

**CENTRO ESTADUAL DE EDUCAÇÃO TECNOLÓGICA PAULA
SOUZA**

**ETEC PROF. IDIO ZUCCHI
TÉCNICO EM AGRONEGÓCIO**

**ALINE VIDAL DE OLIVEIRA
ANA CAROLINA DA SILVA UZARTE
CINTIA MARIA GASPAR
CINTYA PEDROSO DE MENDONÇA
LUIS FELIPE VEIGA GIANELLO
MICHELE GONÇALVES SANTOS
VANESSA REIS DA SILVA PORFIRIO**

**TIPOS DE IRRIGAÇÃO E SUA IMPORTÂNCIA NA CULTURA DO
MILHO**

BEBEDOURO – SP

2022

ALINE VIDAL DE OLIVEIRA
ANA CAROLINA DA SILVA UZARTE
CINTIA MARIA GASPAR
CINTYA PEDROSO DE MENDONÇA
LUIS FELIPE VEIGA GIANELLO
MICHELE GONÇALVES SANTOS
VANESSA REIS DA SILVA PORFIRIO

TIPOS DE IRRIGAÇÃO E SUA IMPORTÂNCIA NA CULTURA DO MILHO

Trabalho de Conclusão de Curso, apresentado à ETEC Prof. Idio Zucchi e à Fundação Coopercitrus Credicitrus, como requisito para a conclusão do curso Técnico em Agronegócio.

Orientador: Rafael Silva Ramos dos Anjos

BEBEDOURO – SP

2022

FOLHA DE APROVAÇÃO

AUTORES:

Aline Vidal de Oliveira
Ana Carolina da Silva Uzarte
Cintia Maria Gaspar
Cintya Pedroso de Mendonça
Luis Felipe Veiga Gianello
Michele Gonçalves Santos
Vanessa Reis da Silva Porfírio

TÍTULO: TIPOS DE IRRIGAÇÃO E SUA IMPORTÂNCIA NA CULTURA DO MILHO

Curso Técnico em Agronegócio / III Módulo / Noturno

Trabalho de Conclusão de Curso defendido e aprovado em 29/06/2022.

com MENÇÃO (), pela banca de validação:

(Assinatura) _____

(Assinatura) _____

(Assinatura) _____

Prof. Rafael Silva Ramos dos Anjos
Prof.^a Responsável pelo Componente Curricular Desenvolvimento do TCC
Curso de Técnico em Agronegócio
ETEC Prof. Idio Zucchi

AGRADECIMENTOS

Em primeiro lugar, à Deus, que fez com que nosso objetivo fosse alcançado durante nosso tempo de estudo e, que nos permitiu ultrapassar todos os obstáculos encontrados ao longo da realização do nosso trabalho.

Aos nossos professores, pelas correções e ensinamentos que nos permitiram apresentar melhor desempenho nesse momento, e no nosso processo de formação profissional ao longo do curso. Juntamente com todos da instituição Etec Prof. Idio Zucchi, pelo fornecimento de materiais que foram fundamentais para nosso desenvolvimento.

Ao nosso orientador Rafael Silva Ramos dos Anjos, por estar sempre disposto a nos ensinar e ajudar em todos os momentos, desempenhando sua função com excelência.

Aos nossos familiares, que estiveram presentes ao longo da nossa caminhada, e sempre nos apoiaram e nos incentivaram a correr atrás dos nossos sonhos, sempre nos auxiliando nos momentos difíceis.

Aos nossos amigos e companheiros que fizeram parte de toda essa jornada, que não nos deixou faltar alegria nos momentos compartilhados. As amizades que continuarão presentes em nossas vidas, que sempre serão lembradas com muito carinho.

À todas as pessoas que, em algum momento, puderam auxiliar e fizeram parte da caminhada. O nosso muito obrigado!

“O homem não é nada além daquilo que a educação faz dele.”

(Immanuel Kant)

RESUMO

Os métodos de irrigação contribuem para suprir o déficit hídrico nas lavouras, sendo a melhor solução para essas causas, além de aumentar de modo significativo todo o desenvolvimento e rendimento final. A produtividade do milho irrigado vem ultrapassando as expectativas. Com esse tipo de tecnologia, hoje é possível alcançar uma produtividade de 9.000kg/ha. Com os novos sistemas de irrigação, o solo é capaz de absorver 60% de água para as plantas, e suprir tal necessidade durante todo o desenvolvimento e, principalmente, nos períodos de déficit hídrico. Contudo, o investimento para esse tipo de sistema é viável, pois o rendimento e os resultados trazem satisfação ao produtor. Para isso, existem vários tipos de manejos na lavoura, o que ajuda na tomada de decisão do produtor por ter mais de uma opção, avaliando o que está mais próximo do seu interesse.

ABSTRACT

Irrigation methods contribute to supplying the water deficit in crops, being the best solution for these causes, in addition to significantly increasing the entire development and final yield. The productivity of irrigated corn has been exceeding expectations. With this type of technology, today it is possible to reach a productivity of 9,000 kg/ha. With the new irrigation systems, the soil is able to absorb 60% of water for the plants, and supply this need during the entire development and, especially, during periods of water deficit. However, the investment for this type of system is viable, as the yield and results bring satisfaction to the producer. For this, there are several types of management in the crop, which helps in the producer's decision making by having more than one option, evaluating what is closest to his interest.

JUSTIFICATIVA

A irrigação para o cultivo do milho traz um significativo aumento na produtividade, melhora a qualidade dos grãos e o tamanho da espiga, melhora a produção na entressafra e, com isso, torna uma lavoura mais evoluída e de melhor rendimento. Associada aos demais métodos culturais (controle de pragas e doenças, correção de solo, uso de fertilizantes, controle de plantas daninhas, tudo isso associada à irrigação é que permite que o milho sequeiro tenha um bom rendimento. A irrigação é essencial, mas sozinha não cumpre a função de rendimento, deve estar associada à outras técnicas de manejo da cultura.

Hoje, existem opções de manejo de irrigação na cultura do milho, facilitando a tomada de decisão do produtor, e fazendo com que ele alinhe a sua necessidade com os métodos existentes. Esses sistemas de irrigação fazem com que, pelo menos 60% de água seja contida pelo solo, sendo o suficiente para todo o ciclo de desenvolvimento da lavoura, garantindo uma produção alta e com espigas saudáveis.

A irrigação permite o uso intensivo do solo, reduz o risco de perdas de investimento devido à falta de chuvas, disponibiliza água durante todo o período de crescimento da cultura, envolve a certeza de que o resultado de produtividade alcance o esperado, e garante o controle de estiagem e melhor rendimento.

