

Zoneamento agroclimático para produção de limas ácidas e de limões no Rio Grande do Sul





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

ISSN 1806-9193

Junho, 2006

versão

ON LINE

Documentos 156

Zoneamento agroclimático para produção de limas ácidas e de limões no Rio Grande do Sul

Pelotas, RS
2006

Exemplares desta publicação podem ser adquiridos na:

Embrapa Clima Temperado
Endereço: BR 392 km 78
Caixa Postal 403 - Pelotas, RS
Fone: (53) 3275 8199
Fax: (53) 3275-8219 / 3275-8221
Home page: www.cpact.embrapa.br
E-mail: sac@cpact.embrapa.br

Comitê de Publicações da Unidade

Presidente: Walkyria Bueno Scivittaro
Secretária-Executiva: Joseane M. Lopes Garcia
Membros: Cláudio Alberto Souza da Silva, Lígia Margareth Cantarelli Pegoraro, Isabel Helena Verneti Azambuja, Claudio José da Silva Freire, Luís Antônio Suita de Castro, Sadi Macedo Sapper, Regina das Graças V. dos Santos
Suplentes: Daniela Lopes Leite e Luís Eduardo Corrêa Antunes

Revisores de texto: Sadi Macedo Sapper/Ana Luiza Barragana Viegas
Normalização bibliográfica: Regina das Graças Vasconcelos dos Santos
Editoração eletrônica: Oscar Castro
Arte da capa: Henrique Zambrano
Composição e impressão: Embrapa Clima Temperado

1ª edição

1ª impressão 2006: 100 exemplares

Todos os direitos reservados

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

Zoneamento agroclimático para a produção de limas ácidas e de limões no
Rio Grande do Sul / Marcos Silveira Wrege [et al.]. -- Pelotas: Embrapa
Clima Temperado, 2006.
36 p. -- (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 156).

ISSN 1516-8840

1. Lima ácida - Limão - Cultivar - Clima - Rio Grande do Sul. I. Wrege, Marcos Silveira. II. Série.

CDD 634. 3

Autores

Marcos Silveira Wrege
Eng. Agrôn., Dr. Pesquisador
Embrapa Clima Temperado
BR 392 Km 78. Cx. Postal 403
CEP 96001-970 Pelotas, RS
E-mail: wrege@cpact.embrapa.br

Roberto Pedroso de Oliveira
Eng. Agrôn., Dr. Pesquisador
Embrapa Clima Temperado
BR 392 Km 78. Cx. Postal 403
CEP 96001-970 Pelotas, RS
E-mail: rpedroso@cpact.embrapa.br

Paulo Lipp João
Eng. Agrôn. Assis. Téc. Estadual em Fruticultura
Emater/RS-ASCAR
Rua Botafogo, 1051 Cx. Postal 2727
CEP 90150-053 Porto Alegre/RS
E-mail: lipp@emater.tche.br

Otto Carlos Koller
Eng. Agrôn., Dr. Prof. Convidado
Faculdade de Agronomia da UFRGS
Av. Bento Gonçalves, 7712
CEP 91540-000 Porto Alegre, RS
E-mail: ockoller@adufrrgs.ufrgs.br
Flavio Gilberto Herter

Eng. Agrôn., Dr. Pesquisador da Embrapa Clima
Temperado
BR 392 Km 78. Cx. Postal 403
CEP 96001-970 Pelotas, RS
E-mail: herter@cpact.embrapa.br

Silvio Steinmetz
Eng. Agrôn., Dr. Pesquisador
Embrapa Clima Temperado
BR 392 Km 78. Cx. Postal 403
CEP 96001-970 Pelotas, RS
E-mail: silvio@cpact.embrapa.br

Carlos Reisser Júnior
Eng. Agrôn., Dr. Pesquisador
Embrapa Clima Temperado
BR 392 Km 78. Cx. Postal 403
CEP 96001-970 Pelotas, RS
E-mail: reisser@cpact.embrapa.br

Ronaldo Matzenauer
Eng. Agrôn., Dr. Pesquisador
FEPAGRO
Rua Gonçalves Dias, 570
CEP 90130-060 Porto Alegre, RS
E-mail: ronaldo-matzenauer@fepagro.rs.gov.br

Apresentação

As limeiras ácidas e os limoeiros verdadeiros são cultivados desde a antiguidade, sendo importantes por seu valor nutritivo e pelas propriedades medicinais. No Rio Grande do Sul, as limeiras ácidas, com destaque para as cultivares Tahiti e Galego, e os limoeiros verdadeiros, são culturas ainda pouco exploradas frente ao potencial existente, havendo apenas 700 ha em produção. Recentemente, em razão das perspectivas de mercado interno e externo, e do próprio desenvolvimento da fruticultura no Estado, diversos agricultores têm buscado informações sobre essas culturas, sendo que a principal pergunta formulada é: “onde plantar?”.

A Embrapa Clima Temperado e instituições parceiras têm trabalhado para responder essa e várias outras questões, sempre com o intuito de buscar alternativas agrícolas e de propor soluções tecnológicas aos agricultores.

A questão climática, relacionada principalmente à soma térmica, à deficiência hídrica e à ocorrência de geadas, é determinante na escolha das regiões de maior aptidão para as culturas, estando diretamente relacionada com a produtividade e a qualidade final da fruta.

Na presente publicação, são disponibilizadas informações para técnicos, agricultores e demais interessados em fruticultura sobre o zoneamento agroclimático para a produção de limas ácidas e de limões verdadeiros no Rio Grande do Sul, sendo também realizada uma breve descrição

sobre as características botânicas, fenológicas e fitotécnicas das principais cultivares. Desta forma, a Embrapa Clima Temperado e seus parceiros esperam contribuir para a expansão e sustentabilidade da fruticultura no Sul do Brasil.

João Carlos Costa Gomes
Chefe Geral
Embrapa Clima Temperado

Sumário

Zoneamento agroclimático para produção de limas ácidas e de limões no Rio Grande do Sul	9
1. Introdução	9
1.1. Origem, características botânicas e fenológicas das principais cultivares	11
1.2. Necessidades climáticas e hídricas	14
2. Objetivo	16
3. Metodologia	17
4. Zoneamento agroclimático	19
4.1. Regiões aptas para o plantio de limeiras ácidas ..	24
4.2. Regiões aptas para o plantio de limoeiros	25
5. Considerações finais	27
6. Agradecimentos	27
7. Referências bibliográficas	28

Zoneamento agroclimático para produção de limas ácidas e de limões no Rio Grande do Sul

*Marcos Silveira Wrege
Roberto Pedroso de Oliveira
Paulo Lipp João
Otto Carlos Koller
Flavio Gilberto Herter
Silvio Steinmetz
Carlos Reisser Júnior
Ronaldo Matzenauer*

1. Introdução

A citricultura é um dos principais agronegócios do País, principalmente em se tratando da produção de laranja e exportação de suco concentrado, com geração de 500 mil empregos diretos e de divisas da ordem de bilhões de dólares por ano (Rigon et al., 2005). No entanto, em relação à produção mundial de limas ácidas e de limões verdadeiros, o Brasil ocupa apenas a sétima colocação, sendo superado pelo México, Índia, Argentina, Espanha, Estados Unidos e Irã (Passos et al., 2002). A produção brasileira dessas frutas é de 981,3 mil toneladas anuais, sendo a produtividade média de $14,6 \text{ t ha}^{-1}$, e a receita direta de 270 milhões de reais (IBGE, 2005).

O nome limão é comumente utilizado para indicar frutas cítricas ácidas e inclui os limões verdadeiros [*Citrus limon* (L.) Burm. f.] e as limas ácidas, com destaque para as cultivares Tahiti [*Citrus latifolia* (Yu. Tanaka) Tanaka] e Galego [*Citrus aurantifolia* (Christm.) Swingle] (Amaro et al., 2003).

