

**UniAGES
Centro Universitário
Bacharelado em Engenharia Agrônômica**

ANA PRISCILA SANTANA RABELO

**PLANTIO DO MILHO NO MUNICÍPIO DE PARIPIRANGA (BA):
estratégias para minimizar os impactos
da irregularidade pluviométrica**

**Paripiranga
2021**

ANA PRISCILA SANTANA RABELO

**PLANTIO DO MILHO NO MUNICÍPIO DE PARIPIRANGA (BA):
estratégias para minimizar os impactos
da irregularidade pluviométrica**

Monografia apresentada no curso de graduação do Centro Universitário AGES, como um dos pré-requisitos para a obtenção do título de bacharel em Engenharia Agrônômica.

Orientador: Prof. Esp. Dalmo de Moura Costa

Paripiranga
2021

ANA PRISCILA SANTANA RABELO

**PLANTIO DO MILHO NO MUNICÍPIO DE PARIPIRANGA (BA):
estratégias para minimizar os impactos
da irregularidade pluviométrica**

Monografia apresentada como exigência parcial
para obtenção do título de bacharel em Engenharia
Agrônômica à Comissão Julgadora designada pela
Coordenação de Trabalhos de Conclusão de Curso
do UniAGES.

Paripiranga, 8 de dezembro de 2021.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Esp. Dalmo de Moura Costa
UniAGES

Prof. Me. Fabio Luiz Oliveira de Carvalho
UniAGES

Prof. Me. Wilson Déda Gonçalves Júnior
UniAGES

	Rabelo, Ana Priscila Santana, 1998
	PLANTIO DO MILHO NO MUNICÍPIO DE PARIPIRANGA (BA): estratégias para minimizar os impactos da irregularidade pluviométrica/ Ana Priscila Santana Rabelo. - Paripiranga, 2021.
	69 f.: il.
	Orientador: Prof. Esp. Dalmo de Moura Costa
	Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Agrônoma) – UniAGES, Paripiranga, 2021.
	1. Retenção de água no solo. 2. Milho. 3. Sistema de plantio direto. I. Título. II. UniAGES

Ao meu irmão, João Pedro (*in memoriam*), por ter me ensinado tanto sobre o amor e a fé.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, a Deus, por Sua infinita bondade e por tornar possível a realização dessa conquista.

Muitas vezes, o trajeto para alcançarmos os nossos sonhos exige esforços, no entanto, durante essa jornada, há a possibilidade de encontrarmos pessoas que tornam o caminho mais leve, a ponto de nos ensinar a amar e valorizar o processo e não somente o resultado. Agradeço a todas as pessoas que compõem essa caminhada.

Aos meus pais, Silvana e Admilson, por serem o meu maior exemplo de força e dedicação, por me ensinarem o valor da humildade e do conhecimento e por junto a mim acreditarem nesse sonho.

À minha família, pelo apoio e carinho, em especial, aos meus tios, Isaque e Ediana, por não medirem esforços para dialogar comigo sobre os estudos, aos meus primos: Denilson, Vitória, Breno, Waléria, Raul, e aos meus sogros, Carmelita e Givaldo, pelos momentos de descontração e por demonstrarem disponibilidade sempre que precisei.

Ao meu namorado, Lucas, pelo companheirismo, agradeço imensamente por todas as vezes que procurou formas para mostrar o quanto eu era capaz quando julguei as situações como quase impossíveis.

À minha grande amiga, Celine, que esteve comigo desde o início, segurou a minha mão nos momentos de medo e insegurança.

A Ana Carla, minha professora do Fundamental II, pela gentileza ao receber e responder aos meus questionamentos.

A todos os meus colegas de turma, em especial, a Gabriel Henrique, Luiz Henrique, Joelington Luan, Rosana e Joice, pelo conhecimento compartilhado e pelos momentos de dificuldades que superamos juntos.

Ao meu professor e orientador, Dalmo, pela paciência e compreensão em sanar as minhas dúvidas durante a construção desta monografia.

Aos demais professores da graduação, Lucimário, Núria Mariana, Carlos Allan e Rafael Pombo, que se dispuseram sempre a ajudar nos desafios acadêmicos, os

ensinamentos de vocês foram essenciais para o meu desenvolvimento não somente como profissional, mas, também, quanto pessoa e ser humano.

À minha vó Valda, e a todos que rezaram e torceram por mim! Nós conseguimos!

Pouco conhecimento faz com que as pessoas se sintam orgulhosas. Muito conhecimento, que se sintam humildes. É assim que as espigas sem grãos erguem desdenhosamente a cabeça para o céu, enquanto que as cheias as baixam para a terra, sua mãe.

Leonardo da Vinci

RESUMO

A pluviosidade é um dos elementos climáticos que exerce influência no desenvolvimento das culturas agrícolas, principalmente, nos cultivos em sequeiro. O milho (*Zea mays*), por possuir uma alta eficiência no uso da temperatura e da água, em razão do seu tipo de metabolismo C4, é uma planta que pode ser cultivada em locais mais quentes desde que sua necessidade hídrica seja mantida. No município de Paripiranga (BA), a espécie se destaca pela área plantada durante o período de safra na região, no entanto, a irregularidade pluviométrica existente em alguns anos afeta a produtividade dos grãos. Diante disso, o trabalho tem como objetivo geral discutir sobre a influência do clima no cultivo do milho na cidade de Paripiranga (BA), de modo a analisar e propor estratégias para minimizar as perdas na produção causadas pelo estresse hídrico, o qual está associado à irregularidade pluviométrica, e como objetivos específicos: com base na precipitação pluviométrica da cidade de Paripiranga, observar o período de semeadura que mais se adéqua para a localidade, verificar a implantação do Sistema de Plantio Direto (SPD) e o manejo adequado do solo no que se refere à capacidade de retenção de água, determinar as características do solo da cidade com base no Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), entender a fenologia da espécie *Zea mays*, expondo o seu comportamento ao estresse hídrico e propondo a descrição de genótipos que possuam aptidão baseada nas características do ambiente. Logo, a referida pesquisa trata de uma revisão integrativa e, para a sua construção, foram utilizados os seguintes descritores: “clima”, “déficit hídrico”, “retenção de água no solo”, “cultura do milho” e “Sistema de Plantio Direto”. Foram consultadas as bases de dados: *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), EBSCO host, Google Acadêmico, Minha Biblioteca, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Portal da Legislação e a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Foram priorizados estudos publicados entre os anos de 2011 e 2021, com exceção de 14 materiais retirados da Embrapa, leis e obras clássicas, anteriores ao ano de 2010. Diante disso, a safra na cidade de Paripiranga se encontra na terceira safra brasileira e, com base no Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC), o milho possui potencial agrícola para a região, no entanto, a adoção de estratégias que possam mitigar os efeitos do déficit hídrico é fundamental na diminuição de perdas na produção causada por esse fator, visto que essas práticas estão voltadas para o planejamento da safra e a adoção de medidas conservacionistas que permitirão o desenvolvimento de uma agricultura mais sustentável.

PALAVRAS-CHAVE: Clima. Chuva. Nordeste. Milho. Plantio direto. Seabra.

ABSTRACT

Rainfall is one of the climatic elements that influence the development of agricultural crops, especially in rainfed crops. Corn (*Zea mays*), due to its high efficiency in the use of temperature and water, because of its type of C4 metabolism, is a plant that can be grown in warmer places as long as its water requirement is maintained. In the municipality of Paripiranga (BA), the species is stood out for the area planted during the harvest period in the region, however, the irregular rainfall that exists in some years affects grain production. Therefore, the work has as general objective to discuss the influence of climate on corn cultivation in the city of Paripiranga (BA), in order to analyze and propose strategies to minimize production losses caused by water stress, which is associated with pluviometric irregularity, and as specific objectives: based on the pluviometric precipitation of the city of Paripiranga, to note the sowing period that is most suitable for the locality, to verify the implementation of the Direct Planting System (DPS) and the adequate management of the soil with regard to the retention capacity of water, to determine the soil characteristics of the city based on the Brazilian System of Soil Classification (SiBCS), to understand the phenology of the *Zea mays* species, exposing its behavior to water stress and proposing the description of genotypes that have aptitude based on the characteristics of the environment. Therefore, this research is an integrative review and, for its construction, the following descriptors were used: 'climate', 'water deficit', 'water retention in the soil', 'maize crop' and 'Direct Planting System'. The following databases were consulted: Scientific Electronic Library Online (SciELO), EBSCO host, Academic Google, Minha Biblioteca, Brazilian Agricultural Research Corporation (Embrapa), Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE), Legislation Portal and the National Company of Supply (CONAB). Studies published between 2011 and 2021 were prioritized, with the exception of 14 materials taken from Embrapa, laws and classic works, prior to 2010. Therefore, the crop in the city of Paripiranga is in the third Brazilian crop and, based on the Agricultural Zoning of Climatic Risk (ZARC), corn has agricultural potential for the region, however, the adoption of strategies that can mythologize the effects of the water deficit is fundamental in reducing production losses caused by this factor, since these practices they are aimed at planning the harvest and adopting conservation measures that will allow the development of a more sustainable agriculture.

KEYWORDS: Climate. Rain. Northeast. Corn. Direct planting. Sealba.

LISTAS

LISTA DE FIGURAS

1: Mapa da região do Sealba, ênfase para os municípios da Bahia.....	18
2: Mapa de classificação de solos da cidade de Paripiranga (BA).....	22
3: Representação do processo de formação de agregados no solo.....	38

LISTA DE TABELAS

1: Esquematização do processo de aquisição do corpus.....	42
2: Análise para amostragem dos 14 estudos selecionados para os resultados e as discussões.....	43

LISTA DE SIGLAS

CONAB	Companhia Nacional de Abastecimento
EMBRAPA	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
ERO	Espécie reativa de oxigênio
IBGE	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
MAPA	Ministério de Agricultura Pecuária e Abastecimento
MATOBIPA	Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia
MOP	Matéria orgânica particulada
PGPAF	Programa de Garantia de Preços para a Agricultura Familiar
PGPM	Programa de Garantia de Preços Mínimos
PROAGRO	Programa de Garantia da Atividade Agropecuária
PRONAF	Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar
PSR	Prêmio do Seguro Rural
SEALBA	Alagoas, Sergipe e Bahia
SiBCS	Sistema Brasileiro de Classificação de Solos
SPD	Sistema de Plantio Direto
ZARC	Zoneamento Agrícola de Risco Climático

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	13
2 DESENVOLVIMENTO	17
2.1 Referencial Teórico.....	17
2.1.1 Caracterização da região de estudo sob a ótica da influência climática na produção e preço do grão de milho.....	17
2.1.2 Classificação de solos da cidade de Paripiranga e o comportamento da água no solo.....	20
2.1.3 Zoneamento agrícola de risco climático e calendário agrícola na perspectiva de planejamento para a produção.....	26
2.1.4 Interferência dos fatores climáticos no desenvolvimento fenológico do milho.....	28
2.1.5 Melhoramento genético frente ao uso de cultivares.....	33
2.1.6 A Adoção do Sistema de Plantio Direto como estratégia de melhorar a disponibilidade de água para as plantas no solo.....	36
3 METODOLOGIA	41
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	43
5 CONSIDERAÇÕES FINAIS	60
REFERÊNCIAS	63

1 INTRODUÇÃO

A cidade de Paripiranga está localizada na região Nordeste, no estado da Bahia, e, segundo dados coletados pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011), o município possui uma população de 27.778 habitantes, com 9.533 pessoas residentes na zona urbana e 18.245 na zona rural.

O meio agrícola se destaca pela produção de milho, tendo 3.497 estabelecimentos agrícolas e produzindo 41.934 toneladas de grão. Em relação a esses números, é observado que o milho é a cultura temporária de maior relevância no município, além disso, ao se tratar das outras cidades no estado da Bahia, Paripiranga ocupa o segundo lugar no ranking em área plantada e colhida do grão, ficando atrás apenas da cidade de São Desidério (IBGE, 2017).

Por ser uma cultura temporária, grande parte dos produtores aproveitam a estação chuvosa para realizar o plantio, no entanto, as variações climáticas existentes na região Nordeste podem provocar diversas alterações na produção em sequeiro, visto que a irregularidade pluviométrica e o período de seca são adversidades comuns nesta região, principalmente, nas áreas semiáridas, pois esses eventos podem acarretar em queda no rendimento da produção, resultando em impactos sociais e econômicos (SILVA *et al.*, 2011).

Segundo o Manual de Segurança e Qualidade para a Cultura do Milho (2004), a espécie exige, no mínimo, de 350 a 500 mm de água para que haja produção, mas, para que a máxima produtividade seja atingida, o consumo durante o ciclo deve ser de 800 mm. Outro aspecto importante em relação ao clima é a definição da época de plantio, o manual indica que, em sequeiro, seja realizada de modo que o período de maior pluviosidade ocorra durante o florescimento e enchimento de grãos, já a colheita é importante que aconteça na ausência de chuvas.

De acordo com Bergamaschi e Matzenauer (2014), a exigência hídrica pode variar conforme a fase do ciclo da cultura, assim sendo, estiagens curtas afetam a produção, principalmente, durante o período crítico, ou seja, no florescimento e enchimento de grãos. Sendo demonstrado na fase vegetativa o enrolamento das folhas e fechamento dos estômatos e, posteriormente, durante o florescimento, pode afetar o processo de polinização, o que originará espigas com grãos escassos.

O milho (*Zea mays*) é uma espécie que possui o metabolismo fotossintético do tipo C4. Isso confere à planta grande eficiência no uso da radiação solar, pois, a fixação do carbono nesta é dividida de forma espacial, de modo a acontecer no mesofilo e na bainha vascular. No mesofilo, o processo é iniciado pela PEPcase, em que ocorre a carboxilação do fosfoenolpiruvato, o qual originará compostos com quatro carbonos, como: o ácido oxaloacético e o malato ou o aspartato, em seguida, na bainha vascular, acontecerá a descarboxilação do malato ou o aspartato, a partir disso o CO² necessário será fornecido para a realização do ciclo de Calvin e não ocorrerá a fotorrespiração (VIEIRA *et al.*, 2010).

Através dessa rota, é possível a redução do CO² existente na atmosfera mesmo em condições de estresse hídrico e elevadas temperaturas, no entanto, apesar das plantas de metabolismo C4 possuírem um melhor aproveitamento do CO² na fotossíntese em relação às C3, o déficit hídrico associado a elevadas temperaturas pode causar impactos no desenvolvimento das espécies, considerando que ocorrerão alterações fisiológicas, como perda da turgescência e morte celular (VIEIRA *et al.*, 2010).

Dessa maneira, níveis extremos de estresse hídrico causados pela falta de água durante o ciclo acarretam em danos irreparáveis, mas a ocorrência de pequenas estiagens pode ser remediada com a adoção de sistemas que retenham o ponto de murchamento, pois, neste, o solo se encontra em uma condição que a planta não consegue absorver água, porque suas partículas estão retidas por uma força chamada adsorção, na qual as plantas murcham e não conseguem recuperar a turgidez, desde que ocorra o aporte hídrico novamente (BERNARDO; SOARES; MANTOVANI, 2006).

É evidente que onde o cultivo é realizado em sequeiro, o desenvolvimento da cultura está associado à observação de três fatores que interagem entre si, são eles: solo, planta e clima. Desse modo, a oferta de água para a planta está ligada às características estruturais, físicas e orgânicas do solo, as quais são determinadas pela classificação dos solos que, apesar de serem baseadas na sua origem ou formação, sofrem influência do manejo, a exemplo: os níveis de compactação e matéria orgânica, os quais interferem na infiltração de água no solo e absorção pelas plantas (COELHO *et al.*, 2013).

Dessa maneira, no âmbito agrícola, um bom planejamento deve levar em consideração os aspectos climatológicos na determinação do sistema de manejo ou forma de cultivo, pois, assim, os riscos ou a aptidão da cultura poderão ser

mensurados, nesse sentido, Castro e Santos (2021) relatam a importância de estudos climatológicos como ferramenta para o planejamento agrícola, de modo a ressaltar a presença de eventos climáticos extremos e como eles podem interferir nos aspectos agronômicos das culturas implantadas em uma dada região com base na caracterização climática. Os autores ainda relatam o uso de cobertura e a conservação da palhada como alternativas para diminuir os efeitos dos riscos climáticos.

