culturais contribuíram sensivelmente para o seu insucesso, causando desinteresse pela implantação de pomares comerciais.



Foto: Carlos Roberto Martins

Figura 1. Plantio de noqueira-pecã em solos sujeitos ao encharcamento. Capão do Leão-RS.

Nos últimos anos, a frutífera tem despertado o interesse dos produtores, aumentando o cultivo no Sul do Brasil, favorecido pelas condições de solo e clima da região, e também pelo aumento do consumo e pela boa valorização de mercado. Estima-se que haja atualmente entre 8 mil a 10 mil ha de noqueira-pecã no Brasil, sendo cultivados em sua maioria por agricultores de base familiar, que na média possuem propriedades que variam de 4 a 15 hectares, com destaque para a produção no Estado do Rio Grande do Sul, maior produtor nacional de noz-pecã, com mais de 5 mil ha plantados, seguido pelos estados do Paraná e Santa Catarina (Martins et al., 2017; Bilharva et al., 2018).

O cultivo sustentável da noqueira-pecã baseia-se em premissas da execução de práticas agrícolas adequadas às condições de manejo e cultivo em que o pomar está plantado. A seleção de locais apropriados para implantar os pomares de pecã constitui no fator primordial para expressar toda a potencialidade produtiva. A concepção de critérios e indicadores de solo e clima adequados ao cultivo da noqueira-pecã no Sul do Brasil implica princípios técnicos e básicos para identificar as regiões, bem como áreas e microlocais mais favoráveis para o desenvolvimento da cultura. O estabelecimento do zoneamento edafoclimático, baseado nesses critérios e indicadores, possibilita a orientação não só de políticas públicas, órgãos de financiamento, de extensão e assistência técnica, como também para o ordenamento territorial das áreas com aptidão para uma exploração sustentável.

O zoneamento agrícola é um instrumento que tem como objetivo orientar os produtores rurais quanto aos tipos de culturas que podem ser cultivadas em uma região e as épocas de plantio mais favoráveis (Assad et al., 2001). Seguindo-se as recomendações do zoneamento e, portanto, utilizando-se as cultivares melhor adaptadas para cada local, pode-se diminuir os riscos causados pelas adversidades climáticas (Wrege et al., 2006). Os mais importantes fatores de risco para a agricultura no Sul do país são as geadas e o déficit hídrico, responsáveis pela maioria dos sinistros agrícolas (Göpfert et al., 1993). Já o zoneamento edáfico (Flores et al., 2009) é um complemento direcionado para os parâmetros do solo que limitam a produtividade ou restringem o cultivo, por impedimentos físicos como declividade ou pedregosidade excessiva, drenagem ou textura inadequada, enfim, fatores cujo manejo torna-se quase impossível sob certas circunstâncias.

Este trabalho, de caráter informativo, representa um esforço em organizar e apresentar os critérios e indicadores edafoclimáticos primordiais para o cultivo da noqueira-pecã no Sul do Brasil.

Critérios e Indicadores para o Zoneamento Agroclimático da Noqueira-Pecã na Região Sul do Brasil

Descrição dos critérios e indicadores agroclimáticos

As fruteiras de clima temperado necessitam de um número determinado de horas de frio no outono-inverno para o processo da dormência e, assim, atingirem maior produção (Sousa et al., 2009). As horas de frio são a soma do número de horas em que a temperatura do ar permanece abaixo de um determinado valor de referência, em geral 7,2 °C, durante o outono e o inverno. Nesse período, as plantas não paralisam totalmente as atividades fisiológicas. A exposição a baixas temperaturas estimula as atividades bioquímicas e a concentração de hormônios, mobilizando carboidratos que favorecem a brotação das gemas vegetativas e floríferas (Almeida; Antunes, 2012). Portanto, o período de dormência é necessário para uniformizar as brotações de ramos e o florescimento, que ocorrem imediatamente após o período de repouso hibernal, normalmente no final do inverno e início da primavera. As espécies que não são submetidas à quantidade de frio que naturalmente

precisam podem adquirir anomalias fenológicas, com diminuição do rendimento e da longevidade (Sousa et al., 2009). As necessidades de frio para a noqueira-pecã, de modo geral, é variável entre as cultivares.