Assim, mesmo que exista um valor de investimento significativo para o manejo da irrigação no início, o retorno na produtividade e seu lucro cobrem as indecisões de aplicação para tal projeto de irrigação.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	8
METODOLOGIA	9
1 - HISTÓRIA DO MILHO	10
2 - IMPORTANCIA DA IRRIGAÇÃO NA PRODUTIVIDADE	11
3 - PRODUTIVIDADE E IRRIGAÇÃO	15
4 - SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO	19
5 - EFEITOS DO DÉFICIT HÍDRICO NA CULTURA DO MILHO	21
5.1 - PRÁTICAS PARA MINIMIZAR OS EFEITOS DO DÉFICIT HÍDRICO	24
6 – RESULTADO E DISCUSSÃO	24
7 – CONSIDERAÇÕES FINAIS	27
8 – REFERENCIAS	28

INTRODUÇÃO

Em agricultura irrigada, o manejo do sistema é uma parcela que contribui significativamente para o sucesso do empreendimento. Muitos sistemas são bem dimensionados e apresentam déficit econômico em função da aplicação inadequada da água, sem consideração dos critérios de solo, planta e atmosfera que indicam o momento e a quantidade ideal da lâmina de irrigação.

De acordo com Shock & Wang (2011), o manejo da irrigação consiste no emprego racional da água, atendendo as necessidades hídricas das plantas e aumentando a produção, podendo ser manejado de acordo com o clima, solo e atmosfera.

Segundo a G&E Agro (2021), muitas vezes o produtor tem dúvidas sobre qual o melhor método de irrigação, se é vantajoso investir nesse sistema e o quanto compensa irrigar para melhorar a produtividade da lavoura. Também é necessária a atenção à adequação do solo, para que ele possa absorver tanto a precipitação da água da chuva, quanto da irrigação. Não adianta toda a tecnologia se não prepararmos adequadamente o solo para uma maior capacidade de armazenar água. O consumo de água ideal na cultura do milho varia de 500 mm a 800 mm em seu ciclo completo de desenvolvimento. No caso do milho safrinha, por ser semeado entre janeiro e março, as limitações como a redução de chuvas, radiação térmica e queda de temperatura influenciam muito no resultado da safra. Com a possibilidade de “veranicos”, dias muito secos após o plantio, aumentam-se os riscos de perdas na colheita, principalmente quando a falta d’água ocorre em períodos críticos de desenvolvimento da planta, ou seja, em média vai dos 20 aos 60 dias após a emergência de plantas, que, em número de folhas da planta corresponde ao intervalo entre a terceira (V3) e a décima segunda folha (V12).

A irrigação é uma forma de enfrentar a estiagem, por isso é preciso reservar água para os momentos em que não chove. Ela é responsável por um forte incremento na produtividade do milho e o investimento se paga em poucos anos. Pela média dos últimos nove anos, de acordo com dados levantados pela *Emater/RS-Ascar* (2022), as plantações sem irrigação têm uma produtividade média de 95,4 sacas/ha e em áreas irrigadas pode ultrapassar a 200 sacas/ha.

A implantação de um sistema de irrigação pode ser considerada cara, mas é um investimento que pode incrementar a capacidade de produção e praticamente dobrar a produtividade em certas condições. Estes sistemas são capazes de proporcionar uma resposta muito positiva e têm durabilidade de 15 a 30 anos, conforme o sistema escolhido.

Dois dias de estresse hídrico na floração podem reduzir o rendimento em cerca de 20%. De quatro a oito dias, mais de 50%. Grandes riscos de déficit hídrico no verão levaram os agricultores a investir mais em tecnologias e irrigação (SANDRI, 2020).

Com isso, percebe-se que a irrigação é uma alternativa que definitivamente pode aumentar a produtividade do milho.

METODOLOGIA

Utilizou-se de levantamento bibliográfico a fim de reunir e compilar dados referentes ao tema abordado. Foram apresentados dados específicos relacionados a história, cultivo, manejo e funções econômicas da irrigação no milho, a fim de trazer soluções viáveis para a realização da prática de diferentes manejos de irrigação no milho e sua produtividade.

Para responder aos problemas desse tema, foram realizadas pesquisas relacionadas ao assunto. A pesquisa serve para obter dados assertivos do assunto abordado.

1. HISTÓRIA DO MILHO

O milho (*Zea mays*) existe como alimento no mundo há mais de 7.300 anos. Sabe-se que os primeiros cultivos de milho foram encontrados no México. Logo, outras localidades próximas se identificaram com clima propício para esse tipo de plantação e começaram trabalhar com a cultura.

Quando surgiram as chamadas grandes navegações com o período de colonização, acontecidos no século XVI, a descoberta do milho alcançou muitos países, fazendo com que ele se tornasse um dos primeiros cultivos para alimentação no mundo (APROSOJA, 2021).

No momento em que o milho foi levado para o continente Europeu, pela chegada de Colombo ao continente americano, os grãos foram usados para produção de ração e cereais, que eram destinados a população mais simples.

As primeiras produtividades dessa cultura foram bem diferentes do que encontramos hoje. As espigas eram menores, com poucos grãos e com grãos de tegumentos muito duro, difícil de se quebrar. Com isso, os primeiros produtores começaram selecionar características de interesse e, assim, surgiram espigas maiores, com grãos macios e de melhor qualidade. Os produtores já trabalhavam com arroz, mandioca, entre outros alimentos, quando o milho começou a se tornar uma cultura local e a tendência foi evoluir cada vez mais (EMBRAPA, 2007)

O Brasil segue sendo um dos maiores produtores de milho, tendo alcançado aproximadamente 102 milhões de toneladas na última colheita e, com expectativas de maiores resultados para este ano.

Contudo, nos últimos anos, os maiores desafios no campo vem sendo a implantação de tecnologia. Uma produtividade baixa pode indicar que, mesmo com tecnologias instaladas no campo, seu manejo pode não estar sendo bem desenvolvido. Também, existem regiões com menos acesso a esse tipo de investimento, que alcançam números menores de produtividade por falta disso (FORBES, 2021).

O período de falta de água, quando estendido, prejudica grande porcentagem de produção da cultura. A irrigação para a cultura do milho pode ser viável

economicamente quando o fator limitante é a água e, o preço de venda do produto é favorável, o que possibilita a minimização de risco e favorece a estabilidade no rendimento da cultura (EMBRAPA, 2007).

O milho é considerado como uma cultura que demanda muita água, mas também é uma das mais eficientes no uso desse recurso natural, isto é, produz uma grande quantidade de matéria seca por unidade de água absorvida. O milho de variedade de ciclo médio cultivado para a produção de grãos secos consome de 400 a 700 mm de água em seu ciclo completo, dependendo das condições climáticas. O período de máxima exigência é na fase do embonecamento ou um pouco depois dele, por isso déficits de água que ocorrem nesse período são os que provocam maiores reduções de produtividade. Déficit anterior ao embonecamento reduz a produtividade em 20 a 30%; no embonecamento em 40 a 50% e após em 10 a 20% (FANCELLI e DOURADO NETO, 2000 p.1).