Pode-se destacar a importância da adoção de um calendário agrícola para os produtores, pois permite a decisão da época de plantio mais adequada de acordo com o período de chuvas. Conforme Decreto nº. 9.841, de 18 de junho de 2019, o Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC) é um método desenvolvido pela Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa) e aplicado pelo Ministério da Agricultura (MAPA), o qual busca identificar para cada região do país o menor risco agroclimático para a produção agropecuária, através da apresentação de cultivares e sistemas de maior adaptação (BRASIL, 2019).

Cabe mencionar que, além do registro de indicação da cultivar para a região em relação ao risco climático, é importante observar o seu ciclo, o qual é determinado pelo número de dias da semeadura ao pendoamento, que pode ser: superprecoce, precoce e normal, e essa escolha deve ser realizada com base no clima ou na época de plantio. É certo que cultivares normais ou precoces são mais produtivas que as superprecoces, mas, se a janela de chuvas na região for curta ou o plantio aconteça de maneira tardia, há a possibilidade de obter um maior rendimento com a superprecoce (PEREIRA *et al.*, 2010).

O SPD é a junção de preceitos existentes da agricultura conservacionista, como: mobilização do solo apenas na linha de plantio, manutenção da cobertura do solo, redução do intervalo de tempo entre colheita e semeadura, aporte de matéria orgânica, ampliação da biodiversidade, utilização de insumos de forma precisa e manejo integrado de pragas, entre diversas outras estratégias que visam a conservação do agroecossistema. Nesse contexto, além dos benefícios para o ambiente, esse sistema oferece a cultura, o aumento da umidade e a retenção de água no solo (DENARDIN *et al.*, 2012).

Diante do exposto, quais estratégias poderiam contribuir no plantio do milho para minimizar os impactos causados pela irregularidade pluviométrica no município de Paripiranga? Desse modo, a presente pesquisa tem como objetivo geral discutir

sobre a influência do clima no cultivo do milho na cidade de Paripiranga (BA), de modo a analisar e propor estratégias para minimizar as perdas na produção causadas pelo estresse hídrico, o qual está associado à irregularidade pluviométrica e pode prejudicar as culturas agrícolas pelo excesso ou pela falta de água, e como objetivos específicos: com base na precipitação pluviométrica da região, observar o período de semeadura que mais se adéqua para a localidade, uma vez que o clima é uma variável limitante para o desenvolvimento de cultivos agrícolas em sequeiro, assim como verificar a implantação do SPD e o manejo adequado do solo no que se refere à capacidade de retenção de água, bem como determinar as características do solo da cidade de acordo com o SiBCS, tal qual entender a fenologia da espécie *Zea mays*, expondo o seu comportamento ao estresse hídrico e propondo a descrição de genótipos que possuam aptidão baseada nas características do ambiente.

Portanto, o respectivo estudo trata de uma revisão integrativa da literatura, sendo de grande relevância para o meio científico, acadêmico e social, tendo em vista a carência de pesquisas na literatura relacionadas ao município de Paripiranga que englobam os aspectos agrometeorológicos, de modo específico para a região. No que se refere ao cunho social, esta pesquisa é de extrema pertinência para os agricultores da região, pois, aborda informações tanto sobre o milho, que é a espécie mais cultivada, quanto sobre o clima, que é um fator determinante para a produtividade, ambos estão relacionados à agricultura, a qual possui grande representatividade cultural e econômica no município.

2 DESENVOLVIMENTO

2.1 Referencial Teórico

2.1.1 Caracterização da região de estudo sob a ótica da influência climática na produção e preço do grão de milho

Os aspectos climáticos na região Nordeste, bem como os índices de chuvas podem estar relacionados a fatores permanentes, como a continentalidade que influencia na variação e aumento da temperatura no interior do continente, e fatores variáveis, como a circulação de massas de ar, os quais determinam a amplitude térmica, ou seja, a diferença entre a temperatura mínima e máxima do local (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

Outros pontos que interferem no clima são as anomalias climatológicas: o El Niño e La Niña, conforme Mendonça e Danni-Oliveira (2007), esses fenômenos são responsáveis por provocar alterações na temperatura da superfície do Oceano Pacífico. Tendo em vista que comumente na costa da Austrália e Indonésia as águas do oceano pacífico são mais quentes comparadas à costa do Equador, Peru e Chile. Nesse sentido, na Austrália, onde há águas mais frias, são formados os centros de baixa pressão, enquanto que na América do Sul são originados os de alta pressão. No pacífico sul os ventos possuem direção leste-oeste, assim como a água do oceano, facilitando o aparecimento das águas mais profundas na América do Sul.

Desse modo, na costa da Austrália ocorrem as chamadas células latitudinais de circulação atmosférica, as quais provocam chuvas, enquanto a costa do Peru segue seca. Na América do Sul, em alguns períodos ocorre o aquecimento das águas, o que enfraquece essa circulação e as águas que ficavam na costa da Austrália se concentram na América do Sul, enfraquecendo a circulação da célula, ocasionando o fenômeno chamado El Niño, o qual em algumas regiões pode representar chuvas, mas em outras secas. No Nordeste, o El Niño nem sempre é favorável sendo muitas vezes caracterizado pela ausência de chuvas, esse fenômeno pode perdurar por

meses, no entanto o inverso, chamado de La Niña, provoca o resfriamento das águas e intensifica as chuvas nessa região (MENDONÇA; DANNI-OLIVEIRA, 2007).

O Sealba é uma denominação territorial formada pelas siglas dos estados Sergipe, Alagoas e Bahia. Foi usado como critério para delimitação dessas áreas os volumes de chuvas acima de 450 mm nos meses de abril a setembro, isso pode ser visto como um dos grandes fatores em relação à aptidão agrícola para diversas culturas na região durante essa época do ano. O estado da Bahia (Figura 1) compreende parte do território Sealba, sendo representado por 28 cidades (PROCOPIO *et al.*, 2019).

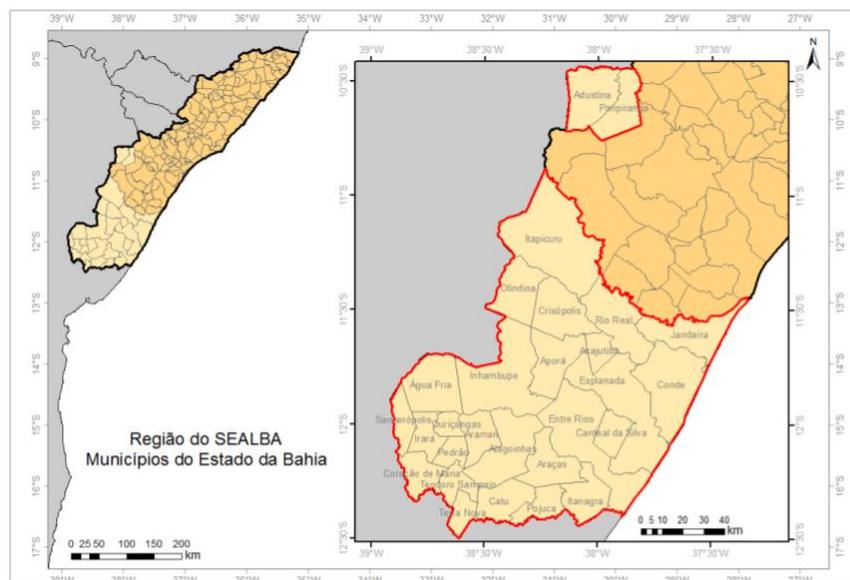


Figura 1: Mapa da região do Sealba, ênfase para os municípios da Bahia.
Fonte: Procopio *et al.* (2019).

Dessa forma, o Sealba possui características relacionadas à agricultura que podem se tornar relevantes e gerar oportunidades para os produtores existentes nessa área, uma dessas características é a época de plantio, a qual acontece em um período diferente do Centro-Sul e Matopiba (Maranhão, Tocantins, Piauí e Bahia), como em grande parte do país, o plantio de grãos está concentrado nos meses de setembro a dezembro, existe a possibilidade dos produtores da região Sealba obterem bons preços no mercado, devido à diferença na época de plantio e menor competitividade (PROCOPIO *et al.*, 2019).

Com base nos dados do Acompanhamento da Safra Brasileira 2021/22 de Grãos, realizados pela Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), a produção do milho no país acontece em três safras, a terceira safra inclui a região Sealba,

inclusive a cidade de Paripiranga. As estimativas para a terceira safra 2021/22 demonstram uma redução de 16,8% em comparação à safra 2019/20, devido às condições climáticas. Na Bahia, a má distribuição de chuvas durante o ciclo da cultura afetou a produtividade do grão, principalmente nos municípios de Rio Real, Entre Rios, Inhambupe, Sátiro Dias, Olindina, Paripiranga, Adustina e Fátima.

Nesse contexto, os 68.000 hectares produzidos nos locais que possuem uso intenso de tecnologias, em uma parte há a ocorrência de perdas em 3000 hectares enquanto na outra é esperada uma produtividade de 6.600 kg/ha, já nas áreas com baixa implantação de tecnologias em relação à utilização de insumos, a produtividade média esperada é de 500 kg/ha, nestas regiões, o boletim ainda ressalta que os baixos investimentos estão aliados ao menor volume de chuvas. No que diz respeito à comercialização, uma parte da produção é ofertada no interior do estado e a outra é armazenada em silos ou bolsas, com o objetivo de realizar a venda quando o mercado apresentar melhores cotações, geralmente os preços se elevam na primeira safra do país, a partir de janeiro de 2022 (CONAB, 2021).

Manfron, Dijkstra e Kapp Junior (2021) observaram fatores que impactam o preço do milho no mercado, dentre eles é possível considerar: disponibilidade do produto no mercado, cotação do dólar, especulações de preços e adversidades climáticas. Os autores frisam os meses de janeiro, fevereiro e março como meses de preços altos, devido ao baixo estoque, pois é a época que inicia as colheitas nas regiões de elevada produção do país. Os preços retomam a subir em agosto e setembro, quando se inicia o plantio no Sul, Centro Oeste e Sudeste, e novamente o grão se torna mais escasso no mercado, é também interessante considerar a substituição da lavoura de milho pela de soja, pois quando acontece influenciará na oferta do mercado e mudanças nos preços.

Manfron, Dijkstra e Kapp Junior (2021) realizaram uma análise histórica entre os anos de 2015 a 2020 no preço do milho, no estudo foram demonstrados os principais motivadores, como: alta, baixa e estabilidade do mercado, considerando as variações: dólar, clima e disponibilidade. Em relação à interferência do clima nos preços, os autores retratam um episódio que ocorreu nos Estados Unidos no ano de 2016 no mês de abril, devido a prejuízos na safra os preços se elevaram mesmo não sendo um fato comum para essa época do ano, pois 86% das vezes, com base na análise, ocorreu a queda, outro acontecimento semelhante aconteceu em junho de 2019 quando houve problemas na semeadura nos Estados Unidos chegando a afetar

o mercado externo, inclusive o do Brasil. Diante dessas circunstâncias, nota-se que as adversidades climáticas e a oferta exercem influência na modificação dos preços do mercado.

2.1.2 Classificação de solos da cidade de Paripiranga e o comportamento da água no solo

Pedogênese é o processo de formação dos solos, o qual determina as características físicas e químicas através da interação de diferentes fatores, entre eles o material de origem que engloba as rochas as quais são caracterizadas pela sua composição química e mineralógica e os sedimentos formados a partir do intemperismo destas. Outro fator importante na formação do solo é o relevo, pois a declividade e a profundidade do lençol freático existente influencia no movimento da água, visto que em áreas com alta declividade pode ocorrer escoamento superficial e em consequência gerar a perda de solo por erosão, já pontos mais baixos tendem a está mais próximo ao lençol freático, o que dificulta o processo de infiltração enquanto a junção de pontos altos com baixa declividade ocorre o inverso (ANJOS *et al.*, 2019).

A precipitação, interceptação, infiltração, escoamento superficial, evaporação e transpiração são componentes do ciclo hidrológico que determinam a movimentação da água no globo terrestre e possuem grande relação com a agricultura, visto que a água é primordial para o desenvolvimento das plantas, nesse sentido, a precipitação é a queda da água provinda das nuvens, na qual uma parte passa por interceptação, ou seja, fica retida nas folhas e caules das plantas, não chegando até o solo, outra parcela pode infiltrar no solo através dos poros e canais ou sofrer o escoamento superficial quando a capacidade máxima de infiltração for atingida e para reiniciar novamente o ciclo a evaporação e transpiração com a utilização da energia solar, aquece a água ao ponto de torná-la vapor na atmosfera, o qual ao se condensar forma as nuvens (GUIMARÃES; SHAHIDIAN; RODRIGUES; 2017).

Diante desse aspecto, é notável a influência do clima no ciclo hidrológico, assim como no processo de formação dos solos, pois, a temperatura e precipitação contribuem para o acontecimento de reações químicas, nessa situação o intemperismo se torna mais acentuado em locais com elevada precipitação e

temperatura. Os fatores bióticos existentes no ambiente também estão associados ao clima, devido à capacidade de adaptação e participação ativa na decomposição da matéria orgânica, responsável pela formação dos agregados no solo, os quais contribuem na retenção de água e nutrientes. No que se refere ao tempo, é importante diferenciá-lo do clima, visto que na meteorologia ele se denota a um fator cronológico ou momentâneo enquanto o clima determina as características de uma região por um período prolongado (ANJOS *et al.*, 2019).

A formação dos solos envolve diversos processos químicos, físicos e biológicos que estão vinculados à interação do clima com os organismos existentes no meio atrelados ao material de origem. A variação desses fatores e a intensidade desses processos determinam os diferentes tipos de solos. Desse modo, a classificação de solos permite conhecer os solos de uma determinada região de forma aprofundada, isso concede na agricultura a definição do manejo mais adequado que ressalta a conservação do solo e o desenvolvimento da espécie cultivada (LEPSCH, 2010).

O Sistema Brasileiro de Classificação de Solos (SiBCS), é responsável por classificar todos os solos do Brasil através dos aspectos morfológicos, físicos, químicos e mineralógicos, a partir disso, a classificação é categorizada em: ordem, subordem, grande grupo, subgrupo, família e série, é importante mencionar que até a quarta categoria a classificação já é considerada correta e relevante, no entanto, a quinta e sexta ainda passam por avaliações, nesse contexto, os autores afirmam a complexidade desse sistema e explanam a possibilidade de mudanças (SANTOS *et al.*, 2018).

A classificação é dividida em níveis categóricos, tendo como o primeiro parâmetro de classificação a ordem. No SiBCS são determinadas treze, sendo elas: Argissolos, Cambissolos, Chernossolos, Espodossolos, Gleissolos, Latossolos, Luvissolos, Neossolos, Nitossolos, Organossolos Planossolos, Plintossolos e Vertissolos, essas foram divididas com base nos seus horizontes diagnósticos e outras determinações obtidas em campo (SANTOS *et al.*, 2018).

De acordo com o Mapa Exploratório-Reconhecimento de solos do município de Paripiranga-BA (2006), as ordens de solos existentes na cidade são: Cambissolo (C), Litólicos (R), Planossolo (PLS) e Podzólico Vermelho Amarelo Equivalente Eutrófico (PE). É importante mencionar que a nova classificação de solos determina outras nomenclaturas para os solos antes chamados de Litólicos e Podzólico Vermelho

Amarelo, estes passaram a ser denominados de modo respectivo: Neossolos e Argissolo Vermelho Amarelo.

