ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

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

Potencialidades e riscos climáticos para o cultivo da batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) na Mesorregião Norte Central Do Paraná, Brasil

Alan Carlos Martelócio-Instituto Agrônomo do Paraná – IAPAR; e-mail: amartelocio@agronomo.eng.br (autor correspondente); Universidade Federal Rural do Paraná - UFRPRJ, Nathan Felipe da Silva Caldana- Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPRU, e-mail: nathancaldana@gmail.com, Paulo Henrique Caramori- e-mail: pcaramori@gmail.com; Instituto Agrônomo do Paraná - IAPAR

Artigo recebido em 30/09/2019 e aceito em 01/03/2020

RESUMO

Apesar dos recentes avanços tecnológicos e científicos, o clima é ainda a variável mais importante na produtividade agrícola. Estudos que mostrem os riscos e as vulnerabilidades de uma cultura ao clima de uma localidade são importantes para o zoneamento agroclimático. A batata-doce se destaca pela sua rusticidade e pela necessidade de temperaturas elevadas para seu pleno desenvolvimento. O objetivo do trabalho foi analisar o risco agroclimático para a cultura da batata-doce na Mesorregião Norte Central do Paraná (MRNCP). Para isso foram utilizados dados meteorológicos de 44 estações com recorte temporal de 1976-2018. A análise do risco climático foi pautada nas exigências climáticas da espécie, sendo estas, precipitação, temperatura média anual e do mês mais frio e risco de geada. Foram aplicadas técnicas estatísticas e de geoprocessamento para garantir uma plena cobertura regional de informações e contribuir para a tomada de decisão na agricultura da região. Identificou-se aptidão climática para todas as variáveis climáticas analisadas para o plantio nas áreas central e norte da região, enquanto nas porções sul e parte da leste, baixas temperaturas e o risco de geada restringiram a aptidão.

Palavras chave: Agroclimatologia. Aptidão climática. Variabilidade. Temperatura. Zoneamento.

Potentials and climatic risk for the cultivation of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) in the Central North Mesoregion Of Paraná, Brazil

ABSTRACT

Despite recent technological and scientific advances, climate is still the most important variable in agricultural productivity. Studies that show the risks and vulnerabilities of a crop to the climate of a locality are important for agroclimatic zoning. The sweet potato stands out for its rusticity and the need for high temperature for its full development. The objective of this work was to analyze the agroclimatic risk for sweet potato crop in the Central Northern Mesoregion of Paraná (MRNCP), Brazil. For this we used meteorological data from 44 stations from 1976 to 2018. The climate risk analysis was based on the climatic requirements of the species, such as rainfall, annual and coldest month average temperature, and risk of frost. Statistical and geoprocessing techniques were applied to ensure full regional coverage of information and to contribute to decision-making in the region's agriculture. Climate suitability was identified for all climate variables analyzed for planting in the central and northern areas of the region, while in the southern and eastern parts, low temperatures and the risk of frost restricted the suitability.

Key words: Agroclimatology. Climate aptitude. Variability, Temperature. Zoning.

Introdução

O conhecimento das características e peculiaridades do clima e do solo auxiliam na escolha da cultura e nas tomadas de decisão, na busca por maiores rendimentos e menores perdas. Dentre as informações agrometeorológicas empregadas no planejamento agrícola, o zoneamento agroclimático é a mais conhecida. Estudos que identifiquem o risco climático para agricultura são fundamentais, uma vez que eventos de geada, calor extremo, seca, chuva em excesso, vendaval e granizo podem trazer grandes prejuízos ao desenvolvimento fenológico de diversas culturas (Mezher et al., 2012; Ricce et al., 2014; Morais e Carbonieri, 2015; Martins et al., 2017).

As mudanças climáticas vêm sendo consideradas uma ameaça à agricultura e segurança alimentar. Existe uma relação evidente e complexa de causa e efeito entre a agricultura e as alterações climáticas. Dessa forma o estabelecimento do planejamento agrícola e de modelos mais rentáveis é essencial para que não prejudiquem o ambiente, e assim medidas concretas devem ser tomadas, tanto nas esferas pública e privada, como da consciência geral da sociedade. O planejamento agrícola diz respeito às ações e práticas a serem estabelecidas antes da implantação da cultura e durante todo o seu ciclo produtivo. Nesse contexto, a busca por espécies vegetais resilientes, capazes de se manterem produtivas em ambientes de aquecimento global, constitui uma preocupação relevante.

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) é uma espécie tropical de origem americana, pertencente à família das convolvuláceas que se destaca pela rusticidade do cultivo. Possui ampla adaptação a diferentes tipos de solo e clima, alta tolerância à seca, o potencial produtivo, de ciclo relativamente curto (140 a 170 dias). O baixo custo de produção, alto valor nutricional e versatilidade sensorial em termos de cor, sabor e textura, são características importantes desta cultura. Sua utilização é destinada, sobretudo, para a alimentação humana e animal, e como matéria-prima na indústria de alimento e para a produção de etanol (Gichuki et al., 2003; Loebenstein e Thottappilly, 2009; Pinto et al, 2012).

É uma das principais culturas tuberosas produzidas em regiões tropicais e subtropicais de todo o mundo, com ampla adaptação às condições climáticas do Brasil (Silva et al, 1995; Roesler et al, 2008; Loebenstein e Thottappilly, 2009; Erpen et al, 2013b). A batata-doce está entre os 10 alimentos mais consumidos do mundo, além disso, é um recurso principal para segurança

alimentar (Fao, 2010; Raymundo et al, 2014). Ressalta-se que, a pesquisa para aproveitamento e utilização da batata-doce vem sendo tratada com maior interesse e aprimoramento em boa parte do mundo. Isso possibilita maior busca por informações, ocasionando assim um aumento nas alternativas de utilização deste tubérculo em áreas distintas de sua aplicação atual (Srisuwan et al, 2006; Aladesanwa e Adigun, 2008; Loebenstein e Thottappilly, 2009; Erpen et al, 2013a; Erpen et al., 2013b; Raymundo et al, 2014; Widodo, et al, 2015; Wang et al, 2016; Chen et al, 2018; Silva et al, 2018; Guo et al, 2019; Mulabisana et al, 2019; Niu et al, 2019; Pan et al, 2019).