2. IMPORTÂNCIA DA IRRIGAÇÃO NA PRODUTIVIDADE

A irrigação é um método promissor para a produção de alimentos. É uma técnica usada no setor agrícola que tem por objetivo a aplicação artificial de água no solo, no momento e quantidade certa, usando diferentes manejos, métodos, tecnologias e sistemas. A irrigação é utilizada em áreas com falta de água ou má distribuição de chuvas. Com isso, satisfaz-se as necessidades da cultura, a fim de aumentar a produtividade e preservar a vida das plantas.

No período histórico, grandes civilizações se instalavam às margens de grandes rios, o que garantia água para a subsistência, para os animais e para as plantações, assim, aproveitavam com mais segurança os alimentos.

Há indícios que a irrigação já era utilizada no Egito em meados de 6.000 a.C. às margens do rio Nilo; na Mesopotâmia, nas margens dos rios Tigre e Eufrates por volta de 4.000 a.C.; na China em 3.000 a.C.; na Índia a irrigação era utilizada por volta de 2.500 a.C. Na América do Sul e no México, as civilizações Incas e Maias já desenvolviam a irrigação há mais de 2.000 anos. Nos Estados Unidos, a irrigação já

era praticada pelos índios da região sudoeste, por volta de 100 a.C. No Brasil, a origem deu-se no estado do Rio Grande do Sul, durante a sua colonização, onde foi cultivado o arroz irrigado por inundação.

Entre os anos de 1970 e 1980, a irrigação no Brasil teve ocupação em um maior número de áreas, através dos novos incentivos governamentais. Em 1990, iniciou-se o mercado de irrigação para o paisagismo, logo quando houve a liberação das importações para o país. Com isso, nasceram as primeiras empresas de Tecnologia de Irrigação para campos esportivos e jardinagem.

A evolução da tecnologia expandiu rapidamente. Outras empresas surgiram em todo o país e as pessoas começaram se especializar nesse tipo de serviço. No ano de 1966, aconteceu o maior avanço, a federação paulista de futebol contratou a instalação do serviço em 16 estádios. Só no ano de 2014 aconteceu o grande momento de popularização, quando o mundo inteiro, durante a copa do mundo, assistiu durante o início dos jogos e aos intervalos, a utilização da irrigação dentro de campo. Era essencial a aplicação de água de forma homogênea no gramado. Assim, a irrigação foi considerada uma necessidade dentro de campo, aplicada por bons profissionais para exercer o serviço.

Mesmo com todo esse período de desenvolvimento, essa tecnologia ainda é muito nova. Em alguns locais do país, a cultura da irrigação ainda não é utilizada, ou por falta de disponibilidade de água, ou por falta de informação. A utilização eficiente da água deve ser prioridade nesse tipo de serviço. Deve-se manter o uso racional de água nas aplicações automatizadas, e, assim, fazer com que essa tecnologia seja benéfica (BIOMATRIX, 2020).

Hoje, com acesso à tecnologia, conseguimos acessar o serviço pelo celular analisando as variações climáticas, para ajustar o funcionamento do sistema e fazer uma aplicação eficiente, visando o momento e a quantidade correta de água (BIOMATRIX, 2020).

Assim, para a exploração de solos argilosos e argilo-arenosos, que apresentam um avanço horizontal ou infiltração lateral maior que 80 cm, devem ser concebidos sistemas de irrigação, que proporcionem fluxos radiais de água no solo, a partir de um ponto de emissão de água (irrigação por gotejamento) ou de uma faixa úmida de solo (irrigação por sulco). Enquanto para a exploração dos solos arenosos, que

apresentam infiltração vertical superior a 15mm/h, devem ser concebidos sistemas de irrigação, em que a dispersão da água é feita através do ar, tais como a aspersão ou a micro aspersão.

Existem 04 tipos de sistemas e manejos de irrigação: superfície, aspersão, localizada e subirrigação. Existem mais de dois sistemas que podem ser implantados para cada método. A variação existe pelo fato de existirem diferentes solos, climas, culturas, disponibilidade de energia e condições socioeconômicas para cada sistema ser adaptado. Para cada tipo de plantio, existe um sistema adequado (BIOMATRIX, 2020).

Irrigação eficiente é considerada quando se molha todo o redor da planta, para que a água seja bem absorvida, sendo assim a planta fica hidratada e recebe o que é necessário. Correto é avaliar as características do solo e seu desempenho na absorção de água, chuva, relevo, ventos, inclinação, custo, entre outros.

Não é só a água que devemos avaliar, existem outros fatores importantes que contribuem para o aumento na produtividade da cultura. Temos como exemplo, utilizar os fertilizantes de forma correta e eficiente. O aumento na produção da cultura permite o aumento da oferta de empregos, diminui custo de produção, viabiliza maior rentabilidade, entre outros.

A escassez de água e a alta temperatura são os principais fatores ambientais que afetam a produtividade do milho. O estresse hídrico, que pode ser causado pela seca ou veranicos, é uma das principais causas da perda de rendimento do milho.

O interesse pela irrigação no Brasil, surgiu pela variação de clima, cultura, solo e condição socioeconômica. Existem vários tipos de irrigação e, não existe um sistema ideal, que atenda perfeitamente todas as condições e os interesses ao mesmo tempo. Deve-se estudar o sistema de irrigação cabível naquele tipo de situação em específico, para alcançar os objetivos desejados. Para isso, as questões mais importantes para a escolha assertiva, é o retorno econômico desejado e questões fitossanitárias. Além disso, deve-se analisar a rotação de culturas, para que o sistema escolhido atenda todos os cultivos no mesmo sistema de produção.

A área de milho plantada no Brasil, atualmente, ocupa um total de 18 milhões de hectares, sendo que 62% da produção é usada para ração animal, e 38% para

consumo industrial. A produtividade de milho ainda é considerada baixa, mas é possível que essa situação mude, sendo a irrigação no milho o principal fator que pode melhorar a produtividade.

Entende-se que a produtividade do milho, ao longo dos anos, aumentou devido as novas técnicas, sistemas, melhoramento genético e manejos de irrigação. Os principais países produtores de milho tiveram aumento significativo no rendimento final das colheitas. (Figura 1).