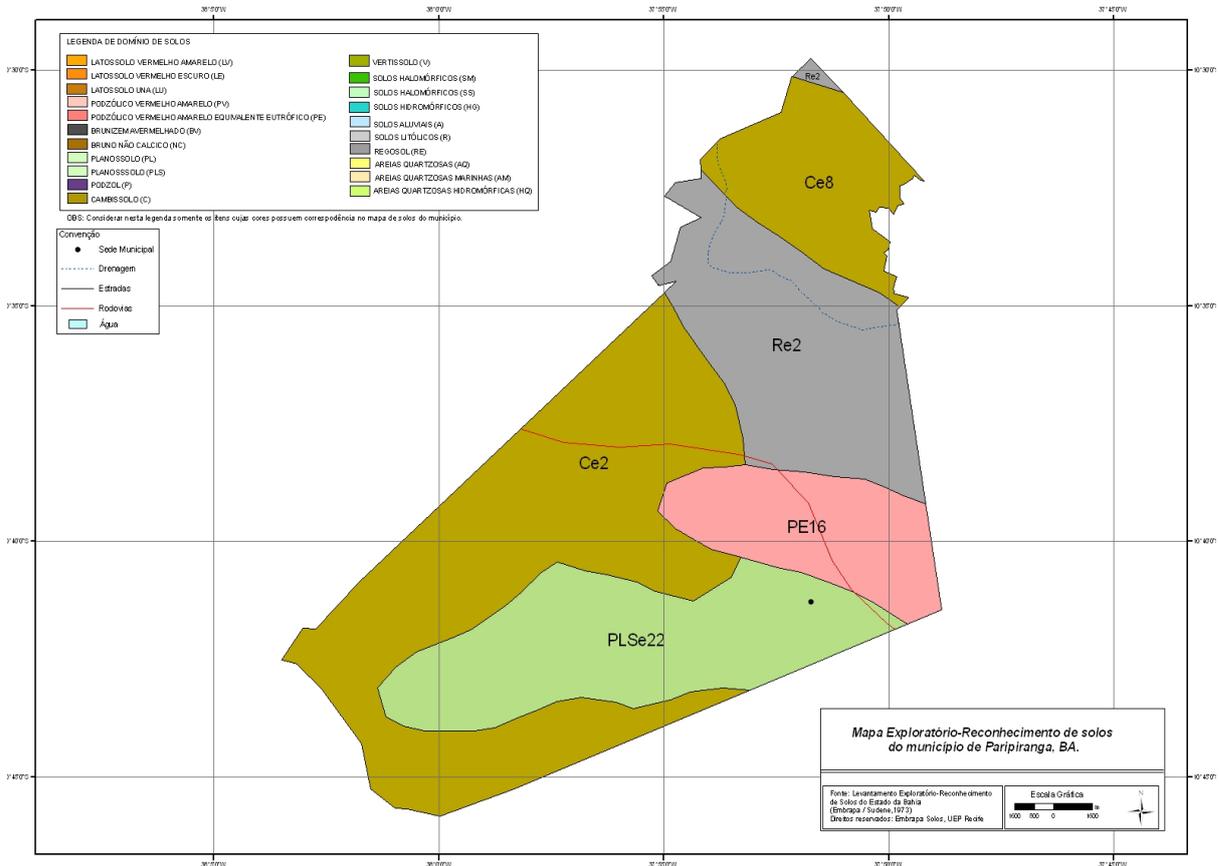


Figura 2: Mapa de classificação de solos da cidade de Paripiranga (BA).

Fonte: Mapa Exploratório-Reconhecimento de solos do município de Paripiranga – BA. Embrapa Solos UEP Recife, 2006.

Os Cambissolos são solos com o horizonte B incipiente a qualquer horizonte superficial, as características podem variar de acordo com o ambiente. Desse modo, os solos pertencentes a essa classe podem apresentar características divergentes como alta ou baixa drenagem e rasos ou profundos. No que se refere à boa drenagem, esse quesito pode ser pertinente para o uso da irrigação na agricultura, pois, entre outros aspectos, proporciona um melhor armazenamento de água no solo (SANTOS *et al.*, 2018).

Mota *et al.* (2017) analisaram os impactos do uso e manejo sobre a variabilidade e qualidade física de Cambissolos da Chapada do Apodi em solos cultivados com *Musa sp. L.*, *Carica papaya L.*, *Ananas comosus L.* Merrill e *Ficus carica L.*, além disso, utilizaram áreas de mata nativa como referência, os autores constataram que os locais de mata nativa são mais homogêneos em relação à

variação textural, já os solos cultivados apresentaram elevada heterogeneidade. Apesar das variações, a qualidade das propriedades físicas foi mantida, mas houve significativa diferença ao se tratar do teor de matéria orgânica, principalmente na área de cultivo da *Musa* sp. L., a qual apresentou maior valor, é importante salientar que esse aspecto está relacionado à deposição de restos culturais, após a colheita, o que não é tão comum nos outros cultivos.

A matéria orgânica favorece os atributos físicos e químicos do solo, além disso, o armazenamento de carbono no solo providenciado por ela contribui para amenizar os efeitos do dióxido de carbono na atmosfera. A sua formação é um processo biológico que inicia através da decomposição dos compostos em moléculas mais simples, as quais logo se tornarão húmus, os organismos existentes nesse meio são fundamentais para essa transformação, pois utilizam os materiais orgânicos como fonte de energia (PELINSON *et al.*, 2021).

Os Neossolos, devido à pouca profundidade, tendem a ter um baixo armazenamento de água. São constituídos por material mineral ou orgânico, possuem baixa atividade pedogenética em virtude do processo lento de intemperismo por conta do material de origem ou fatores que envolvem os processos pedogenéticos, bem como o clima, o relevo e o tempo (SANTOS *et al.*, 2018).

O espaço poroso do solo é ocupado por ar ou água, elementos essenciais para o desenvolvimento das plantas. A capilaridade é uma propriedade existente nos fluidos que podem explicar o comportamento da água no solo, o solo e a água podem sofrer a ação de duas forças ligadas a esse fenômeno: a adesão, a qual permite que ela fique retida ao sólido, e coesão, que representa a sua afinidade com o próprio líquido, ou seja, a ligação entre as moléculas do mesmo fluido, também caracterizada por formar o efeito de tensão superficial (LIBARDI, 2005).

De antemão, esses conceitos explicam os diversos comportamentos da água no solo como a absorção pelas plantas e a acessão ou retenção no lençol freático. Dessa forma, cabe mencionar que a estrutura do solo exerce influência sobre esses eventos, pois quanto maior a porosidade melhor será a retenção de água. A porosidade está relacionada aos componentes de formação do solo, mas pode ser aperfeiçoada com o manejo, esse fato pode ser explicado com base na textura, pois solos argilosos possuem uma maior quantidade de microporos, no entanto, essa também pode ser uma característica de solos compactados devido à maior junção das partículas. Desse modo, quando a água está retida apenas aos microporos, há uma

maior dificuldade de absorção pelas plantas, pois as forças de adesão são maiores que as de coesão (LIBARDI, 2005).

Os Planossolos são solos minerais, mal drenados, com alta concentração de argila e permeabilidade lenta, comumente apresenta o lençol freático de água suspenso e geralmente estão presentes em locais de relevo plano. Possui grande risco de salinização, notadamente por causa do contato com a água ou proximidade do lençol freático (SANTOS *et al.*, 2018).

No Argissolo Vermelho Amarelo existe conformação de horizonte B textural de argila, enquanto no horizonte A, a textura pode variar de arenosa a argilosa. O acúmulo de argila na parte superficial, principalmente quando ocorre a mudança textural abrupta, pode facilitar os processos erosivos, pois diminui a permeabilidade de modo a favorecer o escoamento superficial (SANTOS *et al.*, 2018).

Os diferentes tamanhos das partículas existentes no solo formarão os poros que a depender do tamanho contribuem para a permeabilidade da água, circulação do ar e penetração das raízes. São divididos em macroporos, quando há uma constituição maior do espaço poroso, ou microporos, estes geralmente são formados quando as partículas estão mais próximas ou possuem uma maior área superficial, a exemplo em solos argilosos. Outra característica relevante dos solos argilosos é a alta capacidade de retenção de íons, devido à sua carga elétrica negativa, estes são capazes de realizar ligações entre as moléculas de água e alguns nutrientes. A respeito das partículas de areia e silte elas são inertes e possuem partículas maiores quando comparadas à argila (FINKLER *et al.* 2018).

Desse modo, com base no primeiro nível categórico da classificação de solos, é notável a determinação de características pertinentes ao mesmo tempo que existe a necessidade de observação de outros fatores para identificar as possíveis fragilidades desses solos na agricultura. A textura é uma das propriedades que pode ser identificada em campo, no entanto, existem métodos laboratoriais para a sua determinação, como o método de pipeta e o método hidrométrico, os quais indicarão a quantidade das propriedades: areia, silte e argila (PELINSON *et al.*, 2021).

Os termos capacidade máxima de retenção de água, capacidade de campo, ponto de murcha permanente e coeficiente higroscópico explicam a umidade do solo. Dessa forma, quando todos os poros estão preenchidos significa que ele atingiu a sua capacidade máxima de retenção, já a capacidade de campo é quando alguns poros estão preenchidos, esses podem fornecer água para as plantas, mas no ponto de

murcha permanente o solo se encontra seco ao ponto de não fornecer água para as plantas, apesar de conter água, ela estará em poros muito pequenos e não ficará disponível. No que se refere ao coeficiente higroscópico, neste a água estará retida a partículas tão pequenas no solo que sua movimentação só acontecerá na forma de vapor (LIBARDI, 2005).

A formação de camadas compactadas é uma causa relevante para a degradação física do solo, pois interfere na porosidade em consequência na retenção de água e na absorção pelas plantas, além disso, pode ser influenciada pela estrutura, textura e manejo, a utilização inadequada de máquinas agrícolas em relação à umidade do solo é um fator preponderante para a compactação, no entanto, a cobertura do solo é responsável por minimizar esses efeitos, além de proteger a superfície dos impactos causados pelas gotas de chuva e melhorar a estrutura do solo através da formação de agregados, vale ressaltar que a mobilização de máquinas e a exposição do solo são fatores que propiciam a erosão (MORAES *et al.*, 2016).

Corado Neto *et al.* (2015) avaliaram a variabilidade espacial da resistência à penetração em período seco e chuvoso em Neossolo Litólico Eutrófico degradado em Gilbués, no estado de Piauí, os autores notaram que a umidade influenciou na resistência a penetração das raízes, a média da penetração foi elevada nos dois períodos, no entanto, obteve um valor superior no período seco, considerando todas as profundidades analisadas, além disso, à medida que aumentou a profundidade, ocorreu uma maior resistência em ambas as situações, nessa situação nota-se que quando mais a umidade for preservada no solo, a resistência a penetração das raízes será menor, o que é importante para o desenvolvimento radicular da planta e absorção de água e nutrientes.

Reis, Lima e Bamberg (2016) analisaram a qualidade física e da matéria orgânica de um Planossolo, com diferentes tempos de implantação do SPD, cidade de Capão do Leão no Rio Grande do Sul. Os autores notaram mudanças ao longo do tempo no sistema poroso do solo, as camadas superficiais sofreram alterações de modo a aumentar os macroporos através da redução dos microporos, além disso, os pesquisadores relatam que em torno de 5 anos, após a adoção do SPD, já é possível identificar mudanças na estrutura do solo, para tanto, o SPD é uma atividade que traz benefícios efetivos em longo prazo e diversos fatores se relacionam à velocidade desse processo no solo, inclusive a estrutura e textura.

2.1.3 Zoneamento agrícola de risco climático e calendário agrícola na perspectiva de planejamento para a produção

As técnicas de zoneamento envolvem estudos baseados na associação da agricultura e o clima, de modo a identificar a cultura mais adequada e a época de plantio para uma dada região. Dessa forma, entre os diversos tipos de zoneamento esse estudo dará ênfase ao Zoneamento Agrícola de Risco Climático (ZARC), este delimita o município e especifica a aptidão agrícola da cultura para a região considerando aspectos climáticos e ambientais, bem como o solo, além disso, busca embasamento em dados climáticos históricos e estatísticos (WOLLMANN; GALVANI, 2013).

O ZARC, além de agregar estudos sobre a gestão de riscos climáticos, sendo um instrumento de auxílio aos produtores de cada região, serve como embasamento para os seguros agrícolas, estes buscam reduzir os danos econômicos causados pelos fenômenos naturais. Ao se tratar do milho, é comum que as seguradoras apresentem apólices contra diversos eventos climáticos, diferentemente de muitas espécies fruteiras que são consideradas apenas um fenômeno (MAIA; ROITMAN; CONTI, 2011).

Nesse contexto, o governo federal possui políticas públicas que abrangem de modo geral os riscos na agricultura, como: o Programa de Garantia da Atividade Agropecuária (Proagro), o qual está associado principalmente aos produtores que contratam uma linha de crédito e passam por eventos adversos, através desse programa, é possível sanar os custos da produção. O Programa de Garantia de Preços Mínimos (PGPM), diferentemente do primeiro, que pode englobar perdas por fenômenos naturais, considera o mercado e as oscilações no preço do produto, já o Programa de Garantia de Preços para a Agricultura Familiar (PGPAF) possui como principal quesito a exclusividade para os agricultores familiares, mais precisamente aos que aderem ao Programa Nacional de Fortalecimento da Agricultura Familiar (Pronaf) (MAIA; ROITMAN; CONTI, 2011).

Outro programa que merece destaque por possuir relação com os fatores climáticos é o Programa de Subvenção ao Prêmio do Seguro Rural (PSR), este foi desenvolvido pelo governo federal em consonância com o Ministério da Agricultura (MAPA), sendo uma forma de auxiliar aos produtores na contratação do seguro e

pagamento do prêmio às seguradoras, através da subvenção que pode variar a depender da cultura e ao tipo de cobertura, sendo de um risco nomeado ou multirrisco, é importante mencionar que as seguradoras devem estar habilitadas no PSR (BRASIL, 2021).

Nesse sentido, o ZARC possibilitou a quantificação dos riscos climáticos sua formação surgiu logo após a criação do Proagro, a partir da percepção de que as elevadas e constantes perdas na agricultura muitas vezes eram causadas pela falta ou excesso de chuvas, após sua criação, o ZARC se tornou um instrumento de análise para a aplicação do crédito rural, no entanto, somente com a Resolução Bacen nº 2422, de 10 de setembro de 1997, ficou definida a restrição ao programa Proagro a áreas que abrangem o ZARC (BANCO CENTRAL DO BRASIL, 1997).

Ao considerar as culturas de soja, milho (1º e 2º safra), trigo, uva, arroz, café e maçã, em relação à estimativa de perdas evitadas pelo ZARC com os programas Garantia da Atividade Agropecuária e de Subvenção ao PSR, a Embrapa estimou uma economia de R\$ 32,9 bilhões nos anos de 2006 a 2019, é importante ressaltar que o Proagro só foi considerado nesses cálculos a partir do ano de 2006, o autor ainda relata a diminuição de gastos dos produtores e do governo com recursos, após aderir ao ZARC e respalda que o Proagro em 2009 teve uma economia de cerca de R\$ 5,6 bilhões (MINITTI, 2020).

São José *et al.* (2020) realizaram um estudo de caso no semiárido do estado da Bahia sobre a vulnerabilidade agrícola à seca, os autores constataram que a vulnerabilidade está associada a vários fatores, pois, além das perdas causadas pelos eventos climáticos adversos, existe uma baixa quantidade de técnicas agrícolas e ambientais, além do baixo desenvolvimento social. O índice de manejo agrícola do semiárido foi um dos aspectos avaliados e considerando uma escala de 0 a 1, a maioria dos municípios se posicionaram em valores próximos a 0,17 o que demonstra baixas técnicas de manejo agrícola. Outro ponto relevante a retratar é que muitos dos municípios analisados no estudo cultivam espécies que não são indicadas pelo ZARC em exceção o município de Milagres, que cultiva principalmente seis culturas e todas possuem indicação, em consequência, a cidade apresentou baixa vulnerabilidade e melhor manejo ambiental ao considerar outros municípios, como Nova Itarana, Anagé e Boa Vista do Tupim.

A Lei Agrícola nº 8.171, de 17 de janeiro de 1991, capítulo VIII, dispõe sobre a informação agrícola, o art. 30 aborda que o Ministério da Agricultura e Reforma Agrária manterá um sistema de informação agrícola para divulgar informações sobre esse meio,

entre elas: a previsão de safras por Estado, Distrito Federal e Território, assim como dados de meteorologia e climatologia agrícola mencionados no parágrafo IX (BRASIL, 1991).

Desse modo, a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB), é uma instituição vinculada ao MAPA que participa na formação de políticas públicas, de modo a contribuir no abastecimento através de um planejamento técnico, bem como na determinação de um calendário agrícola brasileiro, além disso, essa organização possibilita a determinadas regiões do Brasil que possuem aporte climático, produzir duas safras por ano (CONAB, 2019).

Garcia *et al.* (2013) buscaram com base nas exigências térmicas e hídricas da cultura, determinar um calendário agrícola para o município de Sinop (MT), os autores analisaram as variáveis de precipitação pluviométrica, temperatura do ar e evapotranspiração, com base nos resultados do estudo eles puderam identificar a aptidão da cultura para a região, assim como o período mais propício para a semeadura.

