

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO - CAMPUS CERES  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

USO DE BIOESTIMULANTE NO CULTIVO DE SOJA  
IRRIGADA E NÃO IRRIGADA

Autor: Guilherme Alves Vieira  
Orientador: Prof. Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa  
Coorientador: Prof. Dr. Wesley de Melo Rangel

CERES - GO  
SETEMBRO - 2024

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA  
GOIANO - CAMPUS CERES  
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA, PÓS-GRADUAÇÃO E INOVAÇÃO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO

USO DE BIOESTIMULANTE À BASE DE SUBSTÂNCIAS  
HÚMICAS NO CULTIVO DE SOJA IRRIGADA E NÃO  
IRRIGADA

Autor: Guilherme Alves Vieira  
Orientador: Prof. Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa  
Coorientador: Prof. Dr. Wesley de Melo Rangel

Dissertação apresentada, como parte das exigências para obtenção do título de MESTRE EM IRRIGAÇÃO NO CERRADO, ao Programa de Pós-Graduação em Irrigação no Cerrado do Instituto Federal de Educação Ciência e Tecnologia Goiano - Campus Ceres – Área de Concentração: Irrigação.

CERES - GO  
SETEMBRO- 2024

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Sistema Integrado de Bibliotecas (SIBI) – Instituto Federal Goiano**

V665u

Vieira, Guilherme Alves.

Uso de Bioestimulante no cultivo de soja irrigada e não irrigada  
[manuscrito] / Guilherme Alves Vieira. -- Ceres, GO: IF Goiano, 2024.  
52 fls. : tabs.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa.

Co-orientador: Prof. Dr. Wesley de Melo Rangel.

Dissertação (Mestrado em Irrigação no Cerrado) – Instituto Federal  
Goiano, Campus Ceres, 2024.

1. Glycine max. 2. Ácido húmico. 3. Fertilização mineral. 4.  
Leonardita. I. Sousa, Antônio Evami Cavalcante. II. Rangel, Wesley de  
Melo. I. Título.

CDU 631



# TERMO DE CIÊNCIA E DE AUTORIZAÇÃO PARA DISPONIBILIZAR PRODUÇÕES TÉCNICO-CIENTÍFICAS NO REPOSITÓRIO INSTITUCIONAL DO IF GOIANO

Com base no disposto na Lei Federal nº 9.610, de 19 de fevereiro de 1998, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano a disponibilizar gratuitamente o documento em formato digital no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

## IDENTIFICAÇÃO DA PRODUÇÃO TÉCNICO-CIENTÍFICA

- Tese (doutorado)
- Dissertação (mestrado)
- Monografia (especialização)
- TCC (graduação)
- Artigo científico
- Capítulo de livro
- Livro
- Trabalho apresentado em evento

Produto técnico e educacional - Tipo: \_\_\_\_\_

Nome completo do autor:

*Guilherme Alves Vieira*

Matrícula:

\_\_\_\_\_

Título do trabalho:

*Uso de bioestimulante no cultivo de soja Irrigada e não Irrigada*

## RESTRICÇÕES DE ACESSO AO DOCUMENTO

Documento confidencial:  Não  Sim, justifique:

\_\_\_\_\_

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: / /

O documento está sujeito a registro de patente?  Sim  Não

O documento pode vir a ser publicado como livro?  Sim  Não

## DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O(a) referido(a) autor(a) declara:

- Que o documento é seu trabalho original, detém os direitos autorais da produção técnico-científica e não infringe os direitos de qualquer outra pessoa ou entidade;
- Que obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autoria, para conceder ao Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano os direitos requeridos e que este material cujos direitos autorais são de terceiros, estão claramente identificados e reconhecidos no texto ou conteúdo do documento entregue;
- Que cumpriu quaisquer obrigações exigidas por contrato ou acordo, caso o documento entregue seja baseado em trabalho financiado ou apoiado por outra instituição que não o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano.

*Fonoma 160*

Local

/ /

Data

*Guilherme Alves Vieira*  
Assinatura do autor e/ou detentor dos



Documento assinado digitalmente

GUILHERME ALVES VIEIRA

Data: 16/09/2024 13:52:56-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>

Ciente e de acordo:

\_\_\_\_\_ Assinatura do(a)



Documento assinado digitalmente

ANTONIO EVAMI CAVALCANTE SOUSA

Data: 16/09/2024 14:01:46-0300

Verifique em <https://validar.iti.gov.br>



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
SECRETARIA DE EDUCAÇÃO PROFISSIONAL E TECNOLÓGICA  
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA GOIANO

Ata nº 8/2024 - CCMIC-CE/GPPI/CMPCE/IFGOIANO

## **ATA DE DEFESA DE DISSERTAÇÃO**

Aos 2 dias do mês de agosto do ano de dois mil e vinte quatro, realizou-se a Defesa de Dissertação do acadêmico **Guilherme Alves Vieira** do Curso de Mestrado Profissional em Irrigação no Cerrado, número de defesa 067, matrícula 2022103330640016 RG 5496907 SPTC GO, CPF: 036.479.751.76, cuja dissertação intitula-se "*Uso de bioestimulante no cultivo de soja irrigada e não irrigada*". A defesa iniciou-se às 09 horas e 05 minutos, finalizando-se às 11 horas e 46 minutos, onde a banca examinadora considerou o trabalho **Aprovado**, estando apta para fins de conclusão da Dissertação, devendo o acadêmico apresentar no prazo de sessenta (60) dias a versão final corrigida conforme considerações da banca, em formato digital (PDF), acompanhado do termo de autorização para publicação eletrônica (devidamente assinado pelo autor), para posterior inserção no Sistema de Gerenciamento do Acervo e acesso ao usuário via internet. Os integrantes da banca examinadora assinam a presente ata.

**Prof. Dr. Antonio Evami Cavalcante Sousa**

Presidente da banca

IF Goiano - Campus Ceres

**Prof. Dr. Frederico Antonio Loureiro Soares**

Avaliador Interno

IF Goiano - Campus Rio Verde

**Prof. Dr. Wilian Henrique Diniz Buso**

Avaliador Interno

IF Goiano - Campus Ceres

**Prof. Dr. Pedro Henrique Pinto Ribeiro**

**Avaliador Externo**

**Valmont Industria e Comercio LTDA**

Documento assinado eletronicamente por:

- Antonio Evami Cavalcante Sousa, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 02/08/2024 11:49:15.
- Frederico Antonio Loureiro Soares, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 02/08/2024 11:51:42.
- Pedro Henrique Pinto Ribeiro, Pedro Henrique Pinto Ribeiro - Professor Avaliador de Banca - Valmont Industria e Comercio Ltda (01669679000179), em 02/08/2024 11:52:36.
- Wilian Henrique Diniz Buso, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO, em 02/08/2024 11:54:04.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 27/06/2024. Para comprovar sua autenticidade, faça a leitura do QRCode ao lado ou acesse <https://suap.ifgoiano.edu.br/autenticar-documento/> e forneça os dados abaixo:

Código Verificador: 610865  
Código de Autenticação: 0d8f458d2f



**INSTITUTO FEDERAL GOIANO**

**Campus Ceres Rodovia GO-154, Km 03, SN,  
Zona Rural, CERES / GO, CEP 76300-000 (62)  
3307-7100**

A Deus, por ter me concedido o dom da vida, guiado meus caminhos e permitido chegar até aqui.

DEDICO

## AGRADECIMENTOS

Àquele que nunca vemos e ouvimos, mas que temos a certeza da presença, o qual me concedeu toda sabedoria, guiando-me pelo caminho que eu deveria seguir, pelos tropeços que me levaram ao acerto e me fizeram concluir essa etapa, Deus.

Aos meus pais, que são os pilares da minha vida e de todo o meu sucesso, por serem minhas fontes de inspiração e caráter.

Aos meus familiares, por todo apoio, carinho e amor, sempre acreditando no meu sucesso, apoiando e me incentivando a seguir em frente, mesmo diante das dificuldades.

A todos os meus amigos, por todo apoio que me concederam, pela motivação, amizade e companheirismo.

Ao meu orientador, pela dedicação e exemplo, estando sempre presente com calma e paciência para ensinar quando foi necessário e sempre preocupado com meu aprendizado e crescimento, muito obrigado.

Ao meu coorientador, que também sempre exerceu total dedicação, serenidade para ensinar, e nunca hesitou em medir esforços para me orientar.

Aos professores, técnicos e funcionários do IFGoiano – Campus Ceres, pelos ensinamentos e apoio no desenvolver das pesquisas e pela amizade.

Ao IFGoiano – Campus Ceres, pelas instalações e contribuição na minha formação acadêmica, oferecendo estrutura e apoio para alcançar a integridade do meu sucesso profissional.

A todos, meus sinceros e gratos agradecimentos!



*"Uma mente que se abre a uma nova ideia  
jamais voltará a seu tamanho original"*

*Albert Einstein*

## BIOGRAFIA DO AUTOR

Guilherme Alves Vieira, cidade de São Domingos - GO, filho de Antônia Alves Vieira e Edmar Alves dos Reis. Em fevereiro de 2009, ingressou no Instituto Federal de Brasília - DF no curso Técnico em Agropecuário Integrado ao Ensino Médio, finalizado em dezembro de 2012. No segundo semestre letivo de 2013, ingressou no curso de bacharel em Agronomia na União Pioneira de Integração Social - UPIS, em Planaltina - DF, com conclusão em 2017. No mercado de trabalho, filiou-se, em 2018, à área de venda de fertilizantes. Em 2020, entrou na área de produção de sementes de soja na região de MG, BA e GO em uma empresa nacional, na qual desenvolve atividades relacionadas à semeadura da soja e ao beneficiamento da sua semente

## RESUMO

GUILHERME, ALVES VIEIRA. Instituto Federal Goiano - Campus Ceres – GO, junho de 2024. **Uso de bioestimulante à base de substâncias húmicas no cultivo de soja irrigada e não irrigada.** Orientador: Prof. Dr. Antônio Evami Cavalcante Sousa. Coorientador: Prof. Dr. Wesley de Melo Rangel.

A soja é a oleaginosa mais importante e mais cultivada no Brasil e no mundo, tendo grande importância na alimentação animal e humana. Novas tecnologias têm sido empregadas visando ao incremento na sua produção, incluindo o uso crescente de fontes naturais e econômicas, como os bioestimulantes. As substâncias húmicas, compostas principalmente por ácidos húmicos e fúlvicos, estão entre os principais compostos de bioestimulantes usados atualmente. O objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de bioestimulante sobre o desenvolvimento e produtividade da soja, em sistema de manejo irrigado e não irrigado. O experimento foi conduzido em delineamento em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas, com cinco repetições, em esquema casualizado 2x2, sendo as parcelas constituídas por manejos de irrigação (irrigado e não irrigado) e as subparcelas, pelo manejo de uso do bioestimulante (com e sem). Sementes de soja da cultivar HO Juruena Ipro foram semeadas e o bioestimulante (16,7% de ácidos húmicos, 1,3% de ácidos fúlvicos, 0,5% de nitrogênio e 14% de carbono orgânico total) na dose de 1,5 L ha<sup>-1</sup> foi aplicado, via sulco de plantio, no momento da semeadura. Aos 125 dias após a semeadura, no final do estágio reprodutivo (R8), foram avaliados altura de plantas, massa seca da parte aérea, diâmetro da haste, número de entrenós, vigor e viabilidade das sementes, número de vagens por planta, massa de mil grãos e rendimento de grãos. No sistema de cultivo irrigado, o bioestimulante Black Gold®, proporcionou incremento na altura de plantas (92,42 cm), massa seca da parte aérea (43,26 g), número de entrenós (14) e vigor e viabilidade das sementes (83,16% e 84,36%, respectivamente). No sistema de cultivo não irrigado, o bioestimulante proporcionou incremento na altura de plantas (67,96 cm), massa seca da parte aérea (44,63 g), diâmetro da haste (8,88 cm), número de entrenós (13,32), número de vagens (127,04), massa de mil grãos (153,60 g) e rendimento de grãos (35,54 g/planta). O bioestimulante influenciou positivamente no desenvolvimento e produção da soja, sendo promissor para uso na cultura.

**Palavras-chave:** *Glycine max.* Ácido húmico. Fertilização mineral. Leonardita.

## ABSTRACT

GUILHERME, ALVES VIEIRA. Goiano Federal Institute, Ceres Campus, Goiás State (GO), Brazil, June 2024. **Use of biostimulant based on humic substances in irrigated and non-irrigated soybean cultivation.** Advisor: Prof. Dr. Sousa, Antônio Evami Cavalcante. Co-advisor: Prof. Dr. Rangel, Wesley de Melo.

Soybean is the most important and most cultivated oilseed in Brazil and worldwide, being of great importance in animal and human nutrition. New technologies have been used to increase its production, including the increasing use of natural and economical sources such as biostimulants. Humic substances composed mainly of humic and fulvic acids are among the main biostimulant compounds currently used. This study aimed to evaluate the biostimulant effect on the soybean development and yield in irrigated and non-irrigated management systems. The experiment was carried out in a randomized block design of split plots with five replicates in a 2x2 factorial scheme consisting of irrigation management (irrigated and non-irrigated) and the subplots by the management using or not using biostimulant. Soybean seeds of the HO Juruena Ipro cultivar were sown and the biostimulant (16.7% humic acids, 1.3% fulvic acids, 0.5% nitrogen, and 14% total organic carbon) at a dose of 1.5 L ha<sup>-1</sup> was applied via planting furrow at the sowing time. Plant height, dry mass of the aerial part, stem diameter, number of internodes, seed vigor and viability, number of pods per plant, thousand-grain weight and grain yield were evaluated on the 125<sup>th</sup> day after sowing and at the end of the reproductive stage (R8). In the irrigated cultivation system, the biostimulant Black Gold<sup>®</sup> provided an increase in plant height (92.42 cm), dry mass of the aerial part (43.26 g), number of internodes (14), and seed vigor and viability (83.16% and 84.36%, respectively). In the non-irrigated crop system, the biostimulant provided an increase in plant height (67.96 cm), dry mass of the aerial part (44.63 g), stem diameter (8.88 cm), number of internodes (13.32), number of pods (127.04), mass of a thousand grains (153.60 g), and grain yield (35.54 g/plant). The biostimulant positively influenced the soybean development and yield, being promising for use in the crop.