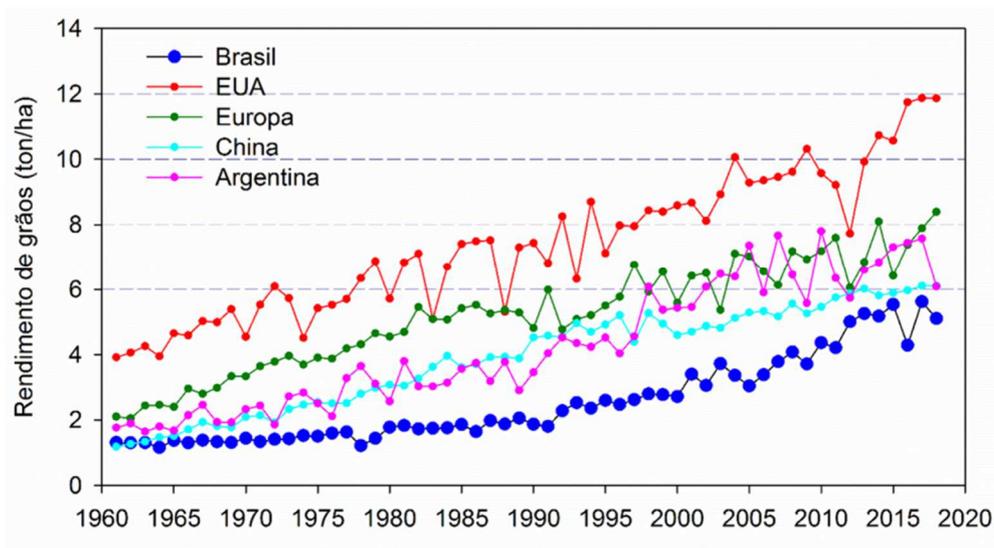


FIGURA 1. Evolução da produtividade média do milho entre os anos de 1960 e 2018

Fonte: FAO, 2019

É notável um aumento significativo, mesmo que a média ainda esteja abaixo do esperado. O causador dessa situação é a melhoria de práticas agrícolas como: aplicação de fertilizantes, preparo de solo, adequação de datas de semeadura e implementação da irrigação, além do melhoramento genético das plantas (BIOMATRIX, 2020).

3. PRODUTIVIDADE E IRRIGAÇÃO

Na cultura do milho, o rendimento é obtido por 3 características: números de grãos por espiga, peso dos grãos e espigas por área. Cada componente é analisado em seu estágio de desenvolvimento e, assim, o rendimento se dá de acordo com o ambiente e o manuseio adotado durante o ciclo.

O maior período de sensibilidade do rendimento do milho acontece na fase de prefloração até o início do enchimento de grãos (V8 até R3). Assim, fica fácil definir que o milho requer mais água durante o estágio reprodutivo, sendo esse o período mais sensível ao estresse hídrico. No estágio de seis folhas completas são definidas o número de espigas por área, e o número de grãos por espiga. Assim, nesses períodos, a perda de produtividade pode variar de 30% a 90%, caso o déficit de água seja durante os estádios vegetativos ou reprodutivos (BIOMATRIX, 2020).

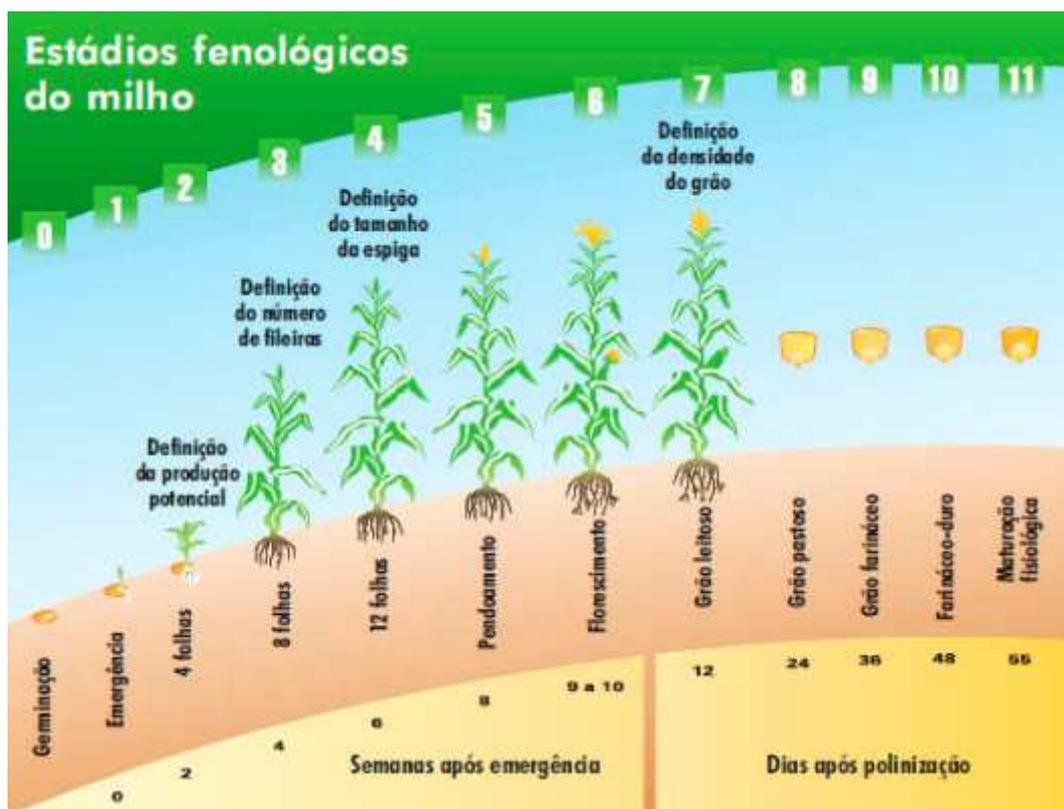


FIGURA 2. Estádios fenológicos do milho

Fonte: BIOMATRIX, 2020

As variáveis do clima mudam de local para local. Com isso, devemos acompanhar as alterações para iniciar a irrigação no momento certo. É necessário iniciar a irrigação quando o consumo acumulado ou a evapotranspiração acumulada da planta ultrapassar o limite crítico estabelecido para cada solo.

As folhas começam dar sinais, como por exemplo, começam a murchar, mostrando a necessidade da irrigação. Porém, deve-se analisar outros aspectos, pois podemos confundir os sintomas que também são causados por elevadas temperaturas, velocidade dos ventos e baixa umidade relativa do ar. Em ambientes com tais características, a planta não absorve água o suficiente para atender suas necessidades. Contudo, o principal fator para incentivar uma irrigação no milho é quando a umidade do solo diminui, fazendo com que se torne difícil a extração de água pelas plantas (BIOMATRIX, 2020).

Essa figura (Figura 3) é um exemplo onde temos um solo com 50% de argila, característico dos solos brasileiros, considerando um sistema radicular do milho de 70 cm de profundidade. Analisando-se a Figura 3, deve-se iniciar uma nova irrigação assim que o conteúdo de água facilmente disponível esgote; ou seja, uma nova irrigação deve acontecer antes que as plantas entrem em estresse por déficit hídrico.