O Estado de São Paulo é o maior produtor de limas ácidas e de limões,

com aproximadamente 80% da produção nacional. Em seguida, encontram-se o Rio de Janeiro, Bahia, Rio Grande do Sul, Sergipe, Espírito Santo e Minas Gerais (Rigon et al., 2005). No Rio Grande do Sul, a área plantada é de, aproximadamente, 700 hectares, a produção anual de 11,2 mil toneladas e a produtividade de 16 t ha^{-1} (Emater, 2004). A principal região produtora é a do Vale do Caí, porém existem plantios comerciais em outras localidades. Os principais municípios produtores são: São Sebastião do Caí (250 ha), Pareci Novo (120 ha), Bom Princípio (65 ha), Harmonia (60 ha), Montenegro (44 ha) e Portão (30 ha), que respondem por cerca de 80% da área plantada no Estado (Emater, 2004). Atualmente, o Rio Grande do Sul é grande importador de lima ácida 'Tahiti' e, em menor escala, de limões verdadeiros, respectivamente do Estado de São Paulo e do Uruguai. Quanto ao parque industrial do Estado, existe uma indústria processando suco de limão em Montenegro e outras duas, localizadas em Frederico Westphalen e em Bento Gonçalves, em condições de processar a fruta.

O destino da produção brasileira varia em função da cultivar. No caso da 'Tahiti' é de 89% para o mercado interno de fruta fresca, 7% para a indústria e 4% para a exportação (Centro Apta Citros Sylvio Moreira, 2005). No exterior, esta lima ácida é considerada uma fruta exótica, tendo ocorrido significativa ampliação de mercado nos últimos anos. Em 2004, as exportações brasileiras de fruta-fresca, suco e óleo essencial de 'Tahiti' foram de 37 mil toneladas, representando uma receita de US\$ 25 milhões. A Europa, com destaque para a Alemanha e Reino Unido, foi o principal destino, seguida pelo Canadá, Países Árabes e China (IBGE, 2005; Rigon et al., 2005). No Brasil, o consumo per capita ainda é pequeno, sendo de apenas 0,6 kg por ano, contrastando com outros países, onde chega a 20 kg por ano, demonstrando haver significativo espaço para o crescimento desse mercado.

1.1. Origem, características botânicas e fenológicas das principais cultivares

Existem algumas controvérsias em relação à origem da cv. Tahiti. Segundo Hodgson (1967), no período entre 1850 e 1880, esta cultivar foi introduzida na Califórnia, procedente da ilha de Tahiti, localizada na

Polinésia Francesa, no oceano Pacífico, razão que determinou o nome da cultivar. Da Califórnia, foi introduzida no Brasil para substituir a lima ácida 'Galego', sensível à tristeza.

A limeira ácida 'Tahiti' apresenta floração principal nos meses de setembro a outubro, podendo haver várias outras temporais em função das condições de temperatura e da disponibilidade de água, possibilitando produção durante todo o ano, embora concentrada nos meses de janeiro a junho, com pico de produção em abril a maio (Jomori, 2005). O período de colheita no Rio Grande do Sul coincide com o do resto do País, mas, boa parte do produto consumido no Estado vem de longa distância, justificando o seu plantio. Os frutos de tamanho médio e grande (com massa superior a 100 g), casca fina, com superfície lisa e coloração verde-intensa e uniforme são os preferidos pelo mercado (Passos et al., 2002; Coelho, 1993). O sabor intenso e a ausência de sementes fazem com que a lima ácida 'Tahiti' seja a preferida pela dona de casa e pelos restaurantes do Brasil e de diversos outros países. A ausência de sementes decorre da cultivar ter natureza triploide ($3n = 27$) e, por isso, apresenta meiose irregular, não havendo formação de grãos de pólen viáveis (Bacchi, 1940). Esporadicamente, em função da probabilidade de se desenvolverem alguns óvulos funcionais, a polinização cruzada com espécies compatíveis pode levar à formação de raras sementes (Oliveira et al., 2004). Para a comercialização, os frutos devem permanecer verdes. São colhidos quando atingem o pleno desenvolvimento, antes da ocorrência dos processos naturais de degradação da clorofila e de síntese de carotenóides, que provocam o desverdeamento da fruta (Jomori, 2005). A produtividade pode chegar a 40 t ha^{-1} , ao se utilizar irrigação, manejo nutricional, tratamentos fitossanitários e procedimentos de colheita adequados (Luchetti et al., 2003).

Existem vários clones da limeira ácida 'Tahiti', sendo o Peruano, também conhecido como IAC-5, e o Quebra-Galho, os mais utilizados no Brasil (Luchetti et al., 2003). Na região Nordeste do País também são cultivados os clones CNPMF-1, CNPMF-2, CNPMF-5 e CNPMF-2000, que apresentam origem nucelar (Coelho, 1993; Passos et al., 2002).

A limeira ácida 'Galego' apresenta plantas menos vigorosas que as da cv. Tahiti, as folhas são menores, as copas arredondadas, porém mais irregulares. A safra é mais concentrada no início do ano, havendo pouca produção temporã. Os frutos são pequenos, pesando em média 50 g, suculentos, de casca fina, lisa, com sementes, e de cor amarela-clara quando maduros, sendo pouco ácidos. A cv. Galego perdeu importância nas últimas décadas, principalmente em função de sua suscetibilidade à tristeza (Fundecitrus, 2005b). Atualmente, é plantada em poucos países, como o México, e em pequenos plantios de alguns Estados brasileiros, como o Rio de Janeiro. Ao contrário da cv. Tahiti, é altamente suscetível ao cancro cítrico (Fundecitrus, 2005a).

Os limões verdadeiros são originários da Ásia Central, Sul da China e regiões próximas ao Himalaia, sendo conhecidos desde a antiguidade (Saunt, 2000). Durante as grandes navegações, foram utilizados como fonte de vitamina C para evitar o escorbuto. As cultivares mais utilizadas no Brasil são a Eureka, Femminello, Genova e Lisboa, recebendo a denominação de Siciliano. Assim sendo, o termo "Siciliano" acaba englobando uma série de seleções dentro das demais cultivares de limoeiro verdadeiro utilizadas no Brasil (Pio et al., 2005). De uma forma geral, as árvores são grandes e vigorosas, possuem folhas de tamanho médio, ramos normalmente sem espinhos, produção elevada, frutos grandes, de formato elíptico, com a base arredondada ou com um ligeiro pescoço, mamilo pouco saliente na região estilar, coloração amarela quando maduros, poucas sementes, suco com acidez moderada e maturação de meia-estação à tardia (IAPAR, 1992), tendo como limitação a alta suscetibilidade ao cancro cítrico (Fundecitrus, 2005a).

A cultivar Eureka apresenta porte menor do que a Lisboa, sendo menos enfolhada, com poucos espinhos e menor resistência à geadas. A produção dos frutos é na região externa da planta, sendo de tamanho médio, com casca de espessura média a fina, alto teor de suco, acidez pronunciada e poucas sementes, sendo, por isso, a cultivar preferida pelo mercado e a mais cultivada no Brasil, Estados Unidos, Argentina e África do Sul (Saunt, 2000; Pio et al., 2005). Ainda segundo esses autores, a cultivar Femminello compreende um grupo de seleções que

apresentam como características principais o porte vigoroso das plantas, alta produtividade, vários fluxos de florescimento, frutos de tamanho médio, casca relativamente grossa, com acidez alta e menor teor de suco. A cultivar Lisboa apresenta plantas de porte médio a elevado, boa tolerância ao frio e produtividade elevada, de colheita concentrada nos meses de outono e inverno. Os frutos encontram-se distribuídos na região interna das plantas, possuindo casca ligeiramente rugosa. As plantas da cultivar Genova são menores, com poucos espinhos e folhagem abundante, boa resistência ao frio, frutos de textura mais macia e formato mais arredondado, com “mamilo” e “pescoço” pequenos.