Dessa forma, é notável a importância do Zoneamento Agrícola de Risco Climático para os produtores agrícolas, seja no momento de aderir um programa do governo ou um seguro agrícola, sendo também uma alternativa para ampliar a produção por meio da escolha da época de plantio mais adequada para a cultura. Além do ZARC, outra alternativa que pode auxiliar no planejamento da condução da cultura é o calendário agrícola, pois é também uma forma de minimizar os riscos existentes pelas intempéries climáticas e englobar a disponibilidade do mercado, de forma a associar os meses em que é realizada a semeadura e colheita em cada região do país com esses fatores (CONAB, 2019).

2.1.4 Interferência dos fatores climáticos no desenvolvimento fenológico do milho

A fenologia é encarregada por estudar a relação ecológica dos fenômenos entre os seres vivos e o ambiente. Do ponto de vista climático, ela é fundamental na definição de calendários agrícolas bem como época de plantio e colheita, além disso é uma ferramenta importante na determinação de zoneamentos ou monitoramentos

agrícolas, tendo em vista a possibilidade de dimensionar as mudanças provocadas as plantas pelos fenômenos adversos (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014).

Dessa forma, como a fenologia aborda informações pertinentes sobre o desenvolvimento da planta, ela pode ser uma grande aliada no aumento da eficiência do manejo, pois seu estudo permite unir as mudanças morfológicas e fisiológicas durante o ciclo da cultura, tendo como base a escala fenológica a qual estudiosos ao longo do tempo aumentaram o nível de detalhamento. Uma das escalas muito utilizadas no Brasil é a de Ritchie, Hanway e Benson, a qual considera as necessidades da planta relacionadas ao estresse ambiental. Desse modo, o crescimento da cultura está dividido em estágios vegetativos e reprodutivos como também foi proposto pela escala de Hanway e adaptada por Fancelli, este acrescentou a duração média dos intervalos entre os estádios da cultura e passou a considerar a ampla quantidade de genótipos e variedades climáticas existente no Brasil (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014).

Os estádios são representados pela letra V e R, seguidas de um número. A letra V define os estádios vegetativos e o número demonstra a quantidade de folhas existentes em cada estádio, já a letra R é referente ao estádio reprodutivo e cada numeração determina o desenvolvimento do grão. A germinação e emergência (VE) é o primeiro estádio nesse período que será definido o número de plantas por hectare. Desse modo, para que ocorra o processo germinativo é necessário que a semente encontre condições favoráveis no ambiente, assim poderá desenvolver as estruturas existentes no embrião e originar a plântula (FANCELLI, 2015).

O processo de germinação é iniciado, logo após a quebra da dormência, que pode acontecer pela embebição da semente, assim, o embrião retoma a sua atividade metabólica, o que providenciará um aumento na taxa de respiração e na utilização de reservas. Para que esse processo ocorra, é necessário que exista a disponibilidade de água, a presença de gases, como o oxigênio, luz, e que o local possua uma temperatura adequada à espécie (PESKE; ROSENTHAL; ROTA; 2003).

No milho, para que ocorra o alongamento da radícula, estrutura inicial no desenvolvimento do embrião, é necessário que as sementes possuam um conteúdo mínimo de água de 30% de sua massa, já em relação à presença de oxigênio, a porcentagem ótima para a espécie fica entre 9 a 21%. No que se refere à temperatura do solo para a cultura, a mínima deve estar entre 10 a 13° C, enquanto a temperatura

cardinal ótima é de 33°. Desse modo, o tempo para que aconteça a germinação pode variar a depender das condições do ambiente (PESKE; ROSENTHAL; ROTA; 2003).

Geralmente, a baixa temperatura do solo diminui a absorção de nutrientes pela semente, conseqüentemente atrasa o seu crescimento. A literatura afirma que sementes de milho quando submetidas a 10,5° C no período de quatro dias, a germinação pode acontecer em duas semanas, contudo, a 18° C esse processo ocorrerá em três dias, é interessante mencionar que em condições de umidade ótima, logo após o embrião alcançar a maturidade fisiológica, a germinação é iniciada, mesmo que as sementes ainda estejam presas à espiga (FANCELLI, 2015).

Quando se trata do cultivo do milho, em condições favoráveis a emergência pode ocorrer em torno de seis a dez dias após a semeadura, as primeiras folhas aparecem uma semana após a emergência e uma ou duas ficam completamente expandidas, nesse momento a plântula está apta a realizar a fotossíntese, um processo fisiológico fundamental para o desenvolvimento, pois, permite a captura e armazenamento de energia solar para a transformação em energia ativa a partir da síntese de moléculas inorgânicas de água e gás carbônico em compostos orgânicos, fatores ambientais, morfológicos e fisiológicos exercem grande influência na sua realização (VIEIRA *et al.*, 2010).

Desse modo, as características fisiológicas das plantas estão atreladas ao metabolismo dos vegetais sendo identificados três tipos: C3, C4 e CAM, as plantas C4 quando comparadas às C3 possuem condutância mesófila superior, tendo alta taxa de carbonização, além disso não realizam fotorrespiração, e assim são capazes de diminuir a quantidade de água gasta durante o processo, já as plantas CAM possuem como maior diferencial a abertura dos estômatos à noite, enquanto ao longo do dia os mantêm fechados, pois é o momento de maior transpiração (PIMENTEL, 2004).

O metabolismo C4 do milho permite que a enzima PEPcase seja responsável por capturar as moléculas de carbono, após isso, ocorre a carboxilação do ácido fosfoenolpirrúvico formando uma substância com quatro carbonos que será transportada para a bainha onde ocorrerá a descarboxilação, três carbonos retornarão para o mesofilo e a PEPcase será regenerada, além disso, as folhas são caracterizadas pela anatomia de Kranz, o que permite a divisão espacial de estruturas como o mesofilo e bainha perivasculares (KERBAUY, 2019).

De acordo com Vieira *et al.* (2010) através desse ciclo é possível a redução do CO² presente na atmosfera, mesmo que a planta esteja em condições de estresse

hídrico ou altas temperaturas, essa é uma das características que garantem a resistência do milho, no entanto são evidentes outros fatores, como: quantidade, fechamento e abertura dos estômatos, enrolamento das folhas em períodos quentes para evitar a transpiração e consequente perda de água.

A redução da fotossíntese é causada pela quantidade excessiva de elétrons dentro das células associada ao oxigênio, que formará espécies reativas de oxigênio (ERO), que são produtos que realizam a peroxidação de lipídios, oxidação de proteínas e DNA, nesse sentido, afetam a integridade da célula ao ponto de causar morte celular, contudo, a depender da espécie ou cultivar, existem enzimas que atuam como oxidantes para diminuir os efeitos do ERO (SOUZA; BARBOSA, 2015).

O déficit hídrico é frequente quando a taxa de transpiração se torna mais elevada que a de absorção, a depender da intensidade, poderá causar estresse a planta, se não houver reposição de água no solo, a qual está correlacionada à demanda evaporativa da atmosfera, estágio fenológico e capacidade de armazenamento de água no solo (SOUZA; BARBOSA, 2015).

Dessa forma, nos períodos iniciais de estresse, para que a planta mantenha o seu equilíbrio fisiológico, o processo de redução estomática permite a diminuição do potencial de água no solo, nessa situação, a planta fecha os estômatos através do aumento na produção do ácido abscísico e diminui a perda de água pela transpiração, ao mesmo tempo que reduzirá a absorção de CO² da atmosfera em consequência, ocorre a diminuição da fotossíntese (SOUZA; BARBOSA, 2015).

Quanto às estruturas morfológicas, vale ressaltar que no estágio VE até o estágio V2, a plântula, mesmo que possua folhas, ainda é dependente das reservas nutricionais existentes na semente, contudo, essa fase consiste no processo de transição para a produção de fotoassimilados. No estágio V4 no período de 12 a 20 dias após a emergência, o meristema apical ainda está abaixo do solo, contudo, ao chegar ao V5 as estruturas meristemáticas já se encontram acima da superfície e qualquer operação inadequada pode afetar o desenvolvimento das raízes. Ainda no estágio V5 o meristema apical começa a iniciar a transição para o desenvolvimento da estrutura masculina. Do estágio V6 ao V8 o ponto de crescimento e o pendão estão acima do solo, pode ocorrer o aparecimento de alguns perfilhos, gerados pelo espaçamento, ataque de pragas, nutrição e mudanças na temperatura. No estágio V8 acontece o aumento do diâmetro do colmo, o qual serve de suporte físico para a

planta e também como reserva de nutrientes que serão utilizados na formação dos grãos (FANCELLI, 2015).

Qualquer estresse ocorrido no estágio V7 afeta o número de grãos por fileira da espiga, tendo em vista que desde a formação dos óvulos à polinização, acontece a diferenciação celular, responsável pela formação das estruturas da espiga, inclusive os grãos. É importante mencionar que os óvulos presentes na base da espiga são os primeiros a se desenvolver, isso acontece por que eles estão mais próximos da fonte de nutrientes. Dessa forma, quando todos os recursos estão disponíveis, como água e nutrientes, os óvulos se tornam aptos, no entanto, se acontecer o inverso, alguns são abortados para que a planta consiga manter os outros (STRACHAN, 2016).

Nesse sentido, é possível evidenciar quando o estresse ocorreu, pois se no topo da espiga não houver a presença de grãos representa que o estresse aconteceu antes da polinização, mas se houver pequenos grãos ou mortos foi durante o período de enchimento e se somente o peso for afetado, é provável que tenha acontecido na fase final de enchimento dos grãos. Esses aspectos são facilmente identificados em campo pelo produtor e contribui para um melhor planejamento das safras seguintes (STRACHAN, 2016).

Do estágio V9 ao V10, em exceção aos últimos 6 a 8 nós abaixo do pendão, todos os outros nós são capazes de formar espigas, no entanto, somente um ou dois completam o desenvolvimento, no V9 também será determinado o número de fileiras por espiga. No V10 a demanda por nutrientes e água é elevada, visto que se aproxima do período crítico para a cultura, que é o V12 ao V17, em torno de 85% da área foliar, nesse estágio é definido o tamanho da espiga e o número de grãos. Até o estágio R1 qualquer acometimento ou estresse exerce grande influência no rendimento da produção principalmente na emissão dos estilos-estigmas popularmente conhecidos como cabelos. O qual ocorre o crescimento efetivo no estágio VT, essa fase está relacionada ao peso e tamanho dos grãos que podem ser afetados, principalmente quando acontece desfolha próxima a área de florescimento (FANCELLI, 2015).

Desse modo, o tipo de reprodução no milho é denominado sexual, pois é caracterizada pela fertilização, através da fusão dos gametas femininos e masculinos que originará o embrião e, posteriormente, a semente, quanto à reprodução, pode ser classificada como uma planta alógama, pois realiza principalmente polinização cruzada, isso significa que o pólen de uma planta poliniza o óvulo de outra diferentemente das autógamias que são autofecundadas. Entre as plantas alógamas,

ela é determinada como monóica, visto que possui flores unissexuais na mesma planta, evidenciando o fenômeno de protandria, o que induz a alogamia, pois é determinado quando as anteras possuem os grãos de pólen maduros, mas os estigmas ainda não estão receptíveis, o que diminui a autofecundação (BORÉM; MIRANDA; FRITSCH, 2017).

Nesse contexto, o estágio R1 é representado pelo início do florescimento e polinização. Os estilos-estigmas estão receptivos de dois a três dias após a emissão, enquanto o grão de pólen se torna viável três dias antes, o tipo de fecundação é denominada cruzada realizada pela ação do vento (FANCELLI, 2015).

Para que a fertilização ocorra, é necessário que o pólen viável chegue até o estigma receptivo, nessa situação, a temperatura é um fator fundamental na viabilidade do pólen, pois quando está acima de 40° C e há déficit hídrico, o pólen tende a morrer logo após a liberação, o que aumenta as chances de não ocorrência da polinização, no entanto, se houver umidade no solo, algumas cultivares podem suprir a demanda de água do pólen através da rápida transpiração (STRACHAN, 2016).

No estágio R2 inicia o acúmulo de açúcares nos grãos, através do transporte dos produtos sintetizados das folhas e do colmo, nesse, os grãos se encontram leitosos, já no R3 os grãos passam para o estado pastoso, as estruturas embrionárias já estão diferenciadas e no R4 os grãos estão passando pela transição entre pastoso e farináceo iniciando a formação dos dentes, ou seja, a concavidade existente na parte superior do grão. No R5 já estão completamente farináceos, o acúmulo de substâncias passa a diminuir e a planta começa a perder água. No R6 os grãos alcançam a maturidade fisiológica, é determinado pelo peso e o vigor máximo, enquanto a planta começa a secar iniciando a degradação da clorofila, uma característica pertinente para identificar esse estágio é a presença de um ponto preto no interior no grão, significando que ele não depende e nem absorve mais substâncias da planta (FANCELLI, 2015).

2.1.5 Melhoramento genético frente ao uso de cultivares

A seleção de plantas é algo que acontece desde os primórdios, quando a sociedade ainda não possuía nenhum conhecimento sobre o melhoramento, o homem selecionava as espécies com base em suas características fenotípicas e experiência

em campo, assim, eram escolhidas as plantas com características mais desejáveis à humanidade e até então a genética era vista como uma arte, a qual possibilitou a domesticação de diversas espécies (BORÉM; MIRANDA; FRITSCHÉ; 2017).

Atualmente, o melhoramento de plantas envolve conhecimentos científicos de diversas áreas, como: Genética, Biologia Molecular, Bioquímica, Fisiologia, Estatística, Botânica, Fitopatologia, Entomologia e Agronomia, além disso, com base no objeto de estudo, ainda se podem englobar outras, nesse sentido, considerando a sua amplitude e continuidade, o trabalho em equipe é fundamental para os avanços no melhoramento, os quais trouxeram grandes contribuições sociais e ambientais, na agricultura as técnicas de melhoramento de plantas possibilitaram o aumento da produtividade sem a necessidade de expansão das áreas agricultáveis (BORÉM; MIRANDA; FRITSCHÉ; 2017).

A partir da descoberta do termo máximo vigor híbrido também chamado como heterose, as cultivares de milho que antes passavam apenas pela polinização aberta originando as variedades, surgem também os híbridos que são criados a partir do cruzamento de plantas que possuem características diferentes e são homocigotos com a intenção de se alcançar o máximo vigor a partir da heterose, nesse sentido, eles podem ser obtidos através de linhagens endogâmicas, para que sejam selecionadas as características desejáveis e então a geração F1 expresse o máximo potencial e tenha uniformidade (BORÉM; MIRANDA; FRITSCHÉ, 2017).

A depender do cruzamento e dos seus genitores, é possível definir três tipos de híbridos: híbrido simples, esses são resultados do cruzamento entre duas linhagens puras, possuem uma menor variabilidade em relação aos que serão citados em seguida e são altamente produtivos; o híbrido duplo, é originado a partir de dois híbridos simples; já o triplo é obtido entre um híbrido simples e uma linha pura, o custo de produção deste é o mais alto que o duplo, no entanto, em ambientes sujeitos a estresses, o híbrido duplo é uma boa alternativa, por possuir uma maior variabilidade genética entre os híbridos citados (FRITSCHÉ NETO; MÔRO, 2015).

Por outro lado, as variedades diferentemente dos híbridos possuem uma ampla variabilidade genética, isso significa que em campo suas características fenotípicas podem ter uma elevada variação entre as plantas, o que confere uma resistência relevante em condições de estresse, pois cada planta terá um comportamento diferente, o seu uso ainda é propício em sistemas que possuem baixo investimento, visto que suas sementes têm um custo menor (FRITSCHÉ NETO; MÔRO, 2015).

Araujo *et al.* (2013) avaliaram o desempenho agrônômico entre variedades crioulas e híbridos de milho em três sistemas de manejo: sendo eles de baixo, médio e alto nível tecnológico. Eles notaram que o sistema de manejo influenciou no ciclo da cultura, pois o de baixo nível tecnológico e médio foram mais precoces ao comparar com o de alto nível tecnológico, a variedade Argentino, uma das crioulas, ainda se destacou como mais tardia, assim, a precocidade é interessante quando se pretende realizar outro plantio na área, no entanto, caso haja algum estresse, essas espécies possuem maior dificuldade de recuperação que as tardias, visto que irão completar o ciclo mais rapidamente.