**Keywords:** *Glycine max.* Humic acid. Leonardite. Mineral fertilization

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

	Página
Figura - Fazenda Tamarana, município de Correntina, BA, e distribuição das áreas experimentais dentro da fazenda. Fonte: <i>Google Earth Pro</i> (2022).....	15
Tabela 1 - Análise de componentes químicos e físicos do solo de duas áreas submetidas ao manejo irrigado e não irrigado no cultivo de soja. Correntina, Bahia, (2022).....	16
Tabela 2 - Altura de plantas e massa seca da parte aérea de plantas da cultivar de soja HO Jurema Ipro, em resposta a manejos de irrigação e uso do bioestimulante.....	18
Tabela 3 - Diâmetro da haste e número de entrenós de plantas da cultivar de soja HO Jurema Ipro, em resposta a manejos de irrigação e uso do bioestimulante.....	20
Tabela 4 - Vigor e viabilidade das sementes da cultivar de soja HO Jurema Ipro, em resposta a manejos de irrigação e uso do bioestimulante....	21
Tabela 5 - Número de vagens por planta, massa de mil grãos e rendimento de grãos da cultivar de soja HO Jurema Ipro, em resposta a manejos de irrigação e uso do bioestimulante.....	22

## SUMÁRIO

	Página
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> ..... 1
<b>2</b>	<b>REVISÃO BIBLIOGRÁFICA</b> ..... 4
<b>2.1</b>	<b>A cultura da soja</b> ..... 4
2.1.1	Características botânicas, morfológicas e de desenvolvimento ..... 5
2.1.2	Importância social e econômica ..... 8
<b>2.2</b>	<b>Uso de substâncias húmicas na agricultura</b> ..... 9
<b>2.3</b>	<b>Uso de bioestimulantes na agricultura</b> ..... 12
<b>3</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS</b> ..... 15
<b>4</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO</b> ..... 18
<b>5</b>	<b>CONCLUSÕES</b> ..... 24
<b>6</b>	<b>REFERÊNCIAS</b> ..... 25



# 1 INTRODUÇÃO

A soja (*Glycine max* L.) é a oleaginosa mais importante cultivada em 95 países do mundo, sendo indispensável para pessoas e animais, devido à sua composição química, com suas sementes contendo proteínas, gorduras, grandes volumes de ácidos graxos insaturados, além de vitaminas e minerais (JAŃCZAK-PIENIAŹEK *et al.*, 2021; FENG *et al.*, 2020). O Brasil é o maior produtor mundial, tendo produzido, na safra 2023/24, 147,38 milhões de toneladas em uma área cultivada de mais de 46,1 milhões de hectares, com produtividade média de 3202 kg ha<sup>-1</sup>, na sequência, vêm Estados Unidos e Argentina, com produção estimada de 123,664 e 37,787 milhões de toneladas, respectivamente (CONAB, 2024). No cenário nacional, o estado do Mato Grosso é o líder de produção, tendo produzido, em 2023, 45600,5 milhões de toneladas em 12,086 milhões de hectares plantados, seguido pelo Paraná, Goiás e Rio Grande do Sul com 22384,9; 17734,9 e 13018,4 milhões de toneladas, respectivamente (IBGE, 2024).

Novas tecnologias têm sido empregadas visando ao incremento na produção da soja, incluindo o uso crescente de fontes naturais e econômicas como os bioestimulantes, que trazem diversos benefícios para as plantas (NARDI; SCHIAVON; FRANCCIOSO, 2021). Os bioestimulantes são definidos como a mistura de dois ou mais reguladores de crescimento de plantas com outras substâncias orgânicas, podendo ser aminoácidos e/ou nutrientes (ROUPHAEL; COLLA, 2020). Nesse sentido, são classificados como reguladores algas marinhas, hidrolisados de proteínas (aminoácidos), microrganismos promotores de crescimento e ácidos húmicos e fúlvicos (ROMERO FÉLIX *et al.*, 2023). Esses reguladores são capazes de alterar os processos fisiológicos da planta, favorecendo a aquisição de nutrientes (LOCONSOLE; CRISTIANO; DE LUCIA, 2023) e o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo (GONZÁLEZ-PÉREZ *et al.*, 2021), além de reduzir os efeitos de estresses abióticos, como no caso de produtos à base de extratos da alga *Ascophyllum nodosum* (CAMPOBENEDETTO *et al.*, 2021; FRANZONI, G. *et al.*, 2022).

As substâncias húmicas, compostas principalmente de ácidos húmicos e fúlvicos, contribuem para o crescimento e o desenvolvimento de diferentes espécies vegetais. Existem relatos de efeitos positivos das substâncias húmicas sobre o desenvolvimento de várias espécies de vegetais importantes para a produção de

alimentos, fibras e energia (CANELLAS *et al.*, 2023). Os efeitos positivos dessas substâncias têm sido relatados na promoção do crescimento e na redução de estresses bióticos e abióticos, levando a um crescente interesse sobre o tema e ao aumento das pesquisas visando a seu uso na agricultura (SILVA, B. *et al.*, 2024).

Bioestimulantes, como os ácidos húmicos, têm natureza complexa, e seu efeito nas plantas ainda não é totalmente elucidado (CANELLAS *et al.*, 2020; FEDOTOV, G. *et al.*, 2018). A atividade biológica do ácido húmico depende finamente de sua dosagem, origem, tamanho molecular, grau de hidrofobicidade e aromaticidade e distribuição espacial de domínios hidrofílicos e hidrofóbicos (NARDI; SCHIAVON; FRANCIOSO, 2021). Indiretamente, são incluídas melhorias nas propriedades do solo, como agregação, aeração, permeabilidade, capacidade de retenção de água e transporte e disponibilidade de micronutrientes, enquanto a influência direta inclui melhoria na biomassa vegetal (ASIK *et al.*, 2009; NARDI *et al.*, 2007). Influenciam ainda em vários processos nas plantas, como atividade enzimática, metabolismo de proteínas, fotossíntese, respiração, abstração de água e nutrientes, fluxos hormonais, permeabilidade da membrana celular e espécies reativas de oxigênio (BERBARA; GARCÍA, 2014; CALVO; NELSON; KLOEPPER, 2014).

No Brasil, produtos à base de substâncias húmicas oriundos da leonardita são comercializados e usados em várias culturas para aumento da produtividade e da resistência das plantas. A leonardita é resultado da decomposição de animais e plantas em decorrência da ação de microrganismos. Nesse processo, ocorrem a oxidação atmosférica da linhita e sedimentos de substâncias húmicas, resultando na formação de ácidos húmicos e fúlvicos. Esses ácidos são essenciais para a matéria orgânica no solo, desempenhando papel importante na sua propriedade (DELLA LUCIA *et al.*, 2021; CARRILLO *et al.*, 2015).

Apesar das diferentes opiniões sobre a influência dos ácidos húmicos e fúlvicos envolvendo mecanismos nas plantas, a maioria dos autores concorda sobre seus efeitos positivos nas plantas (BERBARA; GARCÍA, 2014). Contudo, há necessidade de estudos para elucidar seus reais efeitos sobre as plantas, comprovando seus mecanismos de melhoria no desenvolvimento vegetal. Diante disso, o objetivo desse trabalho foi avaliar o efeito de bioestimulante sobre o desenvolvimento e produtividade da soja, em sistema de cultivo irrigado e não irrigado

## 2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

### 2.1 A cultura da soja

Apesar de ter como registro mais antigo o ano de 2838 A.C., acredita-se que a soja (*Glycine max*) já era cultivada havia centenas de anos. Sua origem mais aceita é no leste Asiático, na China, ao longo do Vale do Rio Amarelo, e seu centro secundário, na região da Manchúria, noroeste da China, onde foi domesticada (ARAÚJO, 2018). Na Europa, foi introduzida em 1740 e nos Estados Unidos, em 1804 (ASSIS, 2020). Já no Brasil, o primeiro registro de soja foi no final do século XIX, em 1882, na Bahia. Contudo, por muitas décadas foi considerada uma cultura de pouca importância no país em razão da sua baixa adaptação ao clima tropical, ganhando destaque apenas no início do século XX, quando o Instituto Agrônomo do Estado de São Paulo (IAC) e também a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (EMBRAPA), na década de 60, começaram a desenvolver pesquisas sobre a cultura, levando ao incentivo de seu cultivo na região sul do país, principalmente no estado de Rio Grande do Sul, que apresentava melhores condições climáticas para o seu desenvolvimento (DALL'AGNOL, 2016).

No cenário nacional, a produção aumentou consideravelmente somente a partir dos anos de 1970, quando o excepcional preço do grão incentivou seu cultivo e o desenvolvimento de cultivares adaptadas ao clima tropical, fazendo com que as demais regiões do país, além da região sul, expandissem suas áreas cultivadas (DALL'AGNOL, 2016; SANO *et al.*, 2018). Isso fez com que a participação da região do Cerrado (tropical) saltasse de 14% para 61% da produção nacional de soja (DALL'AGNOL, 2016) e, em poucos anos, se tornasse um dos principais grãos produzidos no país, sendo, atualmente, a oleaginosa de maior importância econômica e social, sendo o Brasil o maior produtor mundial (COSTA NETO *et al.*, 2000; EMBRAPA, 2024). Além da sua relevância como grão para exportação, a soja fornece também produtos como óleo, farinha, cosméticos, produtos farmacêuticos, além da sua considerável notoriedade como ração na alimentação animal (GAZZONI, 2018).

O aumento das áreas cultivadas e o aumento de produtividade se devem ao melhoramento genético. O desenvolvimento de novas cultivares tende a promover

melhorias na cadeia produtiva com relação ao aumento e à estabilidade da cultura. Entretanto, vale ressaltar a importância da avaliação dessas cultivares pelas regiões produtoras pelo fato de os genótipos introduzidos poderem afetar positivamente o desenvolvimento da planta em determinado local ou ser inviável em demais localidades (CORREIA *et al.*, 2017).

As cultivares, sejam elas do tipo determinado, semideterminado ou indeterminado, têm bom potencial de produção. Cultivares de crescimento indeterminado tendem a ter um processo reprodutivo maior e a se recuperar melhor dos efeitos decorrentes do estresse hídrico, por escassez de água ou excesso. Necessitam de um cuidado maior em se tratando de desfolha e controle de pragas nesse período (THOMAS, 2018). Para a escolha da melhor cultivar que apresentará melhor desenvolvimento e desempenho por região, deverão ser feitos testes com outras cultivares, fazendo, então, comparações com base nas características produtivas (CORREIA *et al.*, 2017).

#### 2.1.1 Características botânicas, fisiológicas, morfológicas e de desenvolvimento

A soja pertence ao reino Plantae, classe Magnoliopsida, ordem Fabales, família Fabaceae (Leguminosae), gênero *Glycine* e espécie *G. max*. A soja é uma planta anual, herbácea, ereta, podendo ter hábito de crescimento determinado, indeterminado ou semideterminado, com ciclo podendo variar de 75 dias, para cultivares precoces, a 200 dias para cultivares tardias (FAGAN *et al.*, 2020; SEDIYAMA; SILVA, F.; BORÉM, 2015). O sistema radicular é pivotante, com grande quantidade de raízes secundárias, capazes de se associarem à bactéria *Rhizobium japonicum*, contribuindo para a fixação biológica do nitrogênio (SEDIYAMA, 2016; SILVA, R., 2018). Suas folhas são trifolioladas e as flores, de fecundação autógama, podem ser de coloração roxa ou intermediária entre a cor branca e amarela, formando racemos curtos, axilares ou terminais, geralmente em grupo de dez. A floração depende diretamente do fotoperíodo, sendo uma planta de dias curtos. Atualmente, o mercado oferece uma ampla gama de cultivares adaptadas às diferentes regiões do país. Já os frutos são do tipo vagem com uma a cinco sementes, podendo a vagem ser achatada, arredondada, reta ou curvada (SEDIYAMA, 2016; SEIXAS *et al.*, 2020).

O caule da soja é do tipo herbáceo, não muito ramificado, ereto, revestido de pelos com altura média de 0,5 a 1,5 m. As folhas são de três tipos: cotilédones, simples e trifolioladas. Suas folhas são do tipo alternadas, com pecíolos grandes, de 7 a 15 cm de

comprimento, suas flores são de fecundação autógama, com cores que variam de branca, roxa ou intermediária. Essa cultura desenvolve vagens levemente arqueadas, ocorrendo, de acordo com o amadurecimento, mudança da cor verde para um marrom-clara, contendo de uma a cinco sementes lisas, elípticas ou globosas, com coloração amarelo pálido, de hilo preto, marrom ou amarelo-palha (SILVA, R., 2018).

As flores da soja podem ser completas ou perfeitas, têm cálice e corola e órgãos sexuais, que são o gineceu e androceu, são, então, hermafroditas, tipo de flor que favorece a autofecundação. Têm tamanho variando entre 3 e 10mm, a inflorescência ocorre nas axilas das folhas como também na parte do ápice das ramificações do caule. A abertura das flores ocorre no período da manhã, influenciada por questões da temperatura e umidade (VIEIRA *et al.*, 2010).

A semente da soja tem germinação do tipo hipógea. Os cotilédones continuam abaixo do solo e não há desenvolvimento do hipocótilo, mas, sim, do epicótilo. Os cotilédones são mais carnosos e ricos em nutrientes, sendo utilizados para a germinação e para o estabelecimento inicial. Vale ressaltar que necessitam de menos nutrientes para o desenvolvimento, sendo geralmente encontrados em solos mais pobres. Essas espécies também não precisam de tanta luz para seu estabelecimento. Plantas que têm esse tipo de germinação se estabelecem de forma mais lenta, porém, em compensação, crescem mais rapidamente do que plantas com germinação epígea, depois da fase de estabelecimento (GURGEL *et al.*, 2012).

O ciclo da cultura da soja é dividido, segundo Fehr *et al.* (1971), em estádios vegetativos e reprodutivos, designados pela letra V e R, respectivamente. Os primeiros estádios de desenvolvimento são o vegetativo de emergência (VE), caracterizado pela presença dos cotilédones acima da superfície do solo, e o vegetativo de cotilédones (VC), caracterizado pela presença de par de folhas opostas totalmente abertas. Em sucessão a esses dois estádios, estão enésimos outros, também vegetativos, enumerados sequencialmente como V1, V2, V3 etc., caracterizados pela formação de folhas trifolioladas em número igual ao do seu estádio, ou seja, V1 com um trifólio já formado, V2 com dois trifólios formados, e assim subsequentemente, podendo chegar a formar até 20 trifólios. Já os estádios reprodutivos são oito: R1, início do florescimento; R2, florescimento pleno; R3, início da formação da vagem; R4, vagem completamente desenvolvida; R5, início do enchimento do grão; R6, grão verde ou vagem cheia; R7, início da maturação; e R8, maturação plena (ARAÚJO, 2018; FEHR *et al.*, 1971; SEIXAS *et al.*, 2020).