Quanto aos porta-enxertos para limeiras ácidas e limoeiros, recomenda-se os limoeiros ‘Cravo’, ‘Rugoso’ e ‘Volkameriano’, o citrumeleiro ‘Swingle’ e o Trifoliata. Segundo Figueiredo & Stuchi (2003), os limoeiros são mais resistentes à seca e o Trifoliata um indutor de nanismo. Ainda segundo esses autores, outros porta-enxertos, como algumas tangerineiras, citrangeiros e laranjeiras doce, não têm apresentado bons resultados.

1.2. Necessidades climáticas e hídricas

De uma forma geral, a produção de limas ácidas e de limões no Brasil é representada quase exclusivamente por uma única cultivar, a ‘Tahiti’ (Brasil, 2000). Somente no Estado do Rio Grande do Sul é que existe uma produção mais ou menos equilibrada entre a lima ácida ‘Tahiti’ e os limões propriamente ditos. Isso ocorre porque os limoeiros verdadeiros são mais adaptados às regiões de clima temperado, tais como Espanha, Itália, Califórnia e Sul do Brasil, enquanto que as limeiras ácidas, às regiões tropicais e subtropicais, tais como México, Flórida, Nordeste e Sudeste do Brasil.

Atualmente, por meio de tecnologia, pode-se produzir nos ambientes mais adversos. Porém, quando se escolhe uma região com condições climáticas naturalmente propícias, consegue-se obter frutas de melhor qualidade, com menor custo e maior produtividade.

No Estado do Rio Grande do Sul, onde há grande diversidade climática,

existem centenas de milhares de hectares aptos à produção de limas ácidas e de limões. Por outro lado, há regiões sujeitas a freqüentes geadas e outras com soma térmica insuficiente, sendo zonas de risco ou até mesmo não recomendadas para essas culturas. Por isso, a importância da realização de estudos de zoneamento agroclimático.

Do ponto de vista climático, a geada é o mais importante fator de risco para a cultura dos citros. Além dos danos causados pelas baixas temperaturas, a sua ocorrência é imprevisível, dificultando a adoção de práticas para minimizar os seus efeitos. A situação é ainda mais problemática na região Sul do Brasil, em função da grande variabilidade climática (Cunha, 2003).

Vários fatores de ordem geográfica podem interferir na ocorrência de geadas, mas o principal deles é o relevo, sendo que quanto maior a altitude de uma região, mais baixas são as temperaturas e maiores as chances de ocorrerem geadas. Segundo levantamentos realizados no mapa de altitude do USGS (1999), o Estado do Rio Grande do Sul pode ser classificado em quatro regiões: 1) Com mais de 400 metros de altitude, localizadas na Serra do Nordeste e no Planalto Superior; 2) Entre 200 e 400 metros, nas regiões da Serra do Sudeste e da Campanha; 3) Entre 80 e 200 metros, no Vale do Rio Uruguai; e 4) Com menos de 80 metros, na região da Depressão Central e dos Grandes Lagos (Rio Grande do Sul, 1994).

A latitude é outro fator que interfere na ocorrência de geadas, sendo que, quanto mais ao Sul, maior o risco de geada. O efeito da latitude sobre o risco de geada pode ser verificado no Extremo Sul do Estado, compreendendo os municípios de Santa Vitória do Palmar e do Chuí, nos quais o risco de geada é elevado devido à latitude, considerando que a altitude desses municípios é muito baixa, estando localizados quase ao nível do mar. Embora a Serra do Sudeste apresente altitudes menores que as da Serra do Nordeste, os riscos de geada são semelhantes, devido ao efeito da latitude.

O desenvolvimento das plantas cítricas é muito influenciado pela temperatura. Segundo Erickson (1968), a temperatura base, abaixo da qual os citros paralisam o crescimento, é de 12,8°C; o crescimento

das plantas também não ocorre em temperaturas superiores a 37°C; e a temperatura ideal varia de 21°C a 32°C. De maneira geral, os citros apresentam tolerância a baixas temperaturas. Em ordem de tolerância ao frio, Corrêa et al. (1992) propuseram a seguinte classificação: Trifoliata e seus híbridos > kumquateiros > tangerineiras > laranjeira 'Azeda' > laranjeiras doce > pomeleiros > limoeiros > limeiras > cidreiras. O nível de tolerância das espécies ao frio depende de características próprias, principalmente referentes à capacidade de apresentar um período de dormência. A tolerância de cada órgão vegetal às baixas temperaturas é função da anatomia, fisiologia e estado de vegetação, seguindo a seguinte ordem: raízes > troncos > ramos grossos > ramos finos > frutos maduros > frutos verdes > folhas adultas > folhas novas > brotos novos > flores (Amaral, 1977).

Quanto às necessidades hídricas, os citros necessitam de 600 a 1300 mm por ano para se obter altos níveis de rendimento (Ortolani et al., 1991). Para se ter uma idéia da importância da irrigação, a evapotranspiração de uma planta adulta de 'Tahiti' pode chegar a 150 L por dia no verão e a 70 L por dia no inverno, sob condições tropicais (Marin, 2000). A disponibilidade de água também é determinante na indução do florescimento, no desenvolvimento vegetativo e dos frutos (Sentelhas, 2005). A ocorrência de déficit hídrico na fase de florescimento é a mais prejudicial, afetando significativamente a produtividade e a qualidade dos frutos.

2. Objetivo

Em função das perspectivas econômicas que as culturas das limeiras ácidas e dos limoeiros apresentam, existem muitos agricultores interessados em ingressar na atividade citrícola. Inclusive, tem havido apoio governamental para a diversificação da matriz produtiva do Rio Grande do Sul. Nesse sentido, o governo tem procurado fomentar a fruticultura nas regiões mais apropriadas, evitando desperdício de dinheiro público com plantio em áreas de risco.

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi o de realizar o zoneamento agroclimático para as culturas das limeiras ácidas e de limoeiros no

Rio Grande do Sul, considerando o risco de geada e a soma térmica, oferecendo, assim, uma orientação aos agricultores quanto às regiões mais apropriadas para o cultivo dessas espécies. Trata-se de uma informação de fundamental importância tanto aos pequenos produtores quanto aos grandes investidores, principalmente aos iniciantes na citricultura, na medida em que são classificadas as regiões em função das probabilidades de êxito do empreendimento agrícola quanto às condições climáticas. Esta publicação é importante, ao mesmo tempo, como instrumento de programas do governo federal, tais como o Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (PRONAF) e o Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (PROAGRO), que visam conceder crédito agrícola de custeio e seguro agrícola aos produtores, os quais exigem que o plantio esteja de acordo com o zoneamento agrícola. Informações sobre o PRONAF e o PROAGRO podem ser obtidas, respectivamente, no Ministério do Desenvolvimento Agrário (<<http://www.mda.gov.br>>) e no Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (<<http://www.agricultura.gov.br>>).

Este trabalho pressupõe que, em todas as regiões, deve, obrigatoriamente, ser feita irrigação.

3. Metodologia

O zoneamento agroclimático para limeiras ácidas e limoeiros foi feito com base no risco de geadas e na soma térmica.

A frequência de ocorrência de geada agrônômica (0~100%), caracterizada pelo rebaixamento de temperatura a ponto de causar dano às plantas, foi calculada a partir da temperatura mínima do ar, considerando como base a temperatura de 2°C.