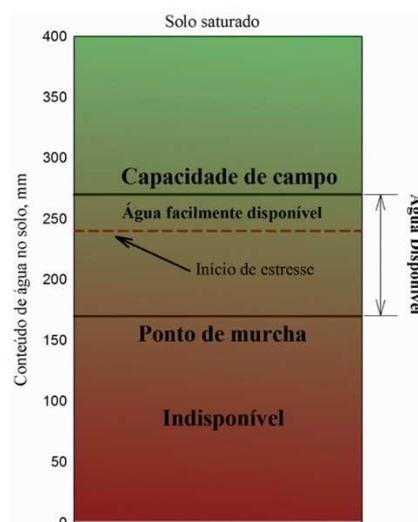


Figura 3. Profundidade de absorção da água.

Fonte: BIOMATRIX, 2020

Ilustração do total de água disponível (TAD) em um perfil de solo homogêneo, de 70 cm de profundidade, incluindo a umidade de saturação, a lâmina de água na capacidade de campo e ponto de murcha permanente (mm) e a depleção permitida para que não ocorra estresse nas plantas (linha tracejada, em vermelho). Ainda observando a figura, percebemos que a lâmina de água facilmente disponível é relativamente pequena, ou seja, na fase de maior consumo, as plantas esgotam essa quantidade de água em poucos dias. À medida que as plantas vão extraindo água, os solos vão secando e mais difícil é a extração de água pelas plantas.

Fonte: Semente Biomatrix, 2020.

A evapotranspiração é a combinação da perda de água pela transpiração das plantas e da evaporação do solo. Na cultura do milho, a própria evaporação do solo é responsável por 15 a 25% da evapotranspiração de toda a cultura. Essa perda acontece após chuvas ou irrigações, sendo mais impactantes no início e no fim do ciclo (BIOMATRIX, 2020).

A intensidade da evapotranspiração depende da disponibilidade de água no solo e do estágio de desenvolvimento e das características meteorológicas do local. Quando a umidade do solo diminui, a absorção de água pelas raízes das plantas é dificultada, e menos água é transpirada. (Figura 4).

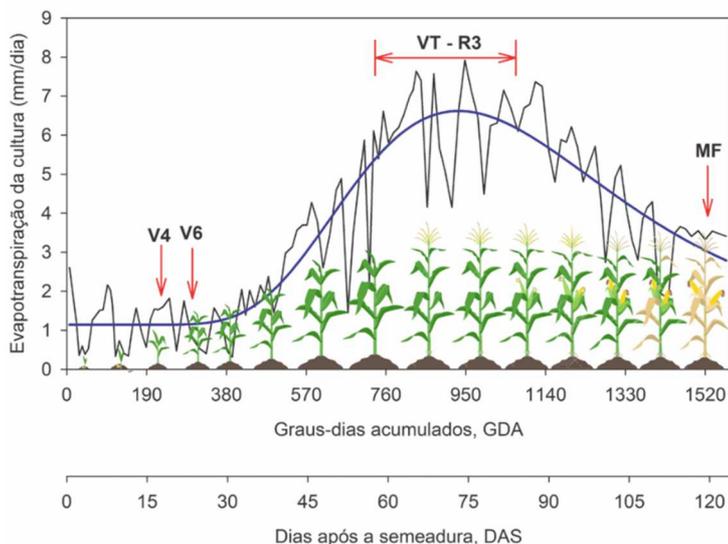


FIGURA 4. Evapotranspiração em diferentes estágios da planta.

Fonte: BIOMATRIX, 2020

Evapotranspiração diária da cultura do milho de ciclo de 120 dias, com a apresentação dos graus-dias necessários para atingir cada estágio específico. A linha contínua (escura) representa a variação diária da ET_c , enquanto a linha contínua (azul) representa o consumo médio ao longo do ciclo.

Fonte: Sementes Biomatrix, 2020.

O método largamente utilizado para estimar a evapotranspiração da cultura do milho (ET_c) é através da associação de um fator de conversão, conhecido como coeficiente de cultura (K_c) com a evapotranspiração de referência (ET_o).

A evapotranspiração de referência (ET_o) é dependente basicamente dos fatores meteorológicos, enquanto o K_c depende da cultura, dos estádios de desenvolvimento, das práticas de manejo, do tipo e da umidade do solo e das condições climáticas, portanto, a evapotranspiração também depende desses fatores.

E todos esses fatores, em conjunto, são guiados pela demanda evaporativa da atmosfera, ou seja, a radiação solar, a temperatura do ar, a umidade relativa e a velocidade do vento, representados pelos ET_o. Assim, em dias límpidos, com umidade relativa baixa e elevadas temperaturas, a demanda da atmosfera por água será elevada.

Fonte: Semente Biomatrix, 2020.

Na figura 5 abaixo, a simulação da necessidade de irrigação pela combinação balanço hídrico meteorológico e umidade do solo, tomando como base o Planalto do Rio Grande do Sul, para o ano agrícola 2019/20, para milho semeado no início de setembro. ET_c é a evapotranspiração diária (mm/dia), ET_{cAc} é a evapotranspiração acumulada (mm), as barras verticais representam a chuva (mm) e as irrigações aplicadas (mm), em função do gatilho estabelecido. (SEMENTES BIOMATRIX, 2020).

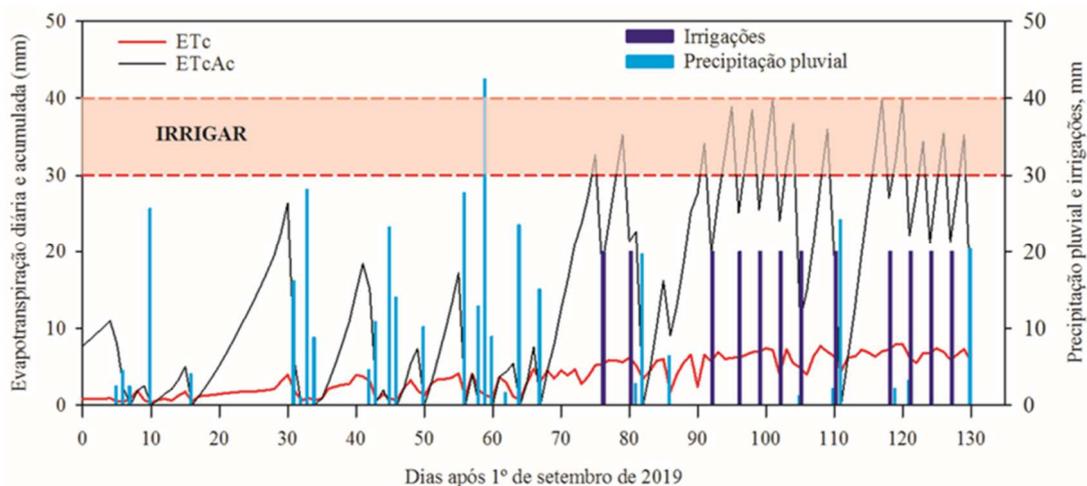


FIGURA 5. Absorção de água e necessidade de iniciar irrigação.

Fonte: Sementes Biomatrix, 2020.

