

INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E
TECNOLOGIA GOIANO - CAMPUS POSSE
BACHARELADO EM AGRONOMIA

DÉBORA CRISTINA FRANCISCO XAVIER

**INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DE CONDICIONADOR DE SOLO NA
CULTURA DA QUINOA (*Chenopodium quinoa* Willd) EM SOLO ARENOSO.**

POSSE-GO

2024

DÉBORA CRISTINA FRANCISCO XAVIER

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DE CONDICIONADOR DE SOLO NA
CULTURA DA QUINOA (*Chenopodium quinoa* Willd) EM SOLO ARENOSO.

Trabalho Conclusão de curso apresentado
ao Instituto Federal Goiano – Campus
Posse, como requisito parcial para obtenção
do título de Bacharel em Agronomia.

Orientador: Me. Gislean Pereira de Carvalho.

POSSE-GO

2024

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

X3i

Xavier, Débora Cristina Francisco.

Influência de diferentes doses de condicionador de solo na cultura da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) em solo arenoso. [manuscrito] / Débora Cristina Francisco Xavier. – Posse, GO: IF Goiano, 2024.
42 fls. : tabs.

Orientador: Prof. Me. Gislean Pereira de Carvalho.

Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) – Instituto Federal Goiano, Campus Posse, 2024.

1. Condicionadores de solos. 2. Remineralizadores de Solo. 3. *Chenopodium quinoa*. 4. Substâncias húmicas. I. Carvalho, Gislean Pereira de. II. Título. III. Instituto Federal Goiano.

CDU 631.4

Ficha elaborada por Johnathan Pereira Alves Diniz – Bibliotecário/CRB 1 nº 2376

**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 9.610/98, AUTORIZO o Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, a disponibilizar gratuitamente o documento no Repositório Institucional do IF Goiano (RIIF Goiano), sem ressarcimento de direitos autorais, conforme permissão assinada abaixo, em formato digital para fins de leitura, download e impressão, a título de divulgação da produção técnico-científica no IF Goiano.

Identificação da Produção Técnico-Científica

Tese

Dissertação

Monografia - Especialização

Artigo - Especialização

TCC -Graduação

Artigo Científico

Capítulo de Livro Livro

Trabalho Apresentado em Evento

Produção técnica. Qual: _____

Nome Completo do Autor: Débora Cristina Francisco Xavier

Matrícula: 2018107200240126

Título do Trabalho: **Influência de diferentes doses de fertilizante mineral misto na cultura da quinoa (*Chenopodium quinoa willd*) em solo arenoso.**

Restrições de Acesso ao Documento

Documento confidencial: Não Sim, justifique:

Informe a data que poderá ser disponibilizado no RIIF Goiano: 01/02/2024 O documento está sujeito a registro de patente? [] Sim [x] Não

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

DECLARAÇÃO DE DISTRIBUIÇÃO NÃO-EXCLUSIVA

O/A referido/a autor/a declara que:

1. 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;
2. Obteve autorização de quaisquer materiais incluídos no documento do qual não detém os direitos de autor/a, 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;
3. Cumprir 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.

Posse, 20 de dezembro de 2024

Débora Cristina Francisco Xavier

Assinado eletronicamente pelo o Autor e/ou Detentor dos Direitos Autorais

Ciente e de acordo:

Gisleen Pereira de Carvalho

Assinatura eletrônica do(a) orientador(a)

Documento assinado eletronicamente por:

- Gisleen Pereira de Carvalho, TECNICO EM AGROPECUARIA, em 20/12/2024 16:40:47.
- Debora Cristina Francisco Xavier, 2018107200240126 - Discente, em 20/12/2024 17:11:45.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 20/12/2024. 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: 664323
Código de Autenticação: 81a61f4772



INSTITUTO FEDERAL GOIANO

Campus Posse

Rodovia GO - 453 km 2,5, Fazenda Vereda do Canto, SN, Distrito Agroindustrial, POSSE / GO, CEP 73900-000
(62) 3481-4677

FOLHA DE APROVAÇÃO

DÉBORA CRISTINA FRANCISCO XAVIER

INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DE FERTILIZANTE MINERAL MISTO NA CULTURA DA QUINOA (*Chenopodium quinoa* Willd) EM SOLO ARENOSO

Trabalho de Curso defendido e aprovado em **19 de dezembro de 2024** pela comissão examinadora constituída pelos membros:

(Assinado Eletronicamente)

Gisleen Pereira de Carvalho

Presidente/Orientador (a)

(Assinado Eletronicamente)

Lucas Felisberto Pereira

Membro

(Assinado Eletronicamente)

Danilo Gomes de Oliveira

Membro

Documento assinado eletronicamente por:

■ **Gislean Pereira de Carvalho, TECNICO EM AGROPECUARIA**, em 20/12/2024 16:52:00.

■ **Danilo Gomes de Oliveira , PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 20/12/2024 16:53:23.

■ **Lucas Felisberto Pereira, PROFESSOR ENS BASICO TECN TECNOLOGICO**, em 20/12/2024 16:57:03.

Este documento foi emitido pelo SUAP em 20/12/2024. 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: 664331

Código de Autenticação: 454ad02258



INSTITUTO FEDERAL GOIANO
Campus Posse Rodovia GO - 453 km 2,5,
Fazenda Vereda do Canto, SN, Distrito Agroindustrial, POSSE / GO, CEP 73900-000
(62) 3481-4677

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho a minha amada avó Celina (in memoriam). Com todo amor e gratidão a todos os ensinamentos.

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus que em sua infinita bondade me concedeu a oportunidade de concluir o curso de Agronomia.

A minha mãe Suemes Caetano pela criação, ensinamentos e suporte durante toda a minha vida especialmente durante o período da graduação, permitindo que eu chegasse até aqui. Minhas irmãs Danielly e Isabela, agradeço todo o apoio e parceria.

Ao meu pai José Carlos e meu avô Joaquim agradeço pelo exemplo de trabalho e honestidade, e todos os demais familiares que participaram de alguma forma, meus agradecimentos.

Ao meu orientador Gislean Carvalho agradeço os ensinamentos e paciência durante a condução de todo o experimento e conclusão do trabalho.

Aos colegas de turma Carlos Evangelista, Camila Queiroz, Fabiana Costa, Cleiton Martins, Gabryela Rocha, Kellyda Almeida, Krystian Fonseca, Maria Eduarda Sousa, Natanael Felix, Reidner Santos, Wallyson Xavier e Wellington do Egito agradeço a amizade; a Sanayre Sousa pela contribuição nas avaliações do experimento.

Aos professores que fizeram parte dessa jornada, a cada aula ministrada e ao Instituto Federal Goiano - Campus Posse, meu muito obrigado.

RESUMO

Solos com características arenosas são um dos principais limitantes na produção agrícola, esse tipo de característica influencia na capacidade de retenção de água e nutrientes, além de serem propensos à erosão e degradação. Dentro desta perspectiva, os condicionadores de solo podem ser uma alternativa viável para facilitar a absorção de nutrientes pelas plantas. Objetivou-se por meio deste trabalho avaliar o desenvolvimento da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) sob diferentes doses de um fertilizante mineral misto condicionador de solo. O experimento foi conduzido em campo no Instituto Federal Goiano – Campus Posse. Adotou-se o delineamento experimental inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial (5x4), sendo 5 tratamentos (adição de doses de fertilizante mineral misto nas proporções de 0, 2 l/ha, 4 l/ha, 6 l/ha e 8 l/ha) com quatro repetições constituídas de 20 replicatas e uma data de coleta de dados (90 DAE). Ao final do experimento, aos 90 dias após emergência, foram avaliadas as características morfológicas, sendo elas: altura de planta (AP), diâmetro de caule (DC), peso de massa de matéria seca de panícula (PMSP) e peso de massa de matéria fresca de panícula (PMFP), peso de massa de matéria fresca de folha (PMFF), peso de massa de matéria seca de folha (PMSF) . Constatou-se que o tratamento com 6 l/ha as variáveis massa fresca e seca da panícula apresentaram melhores médias em relação ao tratamento testemunha e o tratamento com 8 l/ha as maiores médias foram nas variáveis diâmetro e altura da planta, apontando que nas condições em que o trabalho foi conduzido essas doses são as recomendadas para otimizar o desenvolvimento da quinoa.

Palavras-chave: Condicionadores de solos. Remineralizadores de Solo. *Chenopodium quinoa*. Substâncias húmicas.

ABSTRACT

Soils with sandy characteristics are one of the main limiting factors in agricultural production. This type of characteristic influences water and nutrient retention capacity and makes soils prone to erosion and degradation. In this context, soil conditioners can be a viable alternative to facilitate nutrient absorption by plants. This study aimed to evaluate the development of quinoa (*Chenopodium quinoa Willd*) under different doses of a mixed mineral fertilizer soil conditioner. The experiment was conducted in the field at the Federal Institute of Goiás – Posse Campus. A completely randomized design (CRD) was adopted, in a 5x4 factorial scheme, with 5 treatments (addition of mixed mineral fertilizer doses in the proportions of 0, 2 l/ha, 4 l/ha, 6 l/ha, and 8 l/ha), with four repetitions consisting of 20 replicates and a single data collection date (90 days after emergence). At the end of the experiment, at 90 days after emergence, the morphological characteristics were evaluated: plant height (PH), stem diameter (SD), panicle dry matter weight (PDMW), panicle fresh matter weight (PFMW), leaf fresh matter weight (LFMW), and leaf dry matter weight (LDMW). It was found that the treatment with 6 l/ha showed better average values for fresh and dry panicle weight compared to the control treatment, and the treatment with 8 l/ha showed the highest averages for plant diameter and height, indicating that under the conditions in which the work was conducted, these doses are recommended to optimize quinoa development.