É uma planta do metabolismo fotossintético tipo C3. As plantas pertencentes a este ciclo fotossintético recebem esse nome pelo ácido 3-fosfoglicérico, formado após a fixação do CO<sub>2</sub>, abrangendo aquelas plantas que têm somente a enzima rubisco, que pertence ao Ciclo de Calvin, uma alternativa para a fixação do carbono. As taxas de fotossíntese dessas plantas são elevadas o tempo todo, atingindo taxas máximas de fotossíntese em baixos índices de radiação solar. Vale ressaltar que são consideradas espécies que consomem muita água (VIEIRA, E. *et al.*, 2010). Os estômatos de plantas C3 se abrem durante o dia, quando a absorção de CO<sub>2</sub> se torna necessária para realizar a fotossíntese. A abertura dos estômatos ocorre em um período que necessita de grande demanda respiratória, cuja captação do CO<sub>2</sub> para o processo fotossintético vem acompanhada de uma alta perda de água (SILVEIRA, E., 2013).

A perda de água decorrente da evaporação, principalmente da área foliar, via estômatos abertos para a atmosfera, se chama transpiração, quando gera tensões na translocação da água na planta e também do movimento passivo da água do solo para a planta. Ao sofrer com a menor disponibilidade de água, conseqüentemente ocorrerá certa diminuição da passagem de água para a atmosfera vindo da planta, o que, conseqüentemente, acarreta um novo ajuste metabólico. O fechamento estomático corresponde a uma resposta ao déficit hídrico que a planta sofre no campo, o que gera limitação da difusão do CO<sub>2</sub> para dentro das folhas como também evita maiores perdas de água (FERRARI; DA PAZ; CARVALHO DA SILVA, 2015).

Segundo Ferrari, Da Paz e Carvalho da Silva (2015), a difusão do CO<sub>2</sub> é restringida, acarreta baixa concentração interna, afeta a fotossíntese da planta, fazendo com que haja uma diminuição, prejudicando o funcionamento do rubisco. Grandes concentrações do CO<sub>2</sub> na atmosfera favorecem o desenvolvimento das plantas, por ser um componente básico da fotossíntese, o aumento da sua concentração pode então promover alterações no metabolismo, crescimento e também nos processos fisiológicos (LESSIN; GHINI, 2009).

O CO<sub>2</sub> sob altas concentrações pode aumentar a fotossíntese líquida de plantas com metabolismo C3 porque a enzima rubisco participa tanto na fixação de CO<sub>2</sub> quanto na fotorrespiração. Assim, quando ocorre aumento da concentração ambiente do CO<sub>2</sub>, também ocorre aumento na concentração interna de CO<sub>2</sub> e também na proporção CO<sub>2</sub>/O<sub>2</sub> no sítio do rubisco, favorecendo a carboxilação sobre a oxigenação na ribulose 1,5-bifosfato. Vale ressaltar que elevadas concentrações do CO<sub>2</sub> conseguem incrementar a

assimilação em plantas tipo C3 pela redução da fotorrespiração e pelo aumento da disponibilidade do substrato rubisco (FEITOSA, 2014).

A resposta à diminuição da quantidade de água fornecida no solo resulta no processo de expansão celular, o qual depende da turgência da planta. Quando ocorrem situações em que o déficit hídrico é mais severo, outros processos fisiológicos são afetados, incluindo efeitos no acúmulo dos assimilados, redução da taxa de assimilação do carbono e aumento da taxa respiratória (FIOREZE *et al.*, 2011).

### 2.1.2 Importância social e econômica

A soja é a oleaginosa mais cultivada no mundo e o Brasil é o país com maior produção dentro deste cenário, tendo produzido, em 2023/24, 147,38 milhões de toneladas em uma área cultivada de mais de 46,1 milhões de hectares, com produtividade média de 3202 kg ha<sup>-1</sup> na safra de 2022/2023. Na sequência, vêm os Estados Unidos e a Argentina, com produção estimada de 123,664 e 37,787 milhões de toneladas, respectivamente (CONAB, 2024). Até a década de 1970, a produção nacional era praticamente estável, sem aumentos significativos. A partir desta data, o Brasil teve um aumento generalizado da produção e da área plantada, com estados da região sul do país se destacando, local em que a leguminosa melhor se adaptava, devido às condições climáticas semelhantes às dos Estados Unidos (GAZZONI, 2018). Todavia, a partir da década de 1980, mesmo enfrentando problemas climáticos, essa produção se expandiu para os estados de Goiás, Minas Gerais, Bahia, Mato Grosso e Mato Grosso do Sul (GAZZONI, 2018), fazendo da região Centro-Oeste a maior produtora do país em 2024, tendo produzido mais de 93 milhões de toneladas, ficando o estado do Mato Grosso com a maior produção nacional, com 57,56 milhões de toneladas, produzidas em mais de 10,200 milhões de hectares plantados (IBGE, 2024).

O grande destaque na produção de soja no Mato Grosso se deve a diversos fatores, incluindo novas tecnologias que possibilitaram a adaptação das variedades ao fotoperíodo de dias longos e pesquisas que possibilitaram o uso dos solos do cerrado para o monocultivo (FERNÁNDEZ, 2006). Tais avanços fizeram com que o estado se tornasse, na safra de 1999/00, o primeiro a registrar produtividade de 3 mil kg ha<sup>-1</sup> no Brasil (EMBRAPA, 2024). Contudo, apesar dos grandes avanços, tamanha produção do Brasil é destaque no cenário mundial, estando relacionada principalmente à expansão da área cultivada, não à produtividade. Isso fica evidente quando se compara a safra de

1976/77 com a de 2023/24, cuja área plantada saltou de 6,9 milhões de hectares para 46,1 milhões de hectares (aumento de 568,12% em 47 anos), enquanto a produtividade saltou de 1748 kg ha<sup>-1</sup> para de 3202 kg ha<sup>-1</sup> (aumento de 83,18% em 47 anos) (CONAB, 2024; EMBRAPA, 2024).

A expansão da soja no Brasil ocorreu em meados dos anos 70 pelo interesse na indústria dos óleos. Em 1975, a produção da cultura era feita com cultivares e técnicas que vinham de fora do país, especificamente dos Estados Unidos, porém o cultivo em grande escala apenas dava certo nas regiões do Sul em que as cultivares tinham ambientes com condições semelhantes a seu verdadeiro país de origem. Com isso, houve a criação da cultivar tropical para as regiões tropicais do solo brasileiro e, logo após, houve outras criações de novas cultivares que se adaptaram às demais localidades, trazendo estabilidade. Vale ressaltar que o cultivo trouxe para o país um aumento no mercado de sementes, dando estabilidade para uma maior exploração econômica em regiões em que as terras não tinham nada além de matas e cerrados (WESZ JUNIOR *et al.*, 2021).

Nesse sentido, pode-se considerar que a cadeia produtiva da soja ajudou e ainda ajuda no setor econômico brasileiro, tendo ocorrido exploração para a implementação do cultivo em outras regiões com cultivares criadas para uma melhor adaptação e melhor produção, ressaltando que, além de ajudar no setor econômico do país, ajuda também no setor regional da localidade escolhida, e o produtor responsável pelo cultivo utiliza as cultivares apropriadas e técnicas de manejo mais eficazes para o plantio (CUIABANO, 2020).

## **2.2 Uso de substâncias húmicas na agricultura**

Na natureza ocorrem naturalmente processos de decomposição de matéria orgânica, seja de origem animal ou vegetal. Esse processo, desencadeado por fatores bióticos e abióticos, como umidade e presença de microrganismos, por exemplo, ocorre pela degradação da estrutura celular do material orgânico, que, ao não mais poder ser reconhecido, torna-se o que chamamos de húmus. O húmus teve sua primeira tentativa de caracterização em 1786 pela extração de uma substância marrom do solo e da turfa com o uso de soluções salinas, o que, pela adição de ácido sulfúrico, resultou em um precipitado de coloração entre marrom e preta, conhecido como ácido húmico (BALDOTTO, M.; BALDOTTO, L., 2023).



A matéria orgânica é composta por uma mistura de fragmentos de plantas, animais e microrganismos. Não diferentemente disso, o húmus presente no solo tem coloração escura e alto peso molecular, é composto por um grande número de substâncias orgânicas, chamadas de ácidos quando os íons de hidrogênio que predominam nos sítios de troca localizados na molécula húmica são substituídos por outros cátions (BALDOTTO, M.; BALDOTTO, L., 2023). Contudo, o solo também é composto por substâncias não húmicas, como carboidratos, aminoácidos, gorduras, resinas e ácidos orgânicos de baixo peso molecular. Estas substâncias influenciam as reações ácido-base, a complexação de metais e a agregação de partículas do solo (ROSA, D. *et al.*, 2017).

Nas plantas, o húmus desempenha funções diversas, podendo atuar diretamente no seu desenvolvimento ou até indiretamente na solubilização de nutrientes do solo. Dentro desse sistema, o húmus eleva os teores de hormônios, como auxinas, estimulando a germinação de sementes, crescimento de mudas e aceleração do crescimento das plantas. Nesse sentido, os hormônios liberados pelas plantas são incorporados à estrutura molecular das substâncias húmicas durante o processo de decomposição. Contudo, o crescimento vegetal promovido pelas substâncias húmicas não deve ser limitado apenas aos hormônios presentes neles, visto que vitaminas e aminoácidos ali presentes também promovem esse crescimento (GARCÍA *et al.*, 2019a).

As substâncias húmicas são classificadas como compostos orgânicos concentrados, gerados por ação microbiana, diferindo dos biopolímeros por sua estrutura molecular e pela sua elevada permanência no solo (BALDOTTO, M.; BALDOTTO, L., 2023). O termo substâncias húmicas é utilizado cientificamente para caracterizar componentes específicos, gerados durante o processo de humificação, cujos isolamento e fracionamento podem ser feitos de várias maneiras (HAYES; SWIFT, 2020). A constituição e o processo de decomposição das substâncias húmicas são refletidos em diversas funções ecológicas e na qualidade do solo, e englobam a capacidade de retenção de umidade, a estabilidade estrutural e sua biologia (O'ROURKE *et al.*, 2015; SARKER *et al.*, 2018).

As substâncias húmicas apresentam um padrão estrutural único, sendo diferentes de qualquer um outro grupo de compostos do solo, e a composição de seus produtos químicos pode muito bem corresponder à composição da matéria orgânica natural (GARCÍA *et al.*, 2019b; PERUCHINI; RUPOLLO, 2020). A matéria orgânica do solo atua de forma vital no transporte global de carbono e contém mais carbono orgânico do que o identificado na atmosfera e nas plantas vivas (SCHLESINGER; ANDREWS,

2000), podendo ser considerada um importante captador de carbono, que tem a capacidade para amenizar o efeito estufa (WU, W-X. *et al.*, 2022), além de realizar diversas funções ecológicas e ambientais, como preservar a fertilidade do solo, fomentar o crescimento das plantas e controlar o destino da contaminação ambiental (GERKE, 2018).

É estimado que entre 50 a 80% da matéria orgânica do solo seja composta pelas substâncias húmicas, que são constituídas pelas frações ácidos fúlvicos e ácidos húmicos, os componentes mais abundantes e reativos da matéria orgânica do solo, além de ser um marcador chave para a qualidade do solo (Li *et al.*, 2019; SHAKER *et al.*, 2012). A complexidade das interações químicas e bioquímicas das substâncias húmicas nos solos também é responsável por otimizar sua qualidade e a manutenção da sua fertilidade, além da dissociação de íons  $H^+$  principalmente de grupos carboxílicos e fenólicos, criando sítios negativos para facilitar a capacidade de troca catiônica (TIWARI *et al.*, 2023). A adição de substâncias húmicas ao solo proporciona a manutenção da sua capacidade tampão como também a imobilização de metais pesados, incremento na concentração de carbono orgânico, de macro e de micronutrientes (HU *et al.*, 2021).

Ácidos húmicos são substâncias de coloração escura presentes na matéria orgânica do solo. Sua estrutura apresenta alto teor de anéis aromáticos e grupos funcionais hidrofílicos contendo oxigênio, são formados principalmente pela transformação de resíduos animais e vegetais por microrganismos. Os ácidos húmicos têm elevado peso molecular, capacidade de troca de cátions entre 350 e 500 meq  $100\text{ g}^{-1}$ , com origem na lignina, têm alto teor de ácidos carboxílicos e significativas quantidades de nitrogênio (MELO; MOTTA; SANTANA, 2016). Já os ácidos fúlvicos são solúveis em água, soluções ácidas e alcalinas. Apesar de terem similaridade estrutural com os ácidos húmicos, apresentam menor peso molecular, maior quantidade de compostos fenólicos e de grupos carboxílicos e uma menor quantidade de estruturas aromáticas. Estas características lhes conferem melhor solubilidade em água e maior capacidade de troca catiônica (700 a 1000 meq  $100\text{ g}^{-1}$ ) (LIU *et al.*, 2020; WNUK *et al.*, 2020).

Um amplo espectro de produtos comerciais contendo substâncias húmicas extraídas de fontes minerais está disponível como condicionadores de solo e estimulantes vegetais. Além do uso agrícola, estes condicionadores têm um alto potencial de remediação de solos e aquíferos poluídos com metais pesados e moléculas orgânicas tóxicas, em razão da sua capacidade de complexação com poluentes, tornando-os bioindisponíveis ou acelerando sua biodegradação. Existem poucos estudos sobre a

síntese e caracterização de compostos semelhantes aos ácidos húmicos obtidos de carvão vegetal, que pode ser uma matéria-prima importante por ser uma fonte renovável de carbono (GUO, X-x.; LIU; WU, S-b., 2019; ZHANG, L. *et al.*, 2020).

Os ácidos húmicos são os componentes mais importantes da matéria orgânica, desempenhando papel fundamental no solo. A aplicação de substâncias húmicas no solo tem favorecido a recuperação do seu carbono orgânico, com eficiência. As plantas tratadas com tais substâncias são mais resistentes às pragas e têm maior rendimento em carboidratos. Os ácidos húmicos ajudam na germinação de sementes, aumentando a retenção de calor pelo solo, graças à coloração tipicamente escura que têm, atuando também no aumento da capacidade de troca catiônica (CTC) e na capacidade tampão do solo. A estrutura e a composição química dessas substâncias orgânicas devem ser conhecidas para poder entender sua participação em processos químicos, biológicos e ambientais (MA *et al.*, 2016).

Substâncias húmicas estão presentes em vários produtos comerciais, que, quando usados na agricultura, visam a aumentar o desenvolvimento e a produtividade de diversas culturas. Nesse sentido, os ácidos húmicos aumentam a absorção de complexos de ferro pelas raízes por meio da formação de quelados, disponibilizando o nutriente à planta (GUO, X-x.; LIU; WU, S-b., 2019). Entretanto, seus efeitos não são totalmente elucidados em razão da natureza complexa e ainda desconhecida dessas substâncias (GARCÍA *et al.*, 2018).

