



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: <https://periodicos.ufpe.br/revistas/rbgfe>



Zoneamento agrícola de risco climático da bananeira (*musa sp*) na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná 3

Nathan Felipe da Silva Caldana¹, Luiz Gustavo Batista Ferreira², Paulo Vicente Contador Zaccheo³, Marcelo Augusto de Aguiar e Silva³

1 Doutorando em Agronomia, Universidade Estadual de Londrina, Rodovia Celso Garcia Cid, PR-445, Km 380 - Campus Universitário, PR, 86057-970, Londrina, Paraná (43) 3371-4746 nathancaldana@gmail.com (autor correspondente) 2 Mestre em Agricultura Conservacionista, Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná, Rod. Celso Garcia Cid, 375 - Conj. Ernani Moura Lima II, Londrina - PR, 86047-902, Londrina, Paraná. lgbf.agrouel47@gmail.com. 3 Gerente Estadual de Produtos e Serviços, vinculado à Diretoria de Gestão de Negócios e Analista em Ciência e Tecnologia do Instituto de Desenvolvimento Rural do Paraná - IAPAR - EMATER (IDR-Paraná) paulo@idr.pr.gov.br - 4 Professor nível superior da Universidade Estadual de Londrina. Dr. em agronomia (Irrigação e Drenagem), Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. aguiariesilva@uel.br.

Artigo recebido em 22/03/2020 e aceito em 30/11/2020

RESUMO

A fruticultura é um segmento de destaque da agricultura brasileira. O zoneamento agroclimático deve ser uma das primeiras informações a serem consideradas ao iniciar o cultivo de determinada cultura. Dessa forma, o objetivo desse trabalho foi realizar o zoneamento de risco climático para a Bananeira (*musa sp*) na bacia do Rio Paraná 3, estado do Paraná. Para isso foram utilizados dados meteorológicos de 43 estações com recorte temporal de 1976-2018. A análise do risco climático foi pautada nas exigências climáticas da espécie, sendo estas, precipitação, deficiência hídrica anual, temperatura média anual e do mês mais frio e o risco de geada. A Bacia Hidrográfica Do Rio Paraná 3 possui regiões com baixo risco climático para a cultura da bananeira. A precipitação e o balanço hídrico apresentaram valores suficientes em todos os cenários testados. Apenas nos meses de verão em algumas localidades foi registrado déficit hídrico, mas que não restringe a produção. O fator mais limitante para a produção, em parte da bacia, é a ocorrência de geadas, restringindo assim, a produção na porção leste da bacia. No extremo oeste as baixas altitudes propiciam temperaturas máximas elevadas com frequência, devendo-se utilizar técnicas de manejo em ocorrência de calor extremo.

Palavras-chave: fruticultura; variabilidade climática; agrometeorologia

Agricultural zoning of climate risk of banana tree (*Musa Sp*) in the Hydrographic Basin of Paraná River 3, Brazil

ABSTRACT

Fruticulture is a prominent segment of Brazilian agriculture. Agroclimatic zoning should be one of the first information to consider when starting a particular crop. Thus, the objective of this work was to perform climate risk zoning for Banana (*musa sp*) in the basin of Paraná River 3, Paraná state, South of Brazil. We used meteorological data from 43 stations from 1976-2018. The climate risk analysis was based on the climatic requirements of the species, such as rainfall, annual water deficit, average annual and coldest month temperature and the risk of frost. The findings of this study suggest that the basin has areas with low climate risk for banana crops. Rainfall precipitations and water balance were sufficient in all scenarios tested. Only in particular periods during the summer in specific locations was a water deficit registered, however that does not restrict production. The most limiting factor for production in part of the basin is the occurrence of frost, thus restricting production in the eastern portion of the basin. In the far west the low altitudes often provide high maximum temperatures and management techniques should be used in extreme heat.

Keywords: fruticulture; climate variability; agrometeorology.

Introdução

A fruticultura é uma atividade que tem grande contribuição para o desenvolvimento econômico nacional (Araújo et al., 2019; Carvalho et al., 2020). Por ser um segmento da agricultura, esta imersa aos riscos e incertezas que os elementos meteorológicos e climáticos trazem (Ribeiro e Sulaiman, 2000), causando variabilidade na

produção e sensibilidade no manejo das espécies frutíferas (Oliveira et al., 2018; Somboonsuke et al., 2018; SeyedabadI et al., 2019; Yang et al., 2019). Conhecendo as características e peculiaridades isoladas de cada clima e solo, darão auxílio na escolha da cultura e nas tomadas de decisão, na busca por maiores rendas e menores perdas (Agovino et al., 2019). Dentre as informações

agrometeorológicas empregadas no planejamento agrícola, o zoneamento agroclimático é a mais conhecida (Caramori et al., 2008; Ricce et al., 2013; Santi et al., 2018).

E nessa perspectiva, a bananeira (*Musa sp.*), frutífera arbórea de clima tropical, ganha destaque, por ser uma das frutas mais consumidas do mundo, sendo o Brasil, a nível internacional, o quarto maior produtor desta fruta (Fao, 2019), contribuindo com 7 milhões de toneladas em uma área cultivada de aproximadamente 450 mil ha. Entretanto, a produtividade nacional está muito aquém de sua capacidade, e os aspectos nutricionais e hídricos estão entre as principais causas, apesar do país possuir condições favoráveis para o seu cultivo em quase toda sua extensão (Parre et al., 2020). No Brasil, o consumo chega em torno de 25 kg/ano por pessoa (Araujo et al., 2018). Sendo uma fruta de fácil manejo e com baixo custo de produção (Morota et al., 2020) comparada com outras espécies frutíferas (Gasparotto e Pereira, 2010). Além disso, a espécie possui diversas vitaminas e rico valor nutritivo (Rampinelli et al., 2010). O estado do Paraná é registrou em 2017, uma produção de 147 toneladas de banana, sobre uma área de aproximadamente 7.800 hectares, sendo que desses (Ipardes, 2019). Diversos trabalhos são

realizados em todo o mundo visando aprimorar técnicas de cultivo e manejo para a produção de banana (Seyedabadi et al., 2019; Yang et al., 2019; Parre et al., 2020)

O objetivo do trabalho foi realizar o zoneamento agrícola de risco climático para a bananeira na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná 3. Para isso, selecionou-se as exigências hidroclimáticas da espécie e dados meteorológicos de séries temporais anual, sazonal, mensal e diária com o recorte temporal de 1976 a 2018.

Material e Métodos

Variabilidade Climática

Para analisar a variabilidade climática e realizar o zoneamento de risco climático foram levantados dados de estações meteorológicas e pluviométricas distribuídas na área da bacia e em suas proximidades. A base de dados compreende 6 estações meteorológicas do IAPAR (1976-2018), 10 estações meteorológicas do SIMEPAR (2000-2018) e 27 estações pluviométricas do Instituto das Águas Paraná (1976-2018) (figura 02).