Keywords: Soil conditioners. Soil remineralizer. *Chenopodium quinoa*. Humic substances.

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 1: Características físicas e químicas do solo da Escola Fazenda. Posse, 2024. | 24 |
|---|----|

LISTA DE FIGURAS

| | |
|---|----|
| Figura 1: Estágios fenológicos da quinoa (Quinoa Chenopodium). | 17 |
| Figura 2: Mapa da ocorrência de Neossolos Quartzarênicos no Brasil, com enfoque nos bioma Cerrado e na região do Matopiba. | 20 |
| Figura 3: Modelo computacional simulando a estrutura do ácido húmico composta por 24 monômeros idênticos dissolvidos em água. | 22 |
| Figura 4: Imagem de satélite da localização do campus. | 24 |
| Figura 5: Doses de aplicação preparadas. | 25 |
| Figura 6: Canteiro de 3x4m, com seis linhas sulcos de plantio abertos A. Espaçamento das sulcos de plantio B. | 26 |
| Figura 7: Abertura de sulco de plantio ao lado de sulco de aplicação. | 26 |
| Figura 8: Estruturas de plantas de quinoa separadas em: folha, caule e panícula. | 27 |
| Figura 9: Amostras na estufa a 105°C. | 28 |
| Figura 10: Plantas de quinoa (Chenopodium quinoa Willd.) 90 DAE sob os tratamentos com doses: testemunha (sem uso de fertilizante), 2 l/ha, 4 l/ha, 6 l/ha e 8 lha. Posse-Go 2024. | 29 |
| Figura 11: Gráficos das análises de Diâmetro de caule (mm) A, Altura de plantas (cm) B, Massa fresca de folha (g) C, Massa seca de folha (g) D, Massa fresca de panícula (g) E, Massa seca de panícula (g) F. Posse - GO,2024. | 30 |

LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS

| | |
|------|----------------------------------|
| AH | Ácidos húmicos |
| AF | Ácidos fúlvicos |
| DAE | Dias após a emergência |
| DC | Diâmetro do caule |
| AP | Altura da planta |
| PMFP | Peso de massa fresca da panícula |
| PMSP | Peso de massa seca da panícula. |
| Ca | Cálcio |
| Mg | Magnésio |
| H+Al | Acidez potencial |
| P | Fósforo |
| K | Potássio |
| M.O | Matéria orgânica |
| V% | Saturação por bases |

SUMÁRIO

| | |
|--|-----------|
| SUMÁRIO | 10 |
| 1. INTRODUÇÃO | 11 |
| 2. OBJETIVOS | 13 |
| 2.1. Objetivo Geral | 13 |
| 2.2. Objetivos Específicos | 13 |
| 3. REVISÃO DE LITERATURA | 14 |
| 3.1. A cultura da quinoa e seus usos | 14 |
| 3.2. Solos arenosos | 18 |
| 3.3. Ácidos húmicos e fúlvicos como condicionadores de solo | 19 |
| 3.4. Algas marinhas na agricultura | 22 |
| MATERIAL E MÉTODOS | 23 |
| 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO | 29 |
| 5. CONCLUSÃO | 33 |
| 6. REFERÊNCIAS | 34 |

1. INTRODUÇÃO

A quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) da família Amaranthaceae, é um pseudocereal proveniente dos Andes, consumido em larga escala em vários países como Chile, Peru, Argentina e Bolívia, se destaca por sua tolerância à regiões secas (JELLEN, 2014). Pertence ao gênero *Chenopodium*, composto por cerca de 150 espécies presentes na América, Ásia e Europa (BAZILE; BAUDRON, 2014).

Esta é uma cultura com crescente relevância no contexto agrícola global devido à sua elevada capacidade de adaptar-se a diferentes condições edafoclimáticas e ao seu alto valor nutricional. Amplamente reconhecida como uma fonte de proteínas de alta qualidade, vitaminas e minerais, aminoácidos essenciais, o que a torna uma alternativa viável para a diversificação alimentar e o combate à insegurança alimentar (BAZILE et al., 2016). No Brasil, a produção da quinoa ainda é iniciante, mas apresenta grande potencial, especialmente em regiões com solos de baixa fertilidade, como os arenosos, desde que manejados adequadamente com insumos agrícolas, como fertilizantes (EMBRAPA, 2021).

O manejo adequado da fertilidade do solo é um fator determinante no sucesso do cultivo da quinoa, particularmente em ambientes de baixa resiliência edáfica. Os fertilizantes minerais mistos oferecem a possibilidade de ajustar as proporções de nutrientes às exigências específicas da cultura e às condições do solo, minimizando perdas e maximizando o potencial produtivo. Segundo estudos recentes, a aplicação equilibrada de nutrientes como nitrogênio, fósforo e potássio, bem como de micronutrientes como zinco e ferro, tem demonstrado efeitos positivos no desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da quinoa (HIRICH et al., 2014).

Na região do Oeste da Bahia a quinoa já é produzida, as regiões do Nordeste Goiano e Oeste baiano são regiões que apresentam solos arenosos, o que diminui a retenção de água e nutrientes na rizosfera. Solos arenosos são caracterizados por baixa capacidade de retenção de nutrientes e água, o que limita significativamente o crescimento das culturas agrícolas (LAL & SHUCLA, 2004).

A técnica de condicionar o solo utilizando rochas moídas não é recente, existem relatos de estudos e experimentos feitos entre as décadas de 1920 e 1970, em diferentes partes do mundo, utilizando a adição de rochas ao solo com finalidades agrícolas, que demonstram a potencialidade da rochagem para nutrir e corrigir o solo. Os remineralizadores de solo são uma alternativa às fontes convencionais. Através da aplicação de um pó de rocha, os solos pobres ou lixiviados são rejuvenescidos e remineralizados (Leonardos; Theodoro, 1999)

Nesse contexto, o uso de fertilizantes minerais mistos pode ser uma estratégia fundamental para otimizar o desenvolvimento da quinoa, garantindo o fornecimento equilibrado de nutrientes essenciais. Estudos indicam que a combinação de macro e micronutrientes contribui para o incremento da produtividade das culturas, ao mesmo tempo que melhora a eficiência do uso de insumos agrícolas, especialmente em solos pobres e suscetíveis à degradação (MARSCHNER, 2012).

Além do manejo nutricional, a introdução da quinoa em sistemas agrícolas brasileiros representa uma oportunidade para promover práticas agrícolas sustentáveis, diversificando a matriz produtiva e reduzindo a pressão sobre culturas tradicionais. No entanto, a implementação de estratégias de fertilização para maximizar os rendimentos da quinoa em solos arenosos ainda demanda estudos aprofundados, especialmente no que diz respeito à eficiência agrônômica e ambiental dos fertilizantes minerais mistos (JACOBSEN et al., 2012).

Considerando a relevância crescente da quinoa no cenário agrícola global e o potencial de expansão de seu cultivo no Brasil, este estudo busca avaliar os efeitos de diferentes doses de fertilizantes minerais mistos no desenvolvimento da quinoa em solos arenosos. O objetivo é fornecer subsídios técnicos para a otimização do manejo dessa cultura, especialmente em condições edafoclimáticas desafiadoras e determinar uma dose ideal do condicionador de solo para a cultura da quinoa (FAO, 2013).

Assim, espera-se que a obtenção de uma dose ideal de fertilizante mineral misto na cultura da quinoa em solos arenosos contribua para o desenvolvimento de práticas agrícolas mais sustentáveis e economicamente viáveis, promovendo a segurança alimentar e incentivando a diversificação da produção agrícola em áreas marginalizadas. Além disso, este trabalho também busca expandir o conhecimento sobre a interação entre manejo nutricional e a resposta fisiológica da quinoa, contribuindo para o avanço científico e tecnológico no setor agrícola.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Determinar a dose ideal de condicionador de solo composto por substâncias húmicas, pó de rocha e algas marinhas no desenvolvimento da quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd).

2.2. Objetivos Específicos

- Determinar dose a ideal de condicionador de solo na cultura da quinoa;
- Determinar o efeito do condicionador de solo na altura da planta (AP);
- Determinar o efeito do condicionador de solo no diâmetro do caule (DC);
- Determinar o efeito do condicionador no acúmulo de massa de matéria seca de panículas (PMSP) e acúmulo de massa de matéria fresca de panículas (PMFP).
- Determinar o efeito do condicionador de solo no acúmulo de massa de matéria fresca de folhas (PMFF);
- Determinar o efeito do condicionador de solo no acúmulo de massa de matéria seca de folhas (PMSF).

