Revista Multidisciplinar do Nordeste Mineiro, v.12,2024
ISSN 2178-6925

AVANÇOS E DESAFIOS NA PRODUÇÃO DE SEMENTES DE SOJA

ADVANCES AND CHALLENGES IN SOYBEAN SEED PRODUCTION

Adriano Henrique de Souza Silva
Discente do Curso de Bacharelado em Agronomia, Instituto Educacional Santa Catarina Faculdade Guaraí-IESC-FAG, Campus Guaraí/TO, Brasil, e-mail: adrianohenriquess00@gmail.com

Elves Pereira Vaz
Discente do Curso de Bacharelado em Agronomia, Instituto Educacional Santa Catarina Faculdade Guaraí-IESC-FAG, Campus Guaraí/TO, Brasil, e-mail: elvespereiravaz@gmail.com

Gustavo de Godoi Santana
Engenheiro Agrônomo. Msc.Tecnologia e Inovação no Agronegócio. Prof. Adjunto do Curso de Agronomia Instituto Educacional Santa Catarina Faculdade Guaraí-IESC-FAG, CampusGuaraí/TO, Brasil, e-mail: gustavo.santana@iescfag.edu.br

RESUMO

No mundo todo, é comum cultivar soja. O grão não é encontrado todos os dias na mesa e no dia a dia do consumidor, mas, devido à grande demanda industrial, está presente na alimentação de alguma forma. A maioria dos grãos dessa gramínea é processado por diversas indústrias, resultando em diversos produtos, incluindo óleos, leite, proteína vegetal, carne animal e até mesmo na fabricação de biocombustíveis. Existem vários fatores que influenciam o consumo global de soja, como o aumento do poder aquisitivo da população em países em desenvolvimento, o que resulta em mudanças nos seus hábitos alimentares. Assim sendo, este estudo é uma análise integrada da literatura, tendo relevância tanto acadêmica quanto científica, além de ser relevante socialmente, pois aborda questões relacionadas a uma nova variedade de plantas para a região, podendo ser uma nova fonte de renda para aqueles que dependem das atividades agrícolas. É conhecido que a soja possui uma complexa cadeia de produção no setor agronegócio, que abrange desde o fornecimento da matéria-prima, os vendedores, produtores rurais, revendas, transporte e cerealistas, juntamente com outros envolvidos, até alcançar o consumidor final. Para a realização desde projeto foram empregadas diversas fontes de pesquisa e publicações, já que a lavoura da soja é um tema amplo e seu cultivo é bastante requisitado, já que é uma das principais culturas do país. Os itens são fundamentais para o desenvolvimento do agronegócio, especialmente na economia. Vários fatores de produção e métodos de manejo interferem no progresso da soja.

Palavras-chave: Soja. Grãos. Produção de sementes.

ABSTRACT

All over the world, it is common to grow soybeans. The grain is not found every day on the table and in the consumer's daily life, but, due to the great industrial demand, it is present in the diet in some form. Most of the grains of this grass are processed by various industries, resulting in various products, including oils, milk, vegetable protein, animal meat and even in the manufacture of biofuels. There are several factors that influence global soy consumption, such as the increase in the purchasing power of the population in developing countries, which results in changes in their eating habits. Therefore, this

study is an integrated analysis of the literature, having both academic and scientific relevance, in addition to being socially relevant, as it addresses issues related to a new variety of plants for the region, which could be a new source of income for those who depend on of agricultural activities. It is known that soy has a complex production chain in the agribusiness sector, which ranges from the supply of raw materials, sellers, rural producers, resellers, transport and cereal growers, as well as others involved, until it reaches the final consumer. When starting the preparation of this course conclusion work, several sources of research and publications were used, since soybean cultivation is a broad topic and its cultivation is highly sought after, as it is one of the main crops in the country. The items are crucial for the development of agribusiness, especially in the economy. Several production factors and management methods affect soybean progress.

Keywords: Soy. Grains. Seed production.

1. INTRODUÇÃO

O cultivo da soja é realizado em diversas partes do mundo, e embora o grão em si não seja aplicável frequentemente na mesa do consumidor, ele está presente na alimentação de forma indireta, devido à alta demanda da indústria. Uma grande parte dos grãos dessa gramínea é processado por diversas indústrias, transformando-os em diversos produtos e, consequentemente, sendo utilizados em cozinhas, óleos, leite, proteína vegetal, carne animal e até mesmo na fabricação de biocombustíveis. Existem diversos fatores que influenciam o consumo global de soja, incluindo o aumento do poder aquisitivo da população em países em desenvolvimento, resultando em mudanças nos seus hábitos alimentares (MISHRA, et al., 2024).