Em se tratando do cultivo de limeiras ácidas, as regiões em que a frequência de geada na fase de florescimento foi maior do que 25%, foram classificadas como inaptas, dado o elevado risco de prejuízo econômico. Aquelas em que o risco foi de 20% a 25%, foram consideradas aptas à produção, embora com restrição. Abaixo de 20%, corresponderam às regiões aptas à produção de forma sustentável e sem

restrições (IAPAR, 2003).

Para os limoeiros, que são mais tolerantes ao frio, as regiões com risco de geada maior do que 33%, o que corresponde a um em cada três dias com ocorrência de geada na fase de florescimento, foram consideradas inaptas, e aquelas com risco de geada inferior a 33% como aptas (IAPAR, 2003).

A geada foi quantificada usando dados históricos de estações agrometeorológicas da Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro), e do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) presentes em 32 locais georreferenciados do Rio Grande do Sul. A ocorrência de geada foi considerada quando a temperatura mínima do ar, medida em abrigo termométrico, foi inferior ou igual a 2°C. Quando a temperatura diária foi inferior ou igual a 2°C, atribuiu-se o valor 1, e quando foi superior, o valor 'zero'. Em cada ano da série de dados e a cada intervalo de dez dias, verificou-se em quantos dias havia ocorrido a geada, fazendo-se o cálculo de frequência (0~100%), de acordo com a equação 1, apresentada a seguir. Entre os anos, foi calculada a média.

$$\text{Risco de geada (\%)} = (n/10) \times 100 \quad \dots\dots\dots \text{Equação 1}$$

Onde, n: número de dias, em cada dez dias, em que ocorre geada, conforme os dados obtidos da série histórica da Fepagro e do INMET, para cada local do Rio Grande do Sul.

A soma térmica acumulada foi calculada no período entre agosto e maio do ano seguinte, usando a equação 2. Considerou-se que abaixo da temperatura base, 12,8°C, ocorre a paralisação do desenvolvimento das limas ácidas e dos limões. Entre os anos, foi calculada a média. As regiões foram consideradas aptas a partir de 1800 graus-dia acumulados no período (IAPAR, 1992). A fórmula usada para calcular a soma térmica foi a seguinte (Equação 2).

$$\text{Soma térmica} = [(Tx+Tn)/2]-Tb \quad \dots\dots\dots \text{Equação 2}$$

Onde,

Tx: temperatura máxima ocorrida em um dia

Tn: temperatura mínima ocorrida em um dia

Tb: temperatura base (12,8°C)

As informações analisadas também foram extrapoladas para todo o Estado do Rio Grande do Sul, a partir dos 32 pontos iniciais (onde se localizam as estações agrometeorológicas), obtendo-se valores, em média, a cada 1 km, para formar os mapas de soma térmica e de risco de geadas. Desse modo, mesmo para as regiões sem representação de estação no local, foi possível estimar informações climáticas, por meio do uso de geoprocessamento. Os dados foram relacionados com o relevo do Estado, a latitude e a longitude, por meio de cálculos matemáticos, envolvendo o uso de regressão linear múltipla (Equações 3 e 4). O mapa do relevo (GTOPO30) foi obtido do USGS e elaborado pela NASA (USGS, 1999). Como contem valores a cada 1 km, as variações microclimáticas devidas ao relevo e que ocorrem em uma escala menor do que 1 km não são captadas nesse trabalho, o que torna fundamental o acompanhamento de um técnico local na implantação do pomar, principalmente nos municípios que ficam na transição entre regiões aptas e inaptas.

Risco de geada (RG) Equação 3

$$RG = -64,81 - 3,35 \times \text{latitude} + 0,27 \times \text{longitude} + 0,031 \times \text{altitude}$$

Soma térmica (GD) Equação 4

$$GD = 6179,32 + 216,33 \times \text{latitude} - 52,82 \times \text{longitude} - 1,15 \times \text{altitude}$$

Obs.: a latitude e a longitude, para a América do Sul, são expressas em graus decimais e com valores negativos (definido em convenção internacional). A altitude é representada em metros.

Os mapas relativos à precipitação pluvial foram calculados com base em normais climáticas do período 1970 a 2000, utilizando os dados da Agência Nacional de Águas (ANA), a partir de dados amostrais presentes em todo o Estado, de acordo com metodologia descrita por Embrapa Clima Temperado (2005), disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br/agromet>>.

4. Zoneamento agroclimático

O Estado do Rio Grande do Sul, em função de sua extensão e dos vários tipos de relevo, apresenta grande diversidade climática, possibilitando o cultivo desde espécies de clima temperado até aquelas tipicamente tropicais.

Conforme anteriormente mencionado, os limoeiros são mais adaptados às regiões de clima temperado, enquanto as limeiras ácidas às regiões tropicais e subtropicais. Isto ocorre em função das limeiras ácidas serem menos tolerantes a geadas, principalmente na fase de florescimento. Além disso, para limeiras ácidas, deve-se evitar regiões com amplitude térmica entre o dia e a noite superior a 10°C, o que induz à coloração amarelada nos frutos maduros, o que é indesejável para a comercialização.

Na Figura 1, foram classificadas as regiões do Rio Grande do Sul em função do risco de geada no período principal de florescimento das limeiras ácidas e dos limoeiros, que corresponde ao mês de setembro. Por meio dessa figura, pode-se verificar a existência de regiões desde com baixo (15% a 20%) até altíssimo risco de geada (50% a 55%). Já na Figura 2, as regiões do Estado foram classificadas em função da soma térmica acumulada, também denotando ampla diversidade climática. Como, no caso das limas ácidas e dos limões, o produto final não visa a produção de frutos doces, não é necessário que acumule uma soma térmica muito elevada, bastando que haja 1800 graus-dia durante o ciclo vegetativo para o desenvolvimento das plantas (Corrêa et al., 1992). Desta forma, em quase todo o Estado existe a soma térmica necessária, exceto nas zonas de maior altitude, entre as quais o Planalto Superior (regiões de Vacaria, São Francisco de Paula, Bom Jesus e São José dos Ausentes), a Serra do Nordeste e a Serra do Sudeste (regiões de Lavras do Sul, Bagé, Hulha Negra, Pinheiro Machado, Candiota, Pedras Altas, Herval, Piratini e Canguçu) - zonas representadas em verde e circunvizinhas a essas (azul) no mapa (Figura 2).