3. REVISÃO DE LITERATURA

3.1. A cultura da quinoa e seus usos

Originária dos Andes, a quinoa tem sido cultivada pelos habitantes nativos a mais de 5000 A.C. (ABUGOCH, 2009). Sua distribuição inicial ocorreu a partir de Narino na Colômbia indo até Salares, situada no sul da Bolívia e alcançou extensa área no Equador, Peru e Argentina (WILSON, 1990). O cultivo da quinoa abrangeu a região andina, que depois da conquista europeia, passou a ser cultivada juntamente com trigo e cevada. Um dos fatores que determinou sua produção foi a destruição das lavouras de cereais por secas muito longas, então a quinoa se tornou uma opção por sua rusticidade e adaptabilidade às condições limitadas de solo e clima daquelas regiões (CUSACK, 1984).

Segundo Koziol (1990), por ter altos valores nutricionais, a quinoa é utilizada principalmente na alimentação de bebês, idosos e convalescentes, na forma de pães, massas, mingaus, através da farinha, e os grãos integrais podem ser cozidos e servidos como o arroz. Além dessas características, a quinoa é livre de glúten, consistindo numa excelente alternativa para pacientes celíacos (SPEHAR; SANTOS, 2007).

A planta pode ser aproveitada em inúmeras fases do seu ciclo fenológico, tanto para o consumo animal quanto para o humano. No início do seu desenvolvimento, a parte superior da planta pode ser colhida e consumida como espinafre. No momento que inicia a diferenciação floral, os botões podem ser cozidos e preparados de forma semelhante a brócolis. Com o avanço da fase reprodutiva, a planta pode ser triturada e usada como forragem aos animais domésticos; E em variedades que apresentam ciclo prolongado, o corte pode ser realizado antes de sua floração, para que haja a rebrota e conseqüentemente a produção de grãos (SPEHAR, 2007).

Na agricultura brasileira o cultivo da quinoa traz benefícios como a diversificação de cultivos, rompimento no ciclo de pragas e doenças associadas aos monocultivos, redução no uso de insumos, por ciclar nutrientes e cobertura dos solos no período de seca. Assim, a introdução da quinoa contribui para a sustentabilidade do sistema agrícola, com impacto favorável ao ambiente e à saúde humana (SPEHAR, 2006).

Bhargava et al. (2006), afirmam que a quinoa é acometida por uma variedade de patógenos, os quais causam doenças diversas como ferrugem, tombamento, mosaico e míldio; Este último tem como pico de dano o estágio da iniciação floral. Segundo Ortiz e Sanabria

(1979), o ataque de insetos nessa cultura causa perda variando de 8 a 40%. Risi e Galwey (1984) ressaltam que a saponina, presente na quinoa, confere uma defesa química contra pragas.

Uma característica que esta cultura apresenta e que limita a utilização direta dos grãos é o sabor amargo encontrado pela presença de saponinas no pericarpo; São solúveis em metanol e água, e produzem espumas estáveis em soluções aquosas (RUALES; NAIR, 1993). As saponinas influenciam na cor das sementes: as amargas são amarelas, enquanto que as doces são brancas. O processo de perda dessa característica é determinado no beneficiamento dos grãos depois de colhidos (ROCHA, 2008).

A cultivar utilizada no experimento foi a BRS Piabiru, a mesma possui hipocótilo com coloração que varia entre verde e rosa. A semente possui uma camada externa altamente porosa, o que permite que absorva água rapidamente do meio ambiente e comece a germinar em um curto período, com a protrusão radicular ocorrendo entre seis e dez horas após o contato com a água (MAKINEN; HAGER; ARENT, 2014).

A germinação durante a pré-colheita é um fenômeno comum em várias partes do mundo e pode causar perdas econômicas significativas, uma vez que reduz o rendimento e compromete a qualidade das sementes colhidas, podendo até resultar em perdas totais. Com a domesticação da quinoa ao longo dos milênios, houve uma redução na espessura do tegumento da semente, levando à perda da dormência (CECCATO et al., 2014).

A quinoa é uma espécie anual, com altura de plantas variando entre 0,2 a 3,0 metros. O crescimento e desenvolvimento das plantas são divididos em duas fases principais: vegetativa e reprodutiva, codificadas por V e R, respectivamente. (JACOBSEN; STOLEN, 1993).

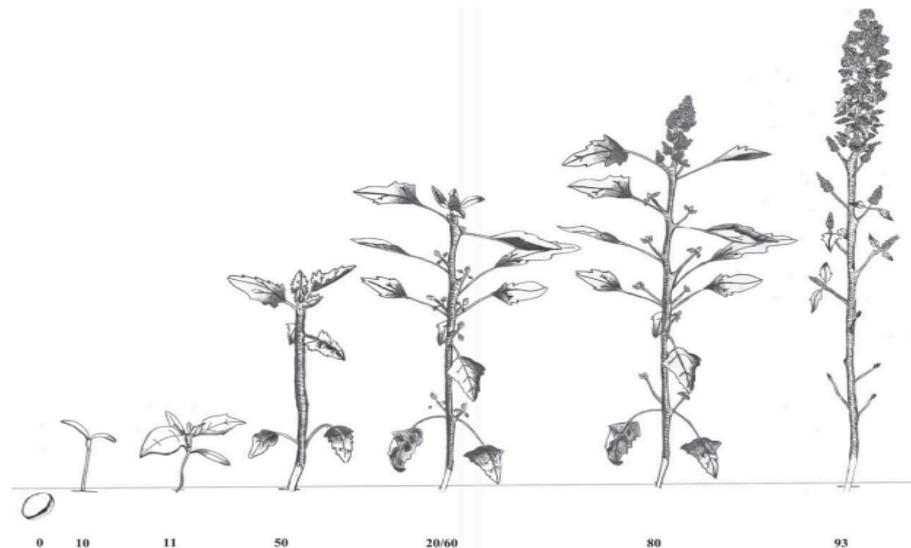
A quinoa é uma planta ginomonóica, ou seja, com flores femininas e hermafroditas na mesma planta, pertencente à subfamília Chenopodiaceae. Este grupo inclui outras plantas como o mastruz, a beterraba e o espinafre verdadeiro, embora este último seja incomum no Brasil. A quinoa possui uma haste ereta e folhas alternadas, pecioladas e coloridas devido à presença de betacianinas, que conferem essa coloração. Seu sistema radicular é pivotante, bem desenvolvido, profundo e ramificado, penetrando até 1,5 m no solo. Esse sistema radicular ajuda a proteger a planta contra estiagens, vento e déficit hídrico.

As folhas da quinoa apresentam polimorfismo: as folhas superiores são lanceoladas, enquanto as inferiores têm formato romboidal (HUNZIKER, 1943, citado por BHARGAVA, 2006). A escala BBCH divide todo o ciclo de crescimento da planta em 10 fases principais de

desenvolvimento, claramente distinguíveis, sendo codificados de 0-9 em ordem crescente. Cada fase principal é subdividida em fases secundárias que também são enumeradas de 0-9. Para a descrição de uma determinada fase secundária há várias definições (BLEIHOLDER et al., 1991).

Conforme descrito na figura 1; No estágio de crescimento principal, a germinação sendo 0, fase onde a semente ainda está seca; 01: início da embebição da semente; 03: embebição da semente concluída; 05: Emergência da radícula da semente 07: Emergência do hipocótilo; 08: Hipocótilo com cotilédones crescendo em direção à superfície do solo; 09: Emergência de cotilédones através do solo (BBCH, 2017).

Figura 1: Estágios fenológicos da quinoa (*Quinoa Chenopodium*).



Fonte: BBCH, 2017.

O estágio de crescimento principal 1: desenvolvimento foliar, trás códigos de 10 a 19. Onde 10: Cotilédones totalmente emergidos; 11; Primeiro par de folhas visível; 12: Segundo par de folhas visível, a codificação continua com o mesmo esquema até o dígito 19: Nove pares de folhas visíveis. Se necessário, a codificação pode continuar seguindo o mesmo esquema. (BBCH, 2017).

No estágio de crescimento principal 2: formação de brotos laterais a contagem começa com dígito, 20: Onde os botões laterais são visíveis ou folhas expandidas sem hastes laterais; 21: Um broto lateral visível; 22: Dois tiros laterais visíveis; A codificação continua com o mesmo esquema até, 29: Nove tiros laterais visíveis. Se necessário, a codificação pode

continuar seguindo o mesmo esquema. O estágio de crescimento principal 3: alongamento do caule ; Estágio de crescimento principal 4: desenvolvimento de partes vegetativas colhíveis.

Na fase reprodutiva o estágio de crescimento principal 5: emergência da inflorescência, começa com dígito 50: Inflorescência presente, mas ainda cercada por folhas; 51: Folhas ao redor da inflorescência separadas, a inflorescência é visível de cima; 59: Inflorescência visível, mas todas as flores ainda estão fechadas. O estágio de crescimento principal 6: floração, apresenta o dígito 60: Início da antese: flores da inflorescência principal com as primeiras anteras extrusadas; 67: Fim da antese: flores da inflorescência principal com as primeiras anteras senescidas e 69: Fim da antese: flores da inflorescência principal com as primeiras anteras senescidas (BBCH, 2017).