No entanto, é evidente a substituição dos cereais por carnes de origem bovina, suína ou frango, derivando em uma demanda maior por soja, que representa cerca de 70% da ração para esses animais. Vale salientar o crescente uso dos biocombustíveis produzidos a partir do grão, isso resulta em um crescente interesse global pela produção e consumo de energia limpa e renovável. O objetivo principal dos produtores é atingir a máxima produtividade nas lavouras, visando alcançar o máximo de produtividade possível. Com o decorrer dos anos, a produtividade dos produtores tem crescido consideravelmente, não somente nas atividades comerciais que geram valor e renda, mas também nas propriedades rurais menores, médias e grandes (ABDALA, OTEGUI, DI MAURO, 2024).

Sabemos que o setor agropecuário está em ascensão, e os criadores de animais tem buscado cada vez mais garantir a qualidade de seus rebanhos, buscando oferecer uma alimentação nutritiva para os animais, e é claro optando por alternativas que caibam em seus bolsos. Diante disso, surge o seguinte questionamento: como o agricultor pode intervir em relação às condições oferecidas pela cidade para a implantação da cultura de acordo com suas necessidades?

Assim sendo, o propósito deste estudo é avaliar a viabilidade de cultivar a soja (*Glycine max L.*) em relação às condições edafoclimáticas e à necessidade da cultura, com o intuito de gerar uma fonte de renda adicional e uma inovação para a região, enfatizando tanto os fatores que podem afetar e causar danos ao cultivo. Entre os objetivos específicos, é importante descrever e caracterizar a área de estudo, analisando o clima e as condições de chuva, já que o foco é entender as orientações de introdução dessa cultura. Também é essencial conhecer a morfologia, fisiologia e metabolismo da planta para compreender melhor seu desenvolvimento no ambiente local. Por fim, deve-se avaliar as condições ideais para o cultivo da soja, levando em conta tanto as necessidades da cultura quanto as práticas de plantio mais adequadas em cada fase de crescimento da planta.

Considera-se que a soja possui uma cadeia de produção bastante complexa no setor agronegócio, que envolve desde o fornecimento da matéria-prima, os vendedores, produtores rurais, revendas, transporte e cerealistas, além de outros envolvidos, até chegar ao consumidor final. Com o tempo e o avanço da tecnologia, os produtores rurais passaram a ter mais acesso a informações sobre o agronegócio. Isso os levou a buscar novas ideias e formas de melhorar seus resultados (ABDALA, OTEGUI, DI MAURO, 2024).

Durante a busca por resultados satisfatórios, frequentemente se negligenciam os princípios fundamentais para um cultivo produtivo, por exemplo, o conhecimento da cultura a ser implantada, a análise da região, do solo, das necessidades da planta e as boas práticas de manejo, deixando-se levar apenas pelo lucro imediato, sem considerar que, para introduzir uma cultura em um determinado local, é necessário realizar levantamentos básicos e associá-los à sua região (ABDALA, OTEGUI, DI MAURO, 2024).Considerando o contexto, é relevante destacar a relevância deste estudo, que está relacionado à cidade escolhida e à viabilidade de implementar a cultura. Essa medida trará benefícios para a área em que é possível obter um aumento na produtividade agrícola, não somente para o fazendeiro, mas também para novos postos de trabalho e um destaque para a cidade (MISHRA, et al., 2024).

Assim sendo, este estudo é uma análise de literatura, tendo relevância tanto acadêmica quanto científica, além de ser relevante socialmente, pois aborda questões relacionadas a uma nova variedade de plantas para a região, podendo ser uma nova fonte de renda para aqueles que dependem das atividades agrícolas, sendo estas realizadas na Scielo, Google Acadêmico e Mendley.

2. DESENVOLVIMENTO

2.1 CULTURA DA SOJA (*GLYCINE MAX*)

Se comparado a cinco milênios atrás, quando plantas rasteiras foram desenvolvidas próximas a rios e lagos, a soja selvagem é completamente diferente. Ao longo do tempo, a evolução começou com a aparição de novas plantas que eram resultantes do cruzamento natural entre duas sojas selvagens, domesticadas e aprimoradas pelos chineses. É uma cultura que tem origem no continente asiático, mais especificamente na China, rica em proteínas. Sua inserção na agricultura ocorreu há muitos séculos, há mais de 5.000 anos (SARMA, 2024).