A região Sul do país, de modo geral, tem condições de atender as necessidades das espécies frutíferas com necessidades de horas de frio, entre as quais a noqueira-pecã. Mas, devido à irregularidade das condições de inverno, o ideal é a utilização de cultivares adaptadas, que consigam ter maior produtividade e longevidade da planta com o mínimo de suas necessidades atendidas (Almeida; Antunes, 2012; Massignam et al., 2006).

A frutificação da noqueira-pecã depende de polinização cruzada, na qual o pólen deve vir de outra cultivar existente no mesmo pomar para ocorrer a fecundação das flores e, assim, ocorrer a produção de nozes. Portanto, é necessário consorciar outras cultivares polinizadoras com florescimento em épocas coincidentes (Faoro, 2001), para que ocorra maior produção e as nozes tenham melhor qualidade (Wrege et al., 2006). Deve-se incluir pelo menos quatro cultivares polinizadoras bem distribuídas no pomar, com diferentes épocas de florescimento, para que a polinização cruzada ocorra nas mais variadas condições, em todos os anos, mesmo naqueles com predomínio de temperaturas mais altas.

Temperaturas superiores a 35 °C, no período de florescimento, podem representar risco e causar o abortamento das flores. Portanto, as regiões que apresentam temperaturas elevadas nos meses de setembro e outubro devem ser evitadas.

As geadas, de modo geral, não representam risco para a produção de noz-pecã, a não ser as geadas tardias de primavera, mais comuns de ocorrer nas baixadas ou nas proximidades de matas fechadas, onde normalmente ocorre acúmulo de ar frio. Nas regiões com geadas tardias, deve-se evitar o plantio de cultivares com baixa necessidade de frio, que podem florescer ainda no inverno, período com alto risco de geada. O risco de geada pode ser muito reduzido se esses locais forem evitados e se forem selecionadas as cultivares comerciais e polinizadoras melhor adaptadas às condições edafoclimáticas locais.

Os estados do Paraná, de Santa Catarina e do Rio Grande do Sul são os que apresentam as melhores condições climáticas para o desenvolvimento da noqueira-pecã. Porém, algumas áreas de maior altitude nos estados de São Paulo e de Minas Gerais também podem oferecer condições favoráveis.

Convém ressaltar que, diferentemente do Zoneamento Agrícola de Riscos Climáticos (Zarc), o zoneamento agroclimático não é usado pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para concessão de seguro rural e crédito agrícola.

Material e métodos para o zoneamento agroclimático

Em geral, são usadas três bases de dados climáticos de cada contexto estadual: Instituto Agrônomo do Paraná (Iapar), Empresa Estadual de Pesquisa Agropecuária e Extensão Rural de Santa Catarina (Epagri) e Departamento de Diagnóstico e Pesquisa Agropecuária (DDPA), da Secretaria da Agricultura, Pecuária e Irrigação do Rio Grande do Sul (Seapi/RS) (Wrege et al., 2011).

Os dados climáticos foram usados para os cálculos do número de horas de frio (maio a setembro), de risco de ocorrência de temperaturas extremas (>35 °C no florescimento) e da umidade relativa do ar (>82 % no florescimento). Todos os dados foram avaliados primeiramente quanto à ausência de erros, completude e consistência.

Cálculo das horas de frio acumulado no período maio-setembro

Para o somatório do número de horas de frio (<7,2 °C) ocorridas no outono-inverno (no período de maio a setembro), foram usados dados da rede de estações meteorológicas da região Sul do Brasil, conforme descrito no parágrafo anterior, em um total de 93 estações. O período considerado na análise foi de 1976-2005, com séries climáticas completas, abrangendo um período de 30 anos de registros diários.

No caso do Estado do Rio Grande do Sul, foi calculado o número de horas de frio pelo modelo de Damario et al. (1999), por representar melhor a realidade da região. O modelo baseia-se na temperatura mínima do ar para calcular o somatório das horas de frio. Esse modelo foi testado e usado para o *Zoneamento Agroclimático para o Pessegueiro e a Nectarineira no Rio Grande do Sul* (Herter et al., 2002).