No estágio de crescimento principal 7: desenvolvimento do fruto, o dígito 70 trás a Frutificação: espessamento do ovário e primeiros grãos visíveis na haste principal. No estágio de crescimento principal: 8 ocorre o amadurecimento; sendo 81: Grão leitoso, facilmente esmagado com as unhas, conteúdo líquido e pericarpo verde; 85: Grão grosso, facilmente esmagado com as unhas, conteúdo pastoso branco, pericarpo verde, bege, vermelho ou preto e 89: Grão maduro, difícil de esmagar com as unhas, teor seco, o grão tem uma cor bege, vermelha ou preta em sua parte externa. Pronto para colheita. (BBCH, 2017).

No estágio de crescimento principal 9: senescência; O dígito 91 descreve apenas as folhas basais estão secas; 93: As folhas da primeira metade da planta, a partir da base, estão mortas; 95: Todas as folhas estão mortas; a cor do caule muda de amarelo para marrom; 97: Planta morta e seca e 99: Produto colhido.(BBCH, 2017).

3.2. Solos arenosos

Cerca de 8% do território brasileiro é ocupado por solos arenosos e estes representam um desafio à produção agrícola, pois apresentam características como a baixa fertilidade natural, alta suscetibilidade à erosão, facilidade de contaminação e déficit hídrico por sua característica de não reter água (DONAGEMMA et al., 2016).

A relação das partículas primárias é um dos principais indicadores de qualidade e produtividade dos solos, pois influencia na dinâmica da adesão e coesão das partículas de solo bem como o manejo, que, conseqüentemente, influencia a resistência do solo à tração e a dinâmica da água. Além de ser usado como fator ambiental, pois influencia nos processos ecológicos, como a ciclagem de nutrientes e troca de íons (HE et al., 2014).

A ocorrência geográfica dos Neossolos Quartzarênicos (Figura 2), com enfoque no bioma Cerrado e na região do Matopiba. Não são evidenciados os outros solos de textura leve, que normalmente ocorrem em associação com os Neossolos Quartzarênicos, como os Argissolos de textura arenosa/média e os Latossolos Psamíticos (DONAGEMMA et al. 2016).

Os solos de arenosos são mais susceptíveis a degradação e perda da capacidade produtiva quando comparados com solos argilosos, em condições ambientais parecidas. Porém, esta narrativa vem mudando atualmente, em função dos avanços nos sistemas de produção e manejo, possibilitando atividades agrícolas nesses solos. (DONAGEMMA et al. 2016). Áreas de solos leves têm sido bastante exploradas no processo produtivo de grãos, fibras, materiais energéticos, silvicultura e pastagens cultivadas. A adaptação agrícola desses solos, é regular, restrita ou inapta para lavouras anuais e perenes não irrigadas, em condições adequadas de drenagem, clima e relevo sob manejo pouco com aporte tecnológico elevado ou não (RAMALHO FILHO; BEEK, 1995).

Figura 2: Mapa da ocorrência de Neossolos Quartzarênicos no Brasil, com enfoque nos bioma Cerrado e na região do Matopiba.



Fonte: Santos et al. (2011).

A produção de grãos tem sido cada vez maior em solos leves, chamando atenção para as regiões Sudeste e Centro-Oeste, e no Oeste da Bahia. É muito difícil alcançar altas produtividades em solos argilosos pobres sem o uso de fertilizantes. Esta situação piora se tratando em solos arenosos, sobretudo quando o objetivo é manter a produtividade ao longo dos anos com sustentabilidade. Para isso são necessários cuidados como cobertura de solo, prática que atua protegendo o solo, diminuindo evapotranspiração e temperatura. O Cerrado do Brasil possui opções viáveis limitadas de plantas de cobertura e uma das alternativas, são os pseudocereais que tem se adaptado à região, apesar de originários da cordilheira dos Andes (TAPIA, 2013).

3.3. Ácidos húmicos e fúlvicos como condicionadores de solo

A agricultura atual enfrenta o desafio de balancear a crescente demanda por quantidade e qualidade dos alimentos com a exploração racional do meio ambiente. Usualmente a agricultura utiliza a intensa aplicação de insumos que, apesar de todos os efeitos visíveis na germinação, crescimento, desenvolvimento e produtividade das culturas, por

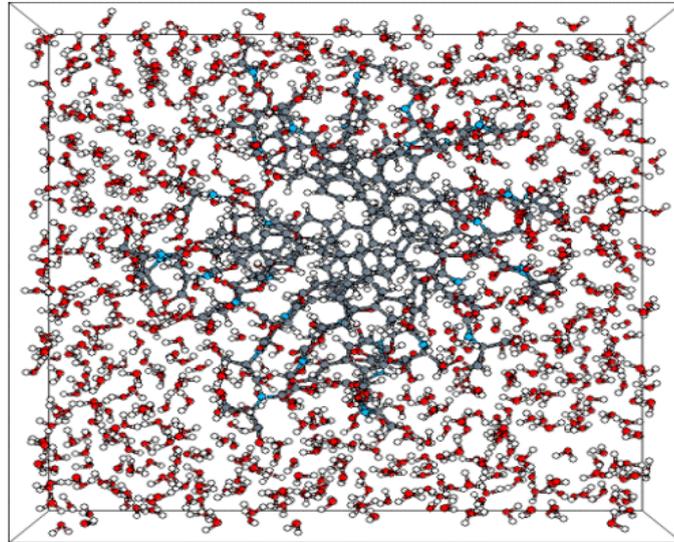
vezes, são onerosos e quando não manejados corretamente geram impactos negativos a longo prazo, na ecologia de uma determinada região agrícola. Neste contexto, destacam-se os ácidos húmicos (AH) e fúlvicos (AF), que são capazes de estimular alterações fisiológicas nas plantas, acelerando processos enzimáticos e fotossintéticos, as quais podem contribuir para melhorar o seu desenvolvimento, o que é essencial para que se tenha ganho produtivo. (CARON, GRAÇAS e CASTRO, 2015).

Os insumos conhecidos como condicionadores de solo, são substâncias orgânicas com cadeias carbônicas iguais ou semelhantes às presentes na natureza. Estes compostos são provenientes da extração de turfas ou de minas e também podem ser sintetizados industrialmente. Aqueles que são extraídos da natureza apresentam uma composição variada, porém, de forma geral, são fontes de ácidos húmicos e fúlvicos. Dentre os condicionadores de solo, existem aqueles que ainda tem sua fórmula enriquecida com micro ou macronutrientes, para se enquadrarem como fertilizante organomineral (CARON, GRAÇAS e CASTRO, 2015).

Os AH e AF fazem parte da composição orgânica do solo (húmus) e os condicionadores do solo tendem a se equiparar a esta composição. O húmus se forma a partir da decomposição da biomassa do solo em compostos orgânicos. Essas substâncias húmicas possuem uma alta capacidade de troca de cátions e estão presentes em solos, águas e sedimentos com matéria orgânica estável. Estas substâncias influenciam diretamente a estrutura física, química e microbiológica dos ambientes onde são adicionadas, assim como afetam o metabolismo e o crescimento das plantas, melhorando as condições do solo para seu desenvolvimento e principalmente, do sistema radicular das culturas implantadas. (CANELLAS et al., 2005).

Os AH são solúveis em meio alcalino e apresentam cor escura e são insolúveis em meio ácido com $\text{pH} < 2$, sem uma forma determinada e mantendo a coloração. São quimicamente muito complexos formados por um conjunto molecular, compostos aromáticos e alifáticos com alto peso molecular e grande capacidade de troca catiônica (BOTERO, 2010).

Figura 3: Modelo computacional simulando a estrutura do ácido húmico composta por 24 monômeros idênticos dissolvidos em água.



Fonte: Van Duin et al. 2000.

As substâncias húmicas podem estimular a síntese de proteínas, em especial enzimas relacionadas à parede celular, que tem como principal função evitar que a membrana plasmática das células se rompa, garantindo à célula elasticidade e resistência a tensões físicas e químicas através da síntese de um novo RNA (PIRES et al., 2009). Em relação às melhorias na estrutura física que ocorrem no solo, podem ser citadas a aumento da aeração, maior retenção de água, melhor agregação das partículas coloidais contribuindo para a resistência à erosão e saúde do solo. Esses fatos proporcionam condições ideais para desenvolvimento e manutenção da microbiota do solo, característica importante para áreas de cultivo (CARON et al., 2015).

3.4. Algas marinhas na agricultura

O uso de algas na agricultura é uma prática antiga, com registros de sua aplicação direta no solo pelos romanos (EL BOUKHARI et al., 2020) e também na forma de compostagem para corrigir e recuperar solos alcalinos em regiões costeiras, onde são notadas deficiências de nutrientes (ZODAPE, 2001).

Para promover um melhor desenvolvimento das culturas, extratos de algas marinhas podem ser utilizados, oferecendo uma alternativa ecologicamente correta aos fertilizantes e bioestimulantes tradicionais. O uso de extratos de algas na agricultura tem crescido significativamente nas últimas décadas, com aproximadamente 15 milhões de toneladas métricas de algas marinhas colhidas anualmente e empregadas como estimulantes (KHAN et al., 2009).