Desse modo, os autores deixaram evidente que a maior produtividade foi alcançada nas parcelas de alto nível tecnológico, outro aspecto interessante foi a observação da ocorrência de acamamento nas parcelas cultivadas sob baixo nível tecnológico e na variedade Argentino, a situação da variedade pode estar associada ao porte da planta e seu genótipo, pois os híbridos passam por melhoramento em relação a esse caractere, no entanto, as variedades crioulas, apesar de serem adaptadas à região de cultivo, não passaram por seleções mais rigorosas, no entanto, vale ressaltar que as raças crioulas contribuem para o melhoramento genético, visto que possuem uma ampla variabilidade a ser explorada (ARAUJO *et al.*, 2013)

A busca por um material genético que possui tolerância à seca é um grande desafio para a genética, tendo em vista que envolve caracteres que estão relacionados a diversos genes, além de ser um fator fortemente influenciado pelo ambiente. Durante o processo de melhoramento, o estudo de raças crioulas, assim como o conhecimento acerca do centro de origem da espécie estudada, é fundamental no entendimento do germoplasma, tendo em vista que essas raças e o local que possivelmente elas surgiram contribuem na representação de uma ampla variabilidade genética, a qual pode conter genes que apresentem tolerância (PATERNIANI *et al.*, 2019).

Devido ao melhoramento, dentro de uma mesma espécie é possível a existência de plantas que se adaptam a climas mais frios ou quentes, a exemplo a utilização de cultivares de ciclo superprecoce, que permitiu a antecipação de plantio em regiões que possuem uma janela de chuva curta ou até mesmo o cultivo em safrinha no final do inverno, no entanto, é importante mencionar que a precocidade é relativa, pois o ciclo fenológico pode sofrer variação com base nas condições térmicas do ambiente (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014).

Dessa forma, a precocidade de uma espécie está relacionada ao tempo que ela leva para completar o seu ciclo, no entanto, cabe ressaltar que na cultura do milho as condições térmicas e a duração dos dias, ou seja, fotoperíodo exercem grande influência no desenvolvimento fenológico da cultura. São comumente encontrados os seguintes tipos de classificações quanto à precocidade: superprecoces, precoces e tardias ou normais, essas características são motivadas entre a interação genética e ambiental, durante a escolha é preciso considerar que para a planta expressar o seu máximo potencial ela precisa ser cultivada nas condições adequadas ao seu genótipo (BERGAMASCHI; MATZENAUER, 2014).

Bernini *et al.* (2020) buscaram identificar híbridos comerciais de milho quanto aos caracteres secundários para o cultivo nos ambientes de baixa altitude e déficit hídrico, os caracteres analisados foram: alturas da planta e de espiga, florescimentos masculino e feminino, intervalo entre florescimentos, *stay-green*, peso de grãos e componentes de produção. Foram utilizados 14 híbridos que apresentaram diferentes comportamentos, dos quais o AG8088 PRO2, DKB177 PRO 3, MG600 PW e 30F53 VYH foram vistos como os mais favoráveis para a região de estudo, devido à produtividade alcançada.

Outro aspecto interessante a ser observado nesse estudo são os caracteres analisados, visto que os autores consideraram o florescimento masculino, *stay-green* e altura de plantas como caracteres de seleção fenotípica para tolerância à seca, nesse sentido, com base no florescimento masculino, as cultivares foram consideradas precoces, pois ocorreu em média 55 dias após a semeadura, ao se tratar do *stay-green*, os híbridos DKB290 PRO3 e Al Bandeirante foram os que se destacaram e também apresentaram menor altura de plantas, no entanto, os híbridos AG8088, PRO2, MG600 E DKB290 PRO3 obtiveram *stay-green* acentuada e elevada produtividade de grãos (BERNINI *et al.*, 2020).

2.1.6 A adoção do Sistema de Plantio Direto como estratégia de melhorar a disponibilidade de água para as plantas no solo

No Brasil, somente a partir da década de oitenta o plantio direto passou a ser identificado como um sistema, constituído de diversas práticas conservacionistas que visam a sustentabilidade do meio agrícola e a ampliação da capacidade produtiva do

solo. Dessa forma, antes da adesão desse sistema, é preciso considerar as seguintes ações: sistematização da lavoura, manejo da fertilidade do solo, rotação de culturas, manejo dos restos culturais, estrutura de máquinas e implementos e assistência técnica (KOCHHANN; DENARDIN, 2000).

A sistematização da lavoura consiste em melhorar a estrutura do solo de modo a ampliar a sua estabilidade, é utilizada principalmente quando o solo apresenta depressões ou sulcos, causados pelos processos erosivos que podem originar manchas de solo com baixa fertilidade e dificultar o tráfego de máquinas, nessa situação podem ser realizadas escarificações e gradagens, a fim de promover a mobilização, homogeneizar e desfazer as camadas compactadas que podem causar encrostamento superficial (KOCHHANN; DENARDIN, 2000).

O manejo da fertilidade do solo consiste na correção da acidez através da calagem, observação da disponibilização de nutrientes e nível de matéria orgânica, essas ações devem ser realizadas com base na análise de solo associada aos parâmetros de necessidade da cultura. A rotação de culturas é outro ponto relevante na adoção desse sistema e que deve ser considerado tanto os aspectos ecológicos voltados para a conservação quanto os econômicos interligados à produtividade das culturas. Desse modo, a determinação das espécies rotacionadas requer uma análise técnica aprofundada, pois é necessário conhecer as características da região e o histórico da área (KOCHHANN; DENARDIN, 2000).

Em grãos, o manejo dos restos culturais pode ser realizado durante a colheita com o picador de palha da colheitadeira que efetuará a trituração e distribuição do material. A depender da situação da área, nem sempre é possível aderir a rotação de culturas com o intuito econômico, sendo necessária a utilização de culturas voltadas principalmente para a conservação do sistema, na intenção de minimizar problemas fitossanitários, pois durante a escolha dessas espécies é possível considerar, a minimização de problemas técnicos ou alguma vantagem, como, por exemplo, a incorporação de nutrientes no solo (KOCHHANN; DENARDIN, 2000).

Desse modo, o SPD oferece diversas vantagens em relação ao solo, como diminuição da erosão, lixiviação e compactação, visto que o aumento da cobertura e da matéria orgânica ao longo do tempo, melhoram as suas propriedades e aumentam a reciclagem de nutrientes, além disso, a não mobilização constante intensifica a formação de agregados que contribuem na porosidade e aeração (VEZZANI; MIELNICZUK, 2011).

Os agregados são formados a partir da interação do solo com o meio, através de partículas menores, como os minerais filossilicatos, óxidos, hidróxidos de ferro e quartzo, que são originados com o intemperismo das rochas e se tornam maiores através da ligação com a matéria orgânica particulada (MOP), raízes de plantas e microbiota (Figura 3). Vale ressaltar que os minerais existentes no solo, apesar de passarem por constantes transformações, estão atrelados ao material de origem, os mencionados neste parágrafo servem de exemplo, mas não determinam a constituição mineral de todos os solos (VEZZANI; MIELNICZUK, 2011).

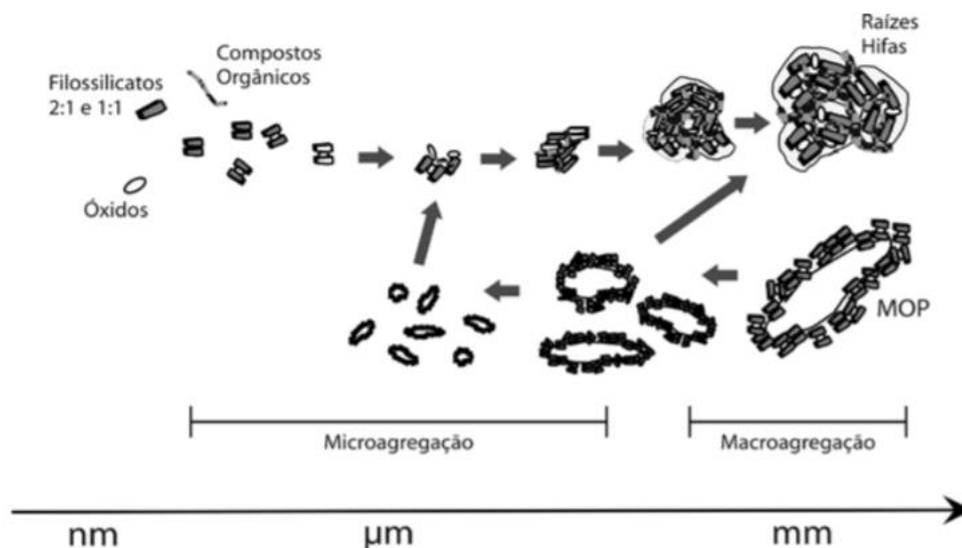


Figura 3: Representação do processo de formação de agregados no solo.

Fonte: Vezzani; Mielniczuk (2011).

Nesse contexto, é notável a importância da cobertura do solo na formação dos agregados, visto que após a senescência as plantas passam pelo processo de decomposição realizado pela biota edáfica, os quais obterão energia e carbono de modo a contribuir na formação da matéria orgânica e consequente constituição dos agregados, os quais vão se tornando mais complexos quando a quantidade de componentes na sua formação é ampliada, passando a se chamar de macroagregados (VEZZANI; MIELNICZUK, 2011).

Ao se tratar da compactação do solo e a porosidade, Deperon *et al.* (2016) analisaram a influência de implementos na compactação e atributos físicos durante o preparo do solo na cultura do milho. Desse modo, os tratamentos consistiam na observação de três implementos: grade aradora, arado de aivecas e escarificador, foram também analisados quatro níveis de compactação: solo não trafegado, 3

passadas de trator, 4 passadas, 6 passadas e 9 passadas, entre os atributos físicos foram observados: a resistência à penetração, porosidade total e densidade de solo.

No estudo, foi constatado que na camada de 0,00-0,10 m houve influência da densidade e porosidade total. O arado foi o implemento que resultou no maior valor de densidade, em relação aos níveis de compactação, o tratamento com solo não trafegado obteve o menor valor médio de densidade sendo de 1,64 Mg m⁻³, além disso, foi o solo que apresentou maior valor de porosidade total. A resistência penetração das raízes foi analisada até 0,30 m, sendo o tratamento com solo não trafegado que demonstrou os menores valores, de 0,79 Mpa nas camadas de 0,00-0,10 m, a qual ocorreu maior variação (DEPERON *et al.*, 2016).

O manejo inadequado é outro ponto que pode modificar de forma negativa as propriedades físicas do solo, a exemplo durante o preparo a ausência de cobertura até a cultura adquirir um tamanho que possa cobrir o solo deixa-o mais propício a erosão e perda de água por percolação, assim como o plantio em áreas declivosas sem a adoção de técnicas conservacionistas, nesses locais é necessário a realização do cultivo em nível, esse é realizado perpendicularmente ao declive, assim, as linhas de cultivo amparam o escoamento superficial da água da chuva e aumenta a infiltração (ZONTA *et al.*, 2012).

Chioderoli *et al.* (2012) analisaram os atributos físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio milho e braquiária, os autores identificaram que o consórcio aumentou a macroporosidade nas três camadas analisadas: 0,10 – 0,20 e 0,30, após a colheita da soja, foi notado o aumento na decomposição das raízes do milho e das braquiárias, que também coincidiu com a época quente, nessa situação, o consórcio é uma alternativa para manter a cobertura de forma mais prolongada e elevadas temperaturas aceleram o processo de degradação da palhada.

A manutenção da cobertura com a palhada, além de intensificar a formação de agregados, diminui a taxa de evaporação da água no solo. No cultivo de culturas destinadas à formação da palhada, são indicadas espécies que tenham considerável relação entre o carbono e nitrogênio, as gramíneas são alternativas eficazes, pois o processo de decomposição dessas ocorre lentamente, o consórcio do milho com leguminosas também é uma opção, estas conseguem fixar nitrogênio do solo (ZONTA *et al.*, 2012).

Brito *et al.* (2016) avaliaram a produtividade e eficiência de uso da água em cultivo de feijão sob diferentes coberturas do solo submetido à restrição hídrica com

três tipos de manejo do solo e dois hídricos, sendo eles, respectivamente: solo coberto com palhada, solo coberto com sacos rafia, solo descoberto, cultivo sem restrição hídrica no ciclo da cultura e com restrição hídrica de dez dias durante a fase de floração. No estudo foi observado que as coberturas de solo não diminuíram os danos à produtividade causados pela restrição hídrica. Os autores notaram que a umidade se manteve próxima à capacidade de campo nos solos descobertos 36 dias após a semeadura, já nos solos cobertos, aos 27 dias após a semeadura, os níveis de umidade se encontravam abaixo, isso demonstra que a disponibilidade hídrica nos solos cobertos foi menor o que pode se associar à menor infiltração por conta da cobertura, visto que a maior perda aconteceu nos locais que foram cobertos com plásticos. Em contrapartida, a temperatura do solo variou de acordo com a profundidade e tipo de cobertura, sendo que entre os três tratamentos, o da cobertura com palha apresentou o menor valor de temperatura.

Segundo, Bortoleti Junior *et al.* (2015), a cobertura do solo conciliada ao não revolvimento são práticas adotadas no SPD que podem contribuir na diminuição da erosão hídrica e aumento da infiltração de água, no entanto, para que haja eficiência, essas atividades precisam estar associadas a outras, como evitar o tráfego de máquinas e implementos pesados em períodos mais propícios a causar compactação e realizar a rotação com culturas diversificadas, os resultados mais baixos nos tratamentos com cobertura do solo propostos por Brito *et al.* (2016), no parágrafo anterior, não se referem ao SPD, mas apenas a uma das práticas existentes nesse sistema, que é a implantação da cobertura, isso demonstra que sozinha ela nem sempre será efetiva.

Lima *et al.* (2013) analisaram a eficiência no uso da água por cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com e sem cobertura morta na região de Rio Largo, no estado de Alagoas. Ao se tratar da produtividade de grãos, a variedade BRS Timbó no tratamento com cobertura alcançou o valor de 953 kg ha⁻¹ e no tratamento sem cobertura 1.176 kg ha⁻¹, a variedade BRS Princesa obteve 1.120 kg ha⁻¹ com cobertura e 1.098 kg ha⁻¹ sem, já a variedade BRS Valente apresentou produtividade de grãos com cobertura de 1.494 kg ha⁻¹ e sem 1.478 kg ha⁻¹, com base nesses valores, é evidente que a produtividade do feijão foi maior nos tratamentos realizados com cobertura vegetal morta, é importante ressaltar que nesse estudo as variedades não passaram por restrição hídrica, diferentemente do mencionado anteriormente, realizado por Brito *et al.* (2016).

3 METODOLOGIA

O presente trabalho trata de uma revisão integrativa da literatura um meio de pesquisa que permite sintetizar estudos na intenção de aumentar o entendimento sobre um fenômeno específico, através de um método sistemático na busca e análise de dados, de modo a proporcionar uma interpretação e investigação crítica dos conteúdos (CASARIN *et al.*, 2020).

A monografia foi realizada no Centro Universitário AGES entre os meses de agosto e novembro de 2021, nesse período foi realizada uma pesquisa sistemática com base no referido tema. Como critérios de inclusão, foram utilizados estudos em inglês e português que possuíam fundamentação relacionada ao tema e descritores propostos. Foram utilizados os seguintes descritores: “clima”, “déficit hídrico”, “retenção de água no solo”, “cultura do milho” e “Sistema de Plantio Direto”, em idiomas como português e inglês. Foram consultadas as bases de dados: *Scientific Electronic Library Online* (SciELO), EBSCO host, Google Acadêmico, Minha Biblioteca, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), Portal da Legislação e a Companhia Nacional de Abastecimento (CONAB). Em relação a essas bases, foram priorizados estudos publicados entre os anos de 2011 a 2021, com exceção à utilização de 14 materiais incluindo livros, leis e obras da Embrapa anteriores ao ano de 2010. Foram decididos como critérios para exclusão os estudos que não constavam na íntegra nas bases de dados, publicações anteriores a 2011 e periódicos com baixa relevância em relação ao conteúdo abordado.