Vários são os estudos relatando o efeito positivo de diversas substâncias húmicas na agricultura. Nesse contexto, a leonardita é geralmente usada na agricultura como condicionador de solo, aumentando a permeabilidade da membrana das células-tronco, a taxa de nutrição, a qualidade dos frutos e o rendimento das culturas (RATANAPROMMANEE; CHINACHANTA; CHAIWAN, 2017). Uma produção melhorada foi relatada para cereja, batata, milho e plantas ornamentais tratadas com leonardita (DEMIRER, 2019; EYHERAGUIBEL; SILVESTRE; MORARD, 2008; FASCELLA; MONTONERI; FRANCAVILLA, 2018; SANLI, A.; KARADOGAN; TONGUC, 2013).

### **2.3 Uso de bioestimulantes na agricultura**

A mistura de dois ou mais reguladores vegetais entre si ou com outras substâncias, como aminoácidos, nutrientes e vitaminas, é definida por Povero *et al.* (2016) como bioestimulantes. Bioestimulantes são substâncias biológicas que estimulam

os processos e as funções fisiológicas das plantas, elevam a eficiência de absorção de nutrientes e a tolerância a estresses, além de otimizar a qualidade da cultura (WOO; PEPE, 2018). Os bioestimulantes agem como impulsionadores metabólicos, fitoestimuladores, biofertilizantes, estimulantes biogênicos, reguladores de crescimento vegetal, elicitores, fortificantes vegetais e condicionadores (AZEDO *et al.*, 2022).

Quando aplicados na agricultura, eles reduzem a necessidade de fertilizantes e aumentam a resistência das plantas ao estresse hídrico e climático. Além disso, estimulam o crescimento vegetal através de uma maior divisão, alongação e diferenciação celular, aumentando, assim, a capacidade de absorção de água e nutrientes do solo. Todos esses benefícios conjuntamente se refletem numa melhor germinação das sementes, crescimento e desenvolvimento vegetal, floração, frutificação, senescência e, por conseguinte, em maior produtividade das culturas (BULGARI; FRANZONI, J.; FERRANTE, 2019).

Entre as substâncias que compõem os bioestimulantes que estimulam o crescimento e o desenvolvimento vegetal estão os ácidos húmicos, algas marinhas, vitaminas, aminoácidos e ácido ascórbico (BULGARI; FRANZONI, J.; FERRANTE, 2019). Na cultura da soja, a utilização de aminoácidos no tratamento de sementes é considerada uma técnica em ascensão. Seus benefícios estão associados com a melhoria da germinação, da produção de plantas com raízes mais robustas, plantas mais vigorosas e resistentes a estresses bióticos e abióticos, enchimento de grãos mais uniforme e maior produtividade. Nesse sentido, a aplicação de aminoácidos não tem o objetivo de suprir a necessidade das plantas para a síntese proteica, mas, sim, de agir como ativadores do metabolismo fisiológico (PERUCHINI; RUPULLO, 2020).

Para ter uma atuação eficiente, os reguladores devem estar presentes em uma quantidade suficiente e interagir com as proteínas receptoras, onde serão reconhecidos e destinados a cada um dos grupos de células. O hormônio natural e outros materiais tornam-se basicamente “mensageiros químicos”, os quais exercem influência sobre o desenvolvimento de diversos órgãos da planta (POVERO *et al.*, 2016). A ação desses hormônios vai depender do estágio de desenvolvimento e da atividade da planta, de alguns estímulos externos, da parte da planta que receberá o estímulo e do tempo de impacto sofrido por ela (BULGARI; FRANZONI, J.; FERRANTE, 2019).

No caso da soja, embora pouco se saiba sobre os aspectos fisiológicos da cultura relacionados à aplicação de bioestimulantes, alguns trabalhos foram desenvolvidos para comprovar sua eficiência sobre esta cultura. Bonanomi *et al.* (2018) analisaram a

produção de grãos de soja em função da aplicação de um bioestimulante com composição à base de uma mistura de cinetina, ácido giberélico e ácido indolbutírico, com aplicação via sementes e via foliar, em três estádios fenológicos da cultura (V5, R1 e R5). O resultado foi um aumento do número de vagens por planta e da produtividade de grãos, tanto na aplicação via sementes, quanto via foliar. No caso da produtividade, esse bioestimulante foi mais efetivo quando aplicado na fase reprodutiva.

Hermes, Nunes, J. e Nunes J. V. (2015), em estudo a campo com uso do bioestimulante Nobrico Super CoMo®, afirmaram que a utilização desse produto teve influência positiva no comprimento da parte aérea, além de obter maior produtividade da cultura da soja. Silva, B. *et al.* (2024) observaram que bioestimulantes à base de ácidos fúlvicos aumentaram a altura das plantas de soja e o comprimento das raízes em até 13% e 25%, respectivamente. Existem diversos trabalhos com o uso de bioestimulantes em plantas, porém ainda são necessários estudos que verifiquem a real eficiência destes produtos. São poucas as pesquisas que abordam os aspectos fisiológicos da planta da soja, relacionados à aplicação de reguladores vegetais

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi instalado no município de Correntina, estado da Bahia, Fazenda Tamarana (Figura), sob as coordenadas geográficas 13°39'10.59" de latitude Sul e 45°40'37.19" de longitude Oeste, com altitude média de 821 metros. Segundo Köppen, a classificação climática da região é Cwa, clima tropical de altitude, com inverno seco e verão com temperaturas médias de 22 °C. A precipitação pluviométrica durante o ciclo da cultura foi de 700 mm. O período chuvoso situa-se entre outubro e março e o período de seca, de abril a setembro. De acordo com o sistema brasileiro de classificação do solo, o solo da área experimental é classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo distrófico (SANTOS, H. *et al.*, 2018).



Figura - Fazenda Tamarana, município de Correntina, BA, e distribuição das áreas experimentais dentro da fazenda.

Fonte: *Google Earth Pro* (2022).

O experimento foi conduzido no período de outubro de 2022 a março de 2023, em delineamento em blocos ao acaso, com parcelas subdivididas (CHACÍN LUGO, 1997), com cinco repetições, em esquema 2x2, sendo as parcelas constituídas por manejos de irrigação (irrigado e não irrigado) e as subparcelas, pelo uso do bioestimulante (com e sem). No sistema irrigado, o turno de rega foi de três horas diárias, intercaladas em dia sim e dia não, com lâmina 210 mm. A área total do experimento foi de 10 hectares, cinco cultivados com pivô central (irrigado) e os cinco restantes cultivados em sistema de manejo não irrigado.

O preparo do solo foi feito, nas duas áreas, pela aração e gradagem, e a correção, aplicando duas toneladas de calcário dolomítico e 730 kg de gesso agrícola, de acordo com análise de solo (Tabela 1). A adubação de plantio foi feita apenas no sistema de

manejo não irrigado com 120 kg ha<sup>-1</sup> do formulado 08-48-00 (N-P-K) e adubação de cobertura com cloreto de potássio (KCl), 30 dias após a semeadura, na dose de 124 e 130 kg ha<sup>-1</sup>, para o sistema de manejo não irrigado e irrigado, respectivamente.

Tabela 1 - Análise de componentes químicos e físicos do solo de duas áreas submetidas ao manejo irrigado e não irrigado no cultivo de soja. Correntina, Bahia, Brasil (2022)

Área	Prof. cm	MO (%) %	CTC cmol <sub>c</sub> dm <sup>-1</sup>	P mg dm <sup>-3</sup>	pH -	V %	Ca cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>	Ca %
Irrigada	00-20	2,45	6,10	56,45	5,29	67,20	2,85	46,84
	20-40	-	4,69	13,07	5,03	56,74	1,83	39,19
Não irrigada	00-20	2,31	4,96	3,18	5,06	60,41	2,00	40,00
	20-40	-	4,16	3,91	4,64	42,21	1,11	26,63
		Mg cmol <sub>c</sub> dm <sup>3</sup>	Mg% %	Ca/Mg mg dm <sup>-3</sup>	K mg dm <sup>3</sup>	K %	Ca+Mg/K mg dm <sup>-3</sup>	Al cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>
Irrigada	00-20	1,04	16,93	2,80	0,21	3,43	22,47	0,00
	20-40	0,73	15,65	2,42	0,08	1,68	33,59	0,03
Não irrigada	00-20	0,91	18,12	2,26	0,11	2,29	27,81	0,00
	20-40	0,56	13,47	2,03	0,09	2,10	20,23	0,03
		Al %	S %	B %	Cu %	Fe %	Mn %	Zn %
		-----mg.dm <sup>-3</sup> -----						
Irrigada	00-20	0,02	2,38	0,80	0,91	54,08	4,17	5,16
	20-40	1,13	3,73	-	-	-	-	-
Não irrigada	00-20	0,00	12,93	1,06	0,72	54,71	2,58	3,08
	20-40	1,93	18,40	-	-	-	-	-

Sementes da cultivar HO Juruena Ipro foram tratadas (Tabela 1) e semeadas no espaçamento de 0,6 m entre linhas, com densidade populacional de 150 mil plantas por hectare. A semeadura foi feita em datas diferentes, sendo o sistema o irrigado semeado primeiro (05/10/22) e o não irrigado posteriormente (06/11/22). No momento da semeadura, foram aplicados, no sulco de plantio, inoculantes, promotor de crescimento e fungicida biológico e também a leonardita, pelo uso do produto comercial ®BlackGold na dose de 1,5 L ha<sup>-1</sup>, conforme recomendação do fabricante, composto de 16,7% de ácidos húmicos, 1,3% de ácidos fúlvicos, 0,5% de nitrogênio e 14% de carbono orgânico total. Para aplicação, foi utilizada uma plantadeira de 28 linhas, equipada com bicos injetores Micron.

A avaliação foi feita no final do estágio reprodutivo (R8), aos 125 dias após a semeadura, coletando 25 plantas em cada bloco, totalizando 100 plantas. Foram avaliadas a altura de plantas, massa seca da parte aérea, diâmetro da haste, número de entrenós, vigor e viabilidade das sementes, número de vagens por planta, massa de mil grãos e rendimento de grãos. As avaliações de número de entrenós e número de vagens por planta foram feitas em laboratório, e no momento da coleta das plantas, foram feitos a contagem manual, a altura de plantas e o diâmetro da haste, que foram mensurados com auxílio de uma fita métrica e paquímetro, respectivamente. Para massa seca da parte aérea, as plantas

foram colocadas em sacos de papel e levadas a estufa a 60 °C por 48 h, posteriormente, foi feita a pesagem em balança digital.

O teste de viabilidade e vigor foi feito pelo teste de envelhecimento de tetrazólio (FRANÇA-NETO; KRZYZANOWSKI; COSTA, 1998). Para isso, lotes de 100 sementes de cada tratamento foram acondicionadas entre duas folhas de papel-filtro, embebidas em reagente de tetrazólio 0,1% e mantidas no escuro durante 24 h, à temperatura de 28 °C (MARCOS FILHO, 1999; PIÑA-RODRIGUES; SANTOS, N., 1988). As leituras dos resultados foram realizadas 24 h após o teste, seccionando-se longitudinalmente as sementes com uma lâmina de barbear. Foram consideradas viáveis as sementes que apresentaram de 76 a 100% (classe 4) de suas áreas vitais, eixo embrionário e cotilédones, corados de vermelho-carmim-claro, além de turgor dos tecidos e estruturas do embrião desenvolvidas e intactas, segundo método utilizado por Lee (1972). Foram consideradas de média viabilidade as sementes com índice entre 51 e 75% de suas áreas vitais coradas (classe 3), baixa viabilidade, com índice entre 26% e 50% de suas áreas vitais coradas (classe 2), e muito baixa viabilidade, com índice entre 0 e 25% de suas áreas vitais coradas (classe 1).

Os dados foram submetidos ao teste de Shapiro-Wilk para verificar a normalidade multivariada e de Bartlett para a homogeneidade entre as variâncias. Atendidas as pressuposições da estatística paramétrica, aplicou-se a análise de variância multivariada conjunta (MANOVA), tendo as médias sido comparadas pelo teste Tukey a 5% de significância. Todas as análises estatísticas foram feitas utilizando o software *Statistical Package for the Social Sciences* (SPSS), versão 21.0



## 4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A altura das plantas de soja não sofreu influência do bioestimulante. Já entre os sistemas de cultivo, o irrigado proporcionou maior altura. Quanto à massa seca da parte aérea, os resultados mostraram que o bioestimulante interferiu apenas quando usado no sistema de cultivo irrigado, promovendo maior incremento (Tabela 2).

Tabela 2 - Altura de plantas e massa seca da parte aérea de plantas da cultivar de soja HO Jurema Ipro, em resposta a manejos de irrigação e uso do bioestimulante

Bioestimulante	Altura de plantas (cm)		Massa seca parte aérea (g)	
	Não irrigado	Irrigado	Não irrigado	Irrigado
Presente	67,96 Ab	92,42 Aa	44,63 Aa	43,26 Aa
Ausente	67,36 Ab	90,20 Aa	38,67 Aa	33,47 Ba
CV (%)	Irrigação	4,79		15,73
	Bioestimulante	5,52		12,12

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Letras maiúsculas definem o efeito do bioestimulante dentro de cada manejo de irrigação. Letras minúsculas definem o efeito da irrigação dentro do bioestimulante.

O bioestimulante nesse estudo não teve efeito na altura de plantas, mostrando que seu uso não interferiu na promoção do crescimento vegetal, independentemente do sistema de cultivo (irrigado e não irrigado). O resultado obtido não foi o esperado, visto que um dos seus efeitos nas plantas é de indução de crescimento e desenvolvimento através da modificação hormonal, com a giberelina e a auxina promovendo divisão e alongamento celular. Nesse sentido, os resultados desse estudo se contrapõem a inúmeros trabalhos que mostram que bioestimulantes proporcionam incremento na altura das plantas, como relatado por Campos (2020), que encontrou incremento na massa seca da parte aérea de plantas de soja cultivadas na presença de substâncias húmicas, submetidas a um brando déficit hídrico (70% de disponibilidade de água). Siewerdt *et al.* (2020) também mostraram que as substâncias húmicas aumentaram a altura, a produção de matéria seca da parte aérea, o comprimento das raízes, a produção de raízes e a superfície ocupada pelas raízes de soja.

Apesar de não significativo, o uso do bioestimulante proporcionou maior altura e maior massa seca da parte aérea nas plantas de soja em ambos os sistemas de manejo de irrigação (Tabela 2). Assim, bioestimulantes contendo substâncias húmicas estimulam o crescimento das raízes e parte aérea de plantas, ativando a H<sup>+</sup>-ATPase (CANELLAS *et al.*, 2015). Incrementos na biomassa de plantas de soja são vantajosos, visto que aumentam a área de tecido vegetal, conseqüentemente, a área foliar, culminando em

maior capacidade fotossintética da planta para produção de energia e produtividade. Os bioestimulantes geralmente incluem componentes como aminoácidos e hormônios vegetais, sendo a auxina um exemplo notável (BATTACHARYYA *et al.*, 2015), porque desempenha papel fundamental no crescimento longitudinal das plantas (TAIZ *et al.*, 2017). Resultados semelhantes também foram observados no diâmetro da haste e no número de entrenós, com aumento numericamente maior no tratamento com o bioestimulante. Isso fica evidente no trabalho de Ali *et al.* (2022) em que no tratamento contendo bioestimulante com o extrato de algas marinhas, foi observado que as plantas de soja atingiram maiores alturas mesmo quando submetidas a estresse osmótico e toxicidade iônica.