Pesquisas indicam que os extratos de algas podem melhorar o desenvolvimento vegetal, aumentar a produção e também melhorar a tolerância das plantas a estresses abióticos e bióticos. Estudos demonstram que mesmo em baixas concentrações, esses extratos influenciam positivamente o crescimento das culturas, devido à presença de compostos bioativos (KHAN et al., 2009; CARVALHO et al., 2014).

Os bioestimulantes extraídos de macroalgas são frequentemente preparados a partir dos gêneros *Ascophyllum*, *Ecklonia*, *Durvillea*, *Fucus*, *Himanthalia*, *Laminaria*, *Macrocystis*, *Dictyopteris* e *Sargassum*. (BONEY, 1965; DOTY et al., 1987). Entre as algas marrons (Phaeophyta), a *Ascophyllum nodosum* destaca-se por contribuir para diversos processos bioquímicos, genéticos e fisiológicos nas plantas. Atualmente, cerca de 47 empresas ao redor do mundo estão envolvidas na produção de extratos de *A. nodosum* para aplicações agrícolas e hortícolas (VAN OOSTEN et al., 2017).

A aplicação direta ou indireta de extratos de algas marinhas ao solo pode também alterar a população microbiana na rizosfera. A formação dessa população é influenciada por fatores como temperatura do solo, capacidade de retenção de água, quantidade de oxigênio e práticas de manejo relacionadas ao cultivo, incluindo o histórico de uso de fertilizantes e pesticidas (KILIAN et al., 2000).

A dependência de produtos químicos sintéticos, que têm impactos negativos tanto a curto quanto a longo prazo no meio ambiente e na saúde animal e vegetal, está se tornando cada vez mais problemática. Portanto, para reduzir essa dependência, é fundamental adotar

compostos naturais que sejam eficazes no crescimento das culturas e desempenhem as funções de pesticidas e fertilizantes sem os efeitos colaterais nocivos (SHUKLA et al., 2019).

MATERIAL E MÉTODOS

O presente trabalho foi desenvolvido na Escola Fazenda do Instituto Federal Goiano - (IF Posse), na cidade de Posse - GO , localizado no nordeste goiano, (Latitude de 14°06'31"S, longitude de 46°19'39"W e altitude de 811 metros) no período compreendido entre os meses de Abril a Julho de 2023 (Figura 4).

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado (DIC) em esquema fatorial (5x4), cinco tratamentos e quatro repetições constituídas de 20 plantas cada, e uma época de avaliação (90 DAE).

Figura 4: Imagem de satélite da localização do campus.



Fonte: Google Earth, 2023.

Para a composição dos tratamentos utilizou-se doses de fertilizante mineral misto, produto obtido por meio de parceria com a empresa Rovensa Next Brazil. No laboratório 5, foram preparadas as soluções do fertilizante (Figura 5), partindo do pressuposto da dose indicada para a cultura da soja. Na cultura da soja a dose indicada é de 4L/ha, sendo a calda preparada com 4L do produto diluído em 30 L de água. As culturas soja e quinoa são dicotiledôneas, característica determinante para escolha da dose inicial. As doses aplicadas no experimento foram: Tratamento 1 dose zero (testemunha); tratamento 2 (2L/ha); tratamento 3 (4L/ha); tratamento 4 (6L/ha); tratamento 5 (8L/ha).

Figura 5: Doses de aplicação preparadas.

Fonte: Autora,2023.

O solo da unidade experimental é classificado como Neossolo Quartzarênico (EMBRAPA, 2018); a adubação para o plantio da quinoa foi feita de acordo com a necessidade da cultura com base na análise de solo. Cada canteiro recebeu a aplicação a lanço de 650 g de NPK 04-14-08. Houveram duas adubações de cobertura de nitrogênio (N) após 50 e 60 dias do plantio, na ocasião foram aplicados 109,8 g de Uréia em cada canteiro ; Para a aplicação da adubação de cobertura foi feito um suco com profundidade de 8 cm entre as linhas de plantio e a ureia foi aplicada e coberta com solo.

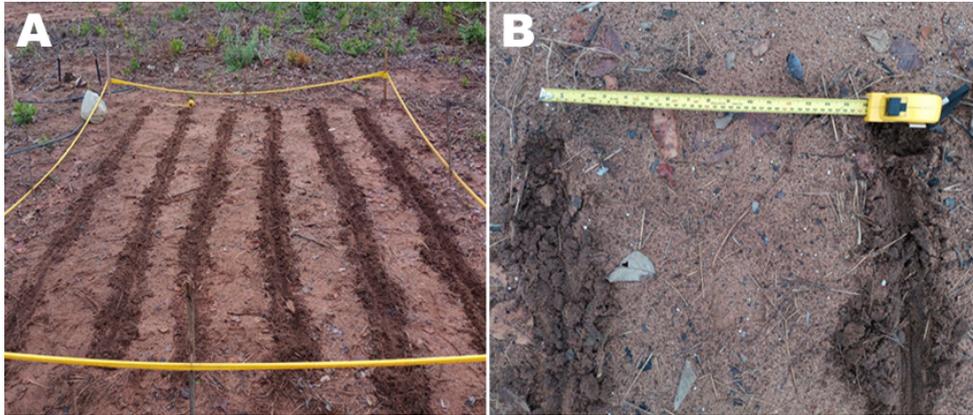
Tabela 1: Características físicas e químicas do solo da Escola Fazenda. Posse, 2024.

| CaCl₂ | Ca | Mg | Al | H + Al | P | K | M.O | Areia | Silte | Argila | V% |
|-------------------------|----------------------|-----------|-----------|---------------|----------|----------|------------|--------------|--------------|---------------|-----------|
| ph | mmol/dm ³ | | | | ppm | | % | | | | |
| 5,79 | 28,6 | 22,1 | 0 | 10 | 13,1 | 3,3 | 12,98 | 96,1 | 0,78 | 3,12 | 84,3 |

Para o plantio da quinoa e aplicação do condicionador de solo foram construídos cinco canteiros com dimensões de 3x4m com espaçamento entre linhas de plantio de 0,4m (Figuras 6). Cada canteiro representou um tratamento e dentro de cada canteiro foram determinadas quatro repetições de 1m. Dentro de cada tratamento foram escolhidas 20 plantas de forma

aleatória que passaram pelas avaliações com 90 dias após o emergência (DAE). Foi montado um sistema de microaspersão para irrigação, no qual era feita a irrigação duas vezes ao dia.

Figura 6: Canteiro de 3x4m, com seis linhas sulcos de plantio abertos A. Espaçamento das sulcos de plantio B.



Fonte: Autora,2023.

A aplicação da calda do condicionador de solo diluído em água foi feita no momento do plantio, ao lado do sulco de plantio, com 8 cm de distância foi aberto o sulco de aplicação que recebeu a calda com o produto; Em cada linha foram aplicados 100 ml de calda (Figura 7).

Figura 7:Abertura de sulco de plantio ao lado de sulco de aplicação.



Fonte: Autora, 2023.

No experimento, foi utilizado a cultivar BRS-Piabiru, pois esta é adequada para plantio em qualquer época do ano conforme a finalidade (SANTOS, 2022). Esta cultivar é resistente ao acamamento, com diferenciação floral ocorrendo 30 dias após a emergência e início da floração aos 45 dias. As sementes foram fornecidas pela fazenda Floryl.

Ao final do experimento, 90 dias após a emergência (DAE), foram escolhidas de forma aleatória 20 para a mensuração das variáveis de interesse. Foram feitas a determinação da altura de plantas (AP), as plantas foram medidas com auxílio de régua, da base da planta até a ponta da última folha. Diâmetro do caule (DC), determinado a partir da base da planta (padronizando a 1 cm acima do solo) com a utilização de um paquímetro digital. acúmulo de massa de matéria fresca da panícula (PMFP), peso de massa seca da panícula (PMSP), peso de massa fresca de folha (PMFF) e peso de massa seca de folha (PMSF) (SOLANO, YAMASHITA 2012).

Para determinação do acúmulo de massas de matéria (seca e verde) as plantas foram separadas quanto às suas estruturas (folhas e panículas) e pesadas antes e após secagem em estufa de circulação de ar.

Após as pesagens das estruturas em estado natural, as mesmas foram colocadas individualmente em sacos de papel Kraft e levadas para a estufa à temperatura de 105°C, onde as amostras permaneceram por um período de 72 horas, até atingir peso constante. Ao término desse período as amostras foram abertas e foi feita uma nova pesagem (Figura 9).

Figura 8: Estruturas de plantas de quinoa separadas em: folha, caule e panícula.



Fonte: Autora, 2023.

Figura 9: Amostras na estufa a 105°C.



Fonte: Autora, 2023.

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e quando constatadas diferenças significativas, as médias foram submetidas a análise de regressão utilizando o software Sigmaplot 11.0. O modelo de regressão foi escolhido com base na significância dos coeficientes da equação de regressão e no coeficiente de determinação (R^2).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Observou-se que em todas as variáveis analisadas no presente trabalho os dados obtidos se ajustaram aos modelos das equações polinomiais quadráticas, com coeficientes de determinação que variaram entre 0,57 a 0,98.