Ao todo, foram encontrados 295 estudos quando uma primeira seleção foi realizada e, após a exclusão dos materiais, restaram 173. Logo, com a observação dos títulos, resultou na seleção de 87 publicações, essas passaram por uma triagem de leituras dos seus resumos e foram eliminadas 67 pesquisas que não apresentavam semelhança com tema. Mantiveram-se, então, 20 publicações que foram analisadas com a leitura na íntegra e, em seguida, houve a eliminação daquelas que não atendiam aos objetivos. A monografia finalizou com a inclusão de 14 estudos que foram atribuídos, exclusivamente, para os resultados e discussão.

ESQUEMATIZAÇÃO DO PROCESSO DE AQUISIÇÃO DO CORPUS	
IDENTIFICAÇÃO	297 estudos - Base de dados: SciELO, EBSCO host, Google Acadêmico, Minha Biblioteca, Embrapa, IBGE, Portal da legislação e CONAB.
TRIAGEM	173 publicações após eliminação de critérios de exclusão. 87 publicações identificadas pelos títulos.
ELEGIBILIDADE	67 publicações não versavam sobre o tema compatível ao pesquisado após leituras dos resumos.
INCLUSÃO	20 estudos analisados com a leitura na íntegra e exclusão daqueles que não atendiam aos objetivos. 14 estudos que foram destinados, exclusivamente, para os resultados e as discussões.

Quadro 1: Esquematização do processo de aquisição do corpus.

Fonte: Dados da pesquisadora (elaborado em 2021).

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Esta etapa inicia a partir da organização de dados analíticos com títulos, autores/anos, métodos e conclusões de 14 estudos que foram determinados exclusivamente para este tópico (Quadro 2) com o propósito de selecionar elementos relevantes dos métodos e conclusões para que posteriormente seja realizada uma análise crítica a partir da discussão dos resultados.

TÍTULOS DOS ESTUDOS	AUTORES/ ANOS	MÉTODOS	CONCLUSÕES
Risco climático para o milho no Brasil em cenários de mudanças climáticas no período 2011-2040	Monteiro <i>et al.</i> (2015)	Foi realizado o cálculo de estimativa da disponibilidade hídrica para a cultura ao longo do ciclo, simulações para 36 datas de semeadura, correspondendo ao quinto dia de cada decêndio do ano, simulação 2.016.000 ciclos de cultivo, avaliação dos índices de satisfação das necessidades de água (ISNA) médios para o período crítico da cultura.	O estudo demonstrou uma tendência geral de aumento do risco climático no período futuro 2011-2040, decorrente do aumento da temperatura e da precipitação em grande parte do território brasileiro, o que gera uma redução de áreas potenciais para o cultivo de milho.
Análise da variabilidade e da precipitação	Lucena <i>et al.</i> (2012)	Utilizou-se a série temporal de precipitação	De acordo com a região de estudo, a distribuição de chuvas

<p>pluviométrica como subsídio para o planejamento agrícola em Caicó/RN</p>		<p>pluviométrica da Estação Climatológica do Seridó em Caicó-RN, no período de 15 anos (1996 a 2010), além disso foram analisados dados da Pesquisa Agrícola Municipal realizada pelo IBGE.</p>	<p>é irregular e os meses mais chuvosos se concentram de janeiro a maio. A maioria dos anos apresentaram desvios negativos na produção do milho e do feijão, as precipitações acumuladas dificultam o cultivo das culturas, mas os meios tecnológicos e políticas de desenvolvimento regional podem fortalecer a economia da região de modo a diminuir os efeitos de eventos climáticos extremos.</p>
<p>Técnicas agrônômicas para mitigar os efeitos do déficit hídrico na produção de grãos no SEALBA</p>	<p>Pacheco <i>et al.</i> (2018)</p>	<p>-</p>	<p>A instabilidade climática existente no Sealba afeta a produção de grãos na região, diante dessa perspectiva, a implantação de técnicas para mitigar os efeitos do déficit hídrico é um quesito fundamental para diminuir essas perdas. Em relação a esse ponto, são ações relevantes: a utilização de plantas para cobertura do solo no sistema de produção de grãos, priorização do plantio no início do período chuvoso, utilização de cultivares mais tolerantes</p>

			à seca e de ciclo mais precoce, utilização de práticas agrícolas que favoreçam o aprofundamento radicular no perfil do solo e utilização de espécies mais tolerantes à seca em sistemas de rotação de culturas no Sealba.
Estabilidade de Cultivares de Milho no Nordeste Brasileiro: Safra 2009/2010	Oliveira <i>et al.</i> (2011)	Foram avaliados dados de peso de grãos de cinquenta cultivares de milho, os ensaios foram instalados nos estados do Maranhão, Piauí, Pernambuco, Sergipe e Bahia, além disso, foi realizada a análise de variância conjunta.	As cultivares 2 B 688 HX, DKB 370 e 2 B 655 HX podem ser recomendadas para as condições desfavoráveis, mesmo demonstrando exigência, pois apresentaram altos rendimentos de grãos.
Produtividade de genótipos de milho em resposta à época de semeadura	Nascimento <i>et al.</i> (2011)	Os dados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os tratamentos foram constituídos por cultivares, sendo: AL 34, AG 9010 e	A semeadura de fevereiro dos materiais estudados demonstra diferenças relevantes na produtividade. Além disso, o estudo defendeu que o número de folhas abaixo da espiga e a população de plantas foram influenciadas pela época de semeadura, já a altura

		DKB 333B. As épocas de semeadura foram: agosto, outubro e dezembro de 2003 e fevereiro de 2004.	de plantas está associada à genética.
Elementos meteorológicos sobre características morfológicas e produtivas do milho em diferentes épocas de semeadura	Caron <i>et al.</i> (2017)	Foram avaliadas as características: estatura da planta, o diâmetro de espiga, o comprimento de espiga, o número de fileiras por espiga, o número de grãos por fileira, o diâmetro do sabugo, a massa de mil grãos e a produtividade. Foi realizada a análise de variância e o teste de Tukey para épocas de semeadura e híbridos.	As características morfológicas e produtivas foram influenciadas pelos elementos meteorológicos. O híbrido D240 e 2A106 apresentam melhores resultados nas semeaduras realizadas em 15-09 e 30-09. Semeaduras tardias 16-11 e 03-12 afetaram o desenvolvimento morfológico dos híbridos.
Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido	Melo <i>et al.</i> (2019)	-	Para que haja uma agricultura sustentável, é necessária a aplicação de um conjunto de práticas, sejam elas tecnológicas ou a adoção de um manejo conservacionista. Na

			<p>região semiárida a escassez hídrica é um fator preocupante para a agricultura, principalmente para a agricultura familiar que realiza o cultivo em sequeiro e depende da água da chuva. Desse modo, o uso de práticas que visem à conservação do solo e da água, contribui tanto na preservação ambiental quanto no aumento da produtividade desses meios.</p>
<p><i>Water erosion and soil water infiltration in different stages of corn development and tillage systems</i></p>	<p>Carvalho <i>et al.</i> (2015)</p>	<p>Foram determinadas as seguintes propriedades físicas do solo: volume, densidade, macroporosidade, microporosidade e porosidade total, a análise foi realizada nas camadas de 0-10 e 10-20 cm, após aplicação de chuvas simuladas. Os sistemas avaliados foram: linhas de milho plantadas ao longo das curvas de nível, em um espaçamento de</p>	<p>O sistema de preparo do solo e os estágios de desenvolvimento da cultura influenciam nas perdas de solo e água. No preparo convencional o revolvimento do solo aumenta a infiltração de água no início do cultivo, de modo temporário. O aumento da cobertura ocasionado pelo crescimento das plantas ao longo do ciclo aumenta a infiltração de água.</p>

		1,0 m entre sulcos e 0,3 m entre plantas, preparo convencional; linhas plantadas na encosta com preparo convencional descendo a encosta e no mesmo espaçamento de cultura e solo exposto com preparo convencional.	
Influência de práticas conservacionistas na umidade do solo e no cultivo do milho (<i>Zea mays</i> L.) em semiárido nordestino	Borges <i>et al.</i> (2014)	Os tratamentos utilizados foram: solo descoberto, cultivo do milho com cordão vegetativo de palma forrageira, solo com cobertura natural, cultivo do milho em nível e com barramento em pedras associado com cobertura morta e cultivo do milho morro abaixo. A pesquisa avaliou: a altura do colmo, a altura da inserção da primeira espiga, o diâmetro basal do colmo, o diâmetro da espiga com palha e sem	O cultivo em nível com barramento em pedras, em regiões semiáridas associado com cobertura morta e o cordão vegetativo de palma forrageira contribuíram para o melhor aproveitamento de água, pois aumentam o armazenamento no solo e promovem uma maior umidade nas camadas de 20 e 40 cm de profundidade. Dessa forma, as práticas conservacionistas obtiveram uma maior produtividade dos grãos.

		<p>palha, o número de fileiras de grãos, o número de grãos, o comprimento da espiga com palha e sem palha, o peso da espiga com palha e sem palha e os pesos das matérias verde e seca.</p>	
<p>Matéria orgânica e infiltração da água em solo sob consórcio milho e forrageira</p>	<p>Sato <i>et al.</i> (2012)</p>	<p>Estudo de cinco tratamentos submetidos ao manejo de plantio direto: milho solteiro (<i>Zea mays</i>), milho consorciado com capim aruana (<i>Panicum maximum</i> cv. Aruana), milho consorciado com braquiária humidícola (<i>Brachiaria humidicola</i>), capim aruana, braquiária humidícola. Os dados foram submetidos à análise de variância (ANOVA). As médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% de significância e as</p>	<p>Os sistemas apresentaram diferentes velocidades de infiltração básica. O sistema milho solteiro demonstrou a maior velocidade de infiltração básica, já os consórcios resultaram valores intermediários e os menores valores foram obtidos pelos sistemas com forrageiras.</p>

		análises foram feitas através do programa estatístico SAS.	
<i>Evaluation of the development of corn culture one year after the realization of different soil preparation</i>	Sousa <i>et al.</i> (2012)	Foi determinada a altura de plantas e o diâmetro do colmo em sistema de plantio direto um ano após diferentes preparos do solo. Os resultados foram submetidos à análise de variância e foi aplicado o teste de Tukey para comparação entre as médias de 5% de probabilidade.	O cultivo mínimo e as preparações convencionais demonstraram melhores resultados para o desenvolvimento de alguns órgãos vegetativos da cultura. A altura e o diâmetro do colmo foram maiores ao comparar o preparo convencional e mínimo com semeadura direta.
Sistema de plantio direto: conservação e manutenção da capacidade produtiva dos solos do Cerrado Goiano	Santos <i>et al.</i> (2018)	Levantamento bibliográfico sobre o uso do sistema de plantio direto como forma de amenizar os problemas qualitativos dos solos do Cerrado brasileiro.	O SPD oferece diversos benefícios ambientais visto que diminui as perdas de solo e água. Além de agregar na produtividade das culturas agrícolas e reduzir as perdas de fertilizantes.
<i>Mitigating the effects of future climate on maize productivity</i>	Magalhães <i>et al.</i> (2019)	O estudo foi realizado em dez mesorregiões do estado de Minas Gerais. Teve como base o modelo de simulação CSM-	A existência de resíduo da safra anterior na superfície do solo mostra interações estatisticamente significativas e na maioria das regiões incluídas neste estudo,

		<p>CERES-Milho do sistema DSSAT. Foi utilizada uma série histórica contendo 33 anos de dados meteorológicos obtidos no banco de dados Instituto Nacional de Meteorologia de (INMET). Foram coletadas amostras de solos para determinar os atributos físicos-hídricos e químicos do solo. O estudo buscou se basear em diversos cenários como: uma cultura de milho com profundidade do sistema radicular concentrada na camada superior a 0,30 m, a 0,50 m e a 0,70. Ao se tratar do sistema de plantio: um sistema de plantio que não fornece resíduos de cultura na superfície do solo, um sistema de plantio direto de manejo mediano e um bem administrado. O DSSAT foi</p>	<p>a utilização dessa estratégia é eficiente para mitigar os efeitos climáticos ao comparar com o uso de uma cultivar com sistema radicular profundo. A radiação solar favoreceu o rendimento da cultura, em condições que supriam a demanda hídrica, no entanto, em Araçuaí o estresse hídrico anulou o efeito positivo deste aumento. A profundidade do sistema radicular e a quantidade de resíduo de colheita apresenta estatísticas significativas para mitigar o efeito dessas modificações.</p>
--	--	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	--------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

		responsável por configurar a precipitação diária e a radiação solar.	
A rotação de culturas aumenta os estoques de carbono e nitrogênio no solo sob sistema plantio direto	Nicoloso <i>et al.</i> (2019)	Os resultados foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey. Foram determinados: o aporte de carbono ao solo pelos resíduos vegetais, densidade do solo, a estabilidade dos agregados, os estoques de carbono e nitrogênio no solo.	O Sistema de Plantio Direto com mobilização mínima do solo e manutenção da cobertura vegetal aumentou os estoques de carbono e nitrogênio na camada mais superficial 0-5 cm em relação ao manejo convencional. A rotação de culturas após 22 anos proporcionou o aumento de nitrogênio em maior profundidade nas camadas de 0-30 cm.

Quadro 2: Analítica para amostragem dos 14 estudos selecionados para os resultados e as discussões.
Fonte: Dados da pesquisadora (elaborado em 2021).

Os eventos climáticos podem afetar a condução das culturas agrícolas de diferentes maneiras, nesse sentido, as mudanças na temperatura, radiação, umidade e índice de chuvas, alteram o ciclo de vida dos seres vivos de modo a tornar o ambiente inóspito ou propício. Na agricultura, esses fenômenos podem ocasionar a intensificação ou surgimento de determinadas pragas ou doenças e os cultivos dependentes dessas condições precisam se ajustar a esses parâmetros para que possam manter a produtividade (MONTEIRO *et al.*, 2015).

A partir da avaliação dos cenários de mudanças climáticas no Brasil para a cultura do milho no período de 2011 a 2040, com base nos dados gerados, foi possível evidenciar o aumento médio da temperatura em todo o território brasileiro, assim como mudanças nos padrões médios de precipitação. Uma das áreas citadas de alto risco

é o semiárido o qual compreenderá todos os estados do Nordeste, em exceção o Maranhão. Conforme o modelo HadGen2-ES, a região mais afetada no que se refere às áreas de baixo risco seria o Sudeste, com variação de -40% e em relação ao modelo Miroc5, a região mais afetada seria o Nordeste, com variação de -7% (MONTEIRO *et al.*, 2015).

Desse modo, ao considerar a influência do clima nas atividades econômicas e sociais, tomando como base o semiárido nordestino, é notável que as adversidades mesmo que reconhecidas são causadoras de impactos, sendo um dos grandes fatores que afetam na produção em sequeiro de grãos. Tendo como exemplo a cultura do milho, que é drasticamente afetada, principalmente durante a fase crítica, a verificação dos elementos climáticos de uma dada região deve ser enfatizada durante o planejamento da lavoura para que assim sejam determinadas estratégias para minimizar esses impactos (LUCENA *et al.*, 2012).

Lucena *et al.* (2012) realizaram a análise da variabilidade de precipitação no município de Caicó-RN. O estudo demonstrou que nos anos observados não houve uma distribuição homogênea de chuvas, as quais se concentraram no início do ano, nos meses de janeiro a maio, sendo mais escassas em agosto e novembro. Foram identificados no estado o ano mais chuvoso e o mais seco, ambos extremos resultaram em perdas em relação à média o que se remete à presença de sérios riscos às atividades econômicas da região.

Desse modo, a análise da variabilidade da precipitação pluviométrica pode ser utilizada como planejamento agrícola, pois a inclusão de dados como: a variação anual, sazonal e a tendência de previsão linear das chuvas, concerne a relação da atividade agrícola com o clima, de modo a coletar dados de séries históricas que permitirão reconhecer os eventos existentes na área e, com base nisso, determinar as medidas necessárias que possam amenizar ou até mesmo precaver de possíveis impactos relacionados ao clima (LUCENA *et al.*, 2012).

A observação de séries históricas de precipitação pluvial na região Sertão, a qual inclui o município de Paripiranga-BA, demonstra anos com a presença de chuvas abaixo das médias históricas. Na agricultura, a utilização de técnicas para minimizar o efeito do déficit hídrico é um meio viável para a região. A exemplo tem-se a priorização do plantio no período chuvoso, o qual é iniciado em abril até setembro, no entanto, é importante frisar que com base nos dados históricos, os meses de agosto e setembro representam os menores volumes de chuvas. Desse modo, a antecipação

do plantio considerando os limites propostos pelo ZARC é uma estratégia eficiente para coincidir os meses de maior pluviosidade com os períodos de maior demanda hídrica da cultura (PACHECO *et al.*, 2018).