4. SISTEMAS DE IRRIGAÇÃO

O método de irrigação é a forma pelo qual a água é aplicada em cada tipo de cultura. Os sistemas são quatro: aspersão, superfície, subirrigação e localizada. A razão pela variedade de sistemas e manejos, é dada pela variedade existente de solo, clima, culturas, disponibilidade de água e energia, condições econômicas, entre outros (EMBRAPA, 2006).

No sistema por aspersão, jatos de água são lançados e caem sobre a cultura, como a chuva. Traz como vantagem a facilidade de adaptação em vários tipos de solo, maior eficiência na distribuição de água, pode ser automatizado, tem facilidade de desmontagem para o transporte, entre outros. Porém, existem algumas limitações, como os custos de instalação, pode sofrer influência climática.

Outro sistema é a irrigação localizada, que seria a aplicação da água em apenas uma fração do sistema radicular das plantas, onde são instalados gotejadores pontuais. Com esse tipo de sistema, a área molhada varia de 20 a 80%, causando impacto na economia de água. O custo do investimento é inicialmente alto, sendo um método que permite a automação total exigindo assim menor emprego na mão de obra em relação a operação.

Subirrigação, é um método onde o lençol freático é mantido a uma profundidade controlada, para que permita um fluxo de água adequado à zona radicular da cultura. Assim, está relacionado a um sistema de drenagem subsuperficial. Havendo condições satisfatórias pode-se constituir no método de menor custo. (EMBRAPA, 2006)

A irrigação por superfície se dá por gravidade através da superfície do solo. Tem menor custo fixo e operacional, necessita de equipamentos mais simples e acessíveis, não é influenciado pelo clima, exige um menor custo de energia. Porém, exige certas condições topográficas, sistematização de terreno, o manejo é mais complexo (Tabela 1).

Após a apresentação dos tipos de sistemas de irrigação, podemos analisar que para o manejo do milho, que o mais utilizado para grandes áreas seria o pivô central e para as pequenas o mais indicado é o aspersor convencional, mas sempre verificando o tipo do solo. No pivô central temos a possibilidade de simular uma chuva

artificial, onde um aspersor expelle água para o ar, que por resistência aerodinâmica se transformam em pequenas gotículas de água que caem sobre o solo e plantas.

TABELA 1. Fatores que Afetam a Seleção do Método de Irrigação.

Método	Fatores			
	Declividade	Taxa de Infiltração	Sensibilidade da Cultura ao Molhamento	Efeito do Vento
Superfície	Área deve ser plana ou nivelada artificialmente a um limite de 1%. Maiores declividades podem ser empregadas tomando-se cuidados no dimensionamento.	Não recomendado para solos com taxa de infiltração acima de 60 mm/h ou com taxa de infiltração muito baixa	Adaptável à cultura do milho, especialmente o sistema de sulcos.	Não é problema para o sistema de sulcos.
Aspersão	Adaptável a diversas condições	Adaptável às mais diversas condições	Pode propiciar o desenvolvimento de doenças foliares	Pode afetar a uniformidade de distribuição e a eficiência
Localizada	Adaptável às mais diversas condições.	Todo tipo. Pode ser usado em casos extremos, como solos muito arenosos ou muito pesados.	Menor efeito de doenças que a aspersão. Permite umedecimento de apenas parte da área.	Nenhum efeito no caso de gotejamento

Subirrigação	Área deve ser plana ou nivelada.	O solo deve ter uma camada impermeável abaixo da zona das raízes, ou lençol freático alto que possa ser controlado.	Adaptável à cultura do milho desde que o solo não fique encharcado o tempo todo. Pode prejudicar a germinação.	Não tem efeito.
--------------	----------------------------------	---	--	-----------------

Fonte: Turner (1971) e Gurovich (1985)

5. EFEITOS DO DÉFICIT HÍDRICO NA CULTURA DO MILHO

O estresse por déficit hídrico se dá quando a necessidade de água da planta é maior que a quantidade disponibilizada pelo solo e que a capacidade de absorção pelo sistema radicular, levando a um fechamento dos estômatos (Figura 5). Essa é a situação que mais atinge e limita as altas produtividades da cultura do milho no Brasil (BIOMATRIX, 2020).



FIGURA 6. Estresse Hídrico e Fechamento dos Estômatos em milho. Fonte: Sementes Biomatrix, 2020.

O momento de germinação das sementes é um dos mais significativos para definir a produtividade da cultura do milho. Para obter um bom desempenho na lavoura, é essencial que a fase de germinação seja invariável, a fim de manter todas no mesmo nível de desenvolvimento, sem haver plantas dominadas.

Nesse período, a necessidade de água para a planta é baixa, entre 1,5 e 3 mm por dia, pois ainda não existe nenhuma folha. A falta de água nesse momento, dificulta que a semente absorva água, o que é essencial para o início do processo de germinação. Com isso, a seca diminui o número de plantas germinadas, e torna o período mais lento e desigual (BIOMATRIX, 2020).

Quando o milho entra no estágio vegetativo, até a quinta folha completamente desenvolvida (V5) ainda não é necessário grande quantidade de água na planta, pois existem poucas folhas. De acordo com o período, as folhas necessitam de 2,5 a 4,5 mm por dia. A seca nessa fase vegetativa, diminui a velocidade de crescimento inicial. Esse é o momento em que o período crítico de plantas daninhas aumenta, contribuindo para o ataque de pragas, como lagartas. (BIOMATRIX, 2020).

A partir desse momento (V6) até VT (período de florescimento), a necessidade hídrica fica maior. De 4,5 para 7 mm por dia, conforme aumentam as folhas das plantas. É nesse momento que o tamanho potencial da espiga é definido. A falta de água, nesse caso, irá prejudicar o tamanho da espiga, além de afetar o tamanho das plantas e o desenvolvimento da sua área foliar (BIOMATRIX, 2020).

Esse é o período mais sensível ao estresse hídrico. Nessa fase, são necessários os 7 ou 8 mm por dia. Em condições de seca e temperaturas elevadas, a redução da quantidade de grãos por espiga é significativa (BIOMATRIX, 2022). (Tabela 2).

TABELA 2. Rendimento dos grãos do milho.

Estádio de Desenvolvimento	Redução na Produtividade (%)
Vegetativo	25
Espigamento	51
Formação de grãos	21
Fonte: Biomatrix (2022)	

Após o espigamento, a próxima etapa é o enchimento de grãos. É importante que aconteça um bom regime hídrico nesse momento, pois pode ocorrer redução de produção no processo de polinização, na formação do zigoto e também o crescimento inicial do grão para ter um enchimento de grãos bem-sucedidos (BERGAMASCHI et al., 2006). A falta de água nessa fase afeta a área foliar da planta, diminuindo o processo fotossintético, fazendo com que desenvolva grãos menores e fracos. A necessidade hídrica é de 8mm por dia (BIOMATRIX, 2020). (Figura 7)



FIGURA 7. Estresse por déficit hídrico

Fonte: Murilo Durlí (2020)

5.1 PRÁTICAS PARA MINIMIZAR OS EFEITOS DO ESTRESSE POR DÉFICIT HÍDRICO NO MILHO

Existem algumas estratégias para diminuir os impactos da falta de água no milho, e as principais são: escape e enfrentamento. A estratégia de escape consiste em realizar o plantio em uma época fora do período de seca. Contudo, é necessário fazer o plantio de um híbrido precoce, pois assim a planta floresce com antecipação e não se expõe na fase de seca.