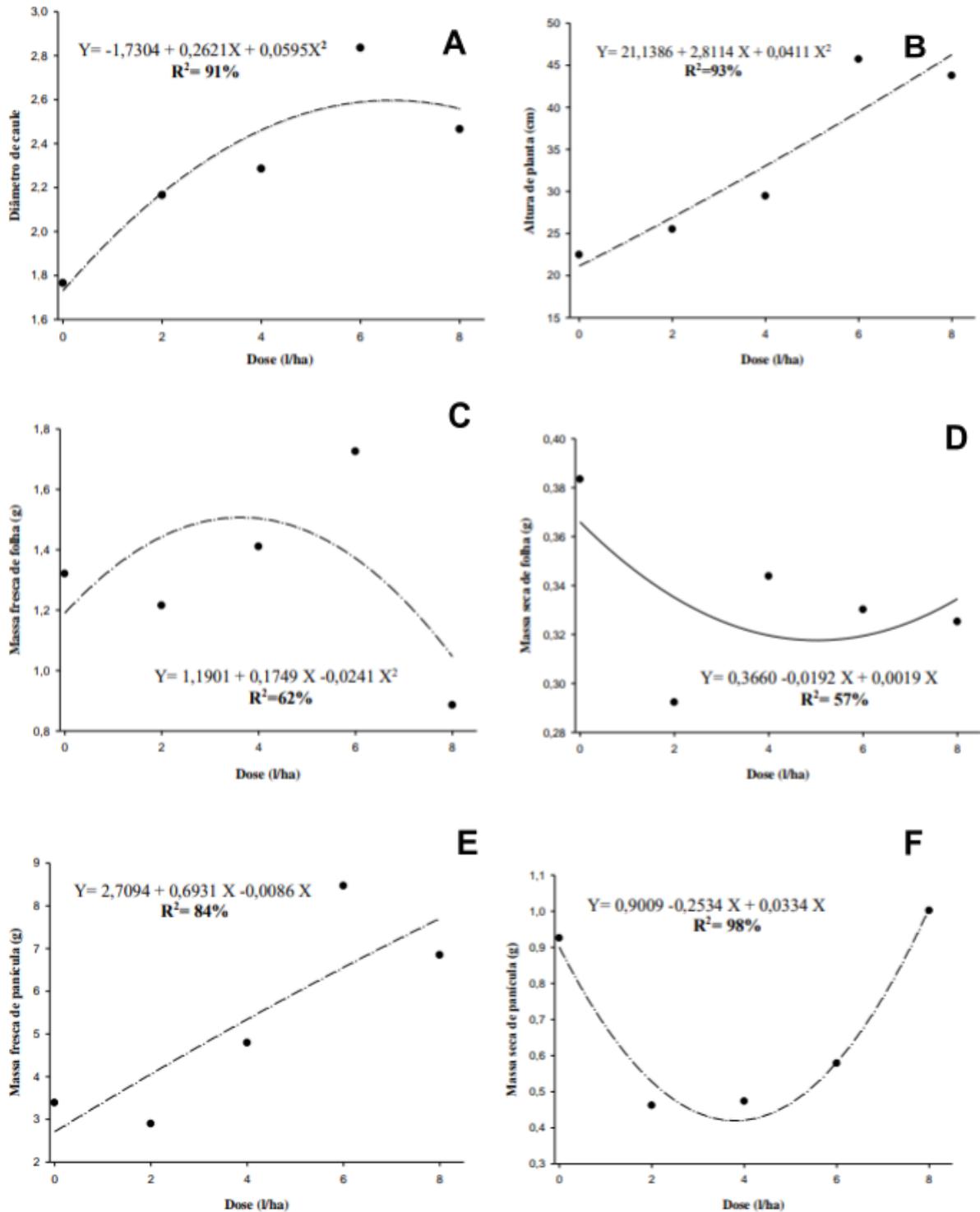
De acordo com as análises realizadas, as doses crescentes de fertilizante influenciaram na variável altura de plantas da espécie *Chenopodium quinoa Willd.*, (Figura 10) aos 90 DAE. Notou-se um aumento de 103 % na altura das plantas se comparado o tratamento testemunha que totalizou 22,45 cm para o tratamento com dose de 8 l/ha com 43,75 cm (Figura 11B).

Figura 10: Plantas de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) 90 DAE sob os tratamentos com doses: testemunha (sem uso de fertilizante), 2 l/ha, 4 l/ha, 6 l/ha e 8 l/ha. Posse-Go 2024.



Fonte: Autora, 2023.

Figura 11: Gráficos das análises de Diâmetro de caule (mm) A, Altura de plantas (cm) B, Massa fresca de folha (g) C, Massa seca de folha (g) D, Massa fresca de panícula (g) E, Massa seca de panícula (g) F. Posse - GO, 2024.



O aumento no crescimento em altura de plantas de quinoa submetidas a diferentes doses de fertilizantes minerais pode ser explicado pela melhoria no suprimento de nutrientes essenciais para processos metabólicos fundamentais.

Aguilar Huamani (2015), notou em um trabalho que avaliou os efeitos de ácidos húmicos comerciais em duas variedades quinoa um aumento na altura de plantas (cm), quando foi comparado o uso de substâncias húmicas constatou altura média de 75,26 cm e testemunha com altura de 66,57 cm. Isto significa que as aplicações de ácidos húmicos influenciaram na altura das plantas.

O efeito de diferentes doses de fertilizante mineral misto na cultura da quinoa, cultivadas em solos arenosos, sob o diâmetro caulinar, aos 90 DAE apresentou uma tendência de aumento do diâmetro à medida que se aumentou a dose do fertilizante. O aumento do crescimento em diâmetro foi mais evidente no tratamento de 8l/ha, pois ao se comparar com o tratamento testemunha, verificou-se que este incrementou em 60% na média da variável. (Figura 11B).

O uso de substâncias húmicas quando testado por Pião (2023), onde notou-se um aumento no diâmetro médio das plantas. Os diâmetros médios dos caules apresentaram maiores incrementos quando tratados com substâncias húmicas (SH). Quando comparado, o tratamento com a presença de substâncias húmicas foi 19,4% superior ao tratamento controle. Tal resultado, atesta que as propriedades dessas substâncias influenciam no aumento de diâmetro das plantas.

Ao avaliar o acúmulo de massa de matéria fresca de panículas (g) das plantas de quinoa submetidas a diferentes doses de fertilizante mineral misto (*Chenopodium quinoa Willd.*) 90 DAE, evidenciou-se um aumento significativo no acúmulo de biomassa em função do aumento da dose, tal aumento foi mais evidente ao comparar o tratamento testemunha (média de 3,38) com o tratamento de 8l/ha (média de 6,85g), resultando em um incremento de 102% na variável analisada (Figura 11E).

Santos et al. (2013), ao avaliar a produção de massa verde das hastes + panículas na cultura do sorgo em função do uso de biofertilizantes, notou que a cultivar Santa Elisa teve incremento de 20,56% nessa variável. Para a produção de massa verde somente das panículas não houve diferença entre as cultivares avaliadas, porém o biofertilizante promoveu maiores produções de massa verde de panículas quando comparada com o tratamento sem adubação, havendo um aumento de 25,57%.

Ao analisar o acúmulo de massa de matéria seca de panículas de quinoa em função das diferentes doses do fertilizante mineral misto, aos 90 DAE, observou-se um decréscimo no acúmulo da biomassa até a dose de 4l/ha, enquanto que em doses superiores 8l/ha foi verificado aumento de 7,5% no acúmulo de massa de matéria seca quando comparado ao tratamento testemunha (Figura 11F).

Silva (2018), ao avaliar respostas de plantas a aplicação de substâncias húmicas chegou a conclusão de que os fotoassimilados presentes nas plantas não foram alocados nas folhas, possivelmente nos colmos para sustentar a formação das panículas que se inicia neste órgão após a fase de conclusão do estudo, por volta de 95 DAP.

Ao analisar a variável acúmulo de matéria fresca de folhas de plantas da espécie *Chenopodium quinoa Willd*, aos 90 DAE submetidas a doses crescentes de fertilizante mineral misto notou-se uma diferença de 31% as médias foram de 1,32g no tratamento testemunha e o tratamento com média mais alta foi com a adição de 6 l/ha com 1,73g (Figura 11C).

Quando analisada a variável acúmulo de massa de matéria seca de folhas de plantas de quinoa *Chenopodium quinoa Willd*, aos 90 DAE submetidas a doses crescentes de fertilizante mineral misto foi evidenciado que a menor média foi no tratamento de 2 l/ha com 0,29 g e 0,38 para o tratamento com 8 l/ha, se igualando com a variável anterior em 31% (Figura 11D).

Borcioni et al. (2016) em experimento que avaliou aplicação de ácidos fúlvicos verificou que o uso dessas substâncias afetou o crescimento inicial das plantas, alterando a massa fresca e seca das folhas. As diferenças significativas na massa fresca de folhas ocorreram nas duas datas de avaliação. O efeito das diferentes doses de ácido fúlvico aumentou a massa fresca e seca das folhas, até a concentração de 6 ml L⁻¹. Bem com Silva et al. (2016) em experimento realizado na cultura do feijão Pérola, obtiveram respostas positivas para índice de massa fresca de parte aérea com dose 200 ml de fertilizante comercial.