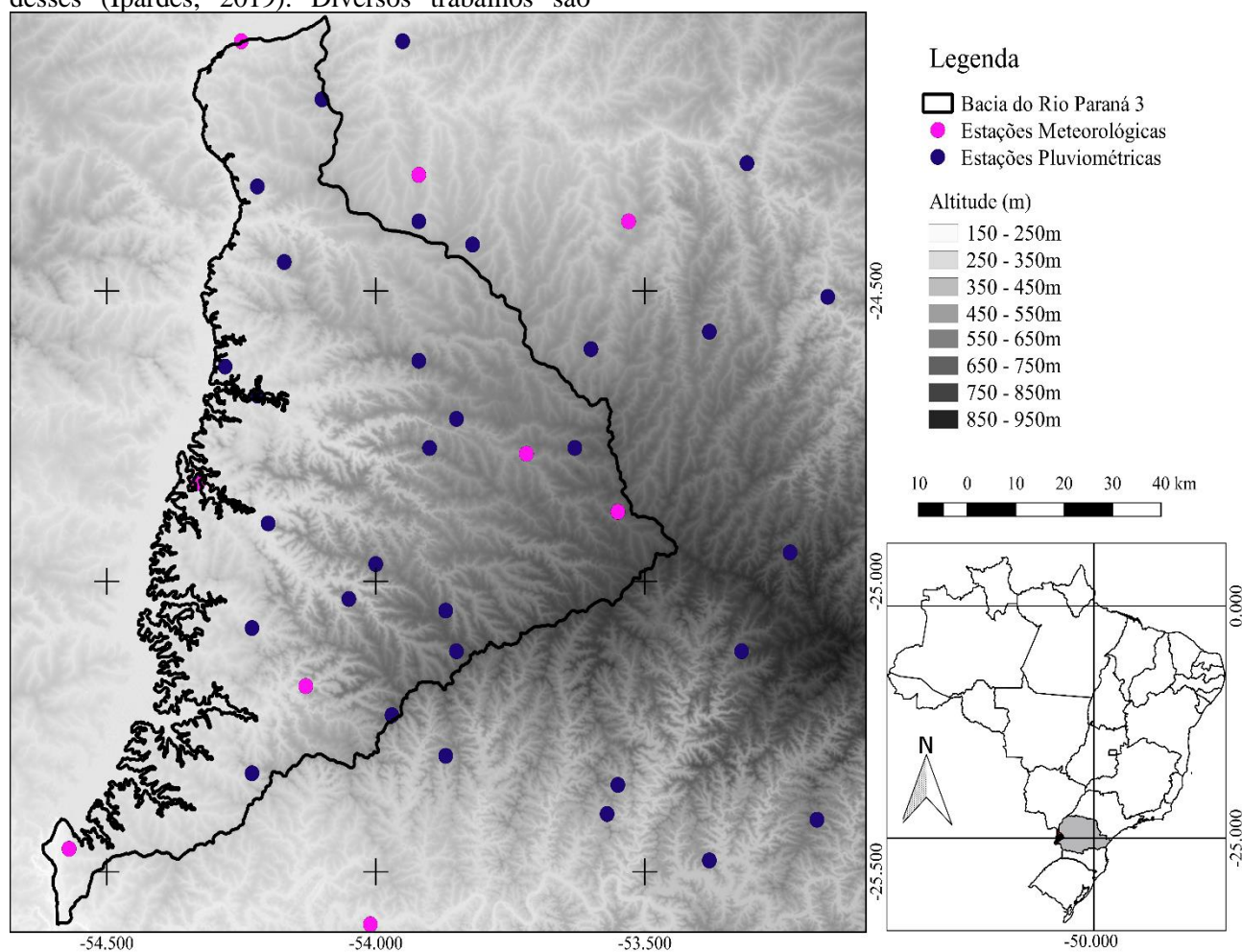


Figura 01 - Hipsometria e localização das estações meteorológicas utilizadas

Para a precipitação foram utilizados apenas os dados das estações pluviométricas, pois, apenas estas possuem séries longas de dados (1976-2018). A espacialização desses dados foi realizada por meio da interpolação, que é um método eficaz para a visualização espacial dos dados climáticos. Esta foi feita por meio de isoietas e/ou espacialmente preenchendo os valores por meio de estatísticas de regressões ajustadas e utilizando o algoritmo de interpolação espacial Inverse distance weighted (IDW) (Lem et al., 2013). Os mapas foram criados por meio do Software Qgis.

Os dados pontuais das estações pluviométricas foram inseridos no Software Qgis e transformados em um arquivo tipo raster, com o auxílio do interpolador IDW. Este novo arquivo exibe uma superfície regular ajustada a estes dados pontuais de interesse com pixel de resolução espacial de 1 km por 1 km. Posteriormente foram inseridas isoietas e seus valores para melhor visualização das áreas com precipitação e/ou insolação similar e regionalizá-las. Ainda foi avaliado a destruição da precipitação anual, utilizando uma estação por região: Missal (Oeste), Cascavel (Sul) e Vera Cruz do Oeste (Centro), Foz do Iguaçu (Sul) e Terra Roxa (Norte).

Foi utilizado a base do SRTM - Shuttle Radar Topography Mission para aplicar os valores meteorológicos nos mapas utilizando os fatores geográficos do relevo e altitude na escala de 30m. Esses fatores são utilizados, visto a influência sobre a temperatura. Esse método é necessário para espacializar e regionalizar os dados para áreas que não possuem dados de temperatura, com maior precisão.

Para a espacialização dos dados de temperatura média e geada os valores medidos nas estações meteorológicas foram ajustados a equações de regressão linear múltipla, articulando os valores das estações meteorológicas com os fatores geográficos de altitude, latitude e longitude, obtendo-se equações de estimativa do tipo: $y = a + b.lat + c.long + d.alt$, em que a, b, c, d são coeficientes da regressão. Essa fórmula é aplicada no software de geoprocessamento Arcgis sobre o arquivo do SRTM, possibilitando gerar mapas, como já mencionado, com resolução espacial de 30m.

O método utilizado para a probabilidade de geada foi baseado nas séries históricas de temperatura mínima registrada dentro do abrigo meteorológico. Foram determinadas as probabilidades de ocorrerem valores iguais ou

menores que $1,0^{\circ}\text{C}$ e posteriormente ajustadas também à equação $y = a + x.lat + y.long + z.alt$.

O Balanço Hídrico Climatológico (BHC) foi obtido pelo método de Thornthwaite e Mather (1955), utilizando a equação com os valores de diversas variáveis meteorológicas e a capacidade de água disponível no solo (CAD) proporcional a profundidade efetiva das raízes da espécie analisada. Foram considerados, os dados médios mensais de precipitação (extraídos dos totais mensais de cada ano) e a temperatura média mensal (extraída das médias mensais dos valores diários de cada ano). Em seguida, calculou-se a evapotranspiração potencial (ETP) pelo método de Thornthwaite.

Zoneamento de risco agroclimático

Os fatores de risco selecionados para o zoneamento agrícola de risco climático foram:

a) *Precipitação anual*: foram selecionados os dados de precipitação mensal e anual de séries meteorológicas de 27 estações pluviométricas da bacia. Os resultados obtidos foram interpolados em um sistema de informação geográfica para a geração dos mapas com a regionalização dos dados por meio do IDW. Foi considerado: Alto Risco: precipitação anual inferior a 1.200 mm e como baixo risco superior a 1.200mm auais (Coelho, et al., 2009; Coelho, et al., 2016; Araujo et al., 2019). Além do mapa foi estimado a probabilidade de ocorrência anual, com risco máximo de 20%.

b) *Deficiência Hídrica Anual (Dha) e Deficiência Hídrica Mensal (Dhm)*: A Dha, foi estimada de acordo com o método de Thornthwaite e Matter (1955), foi obtida pelo cálculo do balanço hídrico climatológico normal para as estações meteorológicas. Utilizou-se o valor de 100 mm para a capacidade de água disponível (CAD) no solo, considerando que o sistema radicular da bananeira explora uma profundidade superior a 1 metro de perfil do solo (Zaro et al., 2014). Os resultados obtidos foram interpolados no sistema de informação geográfica (SIG) ArcGis 10.0 para a geração dos mapas de deficiência hídrica anual. Para o risco de deficiência hídrica, foram considerados: Alto Risco: $Dha > 80$ mm, e Baixo Risco: $Dha < 80$ mm (Coelho, et al., 2009; Coelho, et al., 2016; Araujo et al., 2019). A Dhm foi analisada pelo risco de deficiência superior a três meses seguidos, ou maior que 50mm por mês.

c) *Insolação média anual (Ia)*: foram utilizados dados das séries históricas de cinco estações meteorológicas do IAPAR de insolação,

medidos por meio do heliógrafo para estimar a insolação média anual. Os totais médios anuais foram interpolados por meio do IDW para toda a bacia. A aptidão foi determinada pelas seguintes categorias: Mínima Insolação: Alto Risco: Ia inferior a 2.000 horas e baixo risco: Ia superior a 2.000 horas (Coelho, et al., 2009; Coelho, et al., 2016; Araujo et al., 2019).