O número de horas de frio, conforme o modelo de Damario et al. (1999), é calculado pela Equação 1.

$$\text{NHF} = 3.929,918 - 54,863 \times T_5 - 372,3126 \times T_{12} + 1,8589 \times (T_5 \times T_{12}) + 0,2438 \times T_5^2 + 9,3897 \times (T_{12})^2$$

(Equação 1)

Em que:

NHF: número de horas de frio acumuladas entre maio e setembro com temperatura do ar inferior a 7,2 °C;

T_5 : média das temperaturas mínimas do ar entre os meses de maio e setembro;

T_{12} : média das temperaturas mínimas do ar no ano.

Mapas de temperatura, número de horas de frio e umidade relativa do ar

Os dados georreferenciados (altitude, latitude e longitude) das 93 estações com valores de horas de frio e de temperatura do ar foram utilizados para gerar uma equação de regressão linear simples (Equações 2 e 3), permitindo que as horas de frio ou as temperaturas fossem calculadas em função da latitude, da longitude e da altitude de qualquer ponto georreferenciado da região Sul do país para, assim, fazer os mapas respectivos, usados na indicação de cultivares para o zoneamento agroclimático. Os somatórios das horas de frio para cada estação meteorológica foram obtidos pela leitura, em cada ano, do tempo em que a temperatura do ar permaneceu abaixo de 7,2 °C. Essa leitura foi feita para as estações do Iapar(Paraná) e do Ciram/ Epagri (Santa Catarina). Como mencionado anteriormente, no caso do Rio Grande do Sul, utilizou-se o modelo desenvolvido por Damario et al. (1999).

Equações de regressão para uso nos mapeamentos dos números de horas de frio (NHF):

$$\text{NHF (PR, SC)} = -1.866,52 - (52,71 \times \text{latitude}) - (9,81 \times \text{longitude}) + (0,3248 \times \text{altitude})$$

(Equação 2)

$$\text{NHF (RS)} = - 1.641,11 - (73,16 \times \text{latitude}) + (5,98 \times \text{longitude}) + (0,5095 \times \text{altitude})$$

(Equação 3)

PR: Estado do Paraná

SC: Estado de Santa Catarina

RS: Estado do Rio Grande do Sul

Os dados citados anteriormente também foram usados para elaborar mapas de temperatura máxima absoluta em outubro, período crítico de florescimento. Os mapas gerados foram separados em duas classes, utilizando-se a isolinha de 35 °C como limite separador, temperatura que causa abortamento floral. A classe com temperatura maior que 35 °C foi considerada desfavorável, e a classe com temperatura menor ou igual a 35 °C favorável. A equação de regressão usada para elaborar o mapa é apresentada a seguir (Equação 4):

Equação de regressão para uso no mapeamento da temperatura do ar:

$$T_{mx \text{ abs}} = 51,648 + (0,5894 \times \text{latitude}) + (0,006135 \times \text{longitude}) - (0,004159 \times \text{altitude})$$

(Equação 4)

Em que:

$T_{mx \text{ abs}}$: média das temperaturas máximas absolutas no mês de outubro.

Desenvolvimento do zoneamento agroclimático

Utilizando-se a técnica de krigagem ordinária, foram elaborados mapas de umidade relativa do ar, separados também em duas classes, considerando-se o limiar de 82%, resultando na classe “desfavorável para o florescimento” para valores superiores e a classe “favorável” para valores inferiores.

Foi utilizado o Modelo Numérico do Terreno (MNT) do GTOPO30, o qual reproduz as cotas altimétricas do Brasil, elaborado pelo Serviço Geológico dos Estados Unidos (*United States Geological Survey*) (USGS, 2011), a partir de imagens de radar, o qual corresponde a uma grade hipsométrica uniforme, com valores de altitude a cada 90 metros. Esse modelo foi corrigido para o Brasil por Weber et al. (2004). Foram elaborados, ainda, modelos dos paralelos e dos meridianos, os quais reproduzem a latitude e a longitude do Brasil, também com valores a cada 90 metros, na escala 1:250.000, assim como o MNT.