A redução no crescimento em diâmetro de plantas de quinoa sob diferentes doses de fertilizantes minerais pode ser atribuída a um manejo inadequado da nutrição de nitrogênio ou ao desequilíbrio com outros nutrientes essenciais. Doses excessivas de nitrogênio, por exemplo, podem promover crescimento em altura em detrimento da robustez do caule, tornando as plantas mais propensas à queda ou ao estresse mecânico. Por outro lado, doses muito baixas de fertilizantes podem limitar o desenvolvimento geral das plantas, incluindo o diâmetro do caule, devido à insuficiência de nutrientes necessários para sustentar uma

estrutura robusta. Estudos indicam que níveis moderados de fertilização promovem um melhor equilíbrio entre altura e robustez do caule. No entanto, condições ambientais, como estresse hídrico ou temperaturas extremas, também desempenham um papel crucial ao interagir com a fertilização, impactando o crescimento estrutural das plantas de quinoa em diversos contextos (GUO et al., 2024).

5. CONCLUSÃO

As maiores médias das variáveis altura e diâmetro de plantas de quinoa (*Chenopodium quinoa Willd.*) foram encontradas no tratamento com 6 l/ha e as variáveis massa fresca e seca da panícula tiveram um melhor desempenho no tratamento com 8 l/ha. Nas condições em que o trabalho foi desenvolvido, as doses de 6l/ha e 8l/ha são recomendadas para otimizar o desenvolvimento da quinoa, considerando as condições de solo e o impacto de fertilizante mineral misto.

6. REFERÊNCIAS

ABUGOCH, L. E. Quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.): **Composition, chemistry, nutritional and functional properties**. Advances in Food and Nutrition Research, v. 58, p. 1-31, 2009.

AGUILAR HUAMANI, G. E. **Efecto de la aplicación de cinco ácidos húmicos comerciales en dos variedades de quinua (*Chenopodium quinoa* Willd.) en Magollo Tacna**. 2015. Tesis. (Graduación en Agronomía) – Universidad Nacional Jorge Basadre Grohmann-Tacna, Facultad De Ciencias Agropecuarias, Escuela Profesional De Agronomía, Tacna – Perú.

BAZILE, D., BAUDRON, F. **Dinámica de expansión mundial del cultivo de la quinua respecto a su alta biodiversidade**. In: BAZILE, D. et al. (Eds) Estado de la arte de laquinuaenel mundo en 2016. FAO: Santiago, Chile e CIRAD.

Bazile, D., Bertero, H. D., & Nieto, C. (2016). *State of the art report on quinoa around the world in 2013*. FAO & CIRAD.

BERTONI, J.; LOMBARDI NETO, F. **Conservação do solo**. 8. ed. São Paulo: Ícone, 2012. 355 p.

BHARGAVA, A., SHUKLA, S., OHRI, D., 2006. ***Chenopodium quinoa* – an Indian perspective**. Industrial Crops and Products, 23, 73-87.

BHARGAVA, A.; SHUKLA, S.; OHRI, D. ***Chenopodium quinoa*-an Indian perspective**. **Industrial Crops Products**, v. 23, p.73–87, 2006.

BLEIHOLDER, H.; KIRFEL, H.; LANGERLÛDDEKE, P.; STAUSS, R. **Codificação unificada dos estádios fenológicos de culturas e ervas daninhas**. Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.26, n.9, p.1423-1429, 1991.

BONEY, A.D. **Aspects of the biology of the seaweeds of economic importance**. Advances in Marine Biology, v. 3, p. 105–253, 1965.

BORCIONI. ; MÓGOR. ; PINTO. **Aplicação de ácido fúlvico em mudas influenciando o crescimento radicular e produtividade da alface americana.** Revista Ciência Agronômica, v. 47, n. 3, p. 509-515, jul-set, 2016.

BOTERO, W. G. **Substâncias húmicas: interações com nutrientes e contaminantes. Tese (Doutorado em Química).** Instituto de Química, Universidade Estadual Paulista. Araraquara, 2010.

CANELLAS, L.P.; ZANDONADI, D.B.; MÉDICI, L.O.; PERES, L.E.P.; OLIVARES, F.L.; FAÇANHA, A.R. **Bioatividade de substâncias húmicas: ação sobre desenvolvimento e metabolismo das plantas.** In: CANELLAS, L.P. e SANTOS, G.A. (Ed.). Humosfera: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas. Campos dos Goytacazes: CCTA, UENF, 2005. p. 224-243.

CANELLAS, L.P.; ZANDONADI, D.B.; MÉDICI, L.O.; PERES, L.E.P.; OLIVARES, F.L.; FAÇANHA, A.R. **Bioatividade de substâncias húmicas: ação sobre desenvolvimento e metabolismo das plantas.** In: CANELLAS, L.P. e SANTOS, G.A. (Ed.). Humosfera: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas. Campos dos Goytacazes: CCTA,UENF, 2005. p. 224-243.

CARON, V. C. et al, **Condicionadores do solo: ácidos húmicos e fúlvicos ESALQ** - Divisão de Biblioteca, Série Produtor Rural, nº 58, 46 p. Piracicaba SP, 2015

CARON, GRAÇAS e CASTRO, Vanessa, Jonathas e Paulo Roberto. **Condicionadores de solo: ácidos húmicos e fúlvicos.** Série do produtor n 58. Piracicaba-SP: ESALQ, 2015.

CARVALHO, M.E.A.; CASTRO, P.R.C.; GALLO, L.A. FERRAZ JUNIOR, M.V.C. **Seaweed extract provides development and production of wheat.** Agrarian, Dourados, v. 7, p. 166-170, 2014.

CECCATO, D.; HERRERA, J.D.; BURRIEZA, H.; BERTERO, D.; MARTÍNEZ, E.; DELFINO, I.; MONCADA, S.; BAZILE, D.; CASTELLIÓN, M. **Fisiología de las semillas y respuesta a las condiciones de germinación** In: BAZILE, D. et al. (Eds) Estado de la arte de

la quinua en el mundo en 2013. FAO: Santiago, Chile e CIRAD: Montpellier, França, p.153-166, 2014.

CUSACK, D. **Quinoa: grain of the Incas.** *Ecologist*, v. 14, n.1, p. 21-31, 1984.

DINI, I., TENORE, G. C., DINI, A. **Antioxidant compound contents and antioxidant activity before and after cooking in sweet and bitter *Chenopodium quinoa* seeds.** *LWT – Food Science and Technology*, v.43, p.447–451, 2010.

DONAGEMMA, G.K.; FREITAS, P.L.; BALIEIRO, F.C.; FONTANA, A.; SPERA, S.T.; LUMBRERAS, J.F.; VIANA, J.H.M.; ARAÚJO FILHO, J.C; SANTOS, F.C.; ALBUQUERQUE, M.R.; MACEDO, M.C.M.; TEIXEIRA, P.C.; AMARAL, A.J.; BORTOLON, E.; BORTOLON, L. **Caracterização, potencial agrícola e perspectivas de manejo de solos leves no Brasil.** *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 51, n. 9, p. 1003-1020, 2016.

DOTY, M. S. **Case study of seven commercial seaweed resources.** Food and Agricultural Organization of the United Nations. Rome, 1987.

EL BOUKHARI, M. E. M. et al. **Trends in Seaweed Extract Based Biostimulants :** Manufacturing Process and. *Plants*, 2020.

Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. (2018) **Sistema Brasileiro de classificação de solos:** EMBRAPA. ISBN 978-85-7035-817-2.

FAO – Oficina Regional para América Latina y el Caribe. **La quinua: cultivo milenário para contribuir a la seguridad alimentaria mundial,** Bolívia, 58p.,2011.

FRANCESCHINI, I. M. et al. **Algas: Uma abordagem Filogenética, Taxonômica e Ecológica.** Porto Alegre: Artmed, 2010.

GUO, Hongxia; ZHANG, Liguang; WANG, Chuangyun. Effects of Different N Fertilizer Doses on Phenology, Photosynthetic Fluorescence, and Yield of Quinoa. *Agronomy*, v. 14, n. 5, 2024. DOI: <https://doi.org/10.3390/agronomy14050914>.

HE, Y.; et al. **A modelling approach to evaluate the long-term effect of soil texture on spring wheat productivity under a rain fed condition.** Scientific reports, v. 4, p. 1-12, 2014.

Hirich, A., Choukr-Allah, R., & Jacobsen, S. E. (2014). **Quinoa in Morocco—effect of sowing dates on development and yield.** *Journal of Agronomy and Crop Science*, 200(5), 371-377.

Interamericano de Ciências Agrícolas, Bogotá, Colombia, pp. 121–136.

JACOBSEN, E. S.; MUJICA, A.; JENSEN, C. R. The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic conditions. *Food Reviews International*, London, v. 19, n. 1/2, p. 99-109, 2003.