d) *Temperatura máxima e mínima* (Ta): foram utilizados dados meteorológicos das séries históricas de temperaturas médias observadas no interior de abrigos meteorológicos para estimar a temperatura média anual. Por meio do valor a Ta foi aplicado a regressão com em função da latitude, longitude e altitude para toda a bacia. Para temperatura máxima foram definidas as seguintes classes de risco para a Ta: Alto Risco: frequência anual superior a 20% de probabilidade de ocorrência de temperaturas máximas absolutas superiores a 35°C. Para a temperatura mínima foi avaliado a do mês frio, devendo ser superior a 15°C para a aptidão do plantio (Coelho, et al., 2009; Coelho, et al., 2016; Araujo et al., 2019).

e) *Risco de geadas*: foram utilizados dados meteorológicos de temperatura mínima das séries históricas de 13 estações, considerando ocorrências de valores iguais ou inferiores a 1°C, observados no interior do abrigo meteorológico para calcular os riscos de geadas. Foram calculadas as probabilidades de ocorrência anual e correlacionadas com altitude e latitude, obtendo-se uma equação de regressão para o risco de geadas. Utilizando as regressões ajustadas foi estimado como alto risco valores superiores a 40% (Coelho,

et al., 2009; Coelho, et al., 2016; Araujo et al., 2019).

No software Arcgis, para a criação dos mapas temáticos e do mapa final do zoneamento, primeiramente os valores numéricos das estações meteorológicas são transformados em pontos conforme as coordenadas geográficas das estações. Após a espacialização dos dados, foram utilizadas as exigências edafoclimática da espécie. Foi realizado a delimitação das faixas representativas das exigências climáticas do bananeira. Dessa forma, são substituídos os valores das estações por "1. Apto" ou "2. Restrito" conforme as exigências fisiológicas para cada variável meteorológica analisada.

O próximo passo consiste na combinação das imagens matriciais. Para cada pixel são atribuídos os valores "1" ou "2", como já destacado. Se a combinação para um ponto for preenchida apenas por valores "1" a região será classificada como apta. Se tiver um valor "2" será restrita por determinada variável. Se forem registrados dois ou mais valores "2" o local será classificado como inapto.

Em seguida, é realizado a uniformização dos pixels por classificações por meio da dissolução das classes vetoriais. Dessa forma, as classes do zoneamento agroclimático são agrupadas, criando assim, uma regionalização da aptidão para cada espécie. O mapa final do zoneamento agroclimático de cada cultura fornecerá estimativa da área representativa de cada classe de risco, garantindo a sua aptidão ou não para o local.

Resultados e discussão

A Bacia do Rio Paraná 3 apresentou precipitação média anual elevadas em toda a sua extensão (Figura 02). A menor altura pluviométrica média anual foi de 1.550mm no extremo norte da bacia, na região de Guairá, enquanto os maiores valores médios se encontram na região de Cascavel

e em parte da região sul da bacia com precipitação de 2.050 a 2.125mm. Como o risco avaliado foi de 1.200mm anuais, nenhuma das regiões da bacia apresentou risco para a produção por essa variável meteorológica.

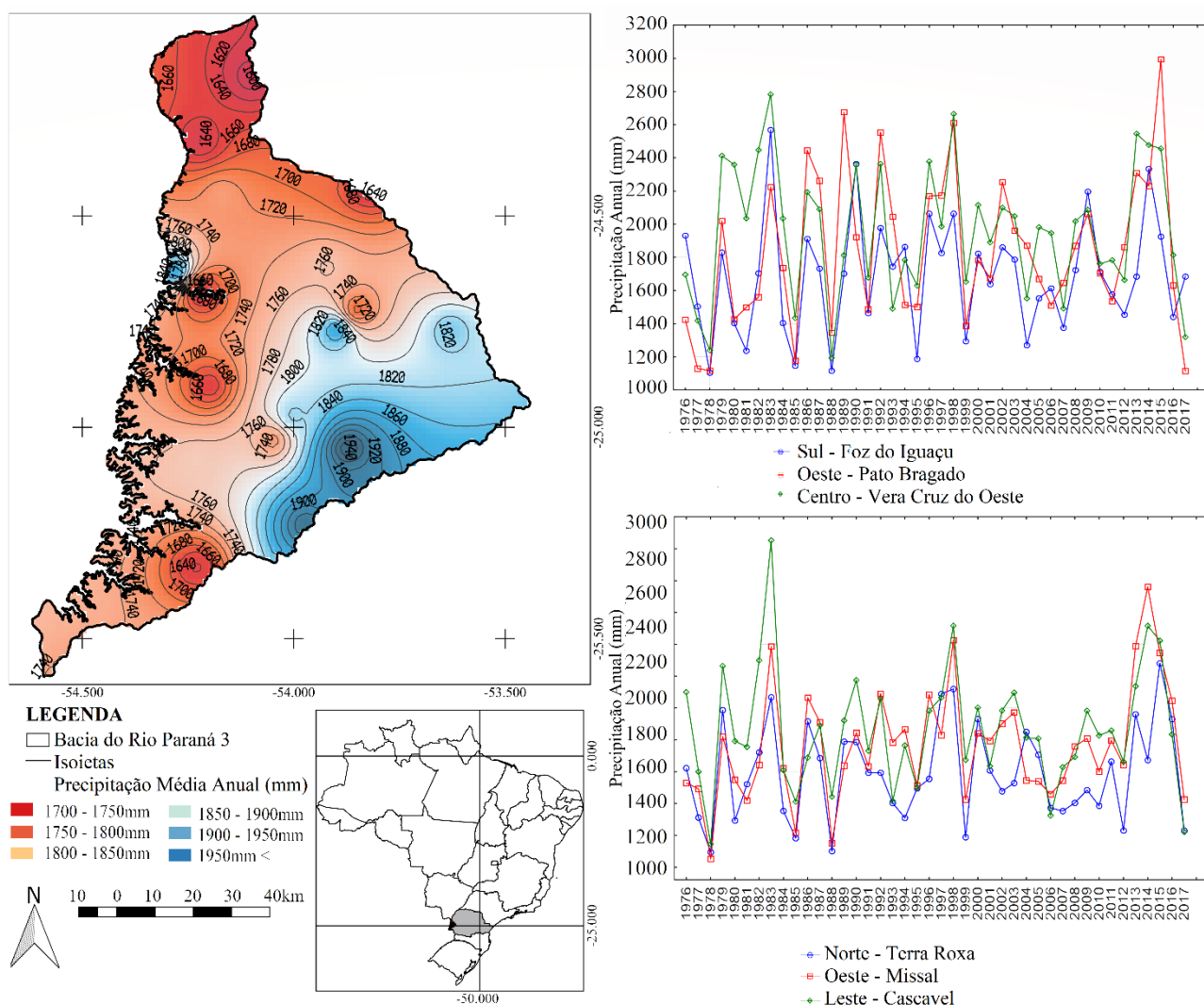


Figura 02 - Mapa da Precipitação Média e Variabilidade Pluviométrica Anual e na Bacia do Rio Paraná 3

Ao analisar o risco pela variabilidade e a distribuição da precipitação anual na região por meio dos gráficos, (Figura 02) identificou-se baixo risco, porém presente na região. Nas estações de Missal (Oeste), Cascavel (Sul) e Vera Cruz do Oeste, o risco de ocorrência de precipitação anual de no mínimo 1.200mm, foi baixo com duas ocorrências dentre os 41 anos analisados, com 4,8% de risco de anual.

Enquanto as estações de Foz do Iguaçu (Sul) e Terra Roxa (Norte) apresentaram quatro ocorrências na série. O risco estimado de ocorrência anual foi de 9,8%. Nenhuma das estações apresentaram frequência alta de risco de precipitação inferior a 1.200mm anuais, como o

padrão para o zoneamento é de risco de no máximo 20%, nenhuma das estações analisadas apresentaram risco por essa variável.