Assim, foram criados os três mapas básicos, correspondendo às variáveis independentes da equação de regressão, com os modelos numéricos (“grades”) necessários para a construção dos mapas de temperatura máxima absoluta ($T_{mx \text{ abs}}$) e de número de horas de frio (NHF) (variáveis dependentes da equação). A equação foi usada na função calculadora de mapas (*raster calculator*) do programa ArcGIS 10, resultando o detalhamento conforme uma grade com valores a cada 90 metros, na escala 1:250.000.

Foram utilizados ainda mapas dos limites municipais, divisas estaduais e fronteira federal do IBGE (2001), mapas oficiais do Brasil, para se fazer os recortes dos mapas para cada estado. Desse modo, foi possível fazer o mapeamento dos dados climáticos, em sistemas geográficos de informações (SIG).

Os pomares precisam ser estrategicamente planejados para proporcionar a polinização cruzada, sob risco de não ocorrer a produção de noz-pecã, caso a polinização não seja suficiente. De modo geral, as melhores produções são obtidas com a intercalação de cultivares comerciais e cultivares polinizadoras. Na escolha do local para instalação do pomar, portanto, devem ser implantadas pelo menos três ou quatro cultivares polinizadoras. Visando auxiliar na polinização cruzada entre as plantas, é recomendada a instalação de colmeias fortes nos pomares.

CrITÉrios e Indicadores para o Zoneamento Edáfico da Pecaneira

Descrição dos critérios e indicadores edáficos

A má drenagem do solo afeta a produção vegetal, em função do excesso de água e, principalmente, pela aeração inadequada, devido ao aumento da resistência à difusão dos gases do solo para a atmosfera e vice-versa, quando aumenta a saturação hídrica. Nessa condição, o oxigênio necessário na respiração metabólica é rapidamente consumido pelos microrganismos e plantas, inibindo o crescimento do sistema radicular. Isso acarreta a diminuição da absorção de água, podendo em casos extremos ocorrer até o murchamento das plantas (Willey, 1970). Se a falta de oxigênio for muito acentuada, compostos como o etanol, etileno e metano podem acumular-se, resultando toxicidade em teores elevados. O mesmo acontece para ferro e manganês, uma vez reduzidos para as formas bivalentes. Esse somatório de fenômenos limita bastante o uso de solos com horizonte glei (Gleissolos) e/ou caracteres como: gleico, plíntico, abrupático, lítico, litoplíntico, sendo tanto mais limitante quanto mais superficial ocorrerem.

A profundidade efetiva refere-se às profundidades máximas de penetração do solo pelas raízes em número razoável, sem impedimento de qualquer natureza, proporcionando às plantas suporte físico e meio para absorção de água e nutrientes, além de ar. Trata-se de um parâmetro importante para fruticultura. Já o grupamento textural está relacionado com as classes de textura, ou seja, ao tamanho e relacionamento das partículas do solo (Sistema Brasileiro de Ciência do Solo, 2013): solos de textura arenosa (com teores de areia superiores a 70%, e de argila inferiores a 15%; são permeáveis, leves, de baixa capacidade de retenção de água e de baixo teor de matéria orgânica); solos com textura média (equilíbrio entre os teores de areia, silte e argila) e solos de textura argilosa (argila acima de 35%), apresentam baixa permeabilidade e alta capacidade de retenção de água.

O relevo é um parâmetro extremamente importante, relacionado à gênese do solo, cuja influência afeta a dinâmica da água e o microclima (posição solar, características das vertentes, declividade, etc.). Pedregosidade/rochosidade referem-se a fragmentos ou afloramentos de rochas, cuja presença interfere na ação dos implementos e máquinas agrícolas. Finalmente, a fertilidade é o único parâmetro puramente químico considerado, o qual pode ser corrigido via tecnologia (adubação). Solos Alíticos ou Alumínicos possuem alto teor de Al, o que afeta o desenvolvimento das raízes, porém diferem na atividade da argila, maior para os primeiros. Eutrófico e distrófico referem-se a solos com alta e baixa fertilidade, respectivamente.