Dessa forma, o objetivo deste trabalho foi analisar os riscos climáticos para a cultura da batata-doce na Mesorregião Norte Central do Estado do Paraná (MRNCP). Para isso, foram levantadas as exigências fisiológicas da espécie, dentre as exigências térmicas, pluviométricas e o risco de geadas. Foram utilizados os dados meteorológicos distribuídos na MRNCP de séries temporais anual, sazonal, mensal, decendial e diário, com o recorte temporal de 1976 a 2018.

Material e métodos

Área de estudo

A MRNCP (Figura 01) abrange uma área de 24.532 km², constituído por 79 municípios (Ibge, 2019). No ano de 2017 produziu em torno de 12 mil toneladas de batata-doce (Figura 01), correspondendo a 21% da produção paranaense (Ipardes, 2019). A porção leste concentra quase toda a produção da área de estudo. Constituída pelos municípios de Londrina (6.250 Ton), Tamarana (230 Ton), Mauá da Serra (2.880 ton.) e Marilândia do Sul (1.750 Ton) representam juntos 92,5% da produção de tubérculo da mesorregião, sendo Londrina, o maior produtor (Ipardes, 2019). É um polo de desenvolvimento regional que abriga em torno de 1 milhão de habitantes (Ibge, 2019). Considera-se assim, uma via importante para o escoamento e consumo da batata-doce, além da transformação da matéria-prima por ser uma área com grandes concentrações de indústrias. Essa expressividade reforça a importância que a Região Metropolitana de Londrina e Região Metropolitana de Apucarana tem para a expansão do cultivo da batata-doce, aliados ao fato de a mesorregião ser dominada pela atividade agrícola decorrente da fertilidade dos solos, relevo e clima.

Figura 01: Produção de batata-doce e os municípios da Mesorregião Norte Central Paranaense. Fonte: IPARDES (2019).

As demais porções regionais da MRNCP, de forma isolada e sem expressividade também registraram produção da raiz (Figura 01). Foram verificadas produções no noroeste, no sul e ao norte, além de alguns municípios no oeste e ao centro da área de estudo. A predominância de municípios sem produção é mais visível do que os municípios que registraram alguma produção da cultura. Dos 79 municípios que compõem a mesorregião, apenas 16 produziram batata-doce. Estender as áreas de cultivo do tubérculo é um desafio iminente, pois a MRNCP conta com culturas de maior interesse econômico de sistemas produtivos já consolidados, como é o caso da soja e

do milho.

Clima e Solo

A MRNCP possui uma pequena parte de sua área com clima do tipo “Cfb” (subtropical, sem estação seca e verão fresco) localizadas nas porções centrais e extremo sul, com maiores altitudes, variando de 800 a 1000m (Figura 02). Grande parte de sua área apresenta menores altitudes (300-700m), a leste na região com clima “Cfa” (subtropical, sem estação seca e verão quente) conforme a classificação climática de Köppen (Nitsche et al., 2019).

Figura 02: Espacialização das estações meteorológicas, postos pluviométricos e o relevo da Mesorregião Norte Central do Paraná. Fonte: Iapar (2019).

A diversidade de climas da MRNCP coincide com as variações que o relevo apresenta (Figura 02). Ocorre uma ligeira ascensão topográfica da porção localizada mais ao Oeste (300m), sentido a porção concentrada ao Leste (1000m), com uma inclinação variando de 700m de altitude e um curto espaço. É na porção Leste que se verifica as maiores altitudes (800 – 1000m) e uma pequena parte no triângulo da região Sul. É possível observar que as menores altitudes estão posicionadas na faixa marginal a outras Mesorregiões. A partir do Oeste, passando pelo Noroeste e Norte, chegando até o Leste percorrendo todo esse caminho a altitude oscila de 300 a 400 m. São áreas que concentram bacias hidrográficas importantes para a Mesorregião. O relevo ascende das extremidades ao centro, caracterizando um formato “cônico”.

Os solos da Mesorregião são em grande parte de sua extensão de textura argilosa, variando classes de sul até norte, com maior presença de matéria orgânica e de maior resistência ao manejo. Os municípios situados na porção noroeste da Mesorregião apresentam solos de textura arenosa, compondo a região do Arenito

Caiuá. São solos muito vulneráveis, de baixa fertilidade e muito suscetível a degradação, principalmente as oriundas dos processos erosivos (Bhering et al., 2007; Müller, 2017; Itcg, 2019).

Procedimentos metodológico e parâmetros de risco climático

Para os parâmetros de risco climático foram levantados dados de estações meteorológicas e pluviométricas distribuídas ao longo de toda a MRNCP e nas proximidades (Figura 02). Esta base de dados compreende ao todo 44 estações. Destas, 7 têm funções meteorológicas, e são do Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR 1976-2018), 10 estações meteorológicas do Sistema Meteorológico do Paraná (SIMEPAR 1999-2018) e 27 estações pluviométricas do Instituto das Águas Paraná (1976-2018). O intervalo de dados usados para as análises partiu do ano de 1976, quando muitas das estações começaram a operar, indo até o ano de 2018. Ressalta-se, que pelo número de estações usadas, houve períodos distintos de operações entre elas.

A planta de batata-doce, por ser origem tropical, prefere climas quentes para o seu desenvolvimento e crescimento. Ela atinge o

desenvolvimento satisfatório quando a temperatura média for superior a 24°C, exigindo temperaturas relativamente altas. Porém, é seriamente reduzido quando as temperaturas forem menores que 10°C, paralisando o crescimento e provocando consequências danosas ao rendimento produtivo por planta. Estas condições climáticas explicam a razão pela qual as maiores áreas cultivadas com batata-doce se localizam em regiões quentes do país, não tolerando geadas ou temperaturas extremamente frias (Silva et al., 1995; Roesler et al., 2008).

Dessa forma, foi estimado o período livre de temperaturas baixas (inferiores a 10°C) para identificar o melhor período para cultivar a batata-doce na região. O método consiste em identificar a ocorrência de temperaturas inferiores a 10°C analisando-se a série de dados de cada estação, sempre que a temperatura de um dia era inferior ou igual a uma dessas temperaturas é associado o valor “1” e em caso contrário foi atribuído o valor “0”. Em seguida foram calculadas as probabilidades de ocorrer pelo menos uma temperatura abaixo de 10°C por decêndio (Wrege et al., 2005).