A demanda hídrica espécie também é avaliada pelo balanço hídrico (Figura 03). Identificou-se que Cascavel, São Miguel do Iguaçu e Toledo não apresentaram deficiência hídrica em nenhum mês pelo balanço hídrico, enquanto Assis Chateaubreand apresentou apenas 1,2mm no mês de março. Já em Foz Iguaçu e Guairá apresentaram deficiência hídrica no mês de março com valores mais acentuados, sendo 22 e 37mm, respectivamente. A reposição em Guairá é completada apenas no mês de maio.

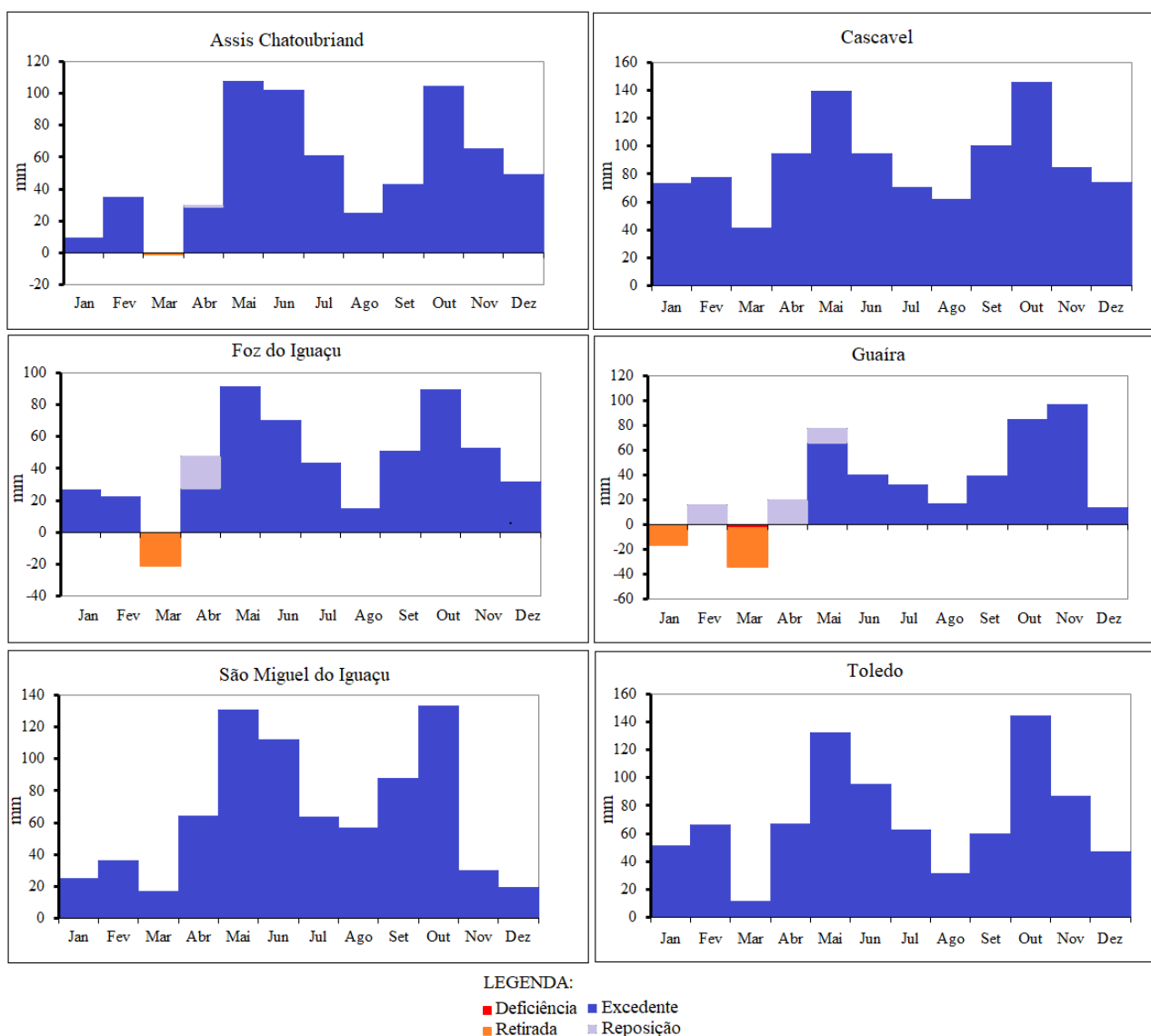


Figura 03 - Balanço hídrico para a cultura da bananeira na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná 3

Como o risco avaliado era de acumulado 80mm anuais, nenhuma estação apresentou risco para o cultivo da bananeira. Em Guaíra que apresentou maior deficiência o acumulado foi de 56mm. Como a espécie tem raízes profundas, a planta consegue extrair água de zonas mais profundas do solo (Miotti et al., 2013). Os extratos mostram balanço hídrico menos favorável nos meses de janeiro a abril, graças a elevadas temperaturas e aumento na evapotranspiração. A Dha nesses meses não se mostrou limitante para a implantação da cultura na região, apenas deve-se adequar o período de plantio para fugir de períodos de seca. Nenhuma da estação apresentou déficit por três meses seguindo, também não apresentando risco para a produção.

O efeito da luminosidade sobre o ciclo vegetativo da bananeira é bastante evidente, podendo este ciclo estender-se por 8,5 meses, em cultivos bem expostos à luz, e por 14 meses, em cultivos conduzidos na penumbra. A atividade fotossintética acelera-se rapidamente quando a iluminação se encontra entre 2.000 e 10.000 horas de luz por ano. A insolação na região (Figura 04), não se demonstrou um fator limitante para o pleno desenvolvimento da bananeira. Como destacado, o limite para o desenvolvimento é de 2.000 horas, sendo o menor valor observado apenas na região de Cascavel, na porção leste da região, que apresentou valores médios de 2.450 horas de sol por ano.