O primeiro registro dos grãos de soja apareceu no livro *'Pen Ts'ao Kong Mu'*, que descrevia plantas para o imperador Sheng-Nung, na China. No Ocidente, a soja só chegou por volta do século XV, na Europa, com um propósito bem diferente: em vez de ser um alimento, era usado para ornamentar jardins botânicos na França, Inglaterra e Alemanha. Para os chineses naquela época, no entanto, a soja era fundamental na agricultura, junto com o arroz, trigo, cevada e milheto. Ela tinha um papel social importante no país, sendo usada até como moeda de troca e como um dos alimentos mais armazenados pelos monges budistas (SUN, et al., 2024).

Essa cultura, originalmente típica de regiões temperadas, foi adaptada para o clima tropical e, hoje, é uma das mais bem determinadas no território brasileiro. O cultivo começou nos estados da região Sul nos anos 1970, evoluindo para uma expansão no cerrado a partir dos anos 80. No ano de 1990, as áreas de cultivo de soja já apresentavam um grande progresso na região central do país, o que está fortemente relacionado à expansão da produção de soja no cerrado. Com o decorrer dos anos e o progresso da agricultura, O Brasil se consolida como um dos maiores exportadores do mundo, respondendo por 8% das exportações globais. O aumento das áreas cultivadas e a melhoria da produtividade se deve ao melhoramento genético (SARMA, 2024).

O seu desenvolvimento, para a criação de novas cultivares, tende a melhorar a cadeia produtiva com o aumento e estabilidade da cultura. No entanto, é importante destacar a relevância da avaliação dessas cultivares pelas áreas produtoras, uma vez que os genótipos introduzidos podem ter um impacto positivo no desenvolvimento da planta em um determinado local ou ser inviável em outras regiões. Existem avaliações

que buscam identificar cultivares que apresentam maior estabilidade no desenvolvimento e respostas previsíveis às variações ambientais, que variam de acordo com o ambiente de cultivo e podem ter impacto positivo ou negativo nas características agronômicas da planta (SARMA, 2024).

As variedades, sejam elas do tipo determinado, semi - determinada ou indeterminada, possuem um bom potencial de produção. Cultivares indefinidas tendem a ter um ciclo reprodutivo maior, em que se recuperam melhor dos efeitos negativos do estresse hídrico, como a falta de água ou o excesso. Durante esse período, será necessário ter um cuidado extra com a desfolha e o controle de práticas. Para selecionar a cultivar que terá o melhor desempenho e adaptação em cada região, será realizada uma série de testes com diferentes variedades, comparando-as com base em suas características de produtividade (SUN, et al., 2024).

2.2 A IMPORTÂNCIA DA SOJA PARA O AGRONEGÓCIO

Com o passar dos anos, a soja se tornou um pilar econômico no setor agrícola, com uma produção em constante crescimento. No Brasil, ela é hoje o principal produto de exportação. Esse avanço é resultado das contribuições da soja como uma importante fonte de proteína vegetal, especialmente para suprir a demanda de setores voltados para a produção de alimentos de origem animal. Além disso, o desenvolvimento de novas tecnologias tem permitido expandir o cultivo para diferentes regiões do país, fortalecendo não só a economia, mas também aumentando a oferta do produto. Tanto em sua forma natural quanto processada para atender às necessidades da população (DELFIN, 2024).

O mercado da soja é em grande parte voltado para diversos setores alimentares, incluindo a venda in natura, farelo, óleos, derivados e até mesmo biocombustíveis, que se enquadram no segmento industrial de biodiesel. Assim, de qualquer ponto de vista do agronegócio, é evidente os significativos progressos alcançados ao longo dos anos. No que se refere à soja, a expansão se deve, em grande parte, ao aumento da relevância dos grãos e seus derivados no mercado interno e internacional. É importante destacar que, com o avanço das tecnologias e o uso de métodos de produção que promovem a sustentabilidade no Brasil, uma governança aprimorada tem contribuído para aumentar os lucros dos produtores (HAMZA, et al., 2024).