Jacobsen, S. E., Mujica, A., & Jensen, C. R. (2012). **The resistance of quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd.) to adverse abiotic factors.** *Food Reviews International*, 19(1-2), 99-109.

JACOBSEN, S.E.; STOLEN, O. **Quinoa morphology, phenology and prospects for its production as a new crop in Europe.** *European Journal of Agronomy*, v.2, n.1, p. 19–29, 1993.

JELLEN E. N., MAUGHAN P. J., FUENTES F., KOLANO B. A. **Botánica, Domesticación y Circulación de Recursos Genéticos.** In: BAZILE D. et al. (Eds) *Estado del arte de La quinua em el mundo en 2013*: FAO: Santiago, Chile: CIRAD: Montpellier, Francia, 2014, p. 11-35.

KER, J. C.; PEREIRA, N. R.; CARVALHO, J. R.; CARVALHO JÚNIOR, W.; CARVALHO FILHO, A. **Cerrado: solos, aptidão e potencialidade agrícola.** In: *SIMPÓSIO SOBRE MANEJO E CONSERVAÇÃO DO SOLO NO CERRADO*, Goiânia, 1990. Anais... São Paulo: Fundação Cargill, 1992. p. 1-31.

KHAN, W.; RAYIRATH, U.P.; SUBRAMANIAN, S.; JITHESH, M.N.; RAYORATH, P.; HODGES, D.M.; CRITCHLEY, A.T.; CRAIGIE, J.S.; NORRIE, J.; PRITHIVIRAJ, B. **Seaweed extracts as biostimulants of plant growth and development.** *Journal of Plant Growth Regulation*, New York, v. 28, p. 386-399, 2009.

KIEHL, E.J. *Fertilizantes orgânicos.* São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492 p.

KLEIN, V. A. **Física do solo**. Ed. Universidade de Passo Fundo. 3o edição, 2014.

KOZIOL, M.J. Composición química. In: WAHLI, C. **Quinoa hacia su cultivo comercial**. Quito: Latinreco, p. 137-159, 1990.

Lal, R., & Shukla, M. K. (2004). **Principles of soil physics**. CRC Press.

LEPSCH, I. F.; BELLINAZZI JÚNIOR, R.; BERTOLINI, D.; ESPÍNDOLA, C. R. **Manual para levantamento utilitário do meio físico e classificação de terras no sistema de capacidade de uso: 4a. aproximação. 2. imp. rev.** Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 1991. 175p.

LEONARDOS, O. H.; THEODORO, S. C. H. **Fertilizer tropical soils for sustainable development**. Proceedings. International workshop on Science for Sustainable development in Latin America and Caribe. Rio de Janeiro: Academia Brasileira de Ciências, 1999. p. 143 - 153.

MAKINEN, O.E.; HAGER, A.S.; ARENT, E. **Localization and development of proteolytic activities in quinoa (*Chenopodium quinoa*) seeds during germination and early seedling growth**. Journal of Cereal Science, v. 1, n.6, p.1-6, 2014.

Marschner, H. Marschner's **Mineral Nutrition of Higher Plants**, 2012.

MIGUEL, P. S. B.; GOMES, F. T.; ROCHA, W. S. D.; MARTINS, C. E.; CARVALHO, C. A.; OLIVEIRA, A. V. **Efeitos tóxicos do alumínio no crescimento das plantas: mecanismos de tolerância, sintomas, efeitos fisiológicos, bioquímicos e controles genéticos**. CES revista, v. 24, p. 13-29, 2010. Montpellier, Francia, p. 49-64, 2014.

MUNGER, P.; BLEIHOLDER, H.; HACK, H.; HESS, M.; STAUSS, R.; BOOM, T.; ORTIZ, R.V., ZANABRIA, E., 1979. Plagas. **Quinoa y Kaniwa. Cultivos Andinos**. In: Tapia, M.E. (Ed.), Serie Libros y Materiales Educativos, vol. 49. Instituto

PIÃO, J. **PROTETOR SOLAR, EXTRATO DE ALGA E SUBSTÂNCIAS HÚMICAS NO CRESCIMENTO INICIAL DE PLANTAS DE CAFÉ EM CAMPO.** 2023. Universidade Federal de Mato Grosso do Sul Chapadão do Sul- MS.

PIRES, C.R.F.; LIMA, L.C.O.; VILAS BOAS, E.V.B.; ALVES, R.R. **Qualidade textural de tomates cultivados em substratos orgânicos submetidos à aplicação de substâncias húmicas.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 44, n. 11, p. 1467-1472, 2009.

RAMALHO FILHO, A.; BEEK, K.J. **Sistema de avaliação da aptidão agrícola das terras.** 3.ed. rev. Rio de Janeiro: EMBRAPACNPS, 1995. 65p.

RISI, J., GALWEY, N.W., 1984. **The Chenopodium grains of the Andes Inca crops for modern agriculture.** Advances in Applied Biology 10, 145–216.

ROCHA, J.E.S. **Seleção de genótipos de quinoa com características agronômicas e estabilidade de rendimento no planalto central.** 2008. 128 f. Dissertação (Mestrado Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, DF. 2008.

RUALES, J., NAIR, B. M. **Saponins, phytic acid, tannins and protease inhibitors in quinoa (*Chenopodium quinoa* Willd) seeds.** Food Chemistry, v.48, 1993.

SANTOS, J.F; GRANGEIRO,J; SILVA, E. SOUSA, J. **Produção de sorgo em função de cultivares e biofertilizantes bovino líquido.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável. Revista Verde (Mossoró–RN-Brasil), v. 8, n. 3, p. 156-162, jul–set , 2013.

SHUKLA, MARTIN, ADIL,BAJPAI, CRITCHEY E e PRITHIVIRAJ. **Bioestimulantes à base de Ascophyllum nodosum : aplicações sustentáveis na agricultura para a estimulação do crescimento vegetal, tolerância ao estresse e controle de doenças.** (2019).

SILVA, M.S.R. **Resposta de Plantas de Arroz a Aplicação de Ácido Húmico e Bactérias Promotoras de Crescimento.** 2018 - Universidade Federal Rural do Rio De Janeiro Instituto de Agronomia.

SILVA. ; GUIMARÃES. ; FREITAS. ; PELÁ. ; CARVALHO. **Ácidos húmicos para obtenção de maior massa fresca inicial em plantas de feijão comum ‘Pérola’.** Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável V. 11, Nº 2, p. 06-10, 2016.

SOUSA. **Crescimento, trocas gasosas e produtividade de beterraba em função de doses de substâncias húmicas e salinidade hídrica.** Areia-BP, 2017.

SOLANO; YAMASHITA. **CULTIVO DA SOJA EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS ENTRE LINHAS.** Revista Varia Scientia Agrárias v. 02, n.02, p. 35-47, 2012.

SPEHAR, C. R. **Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007.

SPEHAR, C.R. **Adaptação da quinoa (*Chenopodium quinoa* willd.) para incrementar a diversidade agrícola e alimentar no Brasil.** Cadernos de Ciência e Tecnologia, v. 23, n. 1, p.41-62, 2006.

SPEHAR, C.R. **Utilização da quinoa para diversificar alimentos.** In: **Simpósio sobre ingredientes na alimentação animal, Uberlândia.** Uberlândia, MG: Colégio Brasileiro de Nutrição Animal: UFU, 2002. 58p.

SPEHAR, C.R., SANTOS, R.L.B. **Aproveitamento alimentar, In: SPEHAR, C.R.; Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p. 71-79. 2007.

SPEHAR, C.R.; SANTOS, R.B.L. **Aproveitamento alimentar, In: SPEHAR, C.R.; Quinoa: alternativa para a diversificação agrícola e alimentar.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. p. 71-79.

SUN, Xiaojing; ZHAO, Li; GUO, Hongxia; et al. **Effects of Different N Fertilizer Doses on Phenology, Photosynthetic Fluorescence, and Yield of Quinoa.** Agronomy, v. 14, n. 5, p. 914, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/agronomy14050914>. Acesso em: 7 dez. 2024.

TAPIA, M. E. **El largo camino de la quinoa: Quiénes escribieron su historia?** In BAZILE, D, et al. Estado del arte de la quinoa em el mundo em 2013. Santiago/Montpellier: FAO/CIRAD, 2014. p. 3-10.

VAN OOSTEN, MJ, PAPA, O., DE PASCALE, S., SILLITE, S. e MAGGIO, A. (2017). **O papel dos bioestimulantes e bio efetores como aliviadores do estresse abiótico em plantas cultivadas.** Chem. Biol. Tecnol. Agrícola 4:5. doi: 10.1186/s40538-017-0089-5

WEBER, E. **Phenological growth stages of the cotton plant (*Gossypium hirsutum* L.): codification and description according to the BBCH scale.** Journal Agronomy & Crop Science, v.180, 1998.

WILSON, H.D. **Quinoa and relatives (*Chenopodium* sect. *Chenopodium* subsect. *Cellulata*).** Economic Botany, v. 44, p.92–110, 1990.

ZODAPE, S. T. Seaweeds As a Biofertilizer. Journal of Scientific and Industrial Research, v. 60, n. 5, p. 378–382, 2001.