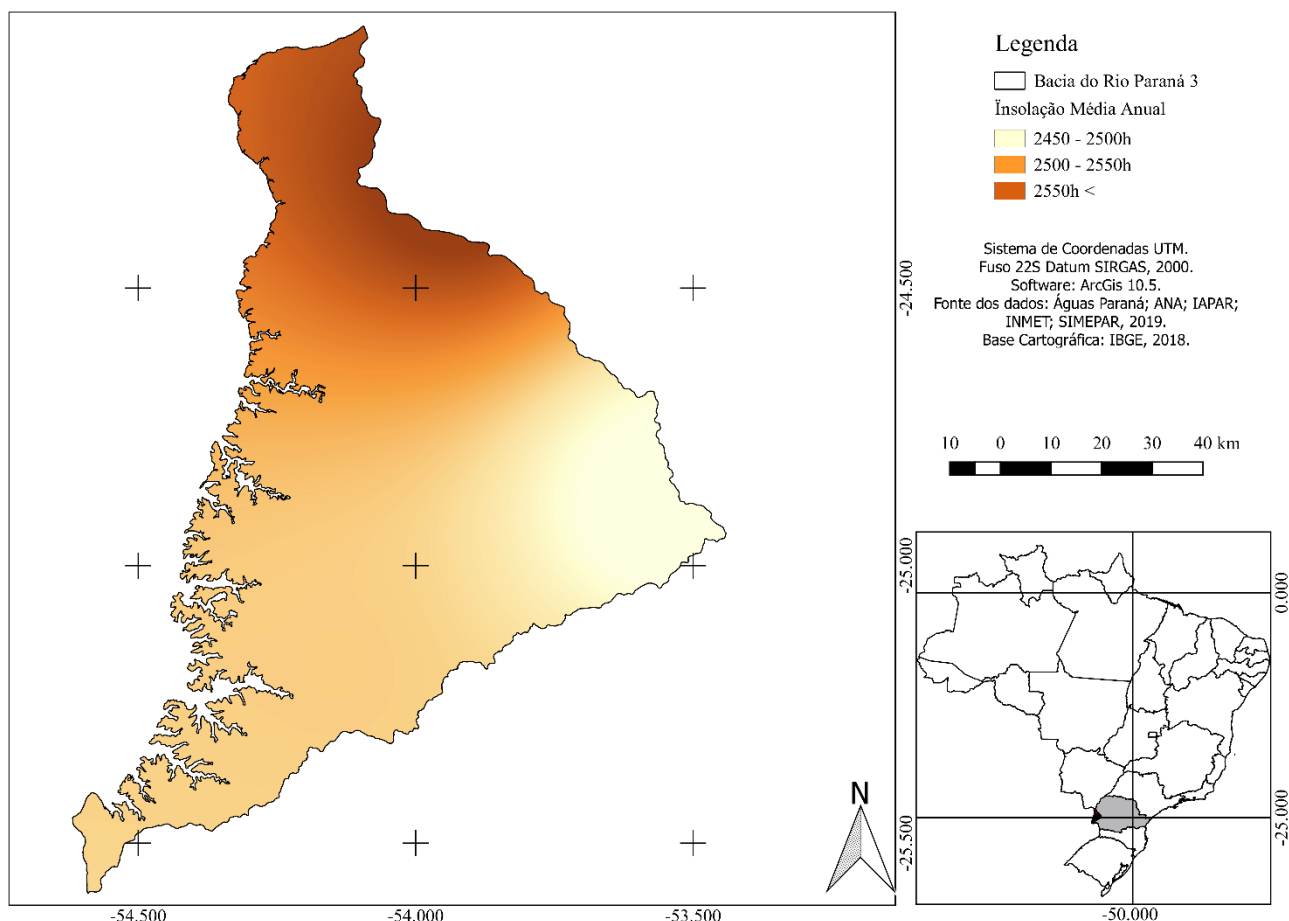


Figura 04 - Insolação Média Anual na Bacia do Rio Paraná 3

A porção mais ao norte da região apresentou a maior quantidade de insolação, com 2.550 horas de sol por ano em média. O fator latitudinal demonstra ser determinante na insolação da região, com a variação de 50 a 100 horas entre as porções norte e sul. A única porção da região que não responde ao fator latitude é a leste, podendo ser a discrepância respondida pela chuva, em que, nesta região, os valores médios chegam a ser em até 400mm a mais que na porção norte da região (Figura 02).

A variabilidade da temperatura máxima média na Bacia do Hidrográfica Rio Paraná 3 (Figura 05) apresentou similaridade com o relevo da região (Figura 01). O que justifica essa distribuição, uma vez que, as porções mais altas, próximo a Cascavel apresentaram as menores temperaturas máximas médias, em torno de 25°C e a região mais baixa as maiores temperaturas médias.

Já a porção sul, oeste e norte, mais próximas a calha do Rio Paraná apresentaram valores médios a cima de 26°C, em toda sua extensão. As maiores temperaturas médias foram observadas na região de Guairá, no extremo norte da bacia, chegando a superar os 27,5°C.

Foi estimado a probabilidade de ocorrência de temperatura máximas absolutas

superiores a 35°C e 38°C (Figura 05). As temperaturas altas induzem o fechamento dos estômatos, reduzindo bruscamente a taxa fotossintética, levando a uma paralisação do crescimento. As temperaturas superiores a 35°C, acarretam na inibição no desenvolvimento da planta, com a desidratação dos tecidos, principalmente das folhas (Borges, 2004; Coelho et al., 2009; Araujo et al., 2019). Enquanto as temperaturas superiores a 38°C, cessa o crescimento, levando a folha a apresentar o limbo estreito, curto e reduzido ao nível do pecíolo, sendo classificado sua frequência superior a 20% por decêndio como risco para o pleno desenvolvimento da cultura.

Identificou-se risco de 38°C em apenas um decêndio de Cascavel, com probabilidade de ocorrência de 4%, mesmo o de temperaturas superiores a 35°C permanece baixo nesta estação, não superando os 30%. Em Toledo o risco se mantém baixo também, não superando a probabilidade de ocorrência de 10% por decêndio.

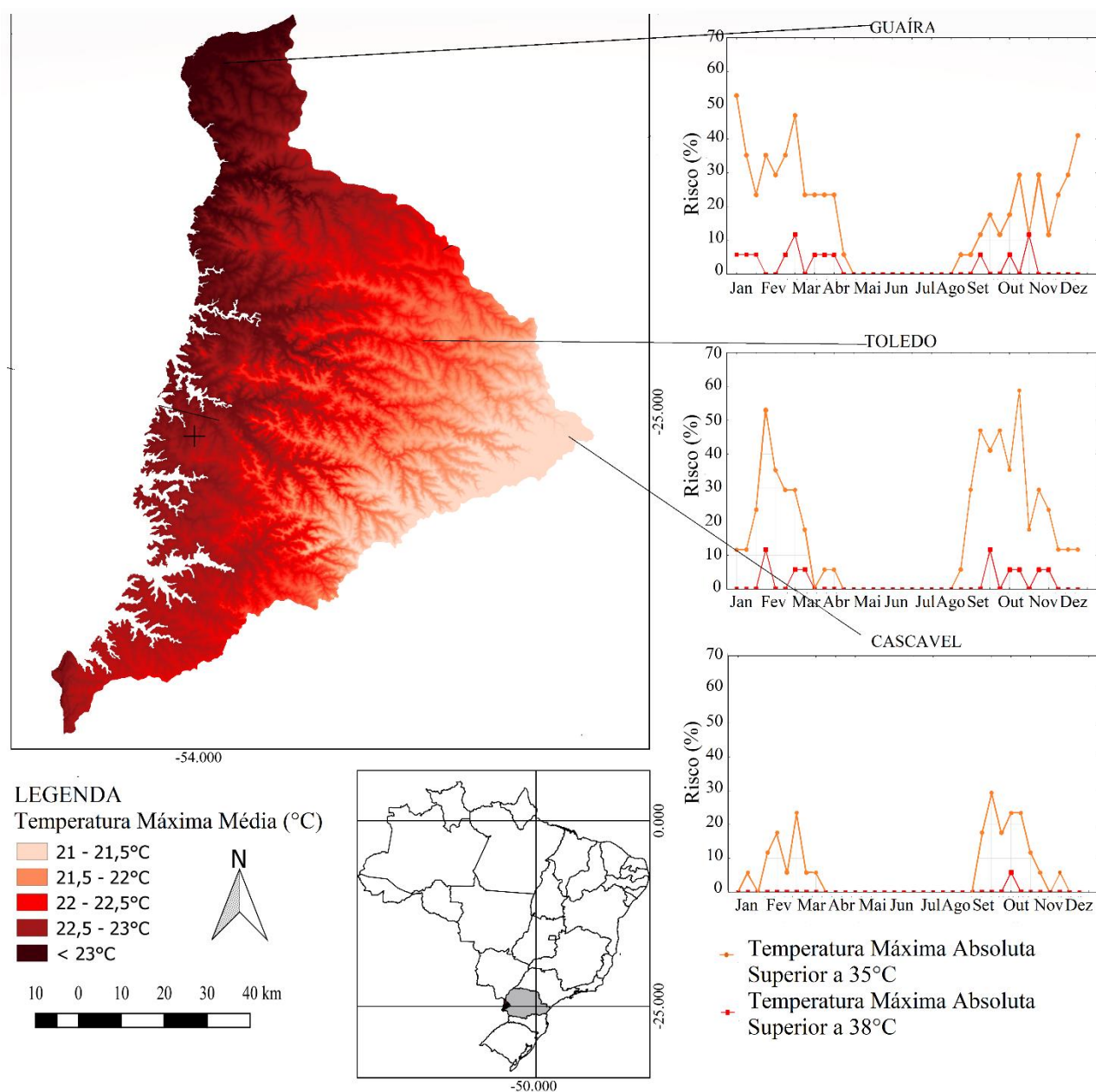


Figura 05 - Temperatura Máxima Média Anual na Bacia do Rio Paraná 3

Em Santa Helena, Assis Chateaubriand e Guairá temperaturas superiores a 35°C apresentaram alta frequência nos meses de primavera e verão. O risco de temperaturas superiores a 38°C aumenta nessas três estações, porém não apresentando risco superior a 20%. Santa Helena e Assis Chateaubriand ainda apresentaram a maior probabilidade de ocorrência de temperaturas superiores a 35°C, com 65% em três decêndios analisados (03-jan e 01-fev; 02-out, respectivamente nas estações).