A soja começou a se expandir no Brasil na década de 1970, com um foco inicial na indústria de óleos. Em 1975, a cultura era produzida com agricultares e técnicas

que vinham de fora do país, especificamente dos Estados Unidos. No entanto, o cultivo em grande escala só dava certo nas regiões do Sul, onde as cultivares obtinham ambientes com condições semelhantes às de seu país de origem. Dessa forma, a cultivar tropical foi criada para as regiões tropicais do solo brasileiro e, logo depois, outras cultivares foram criadas para se adaptarem às novas variedades (DOS SANTOS, et al., 2024).

Algumas regiões oferecem maior estabilidade para o cultivo. É importante destacar que a expansão da soja no Brasil impulsionou o mercado de sementes, promovendo uma exploração econômica em áreas que antes eram cobertas apenas por matas e cerrados. Assim, a cadeia produtiva da soja contribuiu e ainda contribui para o crescimento econômico do país, com a implantação do cultivo em novas áreas e o desenvolvimento de variedades mais adaptadas e produtivas. Além disso, essa expansão fortalece a economia regional, beneficiando diretamente os produtores que utilizam as cultivares e técnicas de manejo mais eficientes (NUTHALAPATI, et al., 2024).

2.3 FATORES QUE INFLUENCIAM A PRODUTIVIDADE DA SOJA

Para garantir um trabalho com a população ideal de plantas, é fundamental preparar bem o solo, realizar o plantio em períodos com boa disponibilidade de água, aplicar herbicidas de forma adequada e ajustar corretamente a semeadora tanto na densidade quanto na profundidade, o uso de sensações de alta qualidade e procedência confiável é essencial A eficiência de uma cultura depende da interação entre o genótipo e o ambiente de produção, ou seja, entre as características da planta, as condições do ambiente e o manejo adaptado. elementos estiverem ausentes ou insuficientes, o resultado pode ser afetado, acarretando possíveis perdas na produção (ZHANG, et al., 2024).

É importante compreender os estágios de desenvolvimento e a fisiologia para alcançar níveis elevados de produtividade em conjunto com as interações com o ambiente. Portanto, é fundamental realizar o planejamento agrícola para cada região, o qual determinará a época ideal de plantio para cada cidade e, dessa forma, permitirá um crescimento mais eficiente do cultivo (NUTHALAPATI, et al., 2024).

A fotoperíodo e a temperatura têm uma grande influência no número de primórdios reprodutivos e na taxa de crescimento, o que afeta a estatura da planta durante o ciclo e sua capacidade de produzir grãos. A fenologia depende de diversos

fatores agrometereológicos, onde as plantas têm uma certa sensibilidade em cada fase do seu desenvolvimento. Para aumentar a produtividade, é essencial que os avanços críticos do desenvolvimento da planta coincidam com as condições ambientais adequadas, fornecendo o estresse nos períodos mais sensíveis. Entre os desafios que impactam a produção de soja, vale destacar o momento adequado de semeadura, a escolha das cultivares, a adubação e o arranjo das plantas. Além disso, é importante considerar a integridade da área foliar, a eficiência na captação de luz solar e a capacidade de transferência dos fotoassimilados (ZHANG, et al., 2024).

A demanda crescente por alimentos, energia e produtos florestais contrasta com a necessidade urgente de reduzir o desmatamento e as emissões de gases de efeito estufa. Isso exige soluções que promovam o progresso socioeconômico sem prejudicar a sustentabilidade dos recursos naturais. Aumentar a eficiência dos sistemas de produção é uma maneira de conciliar esses objetivos (NUTHALAPATI, et al., 2024).

Neste contexto, a estratégia de integração entre trabalho, pecuária e floresta que abrange sistemas agropastoris, silviagrícolas, silvipastoris e agrossilvipastoris surge como uma alternativa para equilibrar os interesses diversos da sociedade. Esses sistemas integrados oferecem benefícios específicos, como a preservação de água no solo, sombreamento natural, maior disponibilidade de nutrientes provenientes da composição orgânica e a dinâmica de competição por recursos, o que pode influenciar diretamente o crescimento e o desenvolvimento da soja (ZHANG, et al., 2024).

Por isso, é fundamental considerar como o sombreamento afeta o desempenho da soja em sistemas agrossilvipastoris, já que a produtividade de grãos é fundamental para a sustentabilidade do sistema e para a continuidade da atividade agropecuária. A soja é bastante influenciada pela latitude e altitude, sendo especialmente sensível às baixas temperaturas. Além disso, a falta de água durante o abastecimento de grãos pode reduzir o rendimento e o teor de óleo. Nessa fase, a soja também depende muito da luz, observando características agronômicas e a radiação solar, para gerar informações que orientam estratégias de manejo adequadas nesses sistemas integrados. (NUTHALAPATI, et al., 2024).