Material e métodos do zoneamento edáfico

Os mapas de solos ajustados para escala 1:250.000 do projeto RadamBrasil (Projeto RadamBrasil, 1986; Silva et al., 2004) foram disponibilizados pela UFRGS para o Rio Grande do Sul e pela Embrapa Solos para Santa Catarina, na forma de arquivos vetoriais (formato *shape*). Outros mapas temáticos, considerados para compor a base de dados geográficos inicial para o zoneamento edáfico, são os limites municipais atualizados (IBGE, 2016) e a declividade, processada a partir do modelo digital de elevação da missão Shuttle (Nasa, 2015), em escala aproximada 1:100.000. As unidades de solos foram reclassificadas considerando-se as classes de drenagem, fertilidade, grupamento textural, profundidade efetiva, pedregosidade/rochosidade e relevo em ambiente de sistema de informação geográfica, SIG (Esri, 2008).

Critérios para desenvolvimento do zoneamento edáfico

Considerando-se outras quatro culturas frutíferas (ameixeira, citros, oliveira e pessegueiro) para a classe Preferencial (P), Flores e Filippini Alba (2015) indicaram condições edáficas muito semelhantes para a noqueira-pecã (Tabela 1), com leves modificações para declividade, grupamento textural e fertilidade. Rovani (2016) menciona que a noqueira-pecã desenvolve-se melhor nos solos profundos, permeáveis e bem drenados, de textura média (franco-argilo-arenosa), ricos em nutrientes e com pH neutro a alcalino.

No processo de integração, via SIG, as classes dos parâmetros edáficos (Tabela 1) são categorizadas em função da classe limitante, sendo atribuída a aptidão edáfica de cada mancha de solos. Ou seja, se uma dada classe de solos apresenta todos os parâmetros correspondendo à classe Preferencial (P), mas a declividade varia entre 13% e 20%, correspondendo à classe Recomendada (R), é atribuída aptidão edáfica Recomendada a essa classe de solo, e assim sucessivamente. Esse procedimento é realizado pelo usuário por análise visual, na tabela de atributos do mapa de solos. Já a declividade é sobreposta ao mapa de solos, considerando-se o procedimento de interseção de camadas de informação.

Tabela 1. Guia de avaliação da aptidão edáfica para o cultivo de noqueira-pecã (*Carya illinoensis* K.).

Parâmetros Edáficos	Classes de Aptidão Edáfica			
	P	R	PR	NR
Drenagem	Fortemente, acentuadamente ou bem drenado	Moderadamente drenado	Imperfeitamente ou excessivamente drenado	Mal ou muito mal drenado
Profundidade efetiva	>100 cm	100 – 50 cm	-	< 50 cm
Grupamento textural	Média ou argilosa (1:1)	Muito argilosa (1:1)	Argilosa (2:1), ou siltosa	Areia, areia franca ou orgânica
Relevo (declividade)	0-13%	13-20%	20-45%	>45%
Pedregosidade/Rochosidade	0-3%	3-15%	15-50%	>50%
Fertilidade	Eutrófico ou Ta Distrófico	Distrófico ou Tb Distrófico	Alítico ou alumínico	Presença de sais

P = Preferencial; R = Recomendável; PR = Pouco Recomendável; NR= Não Recomendável. Ta/b = presença de argila de alta/baixa atividade.

Considerações Finais

Apesar de não estarem situadas nas regiões tradicionalmente produtoras de noqueira-pecã no mundo, existem zonas favoráveis para a produção comercial dessa fruta seca na região Sul do Brasil, geralmente nas zonas em que o frio é mais constante, onde existe o frio necessário no período outono-inverno que favorece o desenvolvimento dos frutos.

As melhores cultivares para serem plantadas comercialmente na região Sul do Brasil são aquelas que agregam características de produtividade e de longevidade com o mínimo das necessidades de frio atendidas, devido à irregularidade das condições de inverno existentes na região. Outra situação climática que requer cuidados diz respeito a geadas tardias, aquelas que entre setembro e outubro ocorrem na região Sul do Brasil, o que compromete a floração e, por consequência, a produção de frutas. Além disso, a escolha adequada do local de plantio é muito importante, pois regiões de baixadas estão mais propensas à formação de geadas.