Adotando-se este procedimento, se dentro de um dado decêndio houvesse uma ou mais temperaturas inferiores ao valor crítico, aquele decêndio era computado como “1”, independentemente do número de vezes nos quais a temperatura ocorreu, caso contrário, era computado “0”. Com base nas sequências de “0” e “1” de toda a série histórica de cada estação, calculou-se a frequência acumulada de temperaturas baixas ao longo do ano para cada estação. A data em que se acumulou 5% de probabilidade em cada uma das estações foi assumida como a primeira temperatura crítica de outono, contando-se do início para o final do ano. A última temperatura crítica da primavera também foi determinada para uma frequência acumulada de 5% de probabilidade, mas realizando-se os cálculos partindo-se do final para o início do ano (Wrege et al., 2005). O período entre a primeira e a última temperatura crítica do ano foi classificado como inapto para o cultivo da batata-doce, se esse período foi inferior ao ciclo da cultura a localidade foi classificada como inapta para cultivo.

Quanto ao regime pluviométrico, a cultura produz bem em regiões/locais com média anual de 750 a 1000 mm de chuva. Durante a fase de crescimento, a cultura exige cerca de 500 a 600 mm. (Miranda et al., 1989; Silva et al., 1995; Roesler et al., 2008; Rós et al., 2013; Wang et al., 2016).

Com base nas exigências, foram estimados os fatores de risco selecionados para o zoneamento de risco climático. Abaixo por ordem de exigência e importância para o desenvolvimento,

e com base nas características da MRNCP, foram os seguintes:

Precipitação anual: foram usados dados de 27 estações pluviométricas espalhadas pela MRNCP. Foram usados dados a partir de 1976 até 2018 das séries anuais e mensais. 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 750 mm e como baixo risco superior a 1000 mm, sendo que, dentre esses valores foi considerado como restrito pela variável precipitação (Miranda et al., 1989; Roesler et al., 2008; Loebenstein e Thottappilly, 2009).

Temperatura média anual (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 ajustada uma regressão com em função da latitude, longitude e altitude para toda a MRNCP. Foram definidas as seguintes classes de risco para a Ta: Alto Risco: inferior a 19°C; Médio Risco: entre 19°C e 22°C e Baixo Risco: superior a 22°C.

Risco de geadas: foram utilizados dados meteorológicos de temperatura mínima das séries históricas de 10 estações, sendo oito distribuídas na região: Apucarana, Bela Vista do Paraíso, Cândido Abreu, Ibitiporã, Londrina, Maringá e Mauá da Serra e três nas proximidades da Mesorregião: Campo Mourão, Cianorte e Paranavaí. Considerou-se como crítica as temperaturas mínimas de 1°C, observadas 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 superior a 20% (Cunha et al., 2005; Ricce et al., 2014).

Para caracterizar a variabilidade pluviométrica e detecção de extremos, foram utilizados os gráficos de Box Plot ou diagrama de caixa. Os gráficos foram criados por meio do software Statistica®. Os box plots representam cinco classificações de valores. Os outliers são divididos em discrepantes (valores acima do considerado máximo, mas que não são extremos) e extremos, sendo considerados quaisquer valores superiores a $Q3 + 1,5 (Q3 - Q1)$ ou inferior a $Q1 - 1,5 (Q3 - Q1)$. Os máximos e mínimos são considerados os maiores valores da série, mas que não são extremos ou discrepantes. Dentro da caixa são classificados três quartis com 25% dos dados

cada, além do valor da mediana, equivalente ao segundo quartil, ou 50% dos dados (Lem et al., 2013; Schneider e Silva, 2014). Para a análise por meio de Box plot foram utilizados dados das estações de Alvorada do Sul, Ivaiporã, Londrina e Maringá, levando-se como parâmetro os valores pluviométricos discrepantes da região.

Para identificar e recomendar as melhores épocas de plantio e cultivo, foram separadas as precipitações acumuladas mensais e as temperaturas médias das máximas mensais em semestres móveis (Tabela 01), aplicados em gráficos utilizando o Software Statistica® e Sigma Plot®. Dessa forma, agruparam-se os dados para

esses períodos para identificar a melhor época de cultivo para a espécie. Para isso, foram selecionadas 8 estações para a análise da temperatura (Apucarana, Bela Vista do Paraíso, Cândido de Abreu, Cianorte, Ivaiporã, Londrina, Maringá e Mauá da Serra), iniciando pelo passo 9 (agosto a janeiro, setembro a fevereiro, etc) e 4 estações para a análise dos gráficos da precipitação (Alvorada do Sul - Norte, Ivaiporã - Sul, Londrina - Centro/Leste e Maringá - Oeste), com início no passo 12 (novembro a abril, dezembro a maio, etc), Para a precipitação acumulada, foi considerado: alto risco abaixo de 500 mm e baixo risco acima de 600mm.

Tabela 01: Meses analisados por semestres móveis

Semestre Móveis	Meses
1 (DJFMAM)	DEZ, JAN, FEV, MAR, ABR e MAI
2 (JFMAMJ)	JAN, FEV, MAR, ABR, MAI e JUN
3 (FMAMJJ)	FEV, MAR, ABR, MAI, JUN e JUL
4 (MAMJJA)	MAR, ABR, MAI, JUN, JUL e AGO
5 (AMJJAS)	ABR, MAI, JUN, JUL, AGO e SET
6 (MJJASO)	MAI, JUN, JUL, AGO, SET e OUT
7 (JJASON)	JUN, JUL, AGO, SET, OUT e NOV
8 (JASOND)	JUL, AGO, SET, OUT, NOV e DEZ
9 (ASONDJ)	AGO, SET, OUT, NOV, DEZ e JAN
10 (SONDJF)	SET, OUT, NOV, DEZ, JAN e FEV
11 (ONDJFM)	OUT, NOV, DEZ, JAN, FEV e MAR
12 (NDJFMA)	NOV, DEZ, JAN, FEV, MAR e ABR

ORG.: autores (2019).

Resultados e discussão

Precipitação

A MRNCP apresenta discrepâncias na precipitação média anual em quase toda a sua extensão (Figura 03). A porção Sul apresenta as maiores alturas, com concentração de chuvas anuais de até 1925 mm. Na outra extremidade da área analisada, a região Norte concentrou as menores precipitações, chegando a 1400 mm. Portanto, ocorre uma ascensão do Sul para o Norte, e também de leste (1525 – 1600mm) a oeste (1675 a 1725 mm).

Essas diferenças no regime pluviométrico anual da mesorregião coincidem com as oscilações do relevo (Figura 02). As maiores concentrações de chuvas estão localizadas em condições de maiores altitudes. A porção central registrou as precipitações medianas, oscilando de 1600 a 1650 mm.