2.4 MORFOLOGIA, FISIOLOGIA DA SOJA E FENOLOGIA

A soja é uma planta herbácea da família das leguminosas, com caule ereto e peludo, de poucos ramos, e raízes pivotantes. Seu caule, que varia de 0,5 a 1,5 metros de altura, é coberto por pequenos pelos. Ela possui três tipos de folhas: cotiledonares, simples e trifolioladas. Suas folhas são alternadas, com longos pecíolos de 7 a 15 cm,

e as flores são autogamas, variando de cor entre brancas, roxas ou coloridas. que passam do verde ao marrom-claro à medida que amadurecem, contendo de uma a cinco sementes lisas, elípticas ou arredondadas, de cor amarela pálida e com hilo que pode ser preto, marrom ou amarelo-palha (DELFIN, 2024).

As sementes podem ser arredondadas, achatadas ou alongadas com cores e tamanhos distintos. As flores da soja podem ser completas ou perfeitas, conter cálice e corola e órgãos sexuais, como o gineceu e o androceu. Sendo assim, é hermafrodita e esse tipo de flor favorece a autofecundação. O tamanho pode variar de 3 a 10mm e a inflorescência ocorre tanto nas axilas das folhas quanto no ápice das ramificações do caule. A abertura das flores ocorre pela manhã, afetando a temperatura e a humidade (NUTHALAPATI, et al., 2024).

A semente de soja é germinada do tipo hipógea, os cotilédones permanecem abaixo do solo e não ocorre o desenvolvimento do hipocótilo, mas sim do epicótilo. Os cotilédones são mais carnosos e ricos em nutrientes, sendo usados para a germinação e o estabelecimento inicial. É importante destacar que, geralmente, os solos mais pobres demandam menos nutrientes para o crescimento. Para prosperar, essas espécies também não necessitam de muita luz. Plantas com esse tipo de germinação têm uma germinação mais lenta, mas, em contrapartida, crescem mais rapidamente do que aquelas com germinação epígea após a fase de estabelecimento (HAMZA, et al., 2024).

Para a implantação de uma lavoura de soja, um dos fatores que devem ser levados em consideração é o vigor das sementes, pois é um dos principais atributos em relação à qualidade fisiológica. Sementes com baixo vigor tendem a não ter boa produtividade, sobretudo no início da cultura. A germinação e o vigor são afetados pelos níveis de proteínas, lipídios, amido e açúcares, o que resulta em uma velocidade de emergência inferior em relação às sementes de alto vigor. As sementes de soja, oriundas de outras cultivares, podem ter uma variação na composição química por conta das condições ambientais nas quais podem estar inseridas, com possíveis consequências em relação à qualidade fisiológica (NUTHALAPATI, et al., 2024).

A soja passa por duas fases de crescimento: a vegetativa, indicada pela letra 'V', e a reprodutiva, indicada por 'F'. A fase vegetativa é dividida em estágios como V1, V2 e V3, que seguem até o Vn, dependendo das condições do ambiente em que a planta está. Os dois primeiros estágios, VE e VC, atendem à emergência e ao cotilédone, respectivamente. de classificação dos avanços vegetativos e reprodutivos foi desenvolvida por Water R. Fehr e Charles E. Caviness em 1977 e tem sido uma

ferramenta inovadora para pesquisadores, técnicos, extensionistas e produtores ao redor do mundo, sendo amplamente utilizada para caracterizar o desenvolvimento da soja (DOS SANTOS, et al., 2024).

A fase vegetativa da soja começa com a emergência dos cotilédones. Após essa emergência, o hipocótilo, que estava curvado, se endireita, permitindo o crescimento da planta, e os cotilédones se abrem e se expandem. No estágio VC, os cotilédones já estão abertos e expandidos, mas as bordas e as folhas unifolioladas ainda não se tocam. Nesse momento, a planta ainda depende das reservas dos cotilédones para obter os nutrientes necessários. Já a fase reprodutiva da soja é dividida em quatro etapas principais: o florescimento, que ocorre nos estágios R1 e R2; o desenvolvimento das vagens, nos estágios R3 e R4; o desenvolvimento dos grãos, nos estágios R5 e R6; e, finalmente, a maturação da planta, que se completa nos estágios R7 e R8 (SUN, et al., 2024).