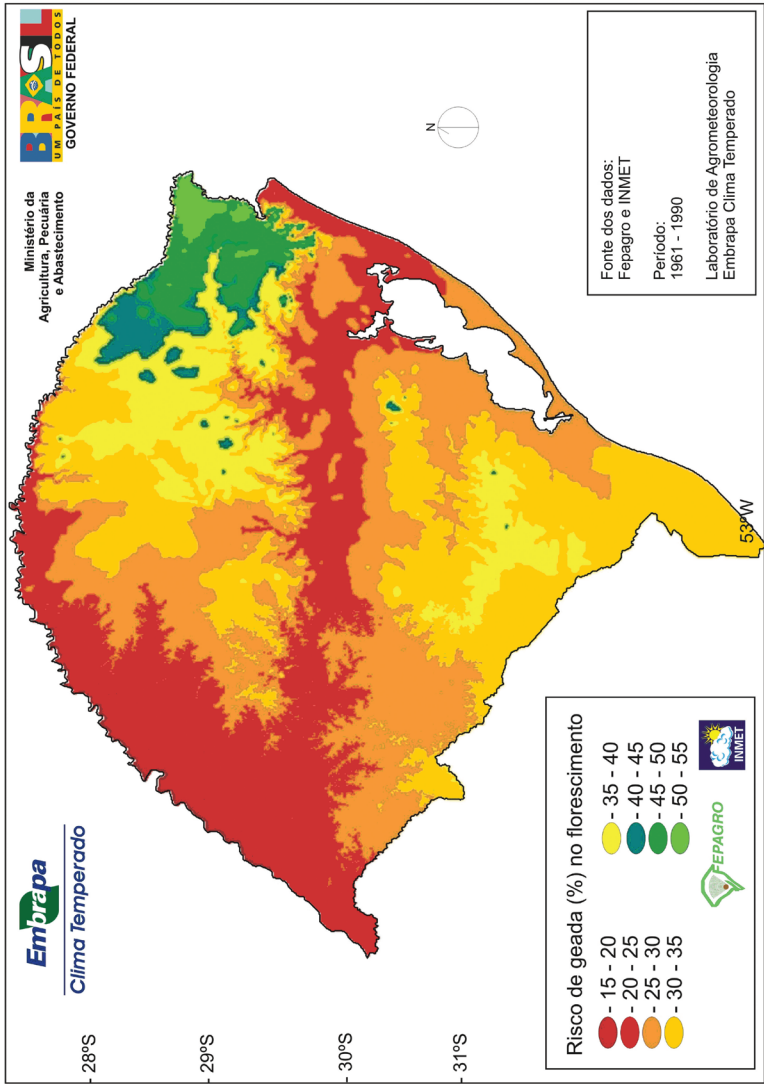


Figura 1. Risco de geada no período principal de florescimento das limeiras ácidas e limoeiros verdadeiros no Estado do Rio Grande do Sul.

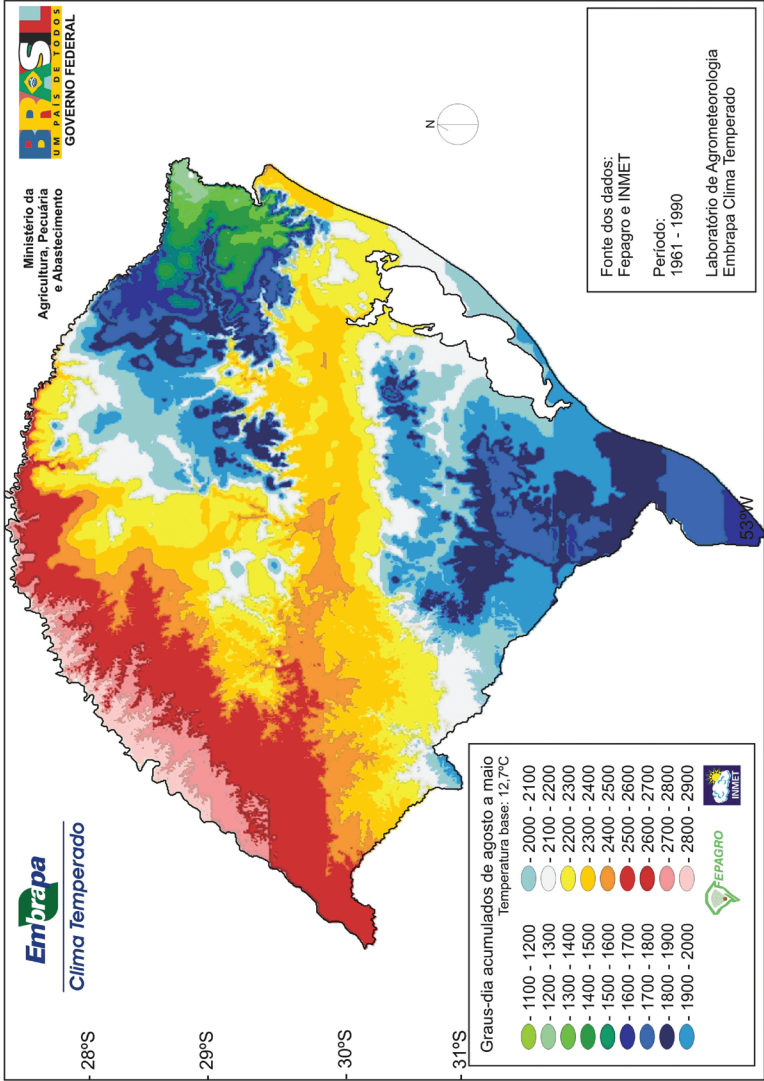


Figura 2. Soma térmica acumulada durante o desenvolvimento vegetativo das limeiras ácidas e dos limoeiros verdadeiros no Estado do Rio Grande do Sul.

O zoneamento agroclimático apresentado para a produção de limas ácidas e de limões utilizando dados climáticos de risco de geada e de soma térmica é inédito para o Estado do Rio Grande do Sul, já que o zoneamento anterior baseia-se, apenas, na variável soma térmica (Rio Grande do Sul, 1994).

As regiões de menor índice pluvial no Estado compreendem a Fronteira Oeste e o Extremo Sul (Figura 3). A Metade Sul do Rio Grande do Sul apresenta a menor pluviosidade no período do verão (janeiro) (Figura 4), enquanto o período mais crítico na Metade Norte é o do inverno (junho) (Figura 5). Desta forma, a produção de limas ácidas e de limões no Estado deve ser feita, preferencialmente, com sistema de irrigação, a fim de que se priorize a qualidade da fruta, principalmente porque a região recomendada tanto para limeiras ácidas quanto limoeiros verdadeiros é a que apresenta as temperaturas mais elevadas, o que colabora para maior perda de água do solo por evapotranspiração.

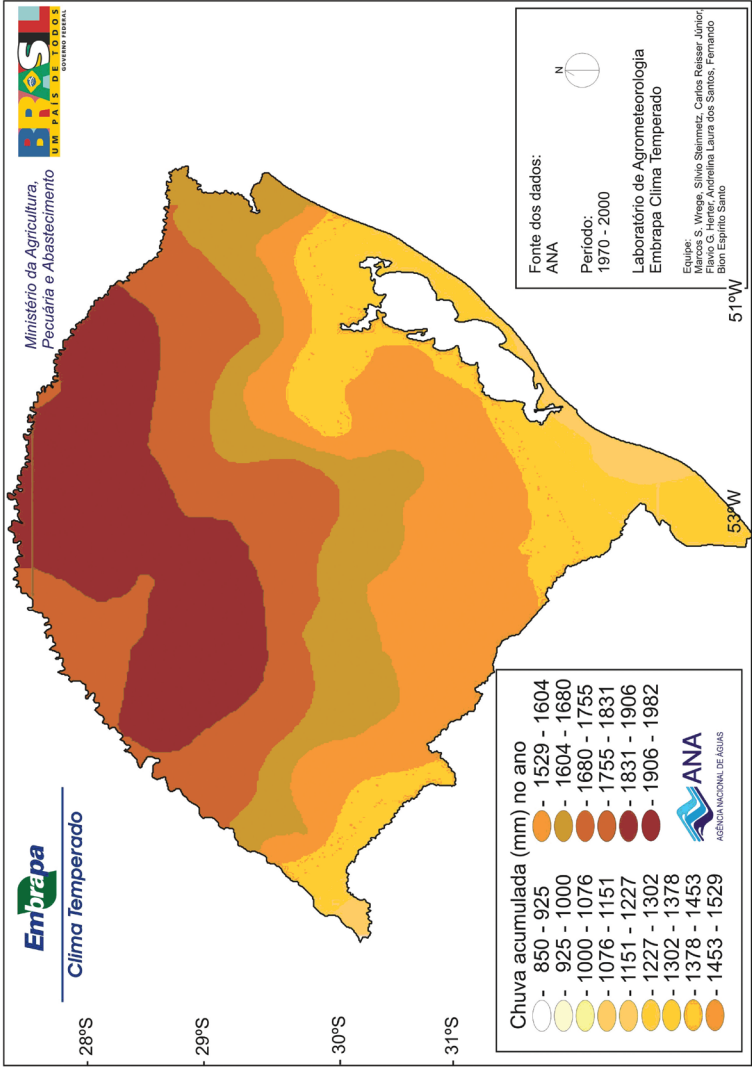


Figura 3. Precipitação pluviométrica anual no Estado do Rio Grande do Sul (Embrapa Clima Temperado, 2005).