As porções Centro, Leste e Sul possuem as maiores altitudes da mesorregião, variando de 500 a mais 1100m apresentam os

maiores índices de precipitação. Enquanto, as porções Norte e Oeste, com as menores alturas pluviométricas, apresentaram altitudes de 200 a 600m, e menores índices de precipitação acumulada sem ultrapassar os 1600 mm.

Em seu estudo sobre a necessidade hídrica na cultura da batata-doce em diferentes localidades e épocas de plantio Nogueira et al. (2015) concluiu que as necessidades hídricas da cultura variaram de 306 a 864 mm, sendo a mínima e a máxima. Os locais estudados, Pelotas apresentou menor evapotranspiração e Uruguaiana a maior.

Em estudo semelhante, porém voltado ao zoneamento de risco climático para o cultivo do Abacate na Bacia Hidrográfica do Rio Paraná III, Caldana et al. (2019) verificaram alturas pluviométricas variando de 1550 mm a 2125 mm, confirmando em seu trabalho, que as necessidades hídricas médias anuais podem suprir a demanda da batata-doce.

A precipitação pluviométrica acumulada mensal foi separada em semestres móveis para indicar qual a melhor época de cultivo com base no regime pluviométrico exigido pela cultura durante o seu ciclo. A batata-doce possui ciclo relativamente curto, produzindo satisfatoriamente até os 180 dias após o plantio (Roesler et al., 2008; Loebenstein e Ravi et al., 2009; Rós et al., 2013). O passo 01 foi a partir de novembro até abril, finalizando de outubro até março (Figura 04). É possível observar que a estação de Alvorada do Sul, registrou as menores chuvas em todos os semestres, em comparação as outras estações, atingindo período crítico para a

cultura apenas nos semestres de Março a Agosto (491,7 mm), Abril a Setembro (472,6 mm) e de Maio a Outubro (521,3 mm), o regime hídrico acumulado oscilou próximo dos 500mm. Esse fato, configura como alto risco, não recomendando, portanto, o plantio de batata-doce nesses períodos para a região de Alvorada do Sul e toda a porção extremo norte, próximo a calha do Rio Paranapanema, com alturas pluviométricas similares (Figura 03).

Figura 03: Precipitação acumulada média anual da Mesorregião Norte Central do Paraná. Fonte: AGUAS PARANÁ; ANA; IAPAR; INMET; SIMEPAR (2019).

A estação meteorológica localizada em Ivaiporã teve as maiores precipitações acumuladas, principalmente nos meses que compõem as estações de outono e inverno. As estações de Londrina e Maringá tiveram chuvas acumuladas bem próximas. Os comportamentos das precipitações ocorreram de forma simultânea em todas as estações analisadas.

De forma geral, as médias móveis separadas por semestres têm chuvas suficientes para

atender a demanda hídrica da cultura da batata-doce. A maioria dos períodos tem chuvas bem acima do recomendado, principalmente em meses que estão dentro da estação primavera e verão, indicando esse período com melhor aptidão para a cultura. A atenção é voltada apenas a distribuição dessas chuvas durante o ciclo vegetativo da planta. Existem fases em que a demanda hídrica é maior, que podem ser críticas para o rendimento da cultura.

Para o seu pleno desenvolvimento, a cultura exige regime hídrico elevado nas primeiras semanas após o plantio. A implantação da cultura da batata-doce ocorre por meio do uso de material vegetativo (ramas-sementes), geralmente obtido de ramas de lavouras comerciais (Miranda et al., 1989; Silva et al., 1995; Rós e Narita, 2011). Para o pegamento inicial, formação das radículas e a completa adaptação, a presença de água é fundamental, sendo esses um dos períodos mais

críticos para o sucesso da lavoura.

A produção é muito prejudicada quando o solo se encontra em situação de encharcamento ou muito úmidos, pois a aeração deficiente retarda a formação das raízes tuberosas (Miranda et al., 1989; Ravi et al., 2009). O excesso hídrico pode se tornar um fator limitante para a batata-doce, porém requer estudos mais aprofundados quanto ao tipo de solo e a distribuição das chuvas durante a fase fenológica.

Figura 04: Precipitação pluviométrica média por semestres móveis da Mesorregião Norte Central do Paraná. Fonte: AGUAS PARANÁ; ANA; IAPAR; INMET; SIMEPAR (2019).

As estações analisadas apresentaram grande variabilidade pelos semestres móveis (Figura 05), demonstrando assim, a importância de se planejar para a época de semeadura e manejo da cultura trabalhada na região. Em Ivaiporã, por exemplo, no semestre de julho a dezembro houve variação de 1.680mm na variação anual. O maior registro foi em um valor extremo, com 1.970mm e o menor foi de 290mm.

Em Alvorada do Sul, mais uma vez, o risco de ocorrência de semestres secos se mostrou mais presente. Nos semestres móveis de fevereiro a junho, abriu a setembro e maio a outubro o risco ocorrer precipitações inferiores a 400mm se mostrou grande pela análise do box plot. O risco diminui progressivamente, principalmente nos semestres iniciados em setembro e outubro.

Figura 05: Variabilidade da precipitação pluviométrica por semestres móveis da Mesorregião Norte Central do Paraná. Fonte: ANA; IAPAR; INMET; SIMEPAR (2019).

Em Ivaiporã, na porção mais chuvosa da mesorregião, identificou-se que as todas as medianas dos semestres móveis ficaram superiores a 800mm, não apresentando restrições para o cultivo por essa variável meteorológica. Enquanto em Londrina e Maringá, todas ficaram superiores a 500mm, porém com valores não discrepantes inferiores a 300mm em alguns semestres móveis, com exceção dos semestres iniciados em setembro, outubro e novembro.

Temperatura

A temperatura figura como um dos elementos mais importantes e restritivos para a cultura da batata-doce. A Mesorregião apresenta muitas variações da temperatura anual ao longo do seu território. As temperaturas médias mensais foram agrupadas em semestres móveis para estabelecer quais as melhores épocas de cultivo para a Mesorregião Norte Central (Figura 06). Observa-se que, em todos os semestres e estações, as

temperaturas tiveram oscilações simultâneas. O Semestre Móvel 9 (AMJJAS) que compreende os meses de abril a setembro apresentaram o mesmo comportamento em todas as estações analisadas, mostrando-se não apto para a implantação da cultura nas regiões analisadas. As temperaturas ficaram muito abaixo do recomendado, ficando próxima a casa dos 19°C.