Em cada etapa de crescimento, é importante que a planta esteja bem nutrida e tenha acesso suficiente a água e nutrientes, seja por meio do solo ou de aplicações foliares. Todos os nutrientes são importantes para o metabolismo da planta, e a falta de qualquer um deles pode comprometer seu desenvolvimento ou até levar à sua morte. O nitrogênio, por exemplo, é um dos nutrientes mais necessários, pois compõe ácidos nucleicos, proteínas e outras moléculas essenciais. A elevada quantidade de proteínas nos grãos aumenta ainda mais essa necessidade por nitrogênio (ABDALA, OTEGUI, DI MAURO, 2024).

2.5 METABOLISMO

As plantas com metabolismo fotossintético do tipo C_3 produzem o ácido 3-fosfoglicérico após a fixação de CO_2, utilizando apenas a enzima Rubisco no Ciclo de Calvin como uma forma de fixação de carbono. Essas plantas mantêm altas taxas de fotossíntese, mesmo sob níveis mais baixos de radiação solar, embora tenham um consumo elevado de água. Durante o dia, seus estômatos se abrem para absorver o CO_2 necessário para realizar a fotossíntese (NUTHALAPATI, et al., 2024).

A abertura dos estômatos acontece em um momento de alta demanda respiratória, em que a absorção de CO_2 para a fotossíntese vem acompanhada de uma significativa perda de água. A evaporação, especialmente na área foliar, através dos estômatos abertos para a atmosfera, é conhecida como transpiração, o que resulta em

tensões na transferência de água na planta e no movimento passivo da água do solo para a planta (HAMZA, et al., 2024).

Quando a planta sofre com a falta de água, a quantidade de água que passa para a atmosfera diminui, o que leva a um novo ajuste metabólico. O fechamento dos estômatos é uma resposta ao estresse hídrico que a planta enfrenta no campo, pois impede que mais CO_2 entre nas folhas e ajuda a evitar uma perda ainda maior de água (DELFIN, 2024).

A difusão do CO_2 é limitada, o que resulta numa baixa concentração interna. Isso afeta a fotossíntese da planta, o que resulta numa diminuição do funcionamento do rubisco. As concentrações elevadas de CO_2 na atmosfera favorecem o crescimento das plantas, pois é um elemento essencial da fotossíntese. O aumento da concentração de CO_2 pode influenciar o metabolismo, o crescimento e os processos fisiológicos da planta. Níveis elevados de CO_2 podem intensificar a fotossíntese líquida nas plantas com metabolismo C_3, já que a enzima Rubisco atua tanto na fixação de CO_2 quanto na fotorrespiração (SUN, et al., 2024).

Assim, quando a concentração ambiente de CO_2 aumenta, também eleva a concentração interna de CO_2 e a relação CO_2/O_2 no sítio do Rubisco, o que favorece a carboxilação e a oxigenação na ribulose1,5-bifosfato. Vale salientar que as altas concentrações de CO_2 podem aumentar a assimilação em plantas tipo C_3 devido à diminuição da fotorrespiração e ao aumento da disponibilidade do substrato Rubisco (ABDALA, OTEGUI, DI MAURO, 2024).

2.6 CLIMA E TEMPERATURA

A cultura da soja se adapta melhor em áreas com temperaturas entre 20°C e 30°C. A temperatura ideal para uma emergência rápida e uniforme é de 25°C. As áreas com temperaturas abaixo de 10°C não são ideais para o cultivo da soja, pois as baixas temperaturas interferem no crescimento e no desenvolvimento. Se a temperatura for acima de 13°C, a soja só florescerá. No entanto, se for submetida a temperaturas acima de 40°C, isso pode afetar negativamente sua taxa de crescimento, resultando em distúrbios na floração, resultando em uma diminuição na altura da planta e na capacidade de retenção das vagens. Temperaturas elevadas também podem causar a maturação acelerada da soja, e, quando associadas à alta umidade, podem afetar a qualidade dos grãos (NUTHALAPATI, et al., 2024).

Se a cultura sofrer deficiências de água, temperaturas elevadas podem afetar tanto a germinação do polém quanto o crescimento do tubo polínico, além de afetar o crescimento vegetativo. As temperaturas mais baixas afetam a fotossintética e o crescimento da planta, devido à diminuição da ativação e atividade das enzimas, ao contrário do que ocorre quando as temperaturas elevadas provocam o processo de fotólise da água (NUTHALAPATI, et al., 2024).