A única estação a apresentar risco superior a 20% e inaptidão por essa variável analisada foi Foz do Iguaçu, no decêndio 02 de outubro com probabilidade de ocorrência de 25%.

Nas regiões que apresentaram risco elevado de temperaturas elevadas, algumas práticas podem ser tomadas para garantir o sucesso do cultivo da banana. Em áreas com sistema de irrigação, pode-se optar por monitorar as temperaturas e utilizar a água como moderador térmico quando a temperatura atingir o limite exigido pela espécie. Outra alternativa é a integração do plantio com outras espécies de porte arbóreo, podendo mudar o microclima da área de cultivo (Morais et al., 2006; Nicoleti e Moler, 2006).

Para a temperatura mínima média mensal (Figura 06), identificou-se que o parâmetro de risco é a ocorrência do mês mais frio com temperatura média inferior a 15°C. Dessa forma, identificou-se que o risco desse parâmetro não é

presente na região. A estação de Cascavel, localizada no extremo leste da bacia, foi a única a registrar o mês mais frio em junho, o valor médio é de 15,2°C, bem próximo ao valor determinado como risco, porém ainda superior a este. Para as outras cinco estações analisadas todas as ocorrências de temperatura média do mês mais frio foi no mês de julho. A média mais alta foi observada na estação de Santa Helena, localizada na porção oeste da bacia com 17,8°C.

Outra variável relacionada a temperatura avaliada foi o risco de ocorrência de geada anual na região (Figura 06) apresentou distribuição similar à temperatura média, com risco maior na porção leste, e em alguns fundos de vale na porção mais central da bacia. As altitudes da porção oeste, próximo a calha do rio Paraná, contribuem para o cultivo da bananeira, reduzindo o risco de geada para cerca de 5%.

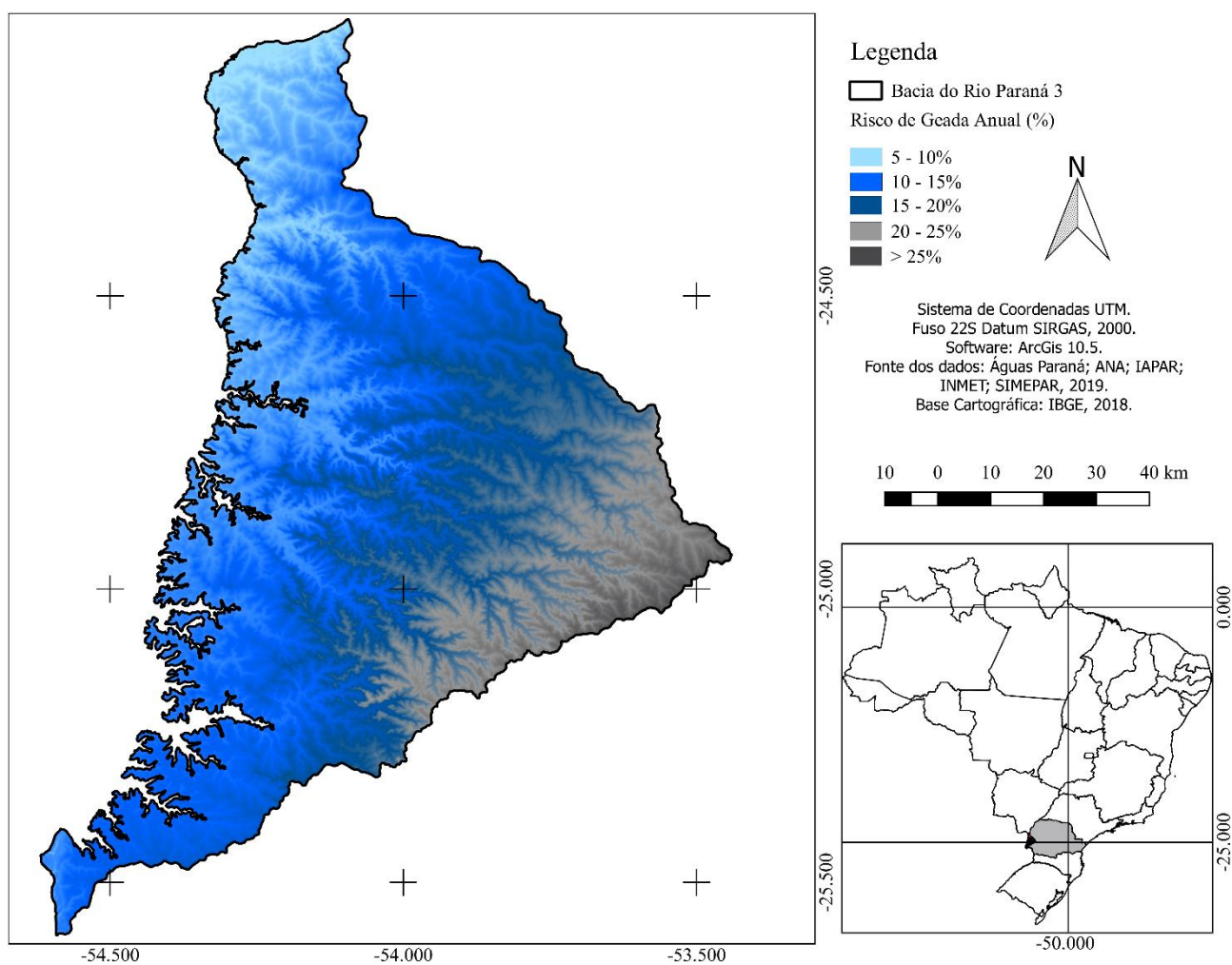


Figura 06 - Risco de Geada na Bacia do Rio Paraná 3

A única região inapta é a extremo leste, próximo a Cascavel e Santa Tereza do Oeste que apresentaram risco de geada superior a 25%. A bananeira é bastante sensível a baixas temperaturas. Porém, o frio, ou mata os órgãos vegetativos, tais como as folhas, ou perturba as funções dos órgãos restantes, o frio ainda destrói os frutos em formação e, os que sobrevivem, resultam mal formados. O frio intenso e prolongado é suficiente para provocar a morte da planta (Borges, 2004; Coelho et al., 2009; Araujo et al., 2019).

Enquanto a formação de geada destrói um grande número de flores, impedindo, assim, que

muitas delas se transformem em frutos. Geadas causam problemas de queima das plantas e podem prejudicar os frutos em formação, prejudicando o seu cultivo. Temperaturas inferiores a 2°C já são suficientes para provocar a necrose em tecidos mais vulneráveis como bordo das folhas, enquanto na relva, essa temperatura pode atingir até -2°C levando a formação de geada. Por isso, a ocorrência de geadas leva a parte aérea da planta à morte, com prejuízos significativos no desenvolvimento da cultura. Normalmente, as plantas não senescem, visto que o rizoma, abaixo do nível do solo, dificilmente é afetado, entretanto a geada é um dos

fatores mais restritivos para o seu sucesso quando produzida comercialmente (Borges, 2004; Coelho et al., 2009; Araujo et al., 2019).

No mapa final do zoneamento agrícola de risco climático da bananeira (Figura 07) pode-se

observar a porção com menores altitudes nas regiões norte, oeste e sul apresentaram condições favoráveis para a produção de banana em todas as variáveis analisadas.