Enquanto isso, a estratégia de enfrentamento consiste em plantar um híbrido tolerante ao déficit hídrico para assim a planta não ser tão afetada no período de secas mais prolongadas (SANTOS et al., 1998).

Existem alguns mecanismos fisiológicos na planta que permitem tolerar a baixa disponibilidade hídrica e/ou promover maior eficiência no uso da água pela planta. Entre esses mecanismos está enrolamento foliar, abscisão floral, alteração da permeabilidade da cutícula, aumento da capacidade fotossintética, alteração na condutância estomática, entre outros aspectos morfofisiológicos. Ainda há outras estratégias de manejo da lavoura são importantes para minimizar os efeitos do estresse hídrico na lavoura de milho. Um ponto importante é o manejo do solo. Solo descompactado, corrigido, com boa fertilidade e adubação favorece o desenvolvimento radicular das plantas. Um sistema radicular profundo e com maior volume de raízes consegue tolerar melhor o período de estresse hídrico, pois explora um maior e mais profundo perfil de solo.
Fonte: Sementes Biomatrix, 2020.

6. RESULTADO E DISCUSSÃO

A irrigação é uma técnica que tem como objetivo suprir as necessidades hídricas de uma área plantada em decorrência à baixa disponibilidade hídrica ou má distribuição das chuvas. Na Tabela 3, são apresentadas comparações das técnicas de irrigação.

TABELA 3. Comparações de diferentes sistemas de irrigação, apresentando o modelo, as vantagens e desvantagens

	MODELO	VANTAGENS	DESVANTAGENS
Irrigação por SUPERFÍCIE	A água é conduzida para o ponto de infiltração diretamente pela superfície do solo.	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo custo de implantação; - Favorece o aumento de fotossíntese nas folhas mais baixas; - O vento não limita a irrigação; - Promove a fixação do nitrogênio atmosférico. 	<ul style="list-style-type: none"> - Mal planejado e manejado prejudica a distribuição da água, enxarcando a planta; - Bastante dependente da declividade do solo; - Erosões frequentes nos sulcos; - Ocorrem perdas de água por percolação.
Irrigação por ASPERSÃO	Simulação de chuva artificial, onde um aspersor expelir água para o ar, que por resistência aerodinâmica se transformam em pequenas gotículas de água que caem sobre o solo e plantas.	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo custo de mão de obra; - Elevada eficiência de aplicação; - Facilidade de fertirrigação; - Melhor controle da lâmina de aplicação. 	<ul style="list-style-type: none"> - Aumento do desenvolvimento de doenças; - Elevados custos iniciais de energia e manutenção; - Limitada pelo vento e declividade do terreno; - Sendo mal manejada pode causar danos ao solo, devido o escoamento de água.

<p align="center">Irrigação LOCALIZADA</p>	<p>A água é aplicada na área ocupada pelas raízes das plantas, ou seja, diretamente no solo, formando um círculo molhado ou faixa úmida. Conhecido como irrigação por gotejamento.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Baixo custo de mão de obra e energia; - Elevada eficiência de aplicação; - Facilidade de fertirrigação; - Adaptação a diferentes tipos de solo; - Mantém o solo uniformemente úmido. 	<ul style="list-style-type: none"> - Alto custo inicial; - Bastante sensível ao entupimento dos orifícios da saída de água; - Diminuição da profundidade das raízes, devido à constante disponibilidade de água, o que diminui a estabilidade da planta.
<p align="center">Irrigação por SUBIRRIGAÇÃO</p>	<p>Fornecimento de água para uma planta abaixo da superfície do solo. Quando usada, o lençol freático do campo deve ser aumentado manualmente. Conhecido como irrigação por infiltração.</p>	<ul style="list-style-type: none"> - Elevada taxa de infiltração; - Reduzida capacidade de retenção de água; - Inexpressiva exigência de mão de obra; - Redução da quantidade de água e energias requeridas. 	<ul style="list-style-type: none"> - Exigência de condições naturais (lençol freático); - topografia favorável; - Inadequação para algumas culturas.

O consumo de água no milho é de 500mm a 800mm no seu desenvolvimento completo. Em locais onde a chuva é insuficiente para suprir à quantidade de água necessária, a irrigação se torna a melhor alternativa para suprir essas necessidades e garantir rendimento, aumentando a produtividade.

Quando o sistema de irrigação é instalado, o solo absorve pelo menos 60% de água para as plantas durante os períodos mais importantes de crescimento. Isso

permite que o milho tenha a necessidade de água suprida por seu determinado tempo de desenvolvimento, alcançando o rendimento esperado.

Entre os diferentes manejos de irrigação, o gotejamento pode trazer até 95% de eficiência, enquanto o pivô-central e a irrigação por aspersão podem contribuir com 75% de eficiência.

Na última safra (20/21) foram colhidos de 105 a 110 sacas de milho por hectare em uma área sem irrigação no estado de São Paulo. No estado do Rio Grande do Sul, houve relatos de produções de até 258 sacas por hectare em áreas irrigadas. Apesar de serem informações de estados diferentes, com os relatos podemos observar a relevância da irrigação na produtividade da cultura do milho.

Contudo, sabendo que a água é determinante em diversos fatores que afetam a produção agrícola, a irrigação é quem assume o papel principal. Com a diminuição dos riscos da falta de água, a produtividade cresce e, com ela, a lucratividade (EMBRAPA, 2020).

7. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Este trabalho possibilitou a obtenção de informações com destaque sobre a importância da irrigação na cultura do milho submetida a diferentes Manejos.

O manejo da irrigação é de suma importância para o desempenho da cultura do milho, uma vez que o milho é sensível tanto ao déficit hídrico quanto ao encharcamento do solo. Em solos encharcados, o excesso de água limita a quantidade de oxigênio nas raízes, prejudicando as plantas. Em solos sob condições de déficit hídrico, as plantas de milho entram em condições de estresse que prejudicam a produtividade das lavouras.

A irrigação é um método promissor para a produção de milho. Essa técnica usada no setor agrícola tem por objetivo a aplicação artificial de água no solo, no momento e quantidade certa, sendo utilizada em áreas com falta de água ou má distribuição de chuvas. Na cultura do milho, a irrigação pode ser viável economicamente quando a água for o fator limitante para a produção.