Essa condição é vista também nas médias móveis 10 (MJASO), oscilando a temperatura entre 19° e 20°C. Nesses períodos, não é recomendado o cultivo da batata-doce na MRNCP, pois a cultura estará submetida a temperaturas baixas, o que implicará no seu desenvolvimento, retardando a produção e estendendo seu ciclo, comprometendo o calendário e o planejamento das produções. E também são semestres móveis que compreendem meses do inverno, findando nos meses da primavera, onde que, as temperaturas começam a se elevar (Figura 04) a partir do semestre móvel 11 (JJASON) (17° – 21°C), melhorando assim, as faixas de temperatura

para o cultivo da raiz tuberosa na região de estudo.

Observou-se nas estações de Cianorte, Londrina e Ibiporã que os semestres móveis 3 e 4 (ONDJVM e NDJFMA) tiveram as temperaturas médias bem próximas ao recomendado para a cultura. São meses que compreendem as estações da

primavera e do verão, mostrando serem aptas ao cultivo nessas regiões, e as que atingiram o pico máximo das temperaturas. Esse cenário mostra o padrão típico sazonal, com maiores temperaturas mínimas médias no verão e menores no inverno.

Figura 06: Temperatura Média Mensal agrupada em semestres móveis na Mesoregião Norte Central do Paraná. Fonte: IAPAR; SIMEPAR (2019).

Por fim, os demais semestres apresentaram temperaturas abaixo do ideal. Esses períodos podem ser aptos ao cultivo, porém o produtor estará vulnerável aos riscos e impactos negativos pelas temperaturas abaixo do recomendado. Na região que abrange as estações de Cândido de Abreu e Mauá da Serra não se recomenda o cultivo da batata-doce. As temperaturas registradas nas médias móveis dessas estações estão abaixo do recomendado, mesmo nos semestres 3 e 4 (ONDJVM e NDJFMA). Ambos os municípios registraram produção desta cultura (Figura 01), contradizendo a recomendação aqui exposta, e mostrando que mesmo em condições

adversas, por se tratar de uma espécie rustica, o tubérculo sobrevive a tais condições, e se desenvolve em um ciclo mais longo. Os municípios de Cândido Abreu e Mauá da Serra registraram produção, no entanto, pelas temperaturas registradas nas regiões a planta de batata-doce não tenha atingido seu potencial máximo fisiológico e morfológico, consequentemente produzindo abaixo do seu potencial. Contudo, foram regiões que registraram as maiores médias pluviométricas das MRNCP, oscilando de 1700 a 1800 mm (Figura 03).

Outra possibilidade que justifica esse cenário, é que pela rusticidade do cultivo e o baixo emprego de recursos para a produção, à cultura pode

estar concentrada na mão de pequenos produtores, principalmente os de economia familiar. A cultura versa pela sustentabilidade, e tem nas suas premissas o caráter social, da fixação do homem no campo e do emprego de elevada mão-de-obra para as operações, principalmente de plantio e colheita, gerando renda, empregos, alternativas e o desenvolvimento desse segmento.

Cultivada em pequena escala, o agricultor familiar pode adotar técnicas para reduzir os impactos do tempo, como o cultivo irrigado, sem onerar em despesas adicionais, condição pouco vista no cultivo em larga escala. A irrigação é uma técnica de aplicação artificial de água, onde que o recurso hídrico, atua como regulador térmico (Assad et al., 2004) evitando que a temperatura caia bruscamente, principalmente nas horas mais frias do dia. O intuito da irrigação nesse sentido não é de suprir a demanda hídrica da cultura, visto que, toda a mesorregião atende as exigências por água (Figura 02 e 03). Porém, a estratégia do emprego dos sistemas de irrigação é aplicar água conforme a necessidade hídrica da cultura durante seu ciclo, fugindo de períodos secos e críticos, e dando condições para regiões de temperaturas abaixo do recomendável. No entanto, é importante a aplicação da irrigação no período noturno, para que a energia, em forma de calor, não se dissipe para a atmosfera, mantendo as temperaturas mais elevadas.

Maurer et al., (2018) em pesquisa sobre a pretensão de cultivo de batata-doce no Satu Mare, Romênia verificou que o regime térmico oscilou na média de 17,6 °C, compreendendo os meses de Maio e Outubro. Nesse mesmo estudo, concluiu que é possível colher raízes de tamanho comercial sob as condições pedoclimáticas do local. No sudoeste da Romênia, onde figura clima temperado, Maria e Rodica (2015), estudaram o comportamento da batata-doce sob as condições de clima e solo, e concluíram que houve produção satisfatória, dadas as condições locais e a adaptação da cultura, onde pode ser cultivado com sucesso. Nesse estudo, as cultivares do trabalho produziram em todos de 35,6 a 53,3 t há⁻¹.

Analisando as temperaturas médias das máximas agrupadas em semestres móveis da MRNCP, é possível observar que há discrepâncias e variações entre os semestres das estações (Figura 07). O comportamento é semelhante entre os locais analisado. As temperaturas mais elevadas foram vistas nos semestres 3 e 4 (ONDJFM e NDJFMA), sendo então os mais favoráveis ao desenvolvimento e crescimento da cultura. As regiões de Londrina,

Maringá e Cianorte atingiram as maiores temperaturas máximas médias, oscilando próximo dos 30°C. A partir do semestre móvel 4, as médias começam a ser reduzidas, atingindo as menores temperaturas nos semestres 9 e 10 (AMJJAS e MJJASON).

As localidades de Candido de Abreu e Mauá da Serra, apresentaram temperaturas abaixo do recomendável a cultura em alguns semestres. No contexto geral, Mauá da Serra registrou as menores entre todas as regiões, sendo que os semestres móveis de 7 até o 12 operam com as médias abaixo do recomendável, ficando entre 23°C e 21°C. Por sua vez, Candido operou com as máximas médias nos semestres 9 e 10.

As porções regionais de Cianorte, nas análises foi o que apresentou as maiores temperaturas médias. As variações do elemento ficaram próximos dos 30°C e perto dos 26°C, nos semestres 3 (ONDJFMA) e 9 (AMJJASO), respectivamente. Portanto, as temperaturas médias máximas operaram satisfatoriamente para a cultura em boa parte dos períodos analisados, recomendando os cultivos onde as temperaturas foram superiores a 24°C, com cenários melhores de temperaturas próximo dos 30°C.