Outro fator a ser considerado é a disponibilidade hídrica. A água é o principal componente constituinte do vegetal, correspondendo a cerca de 80% a 95% em plantas herbáceas como a soja, atuando como reagente no metabolismo básico (fotossíntese e hidrólise de carboidratos), sendo essencial no crescimento através da expansão celular (CRUZ *et al.*, 2023). Os primeiros processos afetados na planta pela moderada deficiência de água são a divisão e a expansão celular, atingindo, dessa forma, primeiramente o crescimento vegetal antes mesmo do fechamento de estômatos e diminuição da fotossíntese (SILVA, T. *et al.*, 2021), o que pode explicar o maior incremento na altura das plantas no sistema de cultivo irrigado em comparação com o sistema de cultivo não irrigado. Isso pode estar relacionado com o fato de a disponibilidade de água fornecida à planta no sistema irrigado ter sido maior e em quantidades necessárias durante todo o ciclo da cultura, visto que foi feita irrigação quando necessário, o que não ocorre com precisão no sistema de cultivo de manejo não irrigado, considerando que este sistema depende de condições pluviométricas naturais (chuvas), causando uma possível moderada deficiência de água nas plantas.

A água é o principal fator isolado que limita o crescimento e a produção de matéria seca das plantas (CRUZ *et al.*, 2023). Contudo, nesse estudo, a componente água não interferiu nesse parâmetro, visto que apenas a ausência do uso do bioestimulante resultou numa diminuição da matéria seca da parte aérea das plantas, demonstrando que o bioestimulante pode ter sido o fator que interferiu para esse resultado. O bioestimulante Fortegreen® é um produto de origem orgânica à base de substâncias húmicas e fúlvicas com pH ácido, características que permitem a melhora no enraizamento e a disponibilidade de nutrientes no solo, permitindo, assim, aumento no desenvolvimento vegetal, por conseguinte, aumento de matéria fresca e seca da parte aérea. Resultados semelhantes

foram encontrados por Marques Pires *et al.* (2024), que constataram que o uso de ácido húmico proporcionou maior incremento na matéria fresca e seca da parte aérea de plantas de diferentes cultivares de soja, além do aumento da altura das plantas.

O diâmetro da haste foi influenciado pelo bioestimulante e pelo sistema de cultivo (irrigado e não irrigado), com redução significativa no sistema de cultivo em manejo não irrigado, combinado com ausência de uso do bioestimulante. Nos demais tratamentos, irrigado com e sem bioestimulante e não irrigado com bioestimulante, ambos apresentaram médias superiores. Já o número de entrenós não diferiu com o uso do bioestimulante e pelos sistemas de cultivo (irrigado e não irrigado) (Tabela 3).

Tabela 3 - Diâmetro da haste e número de entrenós de plantas da cultivar de soja HO Jurema Ipro, em resposta a manejos de irrigação e uso do bioestimulante

Bioestimulante	Diâmetro da haste (mm)		N° de entrenós	
	Não irrigado	Irrigado	Não irrigado	Irrigado
Presente	8,88 Aa	8,88 Aa	13,32 Aa	14,00 Aa
Ausente	7,72 Bb	9,16 Aa	12,92 Aa	13,91 Aa
CV (%)	Irrigação	11,87	2,88	
	Bioestimulante	7,53	6,96	

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Letras maiúsculas definem o efeito do bioestimulante dentro de cada manejo de irrigação. Letras minúsculas definem o efeito da irrigação dentro do bioestimulante.

Apesar de o número de entrenós não ter sido influenciado pelo bioestimulante e pelo sistema de irrigação, o diâmetro da haste foi superior no cultivo irrigado, e no não irrigado apenas no tratamento com uso do bioestimulante. Isso demonstra que ambos os fatores, água e bioestimulante, promoveram incremento no diâmetro da haste das plantas. Isso fica evidente ao observar que na ausência do bioestimulante o sistema de cultivo irrigado, em que a disponibilidade de água nas plantas foi em quantidade ideal durante todo ciclo da cultura, foi o que proporcionou o maior incremento (9,16 cm). Já no cultivo não irrigado, em que a água não está prontamente disponível durante todo o ciclo da cultura, foi o uso do bioestimulante que proporcionou maior incremento na haste das plantas (8,88 cm).

Plantas sob algum tipo de estresse e tratadas com bioestimulantes apresentam melhor desenvolvimento por haver uma melhora em seu sistema de defesa devido ao incremento nos níveis de antioxidantes na planta (BULGARI; FRANZONI, J.; FERRANTE, 2019). Nesse estudo, o diâmetro da haste das plantas de soja cultivadas em sistema de manejo não irrigado, onde a água não está prontamente disponível a todo

momento, podendo causar um estresse a planta, foi maior quando tratadas com bioestimulante, indicando uma possível melhoria no seu sistema de defesa, resultando, assim, em maior desenvolvimento vegetativo, conferido pelo maior diâmetro da haste.

O cultivo em sistema irrigado mostrou maior vigor das sementes de soja, independentemente do uso ou não do bioestimulante. Já o bioestimulante interferiu no vigor das sementes apenas no sistema de cultivo em manejo não irrigado, tendo seu uso trazido menor incremento (79,40%). A viabilidade foi influenciada apenas pelo sistema de cultivo com irrigado, que apresentou médias superiores (Tabela 4).

Tabela 4 - Vigor e viabilidade das sementes da cultivar de soja HO Jurema Ipro, em resposta a manejos de irrigação e uso do bioestimulante

Bioestimulante	Vigor das sementes (%)		Viabilidade das sementes (%)	
	Não irrigado	Irrigado	Não irrigado	Irrigado
Presente	79,40 Bb	83,16 Aa	82,00 Ab	84,36 Aa
Ausente	81,08 Ab	82,59 Aa	82,20 Ab	83,45 Aa
CV (%)	Irrigação	1,03	0,62	
	Bioestimulante	0,53	0,75	

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Letras maiúsculas definem o efeito do bioestimulante dentro de cada manejo de irrigação. Letras minúsculas definem o efeito da irrigação dentro do bioestimulante.

O bioestimulante proporcionou menor vigor às sementes cultivadas em sistema não irrigado. O resultado obtido não era o esperado, considerando que estudos mostram que produtos à base de substâncias húmicas desempenham ação fitormonal nas plantas, atuando nos processos fitossintéticos, no conteúdo e na distribuição de açúcares e na maturação de frutas e legumes (BULGARI; FRANZONI, J.; FERRANTE, 2019). Nesse sentido, a germinação estimulada de sementes, o crescimento de mudas e a aceleração no crescimento das plantas têm sido frequentemente atribuídos a um aumento hormonal pelo efeito de substâncias húmicas (POVERO *et al.*, 2016). Marques Pires *et al.* (2024) relataram que o ácido húmico em doses de 4,8 e 3,6 L ha<sup>-1</sup> resultou em maior porcentagem de germinação de sementes (73%) e de plântulas normais de alto vigor (50%), respectivamente. De maneira semelhante, Rodrigues *et al.* (2017) também constataram efeitos benéficos na germinação e no vigor de plântulas de milho após o tratamento das sementes com substâncias húmicas.

O número de vagens e a massa de mil grãos não sofreram interferência pelo uso do bioestimulante em ambos os sistemas de cultivo (irrigado e não irrigado), tendo sido influenciados apenas pelos sistemas de cultivo (Tabela 5).

Tabela 5 - Número de vagens por planta, massa de mil grãos e rendimento de grãos da cultivar de soja HO Jurema Ipro, em resposta a manejos de irrigação e uso do bioestimulante

Bioestimulante	N° vagens planta <sup>-1</sup>		Massa mil grãos (g)		Rendimento grãos (g/planta)	
	Não irrigado	Irrigado	Não irrigado	Irrigado	Não irrigado	Irrigado
Presente	127,04 Aa	86,36 Ab	153,60 Ab	218,64 Aa	35,54 Aa	34,75 Aa
Ausente	106,80 Aa	89,12 Ab	143,32 Ab	225,88 Aa	28,52 Bb	39,00 Aa
CV	Irrigação		7,97		4,54	
(%)	Bioestimulante		16,39		4,35	
					11,63	
					11,60	

\*Médias seguidas pela mesma letra não diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Letras maiúsculas definem o efeito do bioestimulante dentro de cada manejo de irrigação. Letras minúsculas definem o efeito da irrigação dentro do bioestimulante.

O número de vagens foi inferior no sistema de cultivo irrigado (com e sem uso do bioestimulante), o que não era esperado. Contudo, nesse sistema de cultivo, a massa de mil grãos foi superior (com e sem uso do bioestimulante), demonstrando que o menor número de vagens foi compensado por grãos mais pesados, não afetando, assim, os parâmetros de produção. O rendimento de grãos também foi superior no sistema de cultivo irrigado, mesmo na ausência do bioestimulante (39 g planta<sup>-1</sup>). Também o tratamento que recebeu o bioestimulante apresentou aumento no rendimento de grãos no cultivo não irrigado (35,54 g planta<sup>-1</sup>), demonstrando que ambos os fatores, bioestimulante e sistema de cultivo, interferiram no incremento do rendimento de grãos de soja.

Os bioestimulantes conferem às plantas diversas vantagens para seu crescimento e desenvolvimento, proporcionando maior divisão, alongação e diferenciação celular, assim como um enraizamento mais vigoroso, culminando em maior absorção de água e nutrientes em regiões mais profundas do solo, resultando em maior quantidade de vagens por planta, assim como em maiores incrementos na produtividade e no rendimento de grãos (BUZZELLO *et al.*, 2017). Nesse estudo, o uso do bioestimulante aumentou o rendimento de grãos no cultivo de soja em sistema não irrigado, comprovando seus efeitos na produtividade. A presença de substâncias húmicas no bioestimulante possivelmente proporcionou esse incremento no rendimento dos grãos, por influenciar no seu metabolismo em relação à absorção de nutrientes, permeabilidade da membrana, participação na fotossíntese e formação de ATP, proteínas e aminoácidos, essencial para o enchimento dos grãos (ROSA, C. *et al.*, 2009).

No manejo não irrigado, o número de vagens por planta, a massa de mil grãos e o rendimento de grãos foram numericamente maiores com o uso do bioestimulante, o que não ocorreu no manejo irrigado. Os bioestimulantes contêm compostos orgânicos e

inorgânicos que estimulam a síntese de clorofila, a fotossíntese, o crescimento das raízes, a absorção de água e a captação de nutrientes (BULGARI;FRANZONI,J.;FERRANTE, 2019). Isso pode ter ocorrido nesse caso, porque em condições em que a disponibilidade de água não foi linearmente suprida de acordo com a necessidade ideal, o bioestimulante pode ter mitigado o estresse hídrico, podendo ter contribuído também para suprir a absorção de água e nutrientes do solo.

Em culturas como a soja, a utilização de substâncias húmicas pode favorecer a fixação biológica de nitrogênio, que, além de contribuir para redução do uso de fertilizantes químicos, também resulta, entre outros benefícios, no aumento do rendimento produtivo de grãos (MOSA; TAHA; ELSAEID, 2020), como o observado nesse estudo. Oliveira, S. (2017), avaliando doses de bioestimulante à base Cinetina+Giberelina+Auxina, encontrou resultados semelhantes ao nosso trabalho, tendo observado que as cultivares de soja responderam de forma diferente, porém, todas apresentando aumento na massa de mil grãos e, por conseguinte, na produtividade. De modo similar, Domingos, Pereira, L. e Oliveira, T. (2015) também constataram que o bioestimulante melhorou o desenvolvimento das plantas de soja, apresentando maior número de grãos, massa de mil grãos e produtividade

## **5 CONCLUSÕES**

O cultivo de soja em sistema de manejo não irrigado, associado ao uso de bioestimulante, resultou em um aumento significativo no diâmetro da haste, na massa seca da parte aérea e no rendimento de grãos, promovendo melhor desenvolvimento e melhor crescimento das plantas. Esses achados indicam que a combinação de manejo não irrigado com bioestimulantes pode ser uma estratégia eficaz para otimizar a produtividade e a saúde das plantas de soja.

O cultivo de soja em sistema irrigado, associado ao uso de bioestimulante, resultou em um aumento na massa seca das plantas, porém foram observados menor desenvolvimento e menor crescimento vegetativo, além de redução na produtividade. Estes resultados sugerem que a aplicação de bioestimulantes em áreas irrigadas merece uma investigação mais aprofundada. Fatores como o manejo agrícola, a possível lixiviação do produto e outras variáveis ambientais podem ter influenciado esses resultados, indicando a necessidade de estudos adicionais para compreender plenamente as interações entre o bioestimulante e o sistema de irrigação

## 6 REFERÊNCIAS

ALI, A. Y. A.; IBRAHIM, M. E. H.; ZHOU, G.; ZHU, G.; ELSIDDIG, A. M. I.; SULIMAN, M. S. E.; ELRADI, S. B. M.; SALAH, E. G. I. Interactive impacts of soil salinity and jasmonic acid and humic acid on growth parameters, forage yield and photosynthesis parameters of sorghum plants. **South African Journal of Botany**, v.146, p.293-303, May 2022. <https://doi.org/10.1016/j.sajb.2021.10.027> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0254629921004439> Acesso em: 21 ago. 2022.

ARAÚJO, M. L. S. de. **Dinâmica espaço-temporal da cultura de soja na região do Matopiba, Brasil (1990-2015)**. 2018. xvi, 68f., il. Dissertação (Mestrado em Geociências Aplicadas e Geodinâmica), Universidade de Brasília, Instituto de Geociências, Programa de Pós-Graduação em Geociências Aplicadas, Brasília, UnB. 2018. <http://repositorio2.unb.br/jspui/handle/10482/32871> Disponível em: <http://www.realp.unb.br/jspui/handle/10482/32871> Acesso em: 10 jul. 2022.

ASIK, B. B.; TURAN, M. A.; CELIK, H.; KATKAT, A.V. Effects of humic substances on plant growth and mineral nutrients uptake of wheat (*Triticum durum* cv. Salihli) under conditions of salinity. **Asian Journal of Crop Science**, v.1, p.87-95, 2009. DOI: [10.3923/ajcs.2009.87.95](https://doi.org/10.3923/ajcs.2009.87.95) Disponível em: <https://scialert.net/abstract/?doi=ajcs.2009.87.95> Acesso em: 3 abr. 2023.