Existem vários tipos de irrigação, mas não existe um sistema ideal, que atenda perfeitamente todas as condições e os interesses ao mesmo tempo. Deve-se sempre estudar os sistemas de irrigação para cada situação em específico, para se alcançar os objetivos desejados. No entanto, de modo geral, o gotejamento (aspersão tradicional) também pode ser utilizado, mas para 10 hectares o custo é mais elevado (dobro do custo da aspersão convencional). Inviabiliza, pois, tem muita mão de obra, muita mangueira. Em áreas maiores o mais econômico é usar pivô central para irrigar a lavoura.

8. REFERÊNCIAS

APROSOJA. A HISTÓRIA DO MILHO NO MUNDO E NO BRASIL. 2021. Associação dos Produtos de Milho, Cuiabá – Mato Grosso do Sul. Disponível em: <<http://www.aprosoja.com.br/soja-e-milho/a-historia-do-milho>> Acesso em: 04/04/2022

AGROINSIGHT. HISTÓRICO DA IRRIGAÇÃO – AGRO INSIGHT CURADORIA DE CONTEÚDOS DO AGRO. Abril de 2021. Disponível em: <<https://agroinsight.com.br/historico-da-irrigacao/#:~:text=Historicamente%20as%20grandes%20civiliza%C3%A7%C3%B5es%20se%20instalaram%20e%20desenvolveram,que%20desfrutassem%20de%20fontes%20mais%20seguras%20de%20alimentos>> Acesso em: 08/02/2022

EMBRAPA. AGÊNCIA EMBRAPA DE INFORMAÇÃO TECNOLÓGICA - MÉTODOS. 2022. Disponível em: <https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_16820051120.html> Acesso em: 19/03/2022

EMBRAPA. CULTIVO DO MILHO. Setembro 2007. Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/69853/1/Irrigacao-1.pdf>> Acesso em: 11/05/2022

EMBRAPA. CULTIVO DO MILHO. 2007. Manejo de irrigação – Embrapa, tabela, Fonte: Turner (1971) e Gurovich (1985). Disponível em: <<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/69853/1/Irrigacao-1.pdf>> Acesso em: 10/05/2022

EMBRAPA. FISIOLÓGIA DA PRODUÇÃO DE MILHO. Dezembro 2006. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19620/1/Circ_76.pdf> Acesso em: 24/04/2022

EMBRAPA. PRINCIPAIS MÉTODOS E SISTEMA DE IRRIGAÇÃO. Dezembro 2006. Disponível em:
<https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/CNPMS/19630/1/Circ_86.pdf>
Acesso em: 15/04/2022

EMBRAPA. **MÉTODOS DE IRRIGAÇÃO**. 2022. Ageitec – Agência Embrapa de Informação Tecnológica. Disponível em:
<https://www.agencia.cnptia.embrapa.br/gestor/milho/arvore/CONTAG01_72_16820051120.html> Acesso em: 12/05/2022

FORBES. **MILHO SEGUNDA SAFRA VAI SER RECORDE NA TEMPORADA, MESMO COM INTEMPÉRIES**. 2022. Disponível em:
<<https://forbes.com.br/forbesagro/2022/06/milho-segunda-safra-vai-ser-recorde-na-temporada-mesmo-com-intemperies/>> Acesso em: 01/04/2022

GEAGRO. **GEAGRO – SEMEANDO QUALIDADE**. 2022. Disponível em:
<<http://geagro.com.br/>> Acesso em: 29/04/2022

INFOTECA. **VIABILIDADE E MANEJO DA IRRIGAÇÃO DA CULTURA DO MILHO**. Dezembro 2006. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Sete Lagoas, MG. Disponível em:
<<https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/490417/1/Circ85.pdf>> Acesso em: 23/04/2022

JACOBUCI. **A IMPORTÂNCIA DA IRRIGAÇÃO PARA O CULTIVO DO MILHO - JACOBUCI**. 2021. Disponível em: <<https://jacobucci.ind.br/a-importancia-da-irrigacao-para-o-cultivo-do-milho/#:~:text=As%20principais%20vantagens%20de%20aderir%20a%20um%20sistema,al%C3%A9m%20de%20evitar%20uma%20perda%20consider%C3%A1vel%20na%20produ%C3%A7%C3%A3o>> Acesso em: 01/05/2022

REVISTA CULTIVAR. **ESTRESSE HÍDRICO E O MANEJO DE IRRIGAÇÃO NA CULTURA DO MILHO**. Setembro de 2017. Grupo Cultivar – Pelotas. Disponível em:
<<https://revistacultivar.com.br/artigos/estresse-hidrico-e-o-manejo-de-irrigacao-na-cultura-do-milho>> Acesso em: 20/04/2022

SCIELO. **DEFICIT HÍDRICO E PRODUTIVIDADE NA CULTURA DO MILHO**. Fevereiro 2006. Disponível em:
<<https://www.scielo.br/j/pab/a/GtwYt6SSLWgzsZFKgHbt36P/?format=pdf&lang=pt>>
Acesso em: 02/02/2022

SCIELO. **DÉFICIT HÍDRICO E OS PROCESSOS MORFOLÓGICO E FISIOLÓGICO DAS PLANTAS.** 1998. Disponível em:
<<https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/sptHSNGpfSCjGZ656yBJwnN/?format=pdf&lang=pt>>
Acesso em: 03/03/2022

SEMENTES BIOMATRIX. **IRRIGAÇÃO DE MILHO: FOCO EM ALTAS PRODUTIVIDADES.** Outubro 2020. Sementes Biomatix / Grupo Agroceres.
Disponível em:
<<https://sementesbiomatrix.com.br/blog/fertilidade/produktividade/irrigacao-de-milho/>>
Acesso em: 10/04/2022

SEMENTES BIOMATRIX. **ESTRESSE HÍDRICO NA CULTURA DO MILHO: COMO MINIMIZAR OS EFEITOS NEGATIVOS.** Abril de 2021. Sementes Biomatix / Grupo Agroceres. Disponível em:
<<https://sementesbiomatrix.com.br/blog/fertilidade/produktividade/estresse-hidrico/>>
Acesso em: 06/04/2022

SEMENTES BIOMATRIX. 2020. **Irrigação de milho: Entenda quando é necessária a irrigação, quanto de água aplicar e a importância disso para a produtividade de milho.** Disponível em:
<<https://sementesbiomatrix.com.br/blog/fertilidade/produktividade/irrigacao-de-milho/>>
Acesso em: 21/05/2022

SHOCK, C. C.; WANG, F.X. **Soil water tension, a powerful measurement for productivity and stewardship.** Hortscience, Alexandria, v. 46, n.2, p.178-185. 2011. Disponível em: <file:///C:/Users/Usuario/Downloads/143-Texto%20do%20artigo-610-1-10-20170830.pdf> Acesso em: 31/01/2022