Ao se tratar da determinação da escolha da semente para a realização do plantio, o mercado dispõe de diversas variedades e cultivares de milho que apresentam características vantajosas à produção. No que diz respeito ao clima, a escolha desse material pode variar de acordo com a adaptabilidade e estabilidade da cultivar na região implantada, visto que a interação entre genótipo e ambiente provoca mudanças no desenvolvimento da cultura (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Um estudo realizado no Nordeste brasileiro buscou observar a instabilidade e adaptabilidade de cultivares de milho, nele houve a inclusão de 12 ensaios, os quais foram instalados no Maranhão, Piauí, Pernambuco, Sergipe e Bahia. Dessa forma, foram avaliadas 50 cultivares, a maioria apresentou comportamento variado em relação à adaptabilidade e estabilidade. Ao analisar as 26 cultivares de maior adaptação, 20 demonstraram exigência em condições desfavoráveis, já 4 demonstraram pouca exigência nessas condições, e somente 2 apresentaram adaptação. Além disso, foi determinada a estabilidade da produção, a qual os autores confirmaram que apesar de algumas cultivares serem exigentes em condições desfavoráveis, elas apresentaram um bom rendimento de grão e isso permitiria a sua indicação (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Outro estudo avaliou a produtividade do milho na cidade de São Paulo, conforme o ciclo e a época de semeadura das cultivares: AL 34, AG 9010 e DKB 333B. Os autores identificaram que o período de semeadura influenciou na população de plantas, sendo o mês de agosto o que resultou em maior destaque, no entanto, o híbrido DKB 333B obteve um bom desempenho independente da época, outro aspecto avaliado na pesquisa foi a massa de 1000 grãos, em que os híbridos obtiveram o menor valor no mês de fevereiro e se tratando do DKB 333B, este alcançou maiores números no mês de agosto, o que deixa evidente a relação dessa característica e cultivar com a época de semeadura (NASCIMENTO *et al.*, 2011).

Nesse contexto, a avaliação das características dos híbridos em campo, evidenciaram a interferência do ambiente na produtividade, assim como a importância da determinação da época de plantio, visto que o mês de agosto foi o mais representativo na cidade de São Paulo. Apesar do estudo não considerar como questão prioritária o déficit hídrico, ele deixa evidente a relação climática com o

desenvolvimento da cultura quando considera os níveis de radiação e luminosidade, outro fator relevante é que algumas características estão associadas a uma peculiaridade do genótipo, a exemplo o híbrido AG 9010, que em todas as épocas apresentou um número superior de fileiras na espiga, assim como foi notado o menor número de massa de 1000 grãos, sendo uma característica de maior representação genotípica desse híbrido (NASCIMENTO *et al.*, 2011).

Caron *et al.* (2017) analisaram a influência dos elementos meteorológicos sobre características morfológicas e produtivas do milho, considerando as diferentes épocas de semeadura, tendo como referência o município de Iraí. Foi possível notar que as semeaduras tardias afetaram negativamente as características morfológicas e produtivas do milho, esse fato está relacionado aos fatores meteorológicos visto que no plantio realizado em 03 de dezembro, ou seja, tardio, houve redução nas variáveis: estatura da planta, comprimento da espiga e número de fileiras por espiga, por outro lado, os meses de setembro e outubro foram os períodos de semeadura mais indicados em relação às condições meteorológicas da região.

Desse modo, os híbridos D240 e 2A106 obtiveram maior média na primeira época de semeadura no mês de setembro e conforme ocorreu o atraso na semeadura, esse valor diminuiu, os autores reforçam que semeaduras muito precoces ou tardias podem prejudicar o desenvolvimento da cultura por conta dos fatores meteorológicos, como temperatura, radiação ou até mesmo pluviosidade, além disso, é notada a importância do reconhecimento das características genéticas de cada híbrido na determinação da melhor época de semeadura para cada região com base nas condições propostas pelo ambiente, visto que estas interferem no desenvolvimento morfológico da cultura, inclusive no rendimento (CARON *et al.*, 2017).

Após a escolha da semente e a determinação da época de plantio, o manejo do solo é uma das atividades indispensáveis para o desenvolvimento das plantas, mas quando realizado de maneira inadequada, de modo a deixá-lo exposto, provoca susceptibilidade à degradação. Considerando o fato que ele abriga uma diversidade de seres vivos, a depender dos danos, estes são notados tanto na agricultura quanto em todo o ecossistema (MELO *et al.*, 2019).

Carvalho *et al.* (2015) avaliaram a erosão hídrica e a infiltração de água no solo em diferentes sistemas de cultivo. O tratamento com linhas de milho plantadas ao longo das curvas de nível obteve o maior valor no que se refere à macroporosidade

na camada de 10-20 cm e foi também o sistema que ocasionou as menores perdas de solo, principalmente ao final do ciclo da cultura, já o tratamento solo exposto resultou em maiores perdas de solo, evidentemente, nos primeiros 75 dias após o plantio, quando as plantas ainda não tinham adquirido um tamanho suficiente para cobrir o solo. Enquanto no tratamento com curvas de nível as perdas foram frequentes até os 30 dias após o plantio.

Dessa forma, é observado que os sistemas de preparo, assim como os estágios da cultura, influenciam na infiltração de água e nas perdas de solo, tendo em vista que a cobertura evidenciada pelo crescimento das plantas já diminui o selamento superficial. Em contrapartida, no tratamento realizado com o solo exposto ocorreu diminuição da infiltração ao longo do ciclo da cultura, contudo, no início, o revolvimento do solo associado à ausência de cobertura possibilitou que a infiltração ocorresse de modo mais rápido, em contrapartida, não é uma ação duradoura, diferentemente do cultivo em nível (CARVALHO *et al.*, 2015).

Em se tratando das condições ambientais do semiárido, além de considerar o manejo inadequado, o ambiente é propício à degradação do solo, pois a vegetação típica da região possui baixa densidade e quando associada ao clima contribui para a perda de folhas durante os períodos mais quentes do ano, esses fatores permitem que o solo fique descoberto, o que facilita a perda de partículas, seja pela ação da água das chuvas ou pelo vento, para essa situação é indispensável a adoção de práticas conservacionistas na agricultura para que haja manutenção e restauração da fertilidade do solo, por conseguinte, diminuição dos processos erosivos (MELO *et al.*, 2019).

Diante dessa perspectiva, Borges *et al.* (2014) desenvolveram um experimento no semiárido nordestino para monitorar a umidade do solo e o desempenho da cultura do milho com a aplicação de diferentes práticas de cultivo, entre elas o cultivo do milho em nível com barramento em pedras associado com cobertura morta, o qual contribuiu de modo efetivo na infiltração de água no solo, além de diminuir as perdas por evaporação. Na avaliação da altura das plantas dos tratamentos, o cultivo do milho em nível com barramento em pedras associado com cobertura morta e com cordão vegetativo com palma forrageira obtiveram uma produtividade superior, em se tratando dos aspectos: altura do colmo, diâmetro basal do colmo e altura da inserção da primeira espiga, ao comparar com o tratamento cultivo do milho morro abaixo.

É importante citar que o plantio em nível com barramento em pedras associado com cobertura morta e o plantio com cordão vegetativo com palma forrageira são considerados práticas conservacionistas que contribuem no processo de infiltração de água no solo, pois aprimoram o aproveitamento de água da chuva, nesse caso, apresentam vantagens na conservação dos solos e também na produtividade da cultura, principalmente em locais afetados pela precipitação irregular, como as regiões semiáridas (BORGES *et al.*, 2014).

Em relação às propriedades físicas do solo, com base na análise de variância e níveis de significância para os parâmetros: matéria orgânica total, densidade do solo, densidade de partículas e porosidade total. Considerando um experimento que objetivou determinar a velocidade de infiltração de água no solo e sua associação com as propriedades físicas e a matéria orgânica, em sistemas de consórcio milho e forrageiras em uma área de plantio direto implantada a apenas três anos, não houve elevada mudança na maioria dos atributos físicos do solo, somente um aumento na matéria orgânica total. Por outro lado, o sistema que utilizou o milho solteiro apresentou maior velocidade de infiltração básica de água no solo, enquanto o sistema que somente utilizou forrageira obteve os valores mais baixos, tendo em vista que todas as espécies foram cultivadas em plantio direto e não houve mudanças nos atributos físicos do solo, é notável que o sistema radicular das plantas pode influenciar na velocidade de infiltração (SATO *et al.*, 2012).

Ao se tratar da forma de preparo do solo, Sousa *et al.*, (2012) avaliaram o desenvolvimento da cultura do milho em uma área cultivada por 13 anos em SPD com dois tipos de preparo: semeadura direta e preparo mínimo. Em relação aos parâmetros analisados, tanto a altura de plantas quanto o diâmetro do colmo, o preparo mínimo e o convencional apresentaram os melhores resultados, nessa situação, o revolvimento do solo pode ter contribuído para o desenvolvimento das raízes e absorção de água e nutrientes, no entanto, como o preparo mínimo já demonstrou valores significantes a sua aplicação resulta em uma menor desagregação das partículas e, conseqüentemente, menores riscos de perda de solo.

É certo que o SPD, envolve práticas conservacionistas que contribuem na melhoria das propriedades do solo de modo a aprimorar a infiltração e retenção de água, além disso, o conjunto de técnicas existentes nele beneficia o produtor na sustentabilidade do sistema e promoção na diminuição nos custos de produção, nessa perspectiva, é importante diferenciar o plantio direto do SPD, pois o primeiro visa

primordialmente a adoção da cobertura do solo, já o segundo requer um maior planejamento nas atividades, como a rotação de culturas, análise de solo e várias outras técnicas que possam conservar o sistema do ponto de vista ecológico e agrícola (SANTOS *et al.*, 2018).

A determinação das práticas aplicadas durante o SPD, variam de acordo com a necessidade de cada ambiente, no entanto, são muito citadas práticas de caráter mecânico, que possuem como objetivo diminuir a velocidade de escoamento da água e práticas vegetativas, que servem como cobertura do solo, a fim de evitar os processos erosivos, nessa situação, o uso de leguminosas é uma das táticas que melhoram as propriedades físicas e químicas do solo, pois elas possuem a capacidade de fixar nitrogênio através dos rizóbios (SANTOS *et al.*, 2018).

A presença de restos culturais no solo de safras anteriores é uma estratégia eficiente para mitigar os efeitos do déficit hídrico. Cultivares com sistema radicular de 0,7 m e 4 t ha⁻¹ de resíduo da cultura no solo na superfície com o aumento de 50% das chuvas na região de Janaúba passaram a ter um aumento de 17% na produtividade. Ao se tratar das regiões de Lavras e Sete Lagoas, a produtividade diminuiu com o decréscimo das chuvas principalmente em cultivares com sistema radicular raso. Em relação à redução da radiação solar, os impactos foram menores em solos corrigidos com um SPD bem estabelecido (MAGALHÃES *et al.*, 2019).

De acordo com resultados comparativos de 32 anos de plantio direto e convencional, foi perceptível que a rotação de culturas aumenta os estoques de carbono e nitrogênio no solo, principalmente na camada situada a 5 cm abaixo da superfície, após 22 anos, os estoques de carbono e nitrogênio se elevaram na área de plantio direto nas camadas de 30 cm, nesse sentido, ao comparar com o sistema convencional, não houve perdas desses elementos no direto, e sim o aumento. Nas condições propostas pelo trabalho, é perceptível que o tipo da cultura utilizada na rotação também influenciou na disponibilidade de nutrientes no solo, seja através da diminuição de pragas e doenças efetuada pela mudança na cultura como também pela implementação de espécies como o nabo forrageiro e a ervilhaca que são respectivamente eficazes na ciclagem de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio (NICOLOSO *et al.*, 2019).

Desse modo, o plantio direto em conjunto com a rotação de culturas promoveu um incremento de carbono de até 30 cm em camadas abaixo desta unidade, esses valores foram considerados pequenos, entretanto, já são significativos ao longo do

tempo, pois amplia a matéria orgânica no solo que diante das propriedades físicas ela funciona como um agente cimentante na formação dos agregados, os quais contribuem para o aumento da porosidade, formação de micro e macroporos que melhoram a aeração e infiltração de água no solo, logo, a análise comparativa por um período considerável de tempo foi fundamental na determinação da eficiência do plantio direto, visto que seus efeitos são notados intensivamente em longo prazo (NICOLOSO *et al.*, 2019).

5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

À medida que se iniciou este trabalho, foi perceptível a ausência de publicações acerca da agricultura local e associação dos aspectos climáticos voltados especificamente para o município de Paripiranga (BA). Tendo em vista a importância econômica e social do cultivo do milho e a necessidade de diminuir as quedas na produtividade ligadas aos níveis de precipitação, foi realizada a busca através de evidências científicas sobre as características do clima da região e a combinação de estratégias que possam diminuir os seus impactos negativos no cultivo do milho em sequeiro, de forma que fosse possível integrar essas questões.

Mediante aos estudos elucidados, a pesquisa atingiu os objetivos geral e específicos, pois discutiu sobre a influência do clima no cultivo do milho na cidade de Paripiranga (BA), analisou e propôs estratégias para minimizar as perdas na produção causadas pelo estresse hídrico, o qual está associado à irregularidade pluviométrica, e, com base na precipitação da região, observou o período de semeadura que mais se adequa para a localidade, assim como verificou a implantação do SPD e o manejo adequado do solo no que se refere à capacidade de retenção de água, bem como determinou as características do solo da cidade com base no SiBCS, tal qual entendeu a fenologia da espécie *Zea mays*, expondo o seu comportamento ao estresse hídrico e propondo a descrição de genótipos que possuam aptidão baseada nas características do ambiente.

Em contrapartida, o objetivo que se referia à análise da precipitação da região, apesar de atingido, requer um maior aprofundamento, visto que os dados não foram delimitados ao município, mas ao Sealba, nesse sentido, o estudo de informações pluviométricas retiradas de uma estação meteorológica mais próxima à cidade durante um período considerável de tempo permitiria a obtenção de uma maior investigação do clima, o que contribuiria também para a definição da época de plantio.

O milho é uma das culturas que se enquadram no ZARC para a região de Paripiranga, o que permite ao produtor adoção de créditos agrícolas, políticas públicas e a adesão a seguradoras, para que, assim, os agricultores possam produzir com maior segurança em relação aos possíveis riscos econômicos causados pelas adversidades climáticas, além disso, o ZARC contribui na determinação do plantio,

quando há menores riscos climáticos, contudo, mesmo existindo uma época que se adéqua ao período de chuvas, em alguns anos, a região ainda está sujeita a estiagens durante o ciclo da cultura. Desse modo, com base na fenologia do milho, o déficit hídrico associado a temperaturas elevadas pode resultar em redução do rendimento do grão, seja pela diminuição da capacidade fotossintética da planta ou, até mesmo, por interferência no processo de polinização.

Para tanto, a definição da cultivar com base nas características ambientais da região é uma estratégia fundamental na obtenção de espécies mais produtivas, visto que a relação entre genótipo e ambiente pode provocar variação na expressão dos caracteres. Os estudos analisados neste trabalho expressam o comportamento de cultivares em diferentes ambientes, assim como a sua estabilidade, de acordo com a época de plantio, sendo possível identificar a influência desses fatores em características produtivas e morfológicas.

Ademais, a classificação de solos do município de Paripiranga permitiu conhecer e explicar com base em suas características o comportamento da água no solo, além disso, expôs as mudanças provocadas pela agricultura de modo a demonstrar os efeitos negativos do manejo incorreto, em contrapartida, ressaltou a importância da utilização de práticas conservacionistas e a adoção do SPD para uma agricultura mais sustentável.

Desse modo, o SPD foi traçado como estratégia para mitigar os efeitos das estiagens frequentes durante o ciclo da cultura do milho, devido à identificação da sua contribuição no melhor aproveitamento de água da chuva, ao considerar as vantagens nas propriedades físicas, a utilização da palhada como cobertura e a minimização do revolvimento do solo, concerne à formação efetiva da matéria orgânica e agregados os quais contribuirão para a porosidade e posterior diminuição de perdas de água por percolação ou, até mesmo, evaporação em razão de melhorar a umidade e diminuir a temperatura do meio.