O êxito no cultivo comercial de noqueira-pecã na região Sul do Brasil relaciona-se à seleção das melhores cultivares comerciais e polinizadoras, adaptadas ao clima e ao solo de cada região. O

zoneamento edáfico permite complementar as informações do zoneamento agroclimático, no sentido de aprimorar a produtividade. Por exemplo, camadas de solos profundas (profundidade efetiva acima de 2 m), potencializam o armazenamento de água e nutrientes necessários ao bom desenvolvimento das pecaneiras. A integração de ambos zoneamentos no denominado zoneamento eda-foclimático permite uma visão mais completa para o desenvolvimento da cultura.

Referências

- ALMEIDA, I. R. de; ANTUNES, L. E. C. Necessidades climáticas e influência do clima sobre adaptação, produção e qualidade. In: ANTUNES, L. E. C.; HOFFMANN, A. (Ed.). **Pequenas frutas: o produtor pergunta, a Embrapa responde**. Brasília, DF: Embrapa, 2012. p. 41-49. il. (Coleção 500 perguntas, 500 respostas).
- ASSAD, E. D.; MACEDO, M. A.; CÂMARA, G.; OLIVEIRA, J. C. de; BARBOSA, A. M. Avaliação de métodos para espacialização de índices de necessidade hídrica das culturas e sua aplicação em zoneamento agrícola. **Revista Brasileira de Agrometeorologia**, v. 9, p. 581-587, 2001.
- AUNE, D.; KEUM, N.; GIOVANNUCCI, E.; FADNES, L. T.; BOFFETTA, P.; GREENWOOD, D. C.; TONSTAD, S.; VATTEN, L. J.; RIBOLI, E.; NORAT, T. Nut consumption and risk of cardiovascular disease, total cancer, all-cause and cause-specific mortality: a systematic review and dose-response meta-analysis of prospective studies. **BMC Medicine**, v. 14, n. 207, p. 1-14, 2016.
- BARACUHY, J. B. da C. **Determinação do período de floração e viabilidade de pólen de diferentes cultivares de noqueira peca *Carya illinoensis* (Wang) K. Koch**. 1980. 52 f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Federal de Pelotas, Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Pelotas.
- BILHARVA, M. G.; MARTINS, C. R.; HAMANN, J. J.; FRONZA, D.; MARCO, R. de; MALGARIM, M. B. Pecan: from research to the Brazilian reality. **American Journal of Experimental Agriculture**, v. 23, p. 1-16, 2018
- ESRI (Environmental Systems Research Institute). ArcGIS 9.3 – ArcMap (Software). Redlands: ESRI, 2008. 1 CD-ROM.
- DAMARIO, E. A.; PASCALE, A. J.; BELTRÁN, A. Disponibilidade de horas de frio en el Estado de Rio Grande do Sul. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE AGROMETEOROLOGIA, 11.; REUNIÃO LATINOAMERICANA DE AGROMETEOROLOGIA, 2., 1999, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: EPAGRI, 1999. p. 228.
- FLORES, C. A.; FILIPPINI ALBA, J. M. (Ed.). **Zoneamento edáfico de culturas para o município de Santa Maria – RS, visando o ordenamento territorial**. Brasília, DF: Embrapa, 2015. 309 p.
- FLORES, C. A.; GARRASTAZU, M. C.; FILIPPINI ALBA, J. M. **Metodologia de zoneamento de culturas para o estado do Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2009. 45 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 261).
- GÖPFERT, H.; ROSSETTI, L. A.; SOUZA, J. **Eventos generalizados e seguridade agrícola**. Brasília, DF: IPEA, 1993. 65 p.
- HERTER, F. G.; WREGE, M. S.; RASEIRA, M. do C. B.; PEREIRA, I. S.; STEINMETZ, S. **Zoneamento agroclimático do pessegueiro e da nectarineira para o Rio Grande do Sul**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2002. 27 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 91). Disponível em: <<https://www.embrapa.br/busca-de-publicacoes/-/publicacao/744114/zoneamento-agroclimatico-do-pessegueiro-e-da-nectarineira-para-o-rio-grande-do-sul>>. Acesso em: 27 jun. 2018.
- IBGE. **@Mapas**. Disponível em: <http://mapas.ibge.gov.br/bases-e-referenciais/bases-cartograficas/malhas-digitais.html>. Acesso em: 22 ago. 2016.
- MARTINS, C. R.; FRONZA, D.; MALGARIM, M. B.; BILHARVA, M. G.; MARCO, R. de; HAMANN, J. J. Cultura da noz-pecã para a agricultura familiar. In: WOLFF, L. F.; MEDEIROS, C. A. B. (Ed.). **Alternativas para a diversificação da agricultura familiar de base ecológica**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2017. 145 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 443). p. 65-68.
- NAKASU, B. H.; RASEIRA, A. **Tratamento fitossanitário para noqueira-pecã**. Embrapa Comunicado técnico, n. 13, 1981.
- NASA (National Aeronautics and Space Administration). **Shuttle Radar Topography Mission**. Disponível em: <<http://glovis.usgs.gov/>>. Acesso em: 12 abr. 2015.
- RASEIRA, A. **A cultura da noqueira-pecã**. Pelotas: Embrapa, 1990. 3 p. (Embrapa Clima Temperado. Comunicado Técnico, 63).