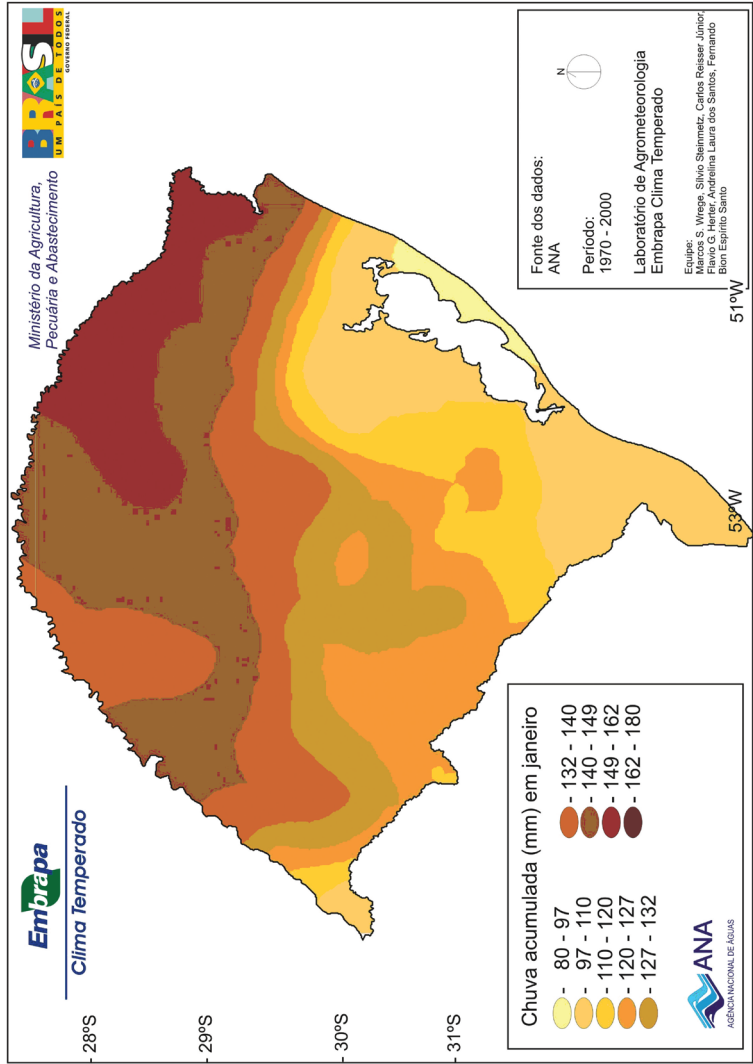


Figura 4. Precipitação pluvial acumulada em janeiro no Estado do Rio Grande do Sul (Embrapa Clima Temperado, 2005).

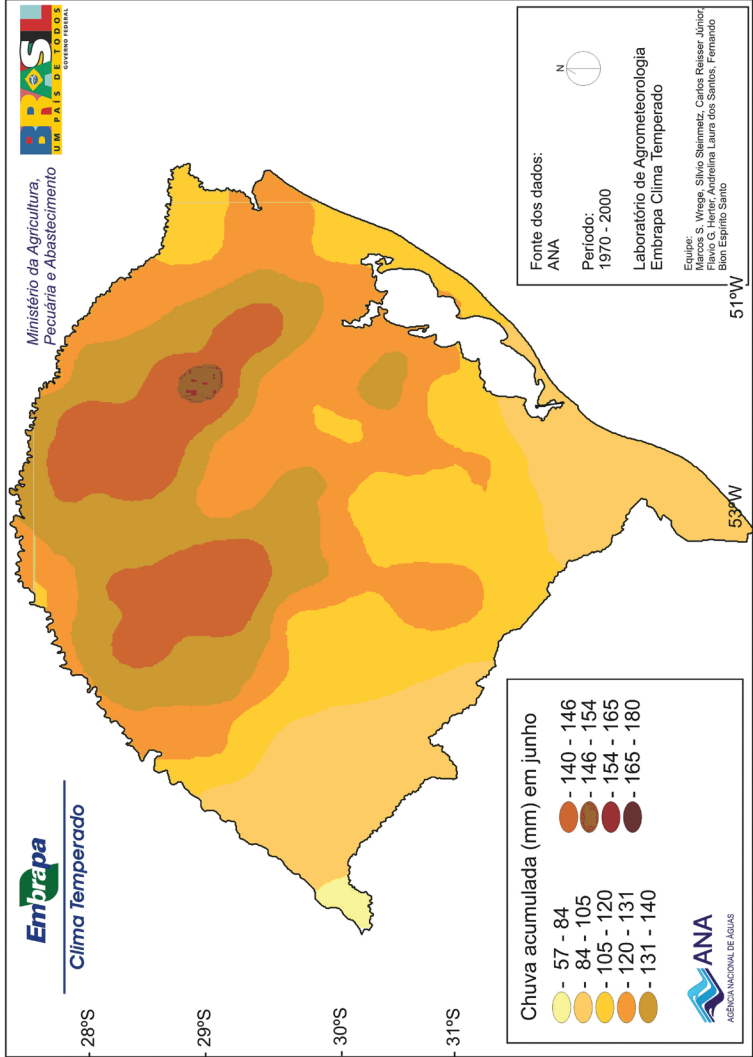


Figura 5. Precipitação pluvial acumulada em junho no Estado do Rio Grande do Sul (Embrapa Clima Temperado, 2005).

4.1. Regiões aptas para o plantio de limeiras ácidas

O Anexo 1 apresenta o mapa com as regiões recomendadas para o plantio de limeiras ácidas no Estado do Rio Grande do Sul. A região preferencial é o Alto Vale do Rio Uruguai (Região 1), onde o clima é tropical, com baixo risco de geadas na fase de florescimento (entre 15% e 20%) e soma térmica muito superior a 1800 graus-dia, situando-se entre 2700 e 2900 graus-dia. Nessa região, pode-se utilizar qualquer cultivar copa e porta-enxerto, podendo-se dar preferência para os porta-enxertos mais vigorosos, como os limoeiros 'Cravo' (*Citrus limonia* Osbeck) 'Rugoso' (*C. jambhiri* Lush.) e 'Volkameriano' (*C. volkameriana* Pasquale), que proporcionam maior precocidade de produção e maior produtividade.

A Região 2, correspondente a parte da Depressão Central e do Litoral, parte Oeste da Região da Campanha e parte das regiões São Borja-Itaqui, Missionária de Santo Angelo-São Luiz Gonzaga e Alto Vale do Rio Uruguai, é apta ao cultivo de limeiras ácidas, porém com restrições, em razão do risco de geada ser um pouco mais elevado (entre 20% e 25%) do que o da Região 1 e haver soma térmica acumulada menor (2200 a 2500 graus-dia) (Figura 6). Nessa região, recomenda-se o uso de porta-enxertos tolerantes ao frio, tais como o Trifoliata e seus híbridos, com destaque para o citrumeleiro 'Swingle'.

A região de coloração branca no mapa (Região 3) não é recomendada para o plantio comercial de limeiras ácidas, mesmo utilizando porta-enxertos tolerantes ao frio, em função do alto risco de geada (maior do que 25%) (Figura 6). Basicamente, esse risco de geada é devido à predominância de maiores altitudes. Dentro da região 3, a existência de áreas com microclima favorável pode viabilizar o cultivo.