A fase reprodutiva da soja é particularmente sensível ao estresse, especialmente durante o florescimento e a formação das vagens (estágio R1-R4), quando o número de sementes pode ser afetado. No estágio de enchimento de grãos (R5-R6), o estresse pode reduzir a massa das sementes. Para melhorar o desenvolvimento e a produtividade da soja, é fundamental aproveitar ao máximo as condições climáticas favoráveis. O ideal é que o cultivo seja realizado em datas que alinhem os períodos críticos da planta com a maior disponibilidade de água. A duração dos subperíodos do ciclo vegetativo da soja também é influenciada pela temperatura, tendendo a ser mais curta à medida que as temperaturas aumentam (ZHANG, et al., 2024).

A soja é sensível ao fotoperíodo, e essa característica pode variar entre as diferentes cultivares. As plantas que respondem ao fotoperíodo são chamadas de plantas de dias curtos, pois florescem quando o fotoperíodo diminui, atingindo ou ultrapassando o limite necessário para a cultivar. Com o avanço das tecnologias, programas de melhoramento genético vêm desenvolvendo plantas com genes que permitem prolongar o período juvenil, tornando-as mais adaptadas a regiões tropicais (ZHANG, et al., 2024).

2.7 ESTRESSE HÍDRICO E IRRIGAÇÃO

Ao interromper os processos relacionados à absorção de água e transpiração, a planta inicia o estresse hídrico devido à falta de água no solo. A planta terá uma taxa de transpiração maior do que a absorção, resultando em perda de turgência tanto nas células quanto nos tecidos vegetais. Vale lembrar que o estresse hídrico pode surgir de duas maneiras diferentes no solo: inundação ou estar seco. O solo, estando seco, pode ser caracterizado como um déficit hídrico (ZHANG, et al., 2024).

A carência de água é o principal motivo para a redução da produtividade da soja, pois tanto o excesso quanto a falta de água afetam a uniformidade das plantas durante a germinação e emergência. Para uma boa germinação, a semente precisa de pelo

menos 50% de seu peso em água. Em relação ao solo, o teor de água deve estar entre 50% e 85% da capacidade máxima disponível, pois níveis fora desse intervalo podem prejudicar o desenvolvimento (DOS SANTOS, et al., 2024).

À medida que a planta se desenvolve, sua necessidade de água aumenta, atingindo o pico durante a fase de floração e enchimento dos grãos, quando precisa de cerca de 7 a 8 mm de água por dia. Sob estresse hídrico, a planta apresenta um crescimento reduzido, com menor altura, entrenós mais curtos e uma área foliar menor. Nessas condições, as folhas tendem a murchar e os folíolos se fecham para reduzir a exposição e a perda de água (ZHANG, et al., 2024).

A intensidade do estresse, em muitas ocasiões, pode resultar na morte da planta. A ocorrência de estresse hídrico na planta causa uma diminuição do potencial de água pela foliar, assim como a abertura dos seus estômatos. Dessa forma, haverá uma menor regulação dos genes que estão ligados à fotossíntese e ao CO_2. Para atingir o máximo de produtividade de grãos, a soja precisa de entre 450 e 850 mm por ciclo. A variação na distribuição das precipitações também é um impedimento para o crescimento da planta. Quando a instabilidade das precipitações aumenta, busca-se alternativas para amenizar ou resolver o problema, uma delas é a utilização da irrigação (MAJIDIAN, HORBANI, FARAJPOUR, 2024).

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Ao iniciar a elaboração deste trabalho de conclusão de curso, foram utilizadas diversas fontes de pesquisa e publicações, uma vez que a cultura da soja é um tema diversificado e seu cultivo é bastante requisitado, uma vez que é uma das principais culturas do país. Os produtos são fundamentais para o crescimento do agronegócio, especialmente na economia. Vários fatores de produção e métodos de manejo têm impacto no progresso da soja. É benéfico compreender e compreender como esses elementos afetam e afetam a cultura para alcançar resultados satisfatórios no final. Em 2020, o índice de precipitação caiu para 315,5 mm, o que evidencia a ausência de chuvas nos períodos chuvosos da cidade, evidenciando a impossibilidade de introduzir a cultura naquele ano.