ASSIS, T. de. **Dinâmica espaço-temporal da cultura de soja no Cerrado, analisada por meio de estatística espacial e dados físicos, socioeconômicos e ambientais**. 2020. xvii, 97f., il. Tese (Doutorado em Geociências Aplicadas e Geodinâmica), Universidade de Brasília, UnB, Instituto de Geociências, 2020. <http://repositorio2.unb.br/jspui/handle/10482/39125> Disponível em: <http://icts.unb.br/jspui/handle/10482/39125> Acesso em: 10 jan. 2023.

AZEDO, A.; BOUHAOUËL, I.; JEBARI, H.; HAMADA, W. Use of Biostimulants: Towards Sustainable Approach to Enhance Durum Wheat Performances. **Plants**, v.11, n.1, p.133, 2022. <https://doi.org/10.3390/plants11010133> Disponível em: <https://www.mdpi.com/2223-7747/11/1/133> Acesso em: 23 dez. 2023.

BALDOTTO, M. A.; BALDOTTO, L. E. B. Substâncias húmicas: modo de ação e uso na agricultura. In: BETTIOL, W.; SILVA, C. A.; CERRI, C. E. P.; MARTIN-NETO, L.; ANDRADE, C. A. de. (ed.). **Entendendo a matéria orgânica do solo em ambientes tropical e subtropical**. Brasília: Embapra, 788p.:il.color. Cap.13, p.383-434, 2023. Disponível em: <file:///Users/dennerrobertfaria/Downloads/Bettiol-Entendendo-materia-organica-2023.pdf>. Acesso em: 8 set. 2024.

BATTACHARYYA, D.; BABGOHARI, M. Z.; RATHOR, P.; PRITHIVIRAJ, B. Seaweed extracts as biostimulants in horticulture. **Scientia Horticulturae**, v.196, p.39-48, 2015. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://earthsol.ag/wp-content/uploads/2019/05/Review-2016-Seaweed-extracts-as-biostimulants-in-horticulture.pdf> Acesso em: 12 maio 2023.



BERBARA, R. L. L.; GARCÍA, A. C. Humic Substances and Plant Defense Metabolism. In: AHMAD, P.; WANI, M. R. (ed.). **Physiological Mechanisms and Adaptation Strategies in Plants under Changing Environment**. Springer: New York, NY, USA, v.1, p.298-319, 2014. [https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8591-9\\_11](https://doi.org/10.1007/978-1-4614-8591-9_11) E-book. Disponível em: <https://link.springer.com/book/10.1007/978-1-4614-8591-9> Acesso em: 16 set. 2023.

BONANOMI, G.; LORITO, M.; VIÑALE, F.; WOO, S. L. Organic amendments, beneficial microbes, and soil microbiota: toward a unified framework for disease suppression. **Annual Review of Phytopathology**, United States, v.56, p.1-20, 2018. <https://doi.org/10.1146/annurev-phyto-080615-100046> Disponível em: <https://www.annualreviews.org/content/journals/10.1146/annurev-phyto-080615-100046> Acesso em: 14 out. 2023.

BULGARI, R.; FRANZONI, J.; FERRANTE, A. Biostimulants application in horticultural crops under abiotic stress conditions. **Agronomy**, v.9, n.6, p.306, 2019. <https://doi.org/10.3390/agronomy9060306> Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/9/6/306> Acesso em: 4 dez. 2023.

BUZZELLO, G. L.; TREZZI, M. M.; BITTENCOURT, H. von H.; PATEL, F.; MIOTTO JUNIOR, E. Desenvolvimento e rendimento de soja em função da aplicação de ácido indol-butírico, ácido giberélico e cinetina. **Revista Agrarian**, Dourados, v. 10, n. 37, p. 225-233, 2017. <https://doi.org/10.30612/agrarian.v10i37.3584> Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/agrarian/article/view/3584> Acesso em: 8 maio 2023.

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J. W. Agricultural uses of plant biostimulants. **Plant Soil**, v.383, p.3-41, 2014. <https://doi.org/10.1007/s1110> Disponível em: <https://www.scirp.org/reference/referencespapers?referenceid=2254446> Acesso em: 3 abr. 2023.

CAMPOS, A. R. de M. **Influência das substâncias húmicas e diferentes disponibilidades de água no solo em soja**. 2020. 63f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal dos Vales Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2020. Disponível em: <https://acervo.ufvjm.edu.br/items/077e378f-3cbc-445c-8bf8-7f81a39d02f8> Acesso em: 28 jul. 2023.

CAMPOBENEDETTO, C.; AGLIASSA, C.; MANNINO, G.; VIGLIANTE, I.; CONTARTESE, V.; SECCHI, F.; BERTEA, C. M. A. Biostimulant based on seaweed (*Ascophyllum nodosum* and *Laminaria digitata*) and yeast extracts mitigates water stress effects on tomato (*Solanum lycopersicum* L.). **Agriculture**, v.11, n.6, p.557, 2021. <https://doi.org/10.3390/agriculture11060557> Disponível em: <https://www.mdpi.com/2077-0472/11/6/557> Acesso em: 30 jun. 2023.

CANELLAS, L. P.; CANELLAS, N.O.A.; IRINEU, L. E. S. da S.; OLIVARES, F. L.; PICCOLO, A. Plant chemical priming by humic acids. **Chemical and Biological Technologies in Agriculture**, v.7, n.12, jun. 2020. <https://doi.org/10.1186/s40538-020-00178-4> Disponível em: <https://chembioagro.springeropen.com/articles/10.1186/s40538-020-00178-4#citeas> Acesso em: 10 jul. 2023.

CANELLAS, L. P.; OLIVARES, F. L.; AGUIAR, N. O.; JONES, D. L.; NEBBIOSO, A.; MAZZEI, P.; PICCOLO, A. Humic and fulvic acids as biostimulants in horticulture. *Scientia Horticulturae*, v.196, p.15-27, 30 nov. 2015.

<https://doi.org/10.1016/j.scienta.2015.09.013> Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0304423815301771> Acesso em: 20 jul. 2023.

CANELLAS, L. P.; SILVA, R. M.; BARBOSA, L. J. D. S.; SALES, F. S.; RIBEIRO, R. C.; MOTA, G. P.; OLIVARES, F. L. Co-Inoculation with *Bradyrhizobium* and Humic Substances Combined with *Herbaspirillum seropedicae* Promotes Soybean Vegetative Growth and Nodulation. *Agronomy*, v.13, n. 10, p. 2660, 2023.

<https://doi.org/10.3390/agronomy13102660>. Disponível em:

<https://www.mdpi.com/2073-4395/13/10/2660>. Acesso em: 8 set. 2024

CARRILLO, J. A. G.; CERVANTES, G. G.; SEGURA-CASTRUITA, M. A.; SANCHEZ COHEN, I.; VIDAL, J. A. O.; HERNANDEZ, M. F. Efecto de ácidos húmicos de Leonardita en la estabilidad agregados del suelo y raíces de melón en condiciones de invernadero. **Phyton-Revista Internacional de Botánica Experimental**, (B. Aires) [online], v.84, n.2, p.298-305, 2015. Disponível em:

[https://www.researchgate.net/publication/293568587\\_Efecto\\_de\\_acidos\\_humicos\\_de\\_Leonardita\\_en\\_la\\_estabilidad\\_de\\_agregados\\_del\\_suelo\\_y\\_raices\\_de\\_melon\\_en\\_condiciones\\_de\\_invernadero](https://www.researchgate.net/publication/293568587_Efecto_de_acidos_humicos_de_Leonardita_en_la_estabilidad_de_agregados_del_suelo_y_raices_de_melon_en_condiciones_de_invernadero) Acesso em: 1 abr. 2023.

CHACÍN LUGO, F. B. **Cursos de avances recientes en el diseño y análisis de experimentos**. [S.l.]: Universidad Central da Venezuela, 1997. 145 p.

CONAB. Companhia Nacional de Abastecimento. (Brasil). **Acompanhamento da safra brasileira de grãos**. Brasília, DF, v. 11 - Safra 2023/24, n.11 - Décimo primeiro levantamento, p.1-129, ago. 2024. Disponível em:

[file:///Users/dennerovertfaria/Downloads/E-book\\_BoletimZdeZSafraZ-Z11Zlevantamento.pdf](file:///Users/dennerovertfaria/Downloads/E-book_BoletimZdeZSafraZ-Z11Zlevantamento.pdf). Acesso em: 8 set. 2024.

CORREIA, F. de S.; DOMINGOS JÚNIOR, F. A.; MAZETTO JÚNIOR, J. C.; COSTA, D.; TORRES, J. L. R. Produtividade de cultivares de soja em sequeiro no município de Perdizes, MG. **Enciclopédia Biosfera**, v.14, n.25, p.1064-1071, 2017.

Disponível em: <https://conhecer.org.br/ojs/index.php/biosfera/article/view/913> Acesso em: 10 out. 2023.

COSTA NETO, P. R.; ROSSI, L. F. S. ZAGONEL, F. F.; RAMOS, L. P. Produção de biocombustível alternativo ao óleo diesel através da transesterificação de óleo de soja usado em fritura. **Química Nova**, v.23, n.4, ago. 2000. <https://doi.org/10.1590/S0100-40422000000400017> Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/qn/a/ft8DCzYHxMPYK9yv7RCJzgr/> Acesso em: 15 maio 2023.

CRUZ, N. T.; PORTO, E. M. V.; RAMOS, B. L. P.; SANTOS, H. P.; SEIXAS, A. A.; SANTOS, A. P. da S.; Estresse hídrico em plantas forrageiras: uma breve revisão.

**Revista Científica Rural**, v.25, n.1, p.221-238, 2023. Disponível em:

<http://revista.urcamp.tche.br/index.php/RCR/article/view/4026> Acesso em: 20 ago. 2023.

CUIABANO, S. M. Principais fatores responsáveis pela expansão da soja no Brasil:

Main Factors for Soy Expansion in Brazil. **Brazilian Journal of International Relations**, Marília, SP, v.8, n.3, p.460-487, 2020. <https://doi.org/10.36311/2237-7743.2019.v8n3.03.p460> Disponível em: <https://revistas.marilia.unesp.br/index.php/bjir/article/view/8803> Acesso em: 21 ago. 2023.

DALL'AGNOL, A. **A Embrapa Soja no contexto do desenvolvimento da soja no Brasil: histórico e contribuições**. Brasília, DF: Embrapa, 2016. 71p. <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1043614> Disponível em: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1043614> Acesso em: 15 ago. 2024.

DELLA LUCIA, M. C.; BERTOLDO, G.; BROCCANELLO, C.; MARETTO, L.; RAVI, S.; MARINELLO, F.; SARTORI, L.; MARSILIO, G.; BAGLIERI, A.; ROMANO, A.; COLOMBO, M.; MAGRO, F.; CAMPAGNA, G.; CONCHERI, G.; SQUARTINI, A.; STEVANATO, P. Novel Effects of Leonardite-Based Applications on Sugar Beet. **Frontiers in Plant Science**, v.12, p.646025, 17 mar. 2021. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.646025> Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2021.646025/full> Acesso em: 30 ago. 2023.

DEMIRER, T. Effect of leonardite application on leaf nutrient content and fruit chemical parameters of cherry (*Prunus avium* L.). **Journal of Plant Nutrition**, v.42, 19.ed., p.2532-2538, 2019. <https://doi.org/10.1080/01904167.2019.1659352> Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/01904167.2019.1659352> Acesso em: 10 jan. 2024.

DOMINGOS, C. da S.; PEREIRA, L. R.; OLIVEIRA, T. P. de. Efeito da pulverização foliar de ácido húmico e fúlvico na produção de milho (*Zea mays* L.) [Pôster de conferência], p.238-240, 2014. Disponível em: [https://scholar.google.com.br/scholar?q=DOMINGOS%2C+C.+S.%3B+OLIVEIRA%2C+T.+P.%3B+PEREIRA%2C+L.+R.&hl=en&as\\_sdt=0%2C5&as\\_vis=1&as\\_ylo=&as\\_yhi=2015](https://scholar.google.com.br/scholar?q=DOMINGOS%2C+C.+S.%3B+OLIVEIRA%2C+T.+P.%3B+PEREIRA%2C+L.+R.&hl=en&as_sdt=0%2C5&as_vis=1&as_ylo=&as_yhi=2015) Acesso em: 8 set. 2024.

EMBRAPA. Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. **Soja em números, safra 2020/2021**. Embrapa Soja, Conab 06/2024. Disponível em: <https://www.embrapa.br/soja/cultivos/soja1/dados-economicos>. Acesso em: 30 jan. 2024.

EYHERAGUIBEL, B.; SILVESTRE, J.; MORARD, P. Effects of humic substances derived from organic waste enhancement on the growth and mineral nutrition of maize. **Bioresource Technology**, v.99, n.10, p.4206-4212, jul. 2008. <https://doi.org/10.1016/j.biortech.2007.08.082>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852407007092?via%3Dihub>. Acesso em: 1 abr. 2023

FAGAN, E. B.; RODRIGUES, J. D.; ONO, E. O.; TEIXEIRA, W. F.; DOURADO NETO, D. (ed.). **Soja: Fisiologia da produção**. Editora: AndreI, 1.ed., 2020. 247p.

FASCELLA, G.; MONTONERI, E.; FRANCAVILLA, M. Biowaste versus fossil sourced auxiliaries for plant cultivation: the Lantana case study. **Journal of Cleaner Production**, v.185, p.322-330, jun. 2018. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.242>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0959652618305742?via%3Dihub>. Acesso em: 3 mar. 2024.

FEDOTOV, G. N.; SHOBA, S. A.; FEDOTOVA, M. F.; DEMIN, V. V. On the Probable Nature of Biological Activity of Humic Substances. **Eurasian Soil Sci**, v.51, p.1034-1041, set. 2018. <https://doi.org/10.1134/S1064229318090053>. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1134/S1064229318090053#citeas>. Acesso em: 20 maio 2024.

FEHR, W. R.; CAVINESS, C. E.; BURMOOD, D. T.; PENNINGTON-PENÍNTON, J. S. **Descrições de estágios de desenvolvimento para soja, *Glycine Max (L.) Merrill***. 1.ed., 1 nov. 1971.

<https://doi.org/10.2135/cropsci1971.0011183X001100060051x>. Disponível em: [https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci1971.0011183X001100060051x - FN1](https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2135/cropsci1971.0011183X001100060051x-FN1). Acesso em: 20 ago. 2024.

FEITOSA, A. G. de S. **Modulação da fotossíntese e assimilação do nitrogênio por condições de elevado CO<sub>2</sub> atmosférico em plantas de soja**. 2014. 71f. Dissertação (Mestrado em Agronomia – Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências Agrárias, Departamento de Ciências do Solo, Programa de Pós-Graduação em Agronomia - Solos e Nutrição de Plantas, Fortaleza-CE, 2014.

<http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/16892>. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/16892>. Acesso em: 30 abr. 2024.