4.2. Regiões aptas para o plantio de limoeiro

O anexo 2 apresenta as regiões recomendadas para o plantio de limoeiro no Estado do Rio Grande do Sul. Os limoeiros apresentam maior tolerância a geadas do que as limeiras ácidas, por isso mais da metade do Estado é apta ao seu cultivo.

A região 1, correspondente ao Alto Vale do Rio Uruguai, é apta ao cultivo de limoeiros utilizando qualquer cultivar copa e porta-enxerto, dando-se preferência aos porta-enxertos mais vigorosos, como os limoeiros 'Cravo', 'Rugoso' e 'Volkameriano'. Também pode ser usada a laranjeira 'Azeda', que com copa de limoeiro verdadeiro é resistente à tristeza dos citros e à gomose, apresentando também certa tolerância ao frio.

A região 2, correspondente à Depressão Central, Encosta Inferior da Serra do Nordeste e da Serra do Nordeste, região da Campanha, das Grandes Lagoas, Planalto Médio, São Borja-Itaqui, Missionária de Santo Ângelo-São Luiz Gonzaga, Alto Vale do Rio Uruguai e parte do Litoral, é apta ao cultivo de limoeiro verdadeiro desde que com o uso de porta-enxertos tolerantes ao frio, como o Trifoliata e seus híbridos, bem como a laranjeira 'Azeda'.

Embora exista a restrição relativa ao uso do porta-enxerto, a Região 2 é vantajosa em relação à Região 1 em função da menor soma térmica, o que influi na qualidade dos frutos produzidos, pois uma soma térmica muito elevada determina a produção de frutos menos ácidos, os quais são menos valorizados pelo mercado. Na Região 1, deve-se dar preferência para as regiões de altitude intermediária, onde a soma térmica é menor, tendo como consequência a produção de frutos de alta acidez e uma relação sólidos solúveis totais/acidez total de acordo com a demanda.

A região 3, correspondente a parte da Serra do Sudeste, Região das Grandes Lagoas, da Campanha, do Planalto Médio, do Planalto Superior, da Serra do Nordeste e da parte Sul do Litoral, não apresenta as características climáticas aptas ao cultivo de limoeiros verdadeiros, havendo elevado risco de geada na fase de florescimento (> 33%). Além disso, a alta frequência de dias com amplitude térmica superior a 10°C contribui para o amarelecimento dos frutos maduros, o que deprecia o valor comercial.

Deve-se considerar que o zoneamento climático realizado não consi-

derou a existência de microclimas regionais e a aptidão em relação aos solos, devendo o responsável pelo plantio considerar esses fatores.

5. Considerações finais

A partir dos resultados gerados, apresentados e discutidos, agricultores, difusores de tecnologia e agentes financiadores terão maiores subsídios para a realização de investimentos na produção de limas ácidas e de limões no Estado do Rio Grande do Sul. Espera-se, desta forma, que, com cultivares e porta-enxertos aptos à produção de frutas com qualidade e baixo risco, possa haver significativo aumento da cadeia produtiva dessas espécies no Estado, proporcionando uma menor importação destas frutas e a satisfação da demanda dos consumidores com geração de oportunidades no campo.

6. Agradecimentos

À Fundação Estadual de Pesquisa Agropecuária (Fepagro) e ao Instituto Nacional de Meteorologia (Inmet).

Ao United States Geological Survey (USGS), pelos dados disponíveis do GTOPO30 na Internet.

7. Referências bibliográficas

AMARAL, J.D. Os citrinos. 2. ed. Lisboa: A.M. Teixeira & Filhos, 1977. 429 p.

AMARO, A.A.; CASER, D.V.; DE NEGRI, J.D. Tendências na produção e comércio de limão. Informações econômicas, São Paulo, v. 33, n. 4, p. 37-47, 2003.

BACCHI, O. Observações citológicas em Citrus. I - Número de cromossomos de algumas espécies e variedades. Jornal de Agronomia, Piracicaba, v. 3, n. 4, p. 249-258, 1940.

BRASIL. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Citros (Citrus spp.). In: Brasil. Ministério da Agricultura e do Abastecimento. Mapeamento da fruticultura brasileira. Brasília, 2000. p. 43-50.

CARAMORI, P.H. (Coord.) Zoneamento agrícola do Estado do Paraná. Londrina: IAPAR, 2003. 76 p.

CENTRO APTA CITROS SYLVIO MOREIRA. Necessidade de ampliar mercados é destaque no VI dia do limão Tahiti. Informativo do Centro de Citricultura, Cordeirópolis, v. 118, p. 1, 2005.

COELHO, Y.S. Lima ácida 'Tahiti' para exportação: aspectos técnicos da produção. Brasília: Embrapa-SPI, 1993. 35 p.

CORRÊA, A.R.; OLIVEIRA, D.; MARIOT, E.J.; CAVALHEIROS, R.O. Exigências climáticas. In: IAPAR. A citricultura no Paraná. Londrina, 1992. p.29-53. (IAPAR. Circular, 72).

CUNHA, G.R. Meteorologia: Fatos e mitos 3. Passo Fundo: Embrapa Trigo, 2003. 294 p.

EMATER. Rio Grande do Sul/ASCAR. Levantamento da fruticultura comercial do Rio Grande do Sul - 2003/2004. Porto Alegre: EMATER/RS-ASCAR, 2004. 89 p.

EMBRAPA CLIMA TEMPERADO. Laboratório de Agrometeorologia. Disponível em: <<http://www.cpact.embrapa.br/agromet>>. Acesso em: 01 dez. 2005.

ERICKSON, L.C. The general physiology of citrus. In: REUTHER, W.; BATCHELOR, L.D.; WEBBER, H.J. (Ed.). The citrus industry. Riverside: UCLA Press, 1968. p. 86-126.

FIGUEIREDO, J.O.; STUCHI, E.S. Copas e porta-enxertos. In: MATTOS JR., D.; DE NEGRI, J.D.; FIGUEIREDO, J.O. (Ed.). Lima ácida Tahiti. Campinas: Instituto Agrônomo, 2003. p. 31- 46.

FUNDECITRUS. Fundo de Defesa da Citricultura. Manual de cancro cítrico. Araraquara: Fundecitrus, 2005a. 12 p.

FUNDECITRUS. Fundo de Defesa da Citricultura. Tristeza. Disponível em: <<http://www.fundecitrus.com.br/doencas/tristeza.html>>. Acesso em: 26 nov. 2005b.

HODGSON, R.W. Horticultural varieties of citrus. In: REUTHER, W.; WEBBER, H.J.; BATCHELOR, L.D. (Ed.). The citrus industry. Berkeley: University of

California, 1967. v. 1, p. 431-591.

IBGE. Sidra. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>>. Acesso em: 20 dez. 2005.

JOMORI, M.L.L. Resistência de lima ácida 'Tahiti' à baixa temperatura: tratamentos térmicos e envolvimento do etileno. 2005. 129 p. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

LUCHETTI, M.A.; MATTOS JR., D.; DE NEGRI, J.D.; FIGUEIREDO, J.O. Aspectos gerais e distribuição de cultivo. In: MATTOS JR., D.; DE NEGRI, J.D.; FIGUEIREDO, J.O. (Ed.). Lima ácida Tahiti. Campinas: IAC, 2003. p. 1-12.

MARIN, F.R. Evapotranspiração, transpiração e balanço de energia em pomar de lima ácida 'Tahiti'. 2000. 74 p. Dissertação (Mestrado em Agrometeorologia) - Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2000.

OLIVERA, R.P.; GONÇALVES, A.S.; SCIVITTARO, W.B.; NAKASU, B.H. Fisiologia da formação de sementes em citros. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2004. 27 p. (Embrapa Clima Temperado. Documentos, 119).