O aquecimento global causa problemas relacionados à escassez de chuvas e temperaturas elevadas, o que pode afetar tanto a produtividade agrícola quanto a economia. A soja é uma planta de metabolismo C_3, o que significa que precisa de bastante água para atingir seu potencial produtivo, especialmente nas fases de

desenvolvimento inicial, floração e enchimento de grãos. Ela é sensível tanto à falta de água quanto a temperaturas elevadas.

De acordo com os dados coletados e analisados, a implantação da cultura da soja pode ser viável para a cidade em função das condições ambientais favoráveis. A irrigação seria uma opção adequada para manter a produção, já que a cultura não suporta estresse hídrico constante nas três primeiras fases. Dessa forma, é viável manter a água durante a floração ou enchimento de grãos das plantas, a fim de evitar perdas de produção.

Para isso, o produtor precisaria de um investimento maior no cultivo da soja, tanto para realizar um bom manejo da cultura quanto para adquirir sementes de alta qualidade e variedades mais tolerantes à falta de água. Além disso, é fundamental buscar conhecimento sobre o desenvolvimento e o comportamento da soja no ambiente, a fim de adotar as melhores práticas de manejo.

REFERÊNCIAS

ABDALA, Lucas J.; OTEGUI, María E.; DI MAURO, Guido. On-farm soybean genetic progress and yield stability during the early 21st century: A case study of a commercial breeding program in Argentina and Brazil. **Field Crops Research**, v. 308, p. 109277, 2024. Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378429024000303. Acesso em: 28 de julho de 2024.

DELFIN, Mariposa. Soybean seed growth optimization. **The American Journal of Agriculture and Biomedical Engineering**, v. 6, n. 05, p. 01-07, 2024. Disponível em: https://inlibrary.uz/index.php/tajabe/article/view/32235. Acesso em: 29 de julho de 2024.

DOS SANTOS, Patrícia Resplandes Rocha; et al. Performance of soybean cultivars for seed production in tropical floodplains under different growing conditions. **Revista de Agricultura Neotropical**, v. 11, n. 2, p. e8541-e8541, 2024.Disponível em: https://periodicosonline.uems.br/index.php/agrineo/article/view/8541. Acesso em: 30 de julho de 2024.

HAMZA, Muhammad; et al. Global impact of soybean production: A review. **Asian Journal of Biochemistry, Genetics and Molecular Biology**, v. 16, n. 2, p. 12-20, 2024. Disponível em: http://public.paper4promo.com/id/eprint/1803/. Acesso em: 28 de julho de 2024.

MAJIDIAN, Parastoo; GHORBANI, Hamid Reza; FARAJPOUR, Mostafa. Achieving agricultural sustainability through soybean production in Iran: Potential and challenges. **Heliyon**, v. 10, n. 4, 2024. Disponível em: https://www.cell.com/heliyon/fulltext/S2405-8440(24)02420-4. Acesso em: 28 de julho de 2024.

MISHRA, Riya; et al. Soybean (Glycine max L. Merrill): A Multipurpose Legume Shaping Our World. **Plant Cell Biotechnology and Molecular Biology**, v. 25, n. 3-4, p. 17-37, 2024.Disponível em: http://asian.go4publish.com/id/eprint/3778/. Acesso em: 30 de julho de 2024.

NDEKE, Victoria; et al. A Review of Factors Affecting Pod Shattering in Soybean (Glycine max). **International Journal of Plant & Soil Science**, v. 36, n. 6, p. 659-668, 2024. Disponível em: http://info.stmdigitallibrary.com/id/eprint/1303/. Acesso em: 30 de julho de 2024.

NUTHALAPATI, Chandra S.; et al. Demand-side and supply-side factors for accelerating varietal turnover in smallholder soybean farms. **Journal of Cleaner Production**, v. 447, p. 141372, 2024.Disponível em: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959652624008199. Acesso em: 29 de julho de 2024.

SARMA, Barneth K. Advancement in Seed Health Testing. **Advance Training on "Seed/DNA Testing"**, p. 114, 2024. Disponível em: http://nsrtc.nic.in/Training/20231218.pdf#page=119. Acesso em: 29 de julho de 2024.

ZHANG, Ye; et al. Understanding the Molecular Regulatory Networks of Seed Size in Soybean. **International Journal of Molecular Sciences**, v. 25, n. 3, p. 1441, 2024.
SUN, Zhihui; et al. Soybean functional genomics: bridging theory and application. **Molecular Breeding**, v. 44, n. 1, p. 2, 2024. Disponível em: https://link.springer.com/article/10.1007/s11032-024-01446-z. Acesso em: 29 de julho de 2024.