FENG, Z.; DING, C.; LI, W. H.; WANG, D.; CUI, D. Applications of metabolomics in the research of soybean plant under abiotic stress. **Food Chemistry**, v.310, p.125914, abr. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.foodchem.2019.125914>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0308814619320527?via%3Dihub>. Acesso em: 20 maio 2024.

FERNÁNDEZ, A. J. C. **Do cerrado à Amazônia: as estruturas sociais da economia da soja em Mato Grosso**. AgEcon Search, Research in Agricultural & Applied Economics. 19p. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, p.2-3, 2006.

<https://ageconsearch.umn.edu/record/147503>. Disponível em: <https://ageconsearch.umn.edu/record/147503/?ln=en&v=pdf>. Acesso em: 1 mar. 2024.

FERRARI, E.; DA PAZ, A.; CARVALHO DA SILVA, A. Déficit hídrico e altas temperaturas no metabolismo da soja em sementeiras antecipadas. **Nativa**, [S.l.], v.3, n.1, p.67-77, 2015. <https://doi.org/10.31413/nativa.v3i1.1855>. Disponível em:

<https://periodicoscientificos.ufmt.br/ojs/index.php/nativa/article/view/1855>. Acesso em: 30 abr. 2024.

FIGLIORINI, S. L.; PIVETTA, L. G.; FANO, A.; MACHADO, F. R.; GUIMARÃES, V. F. Comportamento de genótipos de soja submetidos a déficit hídrico intenso em casa de vegetação. **Revista Ceres**, v.58, n.3, p. 342-349, jun. 2011.

<https://doi.org/10.1590/S0034-737X2011000300015>. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/rceres/a/wKhf8dPBf3RBQN8VZhcNj9c/abstract/?lang=pt>.

Acesso em: 21 mar. 2024.

FRANÇA-NETO, J. B.; KRZYZANOWSKI, F. C.; COSTA, N. P. da. **O teste de tetrazólio em sementes de soja**. Londrina: EMBRAPA-CNPSo, maio 1998. 72p. (EMBRAPA-CNPSo, Documentos, 116). Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.agrolink.com.br/downloads/TRETRAZ%C3%93LIO.pdf>. Acesso em: 24 jan. 2024.

FRANZONI, G.; COCETTA, G.; PRINSI, B.; FERRANTE, A.; ESPEN, L. Biostimulants on crops: Their impact under abiotic stress conditions. **Horticulturae**, v.8, n.3, p.189, 2022. <https://doi.org/10.3390/horticulturae8030189>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2311-7524/8/3/189>. Acesso em: 4 abr. 2024.

GARCÍA, A. C.; CASTRO, T. van T. de; BERBARA, R. L. L.; TAVARES, O. C. H.; ELIAS, S. S.; AMARAL SOBRINHO, N. M. B. de; PEREIRA, M. G.; ZONTA, E. Revisão crítica sobre a relação estrutura-propriedade-função das substâncias húmicas e a sua regulação do metabolismo oxidativo em plantas. **Revista Virtual de Química**, v.11, n.3, 3 jul. 2019a. Disponível em: <https://rvq-sub.sbq.org.br/index.php/rvq/article/view/2838>. Acesso em: 30 dez. 2023.

GARCÍA, A. C.; CASTRO, A. van T. de; SANTOS, L. A.; TAVARES, O. C. H.; CASTRO, R. N.; BERBARA R. L. L.; GARCÍA-MINA, J. M. Structure-property-function relationship of humic substances in modulating the root growth of plants: a review. **Journal of Environmental Quality**, v.48, n.6, p.1622-1632, nov. 2019b. <https://doi.org/10.2134/jeq2019.01.0027>. Disponível em: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/full/10.2134/jeq2019.01.0027>. Acesso em: 20 ago. 2023.

GARCÍA, A. C.; GARCIA-MINA, J. M.; TAVARES, O. C. H.; SANTOS, L. A.; BERBARA, R. L. L. Substâncias húmicas e seus efeitos sobre a nutrição de plantas. In: FERNANDES, M. S. (ed.). **Nutrição Mineral de Plantas**. Viçosa: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, ago. 2018, [viii], 432p.: il. p.227-277. Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/340598076\\_SUBSTANCIAS\\_HUMICAS\\_E\\_SEUS\\_EFEITOS SOBRE A NUTRICA O DE PLANTAS](https://www.researchgate.net/publication/340598076_SUBSTANCIAS_HUMICAS_E_SEUS_EFEITOS SOBRE A NUTRICA O DE PLANTAS). Acesso em: 1 jan. 2023.

GAZZONI, D. L. A soja no Brasil é movida por inovações tecnológicas. **Ciência e Cultura**, v.70, n.3, p.16-18, jul./set. 2018. <http://dx.doi.org/10.21800/2317-66602018000300005>. Disponível em: [http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0009-67252018000300005](http://cienciaecultura.bvs.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0009-67252018000300005). Acesso em: 30 out. 2023.

GERKE, J. Concepts and misconceptions of humic substances as the stable part of soil organic matter: a review. **Agronomy**, v.8, n.5, p.76, maio 2018. <https://doi.org/10.3390/agronomy8050076>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/8/5/76>. Acesso em: 22 jan. 2022.

GONZÁLEZ-PÉREZ, B. K.; RIVAS-CASTILLO, A. M.; VALDEZ-CALDERÓN, A.; GAYOSSO-MORALES, M. A. Microalgae as biostimulants: a new approach in agriculture. **World Journal Microbiology and Biotechnology**, v.38, n.1, p.4, nov.

2021. [10.1007/s11274-021-03192-2](https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34825262/). Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/34825262/>. Acesso em: 23 abr. 2024.

GOOGLE EARTH PRO. **Examine o mundo sem sair da sua mesa**. 2022. Disponível em: <https://www.google.com/earth/about/versions/> Acesso em: 3 jun. 2022.

GURGEL, E. S. C.; SANTOS, J. U. M. dos.; LUCAS, F. C. A.; BASTOS, M. de.N. do C. Morfologia de plântulas de Leguminosae e o potencial sistemático. **Rodriguésia**, v. 63, n.1, p. 065-073, mar. 2012. <https://doi.org/10.1590/S2175-78602012000100006>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rod/a/ftJGbgJm8vcJcXdfWQSDWHN/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 1 abr. 2024.

GUO, X-x.; LIU, H-t.; WU, S-b. Humic substances developed during organic waste composting: Formation mechanisms, structural properties, and agronomic functions. **Science of the Total Environment**, Amsterdam, v.662, p.501-510, Apr. 20, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.01.137>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0048969719301548?via%3Dihub>. Acesso em: 28 jun. 2024.

HAYES, M. H. B.; SWIFT, R. S. Vindication of humic substances as a key component of organic matter in soil and water. **Advances in Agronomy**, Maryland Heights, MO, Estados Unidos: Academic Press, v.163, n.5, p.1- 37, 2020. <https://doi.org/10.1016/bs.agron.2020.05.001>. Disponível em: <https://espace.library.uq.edu.au/view/UQ:02c08f8>. Acesso em: 20 jul. 2023.

HERMES, E. C. K.; NUNES, J.; NUNES, J. V. D. Influência do bioestimulante no enraizamento e produtividade da soja. **Revista Cultivando o Saber**: Edição Especial, p.35-45. 2015. Disponível em: [chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando\\_o\\_saber/566ec37d601a3.pdf](chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.fag.edu.br/upload/revista/cultivando_o_saber/566ec37d601a3.pdf). Acesso em: 21 mar. 2023.

HU, Y. W.; LI, Q. K.; SONG, C. J.; JIN, X. H. Effect of humic acid combined with fertilizer on the improvement of saline-alkali land and cotton growth. **Applied Ecology and Environmental Research**, v.19, n.2, p.1279-94, 2021. [http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1902\\_12791294](http://dx.doi.org/10.15666/aeer/1902_12791294). Disponível em: [https://www.aloki.hu/pdf/1902\\_12791294.pdf](https://www.aloki.hu/pdf/1902_12791294.pdf). Acesso em: 8 set. 2024.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Indicadores IBGE**: estatística da produção agropecuária. Anos 2006-2024. Rio de Janeiro: Biblioteca IBGE, 2024. Disponível em: <https://biblioteca.ibge.gov.br/index.php/biblioteca-catalogo?view=detalhes&id=72415>. Acesso em: 25 mar. 2023.

JANČZAK-PIENIAŻEK, M.; BUCZEK, J.; BOBRECKA-JAMRO, D.; SZPUNAR-KROK, E.; TOBIASZ-SALACH, R.; JARECKI, W. Morphophysiology, productivity and quality of soybean (*Glycine max* (L.) Merr.) cv. Merlin in response to row spacing and seeding systems. **Agronomy**, v.11, n.2, p.403, fev. 2021. <https://doi.org/10.3390/agronomy11020403>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/11/2/403>. Acesso em: 27 jun. 2023.

LEE, A. E. **Crescimento e desenvolvimento das plantas**. 2.ed. São Paulo: EDART, 1972. 96p.

LESSIN, R. C.; GHINI, R. Efeito do aumento da concentração de CO<sub>2</sub> atmosférico sobre o oídio e o crescimento de plantas de soja. **Topical Plant Pathology**, v.34, n.6, p.385-392, 2009. [10.1590/S1982-56762009000600004](https://doi.org/10.1590/S1982-56762009000600004). Disponível em: [https://www.researchgate.net/publication/262457430\\_Effect\\_of\\_increased\\_atmospheric\\_CO2\\_concentration\\_on\\_powdery\\_mildew\\_and\\_growth\\_of\\_soybean\\_plants](https://www.researchgate.net/publication/262457430_Effect_of_increased_atmospheric_CO2_concentration_on_powdery_mildew_and_growth_of_soybean_plants). Acesso em: 15 out. 2023.

LI, M.; HU, H.; HE, X.; JIA, J.; DROSOY, M.; WANG, G.; LIU, F.; HU, Z.; XI, B. Organic carbon sequestration in soil humic substances as affected by application of different nitrogen fertilizers in a vegetable-rotation cropping system. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.67, n.11, p.3106-3113, 2019. 8p. <https://pubs.acs.org/doi/10.1021/acs.jafc.8b07114>. Acesso em: 28 jul. 2023.

LIU, Y.; CHU, Y.; HU, Z.; ZHANG, S.; MA, S.; KHAN, M. S.; CHEN, F.; ZHANG, D.; GUO, L.; LAU, C. High-sensitivity determination of trace lead and cadmium in cosmetics using laser-induced breakdown spectroscopy with ultrasound-assisted extraction. **Microchemical Journal**, v.158, p.105322, nov. 2020. <https://doi.org/10.1016/j.microc.2020.105322>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0026265X20318348?via%3Dihub>. Acesso em: 18 ago. 2023.

LOCONSOLE, D.; CRISTIANO, G.; DE LUCIA, B. Biostimulant application under reduced nutrient supply enhances quality and sustainability of ornamental containerized transplants. **Agronomy**, v.13, n.3, p.765, 6 mar. 2023. <https://doi.org/10.3390/agronomy13030765>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2073-4395/13/3/765>. Acesso em: 21 nov. 2023.

MARCOS FILHO, J. Testes de vigor: importância e utilização. In: KRZYZANOWSKI, F. C.; VIEIRA, R. D.; FRANÇA NETO, J. de B.; MARCOS FILHO, J. (ed.). **Vigor de sementes: conceitos e testes**. Tradução: Londrina: ABRATES, 1999. 601p. p.1-24. Disponível em: [https://scholar.google.com/citations?view\\_op=view\\_citation&hl=pt-BR&user=HQY1DsQAAAAJ&citation\\_for\\_view=HQY1DsQAAAAJ:JP7YXuLIOvAC](https://scholar.google.com/citations?view_op=view_citation&hl=pt-BR&user=HQY1DsQAAAAJ&citation_for_view=HQY1DsQAAAAJ:JP7YXuLIOvAC). Acesso em: 13 abr. 2024.

MARQUES PIRES, D. C.; MARTINS MAGELA, M. L.; DE SÁ JÚNIOR, A.; QUINTÃO LANA, R. M.; OLIVEIRA NOGUEIRA, A. P.; CAMARGOS DE OLIVEIRA, R. Doses de ácido húmico interferem na germinação de sementes e no estabelecimento de plântulas de soja?. **Scientia Plena**, [S.l.], v.20, n.4, p.040203, abr. 2024. <https://doi.org/10.14808/sci.plena.2024.040203>. Disponível em:

<https://www.scientiaplenu.org.br/sp/article/view/7567>. Acesso em: 19 ago. 2023.

MA, X.; ZUO, H.; MENGJING, T.; ZHANG, L.; MENG, J.; ZHOU, X.; MIN, N.; CHANG, X.; LIU, Y. Assessment of heavy metals contamination in sediments from three adjacent regions of the yellow river using metal chemical fractions and multivariate analysis techniques. **Chemosphere**, v.144, p.264-272, fev. 2016.

<https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2015.08.026>. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0045653515300278?via%3Dihub>. Acesso em: 23 out. 2023.

MELO, B. A. G. de; MOTTA, F. L.; SANTANA, M. H. A. Humic acids: structural properties and multiple functionalities for new technological developments. **Materials Science and Engineering**, v.62, p.967-974, maio 2016. <https://doi.org/10.1016/j.msec.2015.12.001>.

Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/26952503/>. Acesso em: 7 jun. 2023.

MOSA, A. A.; TAHA, A.; ELSAEID, M. Agro-environmental applications of humic substances: a critical review. **Egypt Journal of Soil Science**, v.60, n.3, p.207-220, jul. 2020. [10.21608/EJSS.2020.27425.1351](https://doi.org/10.21608/EJSS.2020.27425.1351). Disponível em:

[https://ejss.journals.ekb.eg/article\\_100757.html](https://ejss.journals.ekb.eg/article_100757.html). Acesso em: 12 ago. 2023.

MUSCOLO, A.; SIDARI, M.; ATTINÁ, E.; FRANCIOSO, O.; TUGNOLI, V.; NARDI, S. Biological activity of humic substances is related to their chemical structure. **Soil Science Society of America Journal**, v.71, n.1, p.75-85, jan. 2007. <https://doi.org/10.2136/sssaj2006.0055>.

Disponível em: <https://access.onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2136/sssaj2006.0055>. Acesso em: 28 jun. 2023.

NARDI, S.; SCHIAVON, M.; FRANCIOSO, O. Chemical structure and biological activity of humic substances define their role as plant growth promoters. **Molecules**, v.26, n.8, p.2256, 13 abr. 2021. <https://doi.org/10.3390/molecules26082256>. Disponível em: <https://www.mdpi.com/1420-3049/26/8/2256>. Acesso em: 15 dez. 2023.

NARDI, S.; MUSCOLO, A.; VACCAROA, S.; BAIANO, S.; SPACCINI, R.; PICCOLO, A. Relationship between molecular characteristics of soil humic fractions and glycolytic pathway and krebs cycle in maize seedlings. **Soil Biology and Chemistry**, v.39, n.12, p.3138-3146, dez. 2007.