ORTOLANI, A.A.; PEDRO JR., M.J.; ALFONSI, R.R. Agroclimatologia e o cultivo de citros. In: RODRIGUEZ, O.; VIÉGAS, F.C.P.; POMPEU JR.; AMARO, A.A. (Ed.). Citricultura brasileira. 2. ed. Campinas: Fundação Cargill, 1991. v. 1, p. 153-195.

PASSOS, O.S.; CUNHA SOBRINHO, A.P.C.; SOARES FILHO, W.S.S. Lima ácida 'Tahiti': uma alternativa para a citricultura do Nordeste Brasileiro. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2002. 20 p. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Documentos, 101.).

PIO, R.M.; FIGUEIREDO, J.O.; STUCHI, E.S.; CARDOSO, S.A.B. Variedades copas. In: MATTOS JR., D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JR., J. (Ed.). Citros. Campinas: IAC-Fundag, 2005. p. 37-60.

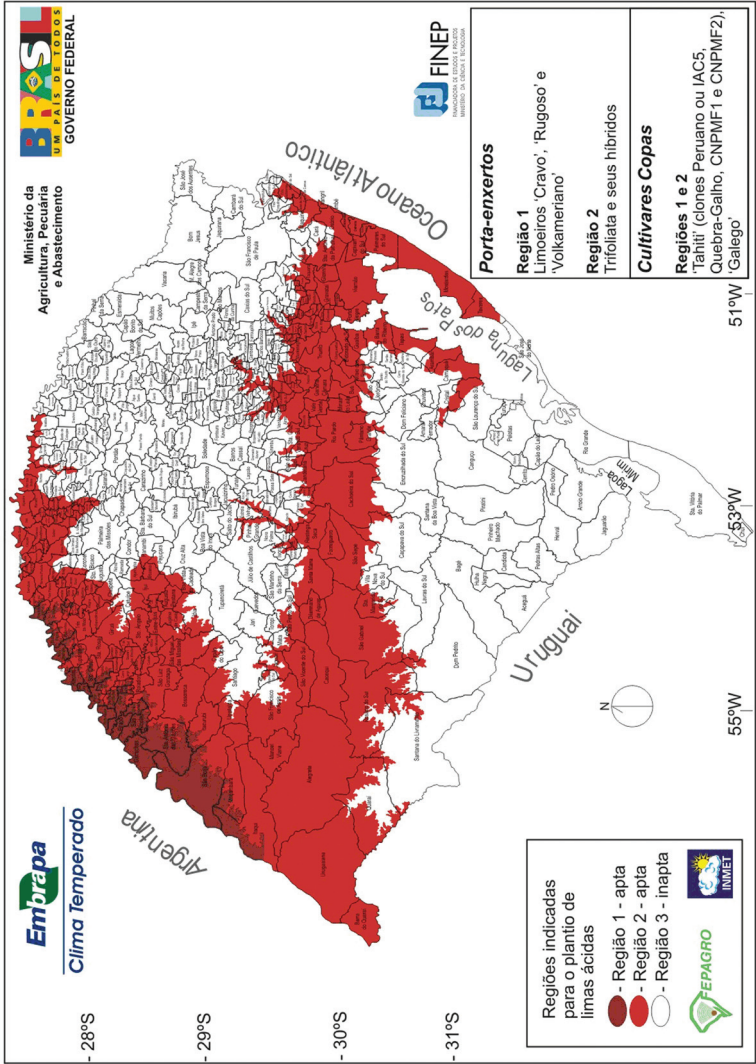
RIGON, L.; CORRÊA, S.; REETZ, E.; VENCATO, A.; ROSA, G.R.; BELING, R.R. Laranja. Anuário Brasileiro da Fruticultura, Santa Cruz do Sul, v. 1, n. 1, p. 42-47, 2005.

RIO GRANDE DO SUL. Macrozoneamento agroecológico e econômico. Porto Alegre: Embrapa Trigo, 1994. 56 p.

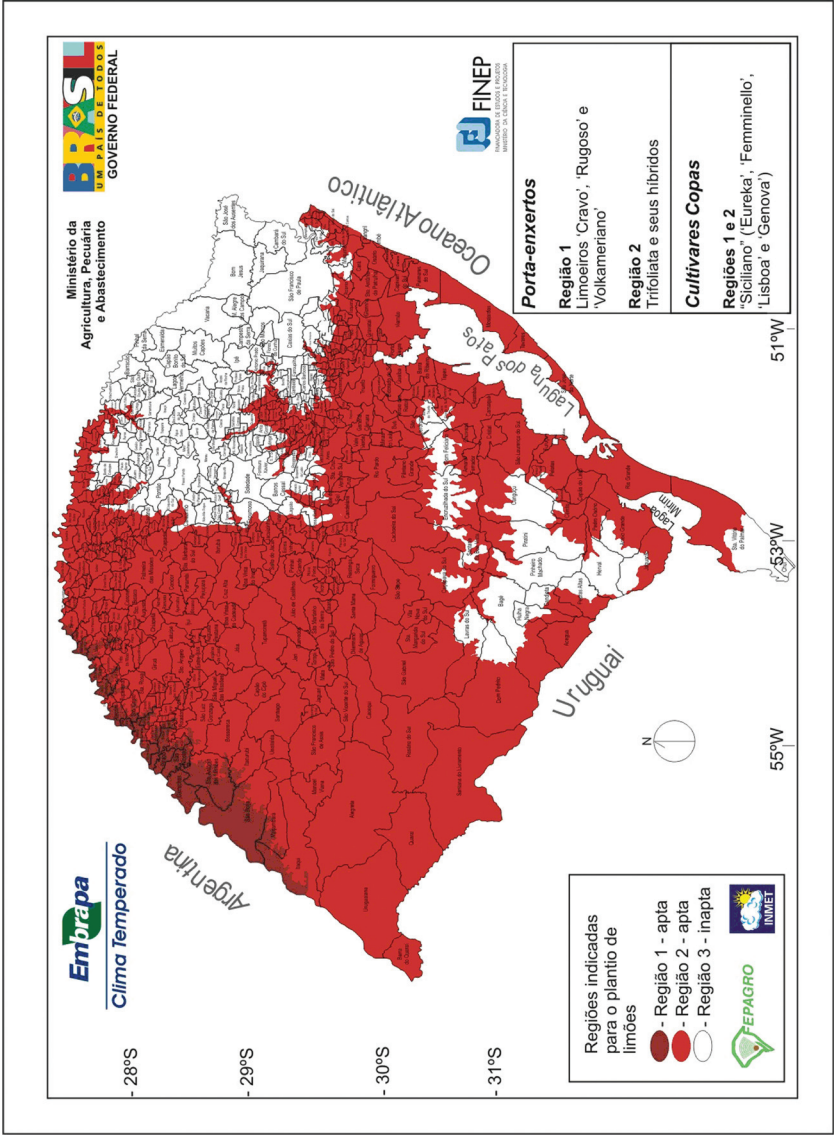
SAUNT, J. Citrus varieties of the world: an illustrated guide. Norwick: Sinclair International, 2000. 160 p.

SENTELHAS, P.C. Agrometeorologia dos citros. In: MATTOS JR., D.; DE NEGRI, J.D.; PIO, R.M.; POMPEU JR, J. (Ed.). Citros. Campinas: IAC-Fundag, 2005. p. 317-344.

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.



Anexo 1. Zoneamento agroclimático para a produção de limas ácidas no Estado do Rio Grande do Sul.



Anexo 2. Zoneamento agroclimático para a produção de limões no Estado do Rio Grande do Sul.



*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Centro de Pesquisa Agropecuária de Clima Temperado
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
BR 392 km 78 - 96001-970 Pelotas RS Cx. Postal 403
Fone (53) 3275-8100 Fax (53) 3275-8221
www.cpact.embrapa.br
sac@cpact.embrapa.br*

**Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento**