Mesmo sendo uma cultura rústica de grande aptidão, é importante cultivá-la em situações onde possa produzir satisfatoriamente, ser mais eficiente e rentável. Essa condição particular da batata-doce faz com que ela produza mesmo em condições meteorológicas adversas. Conclui-se então, que a produção em Candido de Abreu e Mauá da Serra poderia ser muito maior em uma condição de temperaturas mais elevadas, como é o caso de Londrina, o maior produtor da MRNCP com uma diferença em torno de 3°C, na média. Mauá da Serra é o segundo maior produtor da área analisada.

As temperaturas baixas paralisam o crescimento da cultura da batata-doce. Analisando o risco de acontecer temperaturas abaixo de 10°C na MRNCP (Figura 08) foi possível observar que a cultura não estará imune, apresentando riscos elevados, principalmente nos meses que compreendem as estações de outono e inverno em todas as estações analisadas. A variabilidade dos riscos é visivelmente notada entre os meses do ano e entre regiões analisada, o que reforça as variações do elemento em toda a extensão da mesorregião. Essa expressividade das variações de ocorrer temperaturas baixas se torna um obstáculo para a fixação e expansão da cultura na MRNCP.

Figura 07: Temperatura Média das Máximas mensais agrupada em semestres móveis na Mesorregião Norte Central do Paraná. Fonte: IAPAR; SIMEPAR (2019).

As regiões que abrangem os municípios de Cândido de Abreu e Mauá da Serra foram os que apresentaram os maiores riscos, chegando a 100% nos meses de junho, julho e agosto em Cândido de Abreu, e julho e setembro em Mauá da Serra. As estações de Bela Vista do Paraíso

e Ibiporã foram as que apresentaram os menores riscos de ocorrer temperaturas baixas, sendo umas das poucas que registraram queda no primeiro decêndio de julho, abaixo de 40% de risco.

Figura 08: Risco de ocorrer temperaturas baixas (<10°C) por decêndio na Mesorregião Norte Central (PR).
Fonte: IAPAR; SIMEPAR (2019).

Geadas

A geada é um evento extremo de temperatura que causa danos irreversíveis às culturas sensíveis. O comportamento do fenômeno para o estabelecimento da cultura da batata-doce não é diferente. Áreas onde há frequência de temperaturas baixas se tornam inaptas. A geada pode até eliminar culturas de uma dada região e impedir a adaptação de outras, dependendo de sua frequência, intensidade e como as culturas se comportam ou superam o evento (Astolpho et al.,

2004; Wrege et al., 2005; Caramori et al., 2008; Erpen et al., 2013a). Assim, temperaturas muito baixas retardam o desenvolvimento da batata-doce, trazendo prejuízos fisiológicos e morfológicos em grande escala, reduzindo a capacidade de produção deste tubérculo (Erpen et al., 2013a). Dessa forma, recomenda-se o seu plantio em períodos livres de temperaturas baixas ou de ocorrências de geada.

O risco de ocorrer geada na MRNCP varia regionalmente (Figura 09). As regiões sul e uma parte da leste registraram os maiores riscos e

chances do fenômeno acontecer. Nessas vertentes, as chances de ocorrer o fenômeno em torno de 15 a 25% por ano. Portanto são inaptas à expansão do cultivo nessas regiões.

As regiões e áreas que apresentaram riscos entre 5% e 20% se mostram com aptidão para o cultivo. Tal condição é visto nas regiões norte, oeste e uma fração da região leste. São áreas onde a frequência de geadas é baixa, minimizando o impacto para as lavouras de batata-doce.

É uma cultura que se beneficia pelo baixo risco de ocorrer geadas na Mesorregião Norte.

Independentemente da fase fenológica e da época de cultivo, a batata-doce deve ser cultivada em períodos que não ocorrem geadas. Esse fenômeno pode comprometer o estabelecimento inicial da cultura numa determinada área e no seu pleno desenvolvimento. A cultura é muito sensível a geadas, sendo o seu cultivo nos meses do outono e inverno inviável devido às baixas temperaturas e pelo risco de geadas (Caramori et al., 2001; Miranda et al., 1989; Silva et al., 1995; Grodzki et al., 1996; Brune et al., 2005; Roesler et al., 2008).

Figura 09: Risco de geada na Mesorregião Norte Central do Paraná. Fonte: IAPAR, SIMEPAR (2019).

Aptidão climática e as épocas de cultivo

A partir dessas análises, é possível verificar que os riscos para o cultivo da batata-doce na mesorregião começam a reduzir no mês de setembro, recomendando o cultivo a partir do mês de outubro, onde os riscos já são bem menores. No mês de março, caracterizado pelo final do verão e início do outono, os riscos começam a ser constatados nas regiões de Apucarana, Cândido de Abreu, Cianorte e Mauá da Serra, e em abril nas

localidades de Bela Vista do Paraíso, Ibiporã, Londrina e Maringá.

É importante frisar, que a cultura da batata-doce é altamente resistente e de uma adaptação não vista em outras culturas. Mesmo em regiões onde a frequência de geadas é maior, que é o caso da região sul e leste da MRNCP, a cultura persistiu e atingiu produções, desde que plantada na época correta (Figura 01). É possível que dadas às mesmas condições, outras culturas talvez não tivessem o mesmo comportamento. Mesmo nas

adversidades, é possível verificar sua persistência em ambientes inapropriados ao seu cultivo, sendo, portanto, uma cultura resiliente.

A Mesorregião Norte Central possui vasta aptidão para o cultivo da batata-doce (Figura 09). A região Norte e uma faixa do Oeste têm as condições mais favoráveis para a produção de batata-doce, com recomendação de cultivo a partir do mês de setembro, devido à baixa frequência de

temperaturas frias já a partir deste mês. Grande parte da porção central da MRNCP tem aptidão para o cultivo a partir do mês de outubro. E notório que a aptidão percorre de norte para sul, o que denota a condição de transição climática da mesorregião. Enquanto a porção norte é apta ao cultivo, sem restrição, a outra extremidade sul é inapta ou indicada com restrições.

Figura 10: Aptidão climática e épocas de cultivo da batata-doce na Mesorregião Norte Central Paranaense.