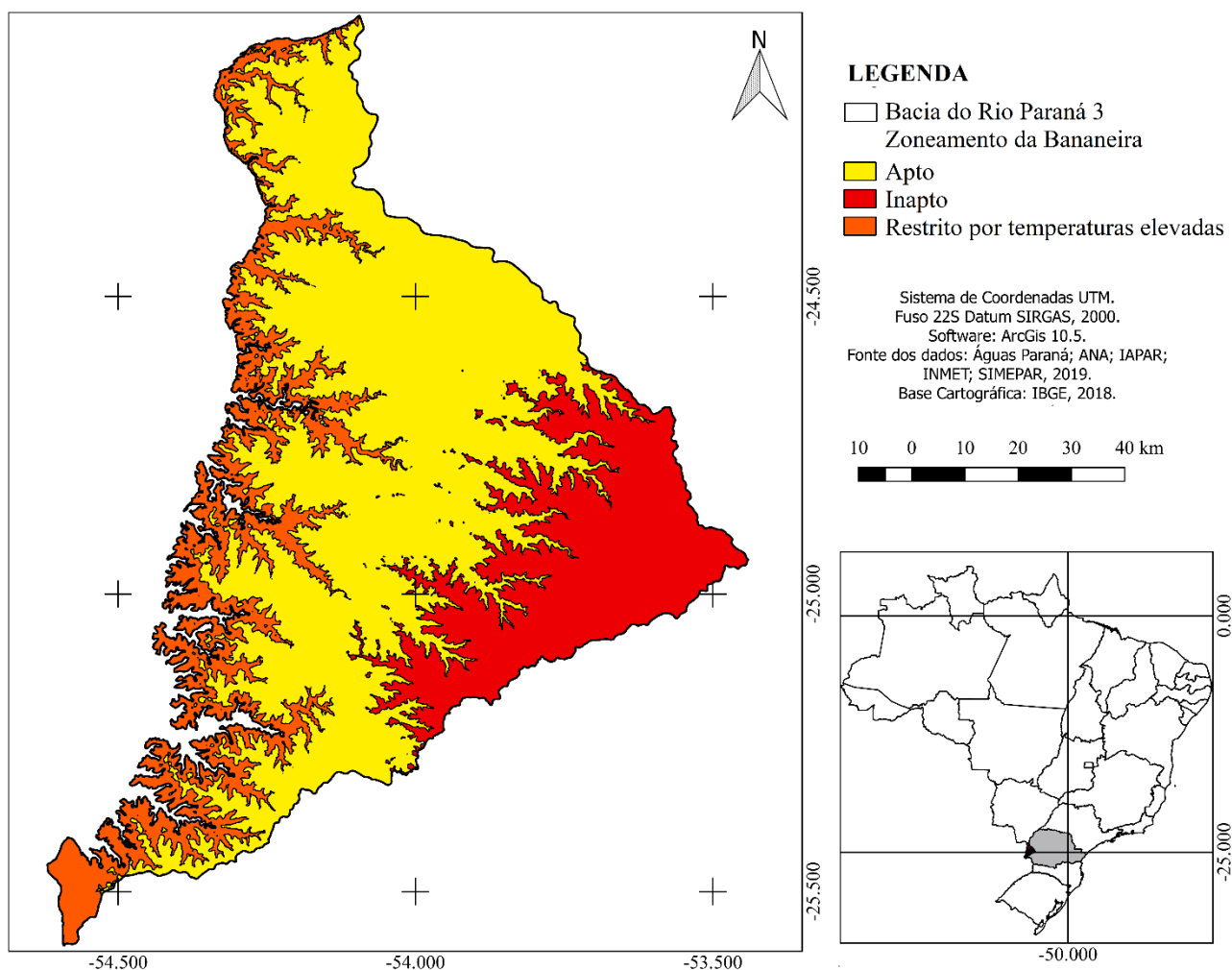


Figura 07 - Maiores alturas pluviométricas anuais na Mesorregião Noroeste Paranaense e a comparação com El Niño-Oscilação Sul.

Fonte dos dados: Águas Paraná; ANA; IAPAR e INMET (2019); NOAA/CPC (2019), organizado pelos autores (2019).

A exceção se encontra na porção com menores altitudes da região, próximo a calha do Rio Paraná 3, graças a frequência de temperaturas máximas absolutas superiores a 38°C, não sendo um fator que garante inaptidão, podendo ser trabalhado com práticas de manejo que mitiguem o risco, como já mencionado, com irrigação ocasional, sombreamento, dentre outras.

A época mais favorável ao plantio é o período de chuvas esparsas, quando não ocorre o encharcamento do solo. Com isso, evita-se o apodrecimento das mudas. Em áreas sob irrigação, pode-se fazer o plantio em qualquer época do ano. Dessa forma, como observado, o mês de setembro pode ser aconselhado para o plantio, evitando-se

assim, o mês mais chuvoso de outubro, e garantindo um bom desenvolvimento até o inverno do ano seguinte, e a probabilidade de ocorrência de geadas.

Na porção leste e centro-leste o risco que garantiu a inaptidão foi a geadas, pois, como já mencionado, a Bananeira é extremamente sensível a baixas temperaturas e geadas. A ocorrência de temperaturas baixas, mesmo que não levando a senescência da espécie, pode trazer danos aos frutos, inviabilizando seu cultivo comercialmente e o sucesso da cultura na região. Mesmo nas regiões aptas, o risco de geadas permanece, dessa forma, o produtor deve evitar os fundos de vale, finais das pendentes, e dar preferência ao cultivo em áreas não muito declivosas, para facilitar o deslocamento do

ar frio. Preferencialmente deve-se utilizar o topo do espigão e meia encosta, principalmente, nas faces voltadas para o norte, uma vez que, como destacado a frente fria tem deslocamento preferencial no sentido sul/sudoeste, sentido nordeste (Caldana et al., 2018; Caldana et al., 2019; Caldana e Martelócio, 2019).

Cabe-se destacar que o zoneamento não elimina os riscos, apenas apresenta condições mais favoráveis para o desenvolvimento da bananeira. Sendo a agricultura uma atividade de risco, todas as atividades estão suscetíveis a qualquer evento extremo, podendo ou não trazer prejuízos. O zoneamento vem para dar maior segurança nas tomadas de decisões, no planejamento agrícola e em cenários de alterações climáticas, principalmente na Bacia do Rio Paraná 3.

Considerações finais

REFERÊNCIAS

Agovino, M., Casaccia, M., Ciommi, M., Ferrara, M., Marchesano, K., 2019. Agriculture, climate change and sustainability: The case of EU-28. *Ecological Indicators*. [online] 105. Disponível : <https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2018.04.064>. Acesso em: 24 nov. 2019.

de Araújo, A. C., Khan, A. S., & da Silva, L. M. R. 2019. Fruticultura: Uma Alternativa de Desenvolvimento da Região Sudeste da Bahia. *Revista de Economia e Sociologia Rural*, [online] 40. Disponível: <https://revistasober.org/journal/resr/article/5d76b65b0e8825fb7e4093a4>. Acesso em: 24 nov. 2019.

Araujo, M. B. F., Machado, N. A. F., de Andrade, H. A. F., Leite, M. R. L., Pinheiro, J. B. S., & da Silva-Matos, R. R. S. 2019. Produtividade da bananeira ‘Nanicão’ sob doses crescentes de potássio associado a cobertura do solo com palha de carnaúba. *Revista Trópica: Ciências Agrárias e Biológicas* [online] 10. Disponível : <http://www.periodicoselétronicos.ufma.br/index.php/ccaatropica/article/view/11075> Acesso em: 24 nov. 2019.

Caldana, N.F. da S., Junior, G.M.Y., de Moura, D.A.V., da Costa, A.B.F., Caramori, P.H., 2018. Ocorrências de Alagamentos, Enxurradas e Inundações e a Variabilidade Pluviométrica na Bacia Hidrográfica do Rio Iguaçu. *Revista Brasileira de Climatologia*, [online] 23. Disponível:

- A Bacia Hidrográfica Do Rio Paraná 3 possui regiões com baixo risco climático para a cultura da bananeira.
- A precipitação e o balanço hídrico apresentaram valores suficientes em todos os cenários testados. Apenas nos meses de verão em algumas localidades foi registrado déficit hídrico, mas que não restringe a produção.
- O fator mais limitante para a produção, em parte da bacia, é a ocorrência de geadas, restringindo assim, a produção na porção leste da bacia.
- No extremo oeste as baixas altitudes propiciam temperaturas máximas elevadas com frequência, devendo-se utilizar técnicas de manejo em ocorrência de calor extremo.
- Técnicas de manejo também podem ser tomadas para evitar o risco de geada e evitar áreas com maior incidência do fenômeno podem garantir maior sucesso no cultivo de banana da região.