<https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2007.07.006>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0038071707002994?via%3Dihub>. Acesso em: 21 jul. 2023.

OLIVEIRA, S. de. **Uso de biorregulador nas culturas da soja e do trigo**. 2017. 154p. Tese (Doutorado em Ciência e Tecnologia de Sementes) – Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, RS, 2017. <http://guaiaca.ufpel.edu.br/handle/prefix/4011>. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://guaiaca.ufpel.edu.br/bitstream/handle/prefix/4011/Sandro%20-%20TESE%20entregue.pdf?sequence=1&isAllowed=y>. Acesso em: 23 mar. 2023.

O'ROURKE, S. M.; ANGERS, D. A.; HOLDEN, N. M., MCBRATNEY, A. B. Soil organic carbon across scales. **Global Change Biology**, v.21, n. 0, p.3561-3574, out. 2015. <https://doi.org/10.1111/gcb.12959>. Disponível em:

<https://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1111/gcb.12959>. Acesso em: 13 maio 2023.

PERUCHINI, M.; RUPOLLO, C. Uso de bioestimulantes na cultura da soja. **Anais de Agronomia**, [S.l.], v.1, n.1, p.203-215, Dec. 2020. Disponível em:

<https://uceff.edu.br/anais/index.php/agronomia/article/view/336>. Acesso em: 18 ago. 2024.



- PIÑA-RODRIGUES, F. C. M.; SANTOS, N. R. F. Teste de Tetrazólio. In: PIÑA-RODRIGUES, F. C. M. P. (coord.). **Manual de análise de sementes florestais**. Campinas: Fundação Cargil, 1988. 100p. p.32-44. Base de Dados da Pesquisa Agropecuária. Disponível em: <https://www.bdpa.cnptia.embrapa.br/consulta/busca?b=ad&id=248366&biblioteca=vazio&busca=autoria:%22RODRIGUES,%20F.%20C.%22&qFacets=autoria:%22RODRIGUES,%20F.%20C.%22&sort=&paginacao=t&paginaAtual=1>. Acesso em: 20 abr. 2024.
- POVERO, G.; MEJIA, J. F., DI TOMMASO, D.; PIAGGESI, A.; PREM, G. systematic approach to discover and characterize natural plant biostimulants. **Frontiers in Plant Science**, v.7, n.435, p.1-9, 4 abr. 2016. <https://doi.org/10.3389/fpls.2016.00435>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2016.00435/full>. Acesso em: 13 jul. 2023.
- RATANAPROMMANEE, C., CHINACHANTA, K., AND CHAIWAN, F. Chemical characterization of leonardite and its potential use as a soil conditioner for plant growth enhancement. **Asia-Pacific Journal Science and Technology**, v.22, n.4, p.505-518, Dec. 2017. Disponível em: <https://so01.tci-thaijo.org/index.php/APST/article/view/107637>. Acesso em: 24 jun. 2023.
- RODRIGUES, L. A.; ALVES, C. Z.; REGO, C. H. Q.; SILVA, T. R. B. da; SILVA, J. B. da. Humic acid on germination and vigor of corn seeds. **Revista Caatinga**, Mossoró, RN, v.30, n.1, p.149-154, jan.-mar. 2017. <https://doi.org/10.1590/1983-21252017v30n116rc>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rcaat/a/VX5nJWNtzRx5FyF5NVDgDNm/?lang=en#>. Acesso em: 17 out. 2023.
- ROMERO FÉLIX, C. S.; ESPINOZA GALAVIZ, J. Y.; SÁNCHEZ SOTO, B. H.; SAUCEDA ACOSTA, R. H.; ALMADA RUÍZ, V. G.; LUGO GARCIA, G. A. Biostimulants on yield and its components in common bean (*Phaseolus vulgaris* L.). **Agro Productividad**, [S.l.], v.16, n.5, p.121-127, 30 jun. 2023. <https://doi.org/10.32854/agrop.v15i4.2462>. Disponível em: <https://revista-agroproductividad.org/index.php/agroproductividad/article/view/2462>. Acesso em: 23 ago. 2023.
- ROSA, C. M. da; CASTILHOS, R. M. V.; VAHL, L. C.; CASTILHOS, D. D.; PINTO, L. F. S.; OLIVEIRA, E. S.; LEAL, O. dos A. Efeito de substâncias húmicas na cinética de absorção de potássio, crescimento de plantas e concentração de nutrientes em *Phaseolus vulgaris* L. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.33, n.4, p.959-967, 2009. <https://doi.org/10.1590/S0100-06832009000400020>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/5H9fX3DwPMjYRdZbwdNDY8y/?lang=pt>. Acesso em: 15 nov. 2023.
- ROSA, D. M.; NOBREGA, L. H. P.; MAULI, M. M.; LIMA, G. P. de; PACHECO, F. P. Substâncias húmicas do solo cultivado com plantas de cobertura em rotação com milho e soja. **Revista Ciência Agrônômica**, v.48, n.2, p.221-230, abr.-jun. 2017. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20170026>. Disponível em: <https://scielo.br/j/rca/a/kZdPtx3nNKHFqCg5rhsbCzs/abstract/?lang=pt>. Acesso em: 27 dez. 2023.

ROUPHAEL, Y.; COLLA, G. Editorial: Biostimulants in agriculture. **Frontiers in Plant Science**, v.11, p.40, 3 Feb.2020. <https://doi.org/10.3389/fpls.2020.00040>  
Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2020.00040/full>. Acesso em: 24 abr. 2023.

SANLI, A.; KARADOGAN, T.; TONGUC, M. Effects of leonardite applications on yield and some quality parameters of potatoes (*Solanum tuberosum* L.). **Turkish Journal of Field Crop**, v.18, n.1, p.20-26, jan. 2013. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.field-crops.org/assets/pdf/product51d3c4a11ee52.pdf> Acesso em: 29 dez. 2023.

SANO, E. E.; ROSA, R.; SCARAMUZZA, C. A. de M.; ADAMI, M.; BOLFE, E. L.; COUTINHO, A. C.; ESQUERDO, J. C. D. M.; MAURANO, L. E. P.; NARVAES, I. da S.; SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBREERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5.ed.rev.e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 355p. E-book, no formato ePub, convertido do livro impresso. Infoteca. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003>. Acesso em: 26 ago. 2023.

SANTOS, H. G. dos; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C. dos; OLIVEIRA, V. A. de; LUMBREERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A. de; ARAUJO FILHO, J. C. de; OLIVEIRA, J. B. de; CUNHA, T. J. F. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 5.ed.rev.e ampl. Brasília, DF: Embrapa, 2018. 355p. E-book, no formato ePub, convertido do livro impresso. Infoteca. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1094003>. Acesso em: 18 jun. 2023.

SARKER, J. R.; SINGH, B. P.; COWIE, A. L.; FANG, Y.; COLLINS, D.; DOUGHERTY, W. J.; SINGH, B. K. Carbon and nutrient mineralisation dynamics in aggregate-size classes from different tillage systems after input of canola and wheat residues. **Soil Biology and Biochemistry**, U.K., v.116, n.7, p.22-38, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2017.09.030>. Disponível em: <https://researchdirect.westernsydney.edu.au/islandora/object/uws:43499>. Acesso em: 16 abr. 2023.

SCHLESINGER, W. H.; ANDREWS, J. A. Soil respiration and the global carbon cycle. **Biogeochemistry**, v.48, n.1, p.7-20, Jan. 2000. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/1469550>. Acesso em: 4 jan. 2023.

SEDIYAMA, T. **Produtividade da soja**. Londrina: Ed. Mecenias Ltda., Londrina, PR, 1.ed., 2016. 310p.:il. Disponível em: <chrome-extension://efaidnbmnnnibpcajpcglclefindmkaj/https://www.editoramecenias.com.br/wp-content/uploads/2017/06/sumario-produtividade-da-soja.pdf>. Acesso em: 15 out. 2023.

SEDIYAMA, T.; SILVA, F.; BORÉM, A. (org.). **Soja: do plantio à colheita**. Viçosa: Ed. UFV, 2.ed., 2015. 333p.

SEIXAS, C. D. S.; NEUMAIER, N.; BALBINOT JUNIOR, A. A.; KRZYZANOWSKI, F. C.; LEITE, R. M. V. B. de C. **Tecnologias de Produção da Soja**. Infoteca. Londrina: Embrapa Soja, 2020, 347p. Disponível em: <http://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/infoteca/handle/doc/1123928>. Acesso em: 23 jun. 2023.

SHAKER, A. M.; KOMY, Z. R.; HEGGY, S. E. M.; EL-SAYED, M. E. A. Kinetic study for adsorption humic acid on soil minerals. **Journal of Physiology Chemical**, v.116, n.45, p.10889-10896, Nov. 15, 2012. <https://doi.org/10.1021/jp3078826>. Disponível em: <https://pubmed.ncbi.nlm.nih.gov/23075223/>. Acesso em: 20 out. 2023.

SIEWERDT, L., SILVA, R., JABLONSKI, A.; SILVEIRA JUNIOR, P. Desenvolvimento radicular e produção de aveia preta até o estágio de grão pastoso, cultivada em solução nutritiva completa com adição de substâncias húmicas. **Current Agricultural Science and Technology**, v.6, n.1, p.27-32, 2000. Disponível em: <https://periodicos.ufpel.edu.br/index.php/CAST/article/view/312>. Acesso em: 25 jan. 2024.

SILVA, B. A. da; SILVA, J. de S.; SILVA, T. I. da; COSTA, R. S. da; CASTRO, C. S. de; OLIVEIRA, L. K. de; SOUSA, T. R. M. de; RODRIGUES, C. Y. A. C.; CARDOSO, F. B.; MESQUITA, R. O. A Bioestimulant with *Ascophyllum nodosum* and fulvic acids as mitigating factors of salinity damage in soybean. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.28, n.4, p.e278961, abr. 2024. <https://doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v28n4e278961>. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbeaa/a/P4crKbmJkKLz9gHPtWqcZgS/abstract/?lang=en>. Acesso em: 28 jul. 2023.

SILVA, R. A. **Impacto das mudanças climáticas sobre a produtividade e pegada hídrica da soja cultivada na região do Matopiba**. 2018. 113p. Tese (Doutorado em Meteorologia) -Universidade Federal de Campina Grande, Campina Grande, PB, 2018. <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/jspui/handle/riufcg/1454>. Disponível em: <http://dspace.sti.ufcg.edu.br:8080/xmlui/handle/riufcg/1454?show=full>. Acesso em: 30 mar. 2023.

SILVA, T. R. G. da; COSTA, M. L. A. da; FARIAS, L. R. A.; SANTOS, M. A. dos; ROCHA, J. J. de L.; SILVA, J. V. Fatores abióticos no crescimento e florescimento das plantas. **Research, Society and Development**, [S.l.], v.10, n.4, p.e19710413817-e19710413817, 2021. <https://doi.org/10.33448/rsd-v10i4.13817>. Disponível em: <https://rsdjournal.org/index.php/rsd/article/view/13817>. Acesso em: 24 mar. 2023.

SILVEIRA, E. M. de C. **Fisiologia de plantas de meloeiro cultivadas sob diferentes níveis de irrigação**. 2013. 57p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) – Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, 2013. <http://repositorio.ufc.br/handle/riufc/17902>. Disponível em: <https://repositorio.ufc.br/handle/riufc/17902>. Acesso em: 1 dez. 2023.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M. MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2017. 888p. Disponível em: <https://www.meulivro.biz/biologia/biologia-vegetal/1467/fisiologia-e-desenvolvimento-vegetal-taiz-6-ed-pdf/>. Acesso em: 4 maio 2023.

THOMAS, A. L. **Soja**: tipos de crescimento da planta. Porto Alegre: UFRGS, 2018. 59p.:il. <http://hdl.handle.net/10183/183492>. Disponível em: <https://lume.ufrgs.br/handle/10183/183492>. Acesso em: 19 jun. 2024.

TIWARI, J.; RAMANATHAN, A.; BAUDDH, K.; KORSTAD, J. Humic substances: Structure, function and benefits for agroecosystems - a review. **Pedosphere**, v.33, n.2, p.237-249, Apr. 2023. <https://doi.org/10.1016/j.pedsph.2022.07.008>. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1002016022000765?via%3Dihub>. Acesso em: 27 jan. 2024.

VIEIRA, E. L.; SOUZA, G. S. de; SANTOS, A. R. dos; SILVA, J. dos S. **Manual de fisiologia vegetal**. Editora da Universidade Federal do Maranhão: Edufma, 2010. 186p.

WESZ JUNIOR, V. J.; KATO, K.; LEÃO, A. R.; LEÃO, S. A.; LIMA, M. do S. B. de. Dinâmicas recentes do agronegócio no Oeste do Pará (Brasil): expansão da soja e estruturação de corredores logísticos. **Mundo Agrário**, Argentina, v.22, n.50, p.e174 2021. Disponível em: [https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art\\_revistas/pr.13106/pr.13106.pdf](https://www.memoria.fahce.unlp.edu.ar/art_revistas/pr.13106/pr.13106.pdf). Acesso em: 27 maio 2023.

WNUK, E.; WASKO, A.; WALKIEWICZ, A.; BARTMINSKI, P.; BEJGER, R.; MIELNIK, L.; BIEGANOWSKI, A. The effects of humic substances on DNA isolation from soils. **PeerJ**, v.8, p.e9378, Jul. 2020. <https://doi.org/10.7717/peerj.9378>. Disponível em: <https://peerj.com/articles/9378/>. Acesso em: 28 ago. 2023.

WOO, S. L.; PEPE, O. Microbial consortia: promising probiotics as plant biostimulants for sustainable agriculture. *Frontiers in plant science*, v.9, p.1801, 2018. <https://doi.org/10.3389/fpls.2018.01801>. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/journals/plant-science/articles/10.3389/fpls.2018.01801/full>. Acesso em: 8 set. 2024.

WU, W-X.; HUANG, C-H.; TANG, Z-R.; XIA, X-Q.; LI, W.; LI, Y-H. Response of electron transfer capacity of humic substances to soil microenvironment. **Environmental Research**, v.213, n.113504, p.1-9, Oct. 2022. <https://doi.org/10.1016/j.envres.2022.113504> Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0013935122008313>. Acesso em: 14 jan. 2023.

ZHANG, L.; LIU, H.; PENG, Y.; ZHANG, Y.; SUN, Q. Characteristics and significance of dissolved organic matter in river sediments of extremely water-deficient basins: a beiyun river case study. **Journal of Cleaner Production**, v.277, p.123063, Dec. 2020. [10.1016/j.jclepro.2020.123063](https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123063). Disponível em: <https://ui.adsabs.harvard.edu/abs/2020JCPPro.27723063Z/abstract>. Acesso em: 12 ago. 2023.