De forma geral, a cultura responderá satisfatoriamente nas condições climáticas dos meses da primavera e do verão, onde tem-se melhor distribuição das chuvas e temperaturas mais elevadas, risco menores de geadas e temperaturas baixas. As chuvas se mostraram suficiente para a cultura em toda a extensão, sendo um dos elementos que mais favoreceu a sua aptidão.

As regiões que apresentam restrição ao cultivo têm como fator limitante as temperaturas abaixo do recomendável. Essa condição térmica retarda o crescimento da cultura e alonga seu ciclo, inviabilizando o estabelecimento da cultura nessas regiões, mas não se torna inapta, pela rusticidade e resistência que a cultura possui a essas

adversidades. Por conta dessas características, poucas áreas se tornaram inaptas, observados numa pequena parte das áreas do sul e leste. Devidos aos riscos de temperaturas baixas e geadas, as chances de ocasionar danos e prejuízos é elevado, podendo em casos, dizimar as plantações.

Considerações finais

As condições climáticas da MRNCP mostraram-se aptas ao cultivo da batata-doce apenas nos meses da primavera e do verão, com aptidão concentrada ao Norte, onde figura uma condição mais tropical. A rusticidade da cultura não garante

sucesso de produção nos meses mais frios, deixando-a susceptível aos riscos e incertezas.

O comportamento das condições meteorológicas e as suas oscilações podem não dar aptidão de um determinado cultivo para uma área ou região, no entanto, cabe ao produtor as tomadas de decisões para adotar ou não o sistema de cultivo, e também as técnicas e estratégias para minimizar os riscos. As análises desse trabalho visam o entendimento da relação planta-ambiente e ser um instrumento para tomada de decisões e planejamento, principalmente aos agricultores familiares, visando à sustentabilidade do cultivo da batata-doce na MRNCP, porém ele, de forma isolada, não garante o sucesso das lavouras.

Finalmente, a resiliência da cultura aos eventos extremos e a variabilidade do clima a qualificam como uma alternativa aos agricultores para enfrentar e superar os cenários de mudanças e incertezas do clima.

Referências

- Aladesanwa, R. D., Adigun, A. W., 2008. Evaluation of sweet potato (*Ipomoea batatas*) live mulch at different spacings for weed suppression and yield response of maize (*Zea mays* L.) in southwestern Nigeria. *Crop Protection*, 27, 968-975.
- Assad, E. D., Pinto, H. S., Junior, J. Z., & Ávila, A. M. H., 2004. Impacto das mudanças climáticas no zoneamento agroclimático do café no Brasil. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 39, 1057-1064.
- Astolpho, F., Camargo, M., Bardin, L., 2004. Probabilidades mensais e anuais de ocorrência de temperaturas mínimas do ar adversas à agricultura na região de Campinas (SP), de 1891 a 2000. *Bragantia*, 63, 141-147.
- Brune, S., da Silva, J. B. C., & de Freitas, R. A., 2005. Novas técnicas de multiplicação de ramas de batata-doce. Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E).
- Bhering, S. B., Santos, H. D., Manzatto, C. V., Bognola, I., Carvalho, A. P., Potter, O., ... & Carvalho Junior, W., 2007. Mapa de Solos do Estado do Paraná. Embrapa Solos-Documents (INFOTECA-E).
- 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*, 9, 263.
- 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*, 30(4), 1040-1044.
- Caramori, P. H., Caviglione, J. H., Wrege, M. S., Gonçalves, S. L., Faria, R. D., Androcio Filho, A., ... & Kogushi, M. S., 2001. Zoneamento de riscos climáticos para a cultura de café (*Coffea arabica* L.) no Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, 9(03), 486-494.
- Chen, S. P., Wang, S. Y., Huang, M. Y., Lin, K. H., Hua, S. M., Lu, H. H., ... & Yang, C. M., 2018. Physiological and molecular analyses of chlorophyllase in sweet potatoes with different-colored leaves. *South African Journal of Botany*, 114, 272-279.
- Cunha, G. A. P. D., 2005. Applied aspects of pineapple flowering. *Bragantia*, 64, 499-516.
- Erpen, L., Streck, N. A., Uhlmann, L. O., Langner, J. A., Winck, J. E., & Gabriel, L. F., 2013a. Estimativa das temperaturas cardinais e modelagem do desenvolvimento vegetativo em batata-doce. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, 17(11), 1230-1238.
- Erpen, L., Streck, N. A., Uhlmann, L. O., de Freitas, C. P. D. O., & Andriolo, J. L. 2013b. Tuberização e produtividade de batata-doce em função de datas de plantio em clima subtropical. *Bragantia*, 72(4), 396-402.
- Fao, Food And Agriculture Organization, 2010: FaoStats. Disponível em: <<http://faostat3.fao.org>> Acesso 18 de maio 2019.
- Gichuki, S. T., Berenyi, M., Zhang, D., Hermann, M., Schmidt, J., Glössl, J., & Burg, K. 2003. Genetic diversity in sweetpotato [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] in relationship to geographic sources as assessed with RAPD markers. *Genetic resources and crop evolution*, 50, 429-437.
- Grodzki, L., Caramori, P. H., Bootsma, A., Oliveira, D. D., & Gomes, J., 1996. Riscos de ocorrência de geada no Estado do Paraná. *Revista Brasileira de Agrometeorologia*, Santa Maria, 4, 93-99.
- Guo, K., Liu, T., Xu, A., Zhang, L., Bian, X., & Wei, C., 2019. Structural and functional properties of starches from root tubers of white, yellow, and purple sweet potatoes. *Food hydrocolloids*, 89, 829-836.
- Ibge, Instituto Brasileiro de Geografia E Estatística. Pesquisa Agropecuária, 2019. Disponível em: <<https://sidra.ibge.gov.br/Tabela/1613>>. Acesso em 19 de Março de 2019.
- Ipardes, Instituto Paranaense de Desenvolvimento Econômico e Social, 2019. Produção de Batata-doce. Disponível em: <<http://www.ipardes.gov.br/imp/index.php>>