Nesse contexto, foi possível verificar a importância do planejamento e conhecimento acerca das práticas dispostas pelo SPD, visto que as atividades existentes nele variam de acordo com a exigência do ambiente e os resultados se tornam mais efetivos em longo prazo, de antemão, a configuração desse sistema necessita de uma assistência técnica que permita a manipulação das variáveis propostas por ele.

Portanto, os estudos científicos apresentados neste trabalho partem de pesquisas baseadas em livros, artigos, revistas, leis, materiais da Embrapa e informações sobre a população e produção do milho na cidade retiradas da CONAB e IBGE. Desse modo, foi considerada a região semiárida e a organização territorial denominada Sealba como subsídios para sanar a limitação de estudos do município de Paripiranga, de modo a relacionar as características da cultura do milho e a precipitação pluviométrica. Mediante aos conhecimentos obtidos, este trabalho agrupa fundamentos relevantes não somente para os agricultores do município de Paripiranga, mas na conscientização de todos que almejam por uma agricultura sustentável, sejam eles agricultores ou estudantes de agrárias.

REFERÊNCIAS

ANJOS, L.H.C. *et al.* Formação e caracterização de solos. In: TULLIO, L. (Org.). **Formação, classificação e cartografia dos solos**. Ponta Grossa: Atena Editora, cap. 1, p. 1-20, 2019. Disponível em: <https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1112549/1/Formacaoecaracterizacaoedesolos2019.pdf>. Acesso em: 23 set. 2021.

ARAUJO, A.V.D. *et al.* Desempenho agrônômico de variedades crioulas e híbridos de milho cultivados em diferentes sistemas de manejo. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 44, p. 885-892, 2013.

BANCO CENTRAL DO BRASIL. **Resolução nº 2.422**, de 10 de setembro de 1997. Dispõe sobre o regulamento do PROAGRO, zoneamento agrícola e “plantio direto”. 1997. Disponível em: https://www.bcb.gov.br/pre/normativos/res/1997/pdf/res_2422_v1_o.pdf. Acesso em: 3 out. 2021.

BERGAMASCHI, H.; MATZENAUER, R. **O milho e o clima**. Porto Alegre: Emater/RS-Ascar, v. 84, p.85, 2014.

BERNARDO, S.; SOARES, A.A.; MANTOVANI, E.C. **Manual de irrigação**. Viçosa: UFV, 8º ed, 2006.

BERNINI, C.S. *et al.* Seleção fenotípica de híbridos de milho para ambientes de baixa altitude e déficit hídrico. **Nativa**, v. 8, n. 2, p. 172-177, 2020.

BORÉM, A.; MIRANDA, G.; FRITSCHÉ NETO, V. **Melhoramento de Plantas**. 7º ed. Viçosa: UFV, p. 543, 2017.

BORGES, T.K.S. *et al.* Influência de práticas conservacionistas na umidade do solo e no cultivo do milho (*Zea mays* L.) em semiárido nordestino. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.38, n.6, p. 1862-1873. 2014.

BORTOLETI JUNIOR, A.B. A importância do Plantio Direto e do Plantio Convencional e as suas relações com o manejo e conservação do solo. **Revista Conexão eletrônica**. Três Lagoas, MS, v. 12, n. 1, 2015.

BRASIL. **Decreto nº 9.841**, de 18 de junho de 2019. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_Ato2019-2022/2019/Decreto/D9841.htm. Acesso em: 12 set. 2021.

BRASIL. **Lei nº 8.029**, de 12 de abril de 1990. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8029cons.htm. Acessado em: 06 de out. 2021.

BRASIL. **Lei nº 8.171**, de 17 de janeiro de 1991. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l8171.htm. Acesso em: 10 out. 2021.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Guia de seguros rurais** / Secretaria de Política Agrícola. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. – Brasília: AECs, 2021.

BRITO, J.E.D. *et al.* Produtividade e eficiência de uso da água em cultivo de feijão sob diferentes coberturas do solo submetido à restrição hídrica. **Revista Brasileira de Agricultura Irrigada-RBAI**, v. 10, n. 2, p. 565-575, 2016.

CARON, B.O. *et al.* Elementos meteorológicos sobre características morfológicas e produtivas do milho em diferentes épocas de semeadura. **Científica**, v. 45, n. 2, p. 105-114, 2017.

CARVALHO, D.F. *et al.* Water erosion and soil water infiltration in different stages of corn development and tillage systems. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 19, p. 1072-1078, 2015.

CASARIN, S.T. *et al.* Tipos de revisão de literatura: considerações das editoras do Journal of Nursing and Health/Types of literature review: considerations of the editors of the Journal of Nursing and Health. **Journal of Nursing and Health**, v. 10, n. 5, 2020.

CASTRO, P.A.L.; SANTOS, G.O. Condições climáticas como ferramenta de planejamento agrícola e urbano, o caso do município de Rio Verde, Goiás. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 14, n. 3, p. 1-19, 2021.

CHIODEROLI, C.A. *et al.* Atributos físicos do solo e produtividade de soja em sistema de consórcio milho e braquiária. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 3-43, 2012.

COELHO, M. R.; *et al.* Solos: tipos, suas funções no ambiente, como se formam e sua relação com o crescimento das plantas. In: MOREIRA, F.M.S. *et al.* **O ecossistema solo**: componentes, relações ecológicas e efeitos na produção vegetal. Lavras, MG: UFLA, p. 47-62, 2013.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Acompanhamento da Safra Brasileira de Grãos**, Brasília, DF, v. 9, safra 2021/22, n. 1, primeiro levantamento, outubro. 2021. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/info-agro/safras/graos/boletim-da-safra-de-graos>. Acessado em: 1º nov. 2021.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. **Calendário de Plantio e Colheita de Grãos no Brasil 2019**. Disponível em: <https://www.conab.gov.br/institucional/publicacoes/outras-publicacoes/item/7694-calendario-agricola-plantio-e-colheita>. Acesso em: 15 out. 2021.

CORADO NETO, F.D.C. *et al.* Variabilidade espacial da resistência à penetração em Neossolo Litólico degradado. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 39, p. 1353-1361, 2015.

DENARDIN, J.E. *et al.* **Diretrizes do sistema plantio direto no contexto da agricultura conservacionista**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, v. 15, p. 15, 2012. (Embrapa Trigo. Documentos online, 141).

DEPERON, M.A. *et al.* Influência de implementos de preparo e de níveis de compactação sobre atributos físicos do solo e aspectos agrônômicos da cultura do milho. **Engenharia Agrícola**, v. 36, p. 367-376, 2016.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Manual de segurança e qualidade para a cultura do milho**; convenio CNI/SENAI/SEBRAE/EMBRAPA. Brasília, DF: Projeto PAS Campo, p. 76, 2004.

FANCELLI, A.L. Manejo baseado na fenologia aumenta eficiência de insumos e produtividade. **Visão Agrícola**, v. 13, n. 1, p. 24-29, 2015.

FINKLER, R. *et al.* **Ciências do solo e fertilidade**. Porto Alegre: SAGAH, 2018. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9788595028135/pageid/1>. Acesso em: 28 set. 2021.

FRITSCH NETO, R.; MÔRO, G.V. Escolha do cultivar é determinante e deve considerar toda informação disponível. **Visão Agrícola**, v. 9, p. 12-15, 2015.

GARCIA G., R.; *et al.* Calendário agrícola para a cultura do milho em Sinop (MT). **Pesquisa Agropecuária Tropical**. v. 43, n. 2, p. 218-222, 2013.

GUIMARÃES, R.C.; SHAHIDIAN, S.; RODRIGUES, C.M. (editores). **Hidrologia Agrícola**. Évora: Escola de Ciência e Tecnologia da Universidade de Évora e ICAAM. 2º ed. 2017. Disponível em: <https://dspace.uevora.pt/rdpc/handle/10174/22180>. Acesso em: 17 out. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Agropecuário 2017**. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/paripiranga/pesquisa/24/76693>. Acesso em: 7 set. 2021.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2011. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ba/paripiranga/panorama>. Acesso em: 5 set. 2021.

KERBAUY, G.B. **Fisiologia Vegetal**. 3º ed. Rio de Janeiro: Guanabara, Koogan, 2019.

KOCHHANN, R.A.; DENARDIN, J.E. **Implantação e manejo do sistema plantio direto**. Passo Fundo: Embrapa Trigo, p. 36, 2000. (Embrapa Trigo. Documentos. 20).

LEPSCH, I.F. **Formação e conservação dos solos**. São Paulo: Oficina de Textos, 2º ed. 2010.

LIBARDI, P.L. **Dinâmica da Água no Solo**. Vol. 61. São Paulo: Edusp, 2005.

LIMA, R.A. *et al.* Eficiência no uso da água por cultivares de feijão (*Phaseolus vulgaris* L.) com e sem cobertura morta. **Agropecuária científica no semiárido**, v. 9, n. 3, p. 18-25, 2013.

LUCENA, J. *et al.* Análise da variabilidade da precipitação pluviométrica como subsídio para o planejamento agrícola em Caicó/RN. **Revista brasileira de Climatologia**, v. 10, 2012.

MAGALHÃES, B.G. *et al.* Mitigating the effects of future climate on maize productivity. **Agrometeoros**, v. 27, n. 2, 2020.

MAIA, G.B.S.; ROITMAN, F.B.; CONTI, B.M. Instrumentos de gestão do risco agrícola: o caso do Brasil. **Informativo Técnico SEAGRI**, Brasília, v. 1, n. 1, p. 1-16, 2011.

MANFRON, D.; DIJKINGA, A.; KAPP JUNIOR. Fatores que Impactam o Mercado do Milho e o Desempenho no preço das Sacas. **Revista Scientia Rural**, v. 1, n. 2, p. 51-66, 2021.

MAPA EXPLORATÓRIO-RECONHECIMENTO DE SOLOS DO MUNICÍPIO DE PARIPIRANGA – BA. **Embrapa Solos**, Recife: UEP, 2006.

MELO, R.F.; VOLTOLINI, T.V. (ed.). **Agricultura familiar dependente de chuva no Semiárido**. Brasília: Embrapa, p. 467, 2019. Embrapa Semiárido-Livro técnico (INFOTECA-E).

MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I.M. **Climatologia: noções básicas e clima do Brasil**. São Paulo: oficina de textos, 2007.

MINITTI, A.F. **Relatório de avaliação dos impactos do Zoneamento Agrícola de Risco Climático (Zarc)**. Campinas: Embrapa Informática Agropecuária, p. 57, 2020. (Embrapa Informática Agropecuária. Documentos, 170).

MONTEIRO, J.E.B.A. *et al.* Risco climático para milho no Brasil em cenários de mudanças climáticas no período 2011-2040 In: Congresso Brasileiro de Agrometeorologia, 19., 2015, Lavras. **Anais Agrometeorologia no século 21: o desafio do uso sustentável dos biomas brasileiros**. Lavras: UFLA, 2015. p. 387-394.

MORAES, M.T. *et al.* Benefícios das plantas de cobertura sobre as propriedades físicas do solo. In: TIECHER, T. (Org.). **Manejo e conservação do solo e da água em pequenas propriedades rurais no sul do Brasil: Práticas alternativas de manejo visando a conservação do solo e da água**. Porto Alegre: UFRGS, cap. 03, p. 34-48, 2016.

MOTA, J.C.A. *et al.* Impactos de uso e manejo do solo na variabilidade e qualidade de atributos físicos de Cambissolos. **Revista Agro@mbiente on-line**, v. 11, n. 4, p. 277-289, 2017.

NASCIMENTO, F.M. *et al.* Produtividade de genótipos de milho em resposta à época de semeadura. **Revista Ceres**, v. 58, p. 193-201, 2011.

NICOLOSO, R.S. *et al.* A rotação de culturas aumenta os estoques de carbono e nitrogênio no solo sob sistema plantio direto. *In*: FRIORIN, J.E.; RUEDELL, J.; FERNANDES, A.M.F. (Org.). **Resultados Comparativos de 32 Anos dos Sistemas Plantio Direto e Convencional**, Porto Alegre: SESCOOP/RS, p. 143–155, 2019.

OLIVEIRA, I.R. *et al.* Estabilidade de cultivares de milho no Nordeste Brasileiro: safra 2009/2010. *In*: Congresso Brasileiro de Melhoramento de Plantas, 6., 2011, Búzios. **Embrapa Meio-Norte-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. Panorama atual e perspectivas do melhoramento de plantas no Brasil. [Búzios]: SBMP, 2011.

PACHECO, E.P. *et al.* **Técnicas agronômicas para mitigar os efeitos do déficit hídrico na produção de grãos no SEALBA**. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2018.

PATERNIANI, M.E.A.G.Z. *et al.* Estratégias de melhoramento para tolerância à seca em germoplasma de milho tropical. Singular. **Meio Ambiente e Agrárias**, v. 1, n. 1, 19-24, 2019.

PELINSON, N.S. *et al.* **Morfologia e Gênese do Solo**. Porto Alegre: SAGAH, 2021. Disponível em: <https://integrada.minhabiblioteca.com.br/reader/books/9786556901107/pageid/139>. Acesso em: 28 set. 2021.

PEREIRA FILHO, I.A. *et al.* **Cultivo do milho**. Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 6ª ed, 10p, 2010. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/27037/1/Plantio.pdf>. Acesso em 28 set. 2021.

PESKE, S.T.; ROSENTHAL, M.D.; ROTA, G.R.M. **Sementes: fundamentos científicos e tecnológicos**. 1ª ed. Pelotas, RS. 2003.

PIMENTEL, Carlos. **A relação da planta com a água**. Seropédica: Edur, 2004.

PROCOPIO, S.O. *et al.* **Sealba**: região de alto potencial agrícola no Nordeste brasileiro. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros (Embrapa Tabuleiros Costeiros, Documentos, 221), 2019.

REIS, D.A.; LIMA, C.L.R.D.; BAMBERG, A.L. Qualidade física e frações da matéria orgânica de um Planossolo sob sistema plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 1623-1632, 2016.

SANTOS, H.G. *et al.* **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**, 5ª ed. rev. e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018.

SANTOS, José Wilson dos; BARROSO, Rusel Marcos B. **Manual de Monografia da AGES: graduação e pós-graduação**. Paripiranga: AGES, 2019.

SANTOS, R.A. *et al.* Sistema de Plantio direto: conservação e manutenção da capacidade produtiva dos solos do Cerrado Goiano. **Revista Sapiência: Sociedade, Saberes e Práticas Educacionais (UEG)**, v.7, n.2, p.230-255, 2018.

SÃO JOSÉ, R.V. Avaliação de vulnerabilidade agrícola à seca: um estudo de caso no semiárido do estado da Bahia. **Caminhos de Geografia**, v. 21, n. 77, p. 96-110, 2020.

SATO, J.H. *et al.* Matéria orgânica e infiltração da água em solo sob consórcio milho e forrageiras. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 16, p. 189-193, 2012.

SILVA, V.P. *et al.* Análise da pluviometria e dias chuvosos na região Nordeste do Brasil. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 2, p. 131-138, 2011.

SOUSA, S.F.G. *et al.* Evaluation of the development of corn culture one year after the realization of different soil preparation. **Applied Research & Agrotechnology**, v. 5, n. 3, p. 85-88. 2012.

SOUZA, G.M.; BARBOSA, A.M. Fatores de estresse no milho são diversos e exigem monitoramento constante. **Visão agrícola**, v. 13, n. 1, p. 30-34, 2015.

STRACHAN Stephen D. O impacto do estresse ambiental na formação e desenvolvimento das espigas de milho. **DuPont, Pionner Nov**, 2016. (Comunicado Técnico).

VEZZANI, F.M.; MIELNICZUK, J. **O solo como sistema**. Curitiba: Ed. dos autores, p. 104, 2011.

VIEIRA, E.L. *et al.* **Manual de fisiologia vegetal**. São Luís: edufma, 2010.

WOLLMANN, C.A.; GALVANI, E. *et al.* Zoneamento agroclimático: linhas de pesquisa e caracterização teórica-conceitual. **Sociedade & natureza**, v. 25, p. 179-190, 2013.

ZONTA, J.H. *et al.* **Práticas de conservação de solo e água**. Campina Grande: Embrapa Algodão, 24 p., 2012. (Embrapa Algodão. Circular Técnica, 133).