<http://dx.doi.org/10.5380/abclima.v23i0.60584>
Acesso em: 22 nov. 2018.

Caldana, N.F. da S., Rudke, A.P., da Silva, I., Nitsche, P.R., & Caramori, P.H., 2019b. Gênese, Impacto e a Variabilidade das Precipitações de Granizo na Mesorregião Centro-Sul Paranaense, Brasil. *Caderno de Geografia*, [online] 29. Disponível: <http://dx.doi.org/10.5752/P.2318-2962.2019v29n56p61> Acesso em: 10 out. 2019.

Caldana, N. F. D. S., Nitsche, P. R., Martelócio, A. C., Rudke, A. P., Zaro, G. C., Batista Ferreira, L. G., ... & Martins, J. A. 2019. Agroclimatic Risk Zoning of Avocado (*Persea americana*) in the Hydrographic Basin of Paraná River III, Brazil. *Agriculture*, [online] 9. Disponível: <https://doi.org/10.3390/agriculture9120263> Acesso em: 10 out. 2019.

Caramori, P. H., Caviglione, J. H., Wrege, M. S., Herter, F. G., Hauagge, R., Gonçalves, S. L., ... & Ricce, W. D. S. 2008. Zoneamento agroclimático para o pessegueiro e a nectarineira no estado do Paraná. *Revista Brasileira de Fruticultura*, [online] 30. Disponível: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452008000400033> Acesso em: 10 jan. 2020.

Carvalho, J. S. de, Bizerra, E. C., Marques, P. R. R., Donato, S. L. R., Magalhães, D. B., & Rampazzo, M. C. 2020. Características fitotécnicas e nutricionais de bananeiras submetidas a fontes de fertilizantes para o manejo orgânico. *Nativa*. 8 [online]. Disponível: <https://doi.org/10.31413/nativa.v8i3.8424> Acesso em: 10 jan. 2020.

- Coelho, E. F., Donato, S. L. R., & Andrade Neto, T. M. 2009. Banana. Agrometeorologia dos cultivos: o fator meteorológico na produção agrícola. Brasília: INMET, 321-332. Disponível: http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=home/page&page=livro_agro Acesso em: 10 jan. 2020.
- Coelho, G. O., DIAS, L. A. D. S., & Finger, F. L. 2016. Agro-climatic zoning to banana-growing in the mesoregion of Vale do Rio Doce. *Revista Brasileira de Fruticultura*, [online] 38. Disponível: <https://doi.org/10.1590/0100-29452016908> Acesso em: 21 jan. 2020.
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. Faostat. Disponível em: < <http://faostat.fao.org> > Acesso em: 14 fev 2020.
- Gasparotto, L. G., & Pereira, J. C. R. 2010. Exigências edafoclimáticas e escolha da área de plantio in. *A cultura da bananeira na região Norte do Brasil*. Embrapa Informação Tecnológica; Manaus: Embrapa Amazônia Ocidental. 63-70.
- Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social. Caderno Estatístico do Estado do Paraná: Produção de Banana. Disponível <http://www.ipardes.gov.br/imp/index.php> Acesso 27 fev 2020.
- Lem, S., Onghena, P., Verschaffel, L., & Van Dooren, W. 2013. The heuristic interpretation of box plots. *Learning and Instruction*, [online] 26, Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.learninstruc.2013.01.001> Acesso em: 19 fev 2020.
- Miotti, A. A., Costa, M. C. G., Ferreira, T. O., & Romero, R. E. 2013. The impacts of soil depth and physical attributes on banana plant roots. *Revista Brasileira de Fruticultura*, 35 [online] Disponível: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000200024> Acesso em: 19 fev 2020.
- Morais, H., Caramori, P. H., Ribeiro, A. M. D. A., Gomes, J. C., & Kogushi, M. S. 2006. Microclimatic characterization and productivity of coffee plants grown under shade of pigeon pea in Southern Brazil. *Pesquisa agropecuária brasileira*, [online] 41 Disponível: <https://doi.org/10.1590/S0100-29452013000200024> Acesso em: 19 fev 2020.
- Morota, F. K., Biffe, D. F., Mendes, R. R., Mattiuzzi, M. D., Raimondi, R. T., & Fernandes, L. R. Manejo De Plantas Daninhas Em Frutíferas Tropicais: Abacaxizeiro, Bananeira, Coqueiro, Mamoeiro E Maracujazeiro. *Revista Brasileira de Herbicidas*. 20 [online] Disponível: <https://doi.org/10.7824/rbh.v19i1.656> Acesso em: 19 nov. 2020
- Nicoleli, M., & Moller, H. D. 2006. Análise da competitividade dos custos do café orgânico sombreado irrigado. *Cep*, 30 [online] Disponível: <http://www.custoseagronegocioonline.com.br/numero1v2/Custos%20do%20cafe%20organico.pdf> Acesso em: 19 fev 2020
- Oliveira, A., Amaro, A. L., & Pintado, M. 2018. Impact of food matrix components on nutritional and functional properties of fruit-based products. *Current Opinion in Food Science*, 22 [online]. Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.cofs.2018.04.002> Acesso em: 10 jan. 2020.
- Parre, A., Karthikeyan, B., Balaji, A., & Udhayasankar, R. 2020. Investigation of chemical, thermal and morphological properties of untreated and NaOH treated banana fiber. *Materials Today: Proceedings*, [online] 22 Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2019.06.655> Acesso em: 08 mar 2020.
- Rampinelli, J. R., Silveira, M. L. L., Gern, R. M. M., Furlan, S. A., Ninow, J. L., & Wisbeck, E. 2010. Valor nutricional de Pleurotus djamor cultivado em palha de bananeira Nutritional value of Pleurotus djamor cultivated in banana straw. *Alimentos e Nutrição Araraquara*, [online] 21 Disponível: <http://serv-bib.fcfa.unesp.br/seer/index.php/alimentos/article/viewArticle/1412> Acesso em: 10 jan. 2020.
- Ribeiro, R. R. R., & Sulaiman, S. N. 2019. O risco climático na agricultura do Brasil no contexto de ferramentas de busca (big data). *Territorium*. 27 [online] Disponível: https://doi.org/10.14195/1647-7723_27-2_2 Acesso em: 10 nov. 2020.
- Ricce, W. da S., de Carvalho, S. L. C., Caramori, P. H., Auler, P. A. M., & Roberto, S. R. 2014. Zoneamento agroclimático da cultura do abacaxizeiro no Estado do Paraná. *Semina: Ciências Agrárias*, 35(4), 2337-2345.
- Santi, A., Vicari, M. B., Pandolfo, C., Dalmago, G. A., Massignam, A. M., & Pasinato, A. 2018. Impacto de cenários futuros de clima no zoneamento agroclimático do trigo na região Sul do Brasil. *Agrometeoros*. Disponível: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/1087350/1/ID442922017v25n2p303Agrometeoros.pdf> Acesso em: 17 nov. 2019.
- Seyedabadi, E., Khojastehpour, M., & Abbaspour-Fard, M. H. 2019. Online measuring of quality changes of banana slabs during convective drying. *Engineering in Agriculture, Environment and Food*, [online] 12 Disponível:

<https://doi.org/10.1016/j.eaef.2018.10.004>

Acesso em: 17 nov. 2019.

Somboonsuke, B., Phitthayaphinant, P., Sdoodee, S., & Kongmanee, C. 2018. Farmers' perceptions of impacts of climate variability on agriculture and adaptation strategies in Songkhla Lake basin. *Kasetsart Journal of Social Sciences*, [online] 39 Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.kjss.2018.05.006>

Acesso em: 19 fev 2020.

Thornthwaite, C. W., & Mather, J. R. 1955. The water balance. Centerton: Drexel Institute of Technology, 104. *Publications in climatology*, 8 1.

Yang, J., Zeng, J., Wen, L., Zhu, H., Jiang, Y., John, A., ... & Yang, B. 2019. Effect of morin on the degradation of water-soluble polysaccharides in banana during softening. *Food chemistry*, [online] 287 Disponível: <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.02.100>

Acesso em: 19 fev 2020.