- Acesso Maio de 2019.
- Itcg, Instituto das Terras, Cartografia e Geologia do Paraná. Potencialidade e Fragilidades das Rochas do Estado do Paraná, 2019. Disponível em: < <http://www.itcg.pr.gov.br/> > Acesso Junho de 2019.
- Lem, S., Onghena, P., Verschaffel, L., & Van Dooren, W., 2013. The heuristic interpretation of box plots. *Learning and Instruction*, 26, 22-35.
- Loebenstein, G., & Thottappilly, G. (Eds.), 2009. *The sweetpotato*. Springer Science & Business Media.
- Maria, D., & Rodica, S., 2015. Researches on the sweet potato (*Ipomea batatas* L.) behaviour under the soil and climatic conditions of the South-West of Romania. *Journal of Horticulture, Forestry and Biotechnology*, 19, 79-84.
- Martins, J. A., Brand, V. S., Capucim, M. N., Felix, R. R., Martins, L. D., Freitas, E. D., ... & Cecil, D. J., 2017. Climatology of destructive hailstorms in Brazil. *Atmospheric Research*, 184, 126-138.
- Maurer, R., Ghețe, A., Morar, G., Oroian, C., Duda, M., Vârban, D., & Muntean, S., 2018. Research concerning the pretability for cultivation of sweet potato (*Ipomoea batatas*) in the Satu Mare County, Romania. *Advances in Agriculture & Botany*, 10, 122-128.
- Mezher, R. N., Doyle, M., & Barros, V., 2012. Climatology of hail in Argentina. *Atmospheric research*, 114, 70-82.
- Miranda, J. E. C., França, F. H., Carrijo, O. A., Souza, A. F., Pereira, W., & Lopes, C. A., 1989. *Batata-doce (Ipomoea batatas (L.) Lam.)*. Embrapa Hortaliças-Circular Técnica (INFOTECA-E).
- Morais, H., & Carbonieri, J., 2015. Horas e unidades de frio em pomares de maçã com diferentes microclimas. *Rev. Bras. Frutic.*, 37, 001-012.
- Mulabisana, M. J., Cloete, M., Laurie, S. M., Mphela, W., Maserumule, M. M., Nhlapo, T. F., ... & Rey, M. E. C. (2019). Yield evaluation of multiple and co-infections of begomoviruses and potyviruses on sweet potato varieties under field conditions and confirmation of multiple infection by NGS. *Crop Protection*, 119, 102-112.
- Müller, N. L., 2017. Contribuição ao estudo do Norte do Paraná. *Boletim Paulista de Geografia*, 55-97.
- Nitsche, P. R., Caramori, P. H., Ricce, W. D. S., & Pinto, L. F. D., 2019. *Atlas Climático do Estado do Paraná*. Londrina, PR: IAPAR.
- Niu, S., Li, X. Q., Tang, R., Zhang, G., Li, X., Cui, B., ... & Haroon, M., 2019. Starch granule sizes and degradation in sweet potatoes during storage. *Postharvest Biology and Technology*, 150, 137-147.
- Nogueira, C. U., Padrón, R. A. R., de Moraes Nogueira, H. M. C., Cerquera, R. R., & Kopp, L. M., 2015. Necessidades hídrica na cultura da batata-doce em diferentes localidades e épocas de plantio. *Acta Iguazu*, 4, 66-77
- Pan, X. Y., Li, J. Y., Deng, K. Y., Xu, R. K., & Shen, R. F., 2019. Four-year effects of soil acidity amelioration on the yields of canola seeds and sweet potato and N fertilizer efficiency in an ultisol. *Field Crops Research*, 237, 1-11.
- Pinto, N. A., Azevedo, A. M., Andrade Júnior, V. C. D., Pereira, R. C., Andrade, P. C. D. R., Neiva, I. P., ... & Viana, D. J. S., 2012. Características produtivas e qualitativas de ramas e raízes de batata-doce. *Horticultura Brasileira*.
- Ravi, V., Naskar, S. K., Makesh Kumar, T., Babu, B., & Krishnan, B. P., 2009. Molecular physiology of storage root formation and development in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.). *J Root Crops*, 35, 1-27.
- Raymundo, R., Asseng, S., Cammarano, D., & Quiroz, R. 2014. Potato, sweet potato, and yam models for climate change: A review. *Field Crops Research*, 166, 173-185.
- 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, 2337-2345.
- Roesler, P. V. S. O., Gomes, S. D., Moro, E., Barbosa Kummer, A. C., & Cereda, M. P., 2008. Produção e qualidade de raiz tuberosa de cultivares de batata-doce no oeste do Paraná. *Acta Scientiarum: Agronomy*, 117-122.
- Rós, A. B., & Narita, N., 2011. Produção de mudas de batata-doce a partir de poucas plantas matrizes. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias*, 6, 85-89.
- Rós, A. B., Tavares Filho, J., & de Cesare Barbosa, G. M. 2013. Produtividade da cultura da batata-doce em diferentes sistemas de preparo do solo. *Bragantia*, 72, 140-145.
- Schneider, H., & da Silva, C. A., 2014. O uso do modelo box plot na identificação de anos-padrão secos, chuvosos e habituais na microrregião de Dourados, Mato Grosso do Sul. *Revista do Departamento de Geografia*, 27, 131-146.
- Silva, J. B. C., Lopes, C. A., de Miranda, J. E. C., Franca, F. H., Carrijo, O. A., Souza, A. F., & PEREIRA, W., 1995. *Cultivo da batata-doce (Ipomoea batatas (L.) Lam.)*. EMBRAPA-CNPH. Instruções técnicas da Embrapa

Hortalicas.

- Silva, J. O. V., Almeida, M. F., da Conceição Alvim-Ferraz, M., & Dias, J. M. 2018. Integrated production of biodiesel and bioethanol from sweet potato. *Renewable Energy*, 124, 114-120.
- Srisuwan, S., Sihachakr, D., & Siljak-Yakovlev, S., 2006. The origin and evolution of sweet potato (*Ipomoea batatas* Lam.) and its wild relatives through the cytogenetic approaches. *Plant Science*, 171, 424-433.
- Wang, S., Nie, S., & Zhu, F. 2016. Chemical constituents and health effects of sweet potato. *Food Research International*, 89, 90-116.
- Widodo, Y., Wahyuningsih, S., & Ueda, A. 2015. Sweet potato production for bio-ethanol and food related industry in Indonesia: Challenges for Sustainability. *Procedia Chemistry*, 14, 493-500.
- Wrege, M. S., Caramori, P. H., Gonçalves, A. C. A., Bertonha, A., Ferreira, R. C., Caviglione, J. H., ... & Gonçalves, S. L., 2005. Regiões potenciais para cultivo da cana-de-açúcar no Paraná, com base na análise do risco de geadas. *Revista brasileira de agrometeorologia*, 13, 113-122.