PROJETO RADAMBRASIL. **Folha SH.22 Porto Alegre e parte das Folhas SH.21 Uruguaiana e SI.22 Lagoa Mirim:** geologia, geomorfologia, solos, vegetação e uso potencial da terra, Rio de Janeiro: IBGE, 1986. (Levantamento de Recursos Naturais, v.33). 796 p.

ROVANI, F. F. M. **Zoneamento de risco climático para o cultivo da nogueira-pecã (*Carya illinoensis*) para o Rio Grande do Sul.** 2016. 232 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Maria, Pós-Graduação em Geografia, Santa Maria.. Disponível em: <<http://www.sbagro.o>

SILVA, J. S. V. da; SOARES, A. F.; BEZERRA, H. S. B.; CALVE, L. Situação da base de solos brasileira na escala de 1:1.000.000. In: SIMPOSIO LATINO AMERICANO SOBRE PERCEPCIÓN REMOTA Y SISTEMAS DE INFORMACIÓN, 2004, Santiago. **Anais...** Santiago: SELPER, 2004. Não paginado. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/recursos/soloID-VBDDOFST9P.doc>. Acesso em: 23 set. 2016.

SISTEMA BRASILEIRO DE CLASSIFICAÇÃO DE SOLOS. Brasília, DF: Embrapa, 2013. 353 p.

USGS. United States Geological Survey. Survey National Mapping Division: **Global 30 Arc Second Elevation Data.** Disponível em: <<http://edcwww.cr.usgs.gov/landdaac/GTOPO30>>. Acesso em: 10 jul. 1999.

WELLS, L. **Pecan America's Native NUT TREE.** The University of Alabama Press. 2017a. 264 p.

WREGE, M. S.; HERTER, F. G.; CAMELATTO, D.; STEINMETZ, S.; REISSER JR, C.; GARRASTAZU, M. C.; FLORES, C. A.; IUCHI, T.; BERNARDI, J.; VERÍSSIMO, V.; MATZENAUER, R. **Zoneamento agroclimático para pereira no Rio Grande do Sul.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006. 29 p. (Embrapa Clima Temperado. Documento, 182).

WREGE, M. S.; STEINMETZ, S.; REISSER JR, C.; ALMEIDA, I. R. **Atlas climático da Região Sul do Brasil: estados do Paraná, Santa Catarina e Rio Grande do Sul.** Pelotas: Embrapa Clima Temperado; Colombo: Embrapa Florestas, 2011. 336 p.

WILLEY, C. R. Effects of short periods of anaerobic and aerobic conditions on uptake by tobacco roots. **Agronomy Journal**, v. 62, p. 224-229, 1970.

Literatura Recomendada

SCHUBNEL, P. R. Redução do risco climático na agricultura: uma abordagem probabilística. 2 - Resultados obtidos. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE SEGURIDADE E ZONEAMENTO AGRÍCOLA DO MERCOSUL, 1., 1998. p. 513-522, 1991.

Embrapa

Clima Temperado