



**UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E
AGRÁRIAS**

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM
CIÊNCIAS AGRÁRIAS (AGROECOLOGIA)**



**SISTEMAS AGROALIMENTARES DE BASE AGROECOLÓGICA:
CARACTERES MORFOFISIOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE TUBEROSAS
(*Ipomoea batatas* e *Dioscorea alata*) ADUBADAS COM COMPLEXOS
ORGÂNICOS LÍQUIDOS.**

TÚLIO MELO DE LUNA

Bananeiras – PB

2021

TÚLIO MELO DE LUNA

**SISTEMAS AGROALIMENTARES DE BASE AGROECOLÓGICA:
CARACTERES MORFOFISIOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE TUBEROSAS
(*Ipomoea batatas* e *Dioscorea alata*) ADUBADAS COM COMPLEXOS
ORGÂNICOS LÍQUIDOS.**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia) do Centro de Ciências Humanas, Sociais e Agrárias da Universidade Federal da Paraíba, como parte para a obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias (Agroecologia).

Grande Área: Agronomia / Fitotecnia / Manejo de agroecossistemas

Área de Concentração: Agroecologia e desenvolvimento rural sustentável.

Linha de Pesquisa: Desenvolvimento rural, Processos sociais e Produtos agroecológicos.

Orientador: Prof. Dr. Fredy Alvarado Roberto

Co-orientador: Prof. Dr. Álvaro Carlos Gonçalves Neto

Bananeiras - PB
2021

Catálogo na publicação
Seção de Catalogação e Classificação

L961ss Luna, Túlio Melo de.

Sistemas agroalimentares de base agroecológica:
caracteres morfofisiológicos e produtivos de tuberosas
(Ipomoea batatas e Dioscorea alata) adubadas com
complexos orgânicos líquidos. / Túlio Melo de Luna. -
Bananeiras, 2021.

94 f. : il.

Orientação: Fredy Alexander Alvarado Roberto.

Coorientação: Álvaro Carlos Gonçalves Neto.

Dissertação (Mestrado) - UFPB/CCHSA.

1. Fitotecnia. 2. Manejo de agroecossistemas. 3.
Trocas gasosas. I. Roberto, Fredy Alexander Alvarado.
II. Gonçalves Neto, Álvaro Carlos. III. Título.

UFPB/CCHSA-BANANEIRAS

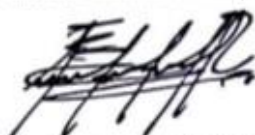
CDU 63(048)

UNIVERSIDADE FEDERAL DA PARAÍBA
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS (AGROECOLOGIA)

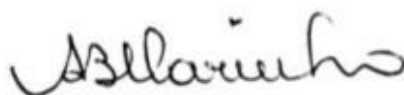
Sistemas agroalimentares de base agroecológica: caracteres morfofisiológicas e produtivas de
tuberosas (*Ipomoea batatas* e *Dioscorea alata*) adubadas com complexos orgânicos líquidos

Túlio Melo de Luna

Dissertação apresentada à banca examinadora formada pelos seguintes especialistas.



Fredy Alexander Alvarado Roberto
(orientador/UFPA)



Albanise Barbosa Marinho
(membro interno/PPGCAG/UFPA)



Ranoel José de Sousa Gonçalves
(membro externo ao Programa/ UFCG)

Aprovada em 16 de março de 2022.

Dedico

À toda minha família, pelo amor a mim
dedicado, motivo pelo qual nunca desistir.

AGRADECIMENTOS

À Deus e todos os encantos de luz, por ser minha fortaleza e por me permitir alcançar meus ideais.

À minha família, Anésia Melo, Beline Luna, Rhaysa Oliveira, Etiene Melo, Wellington Melo, Diego Luna, Paloma Emerenciano, Bernardo Luna, Doraci Lopes, Luis Lopes, Socorro Melo, Antonio Jorge, Ana Paula, Maya Porto, Lindinalva Oliveira, Rhonady Oliveira, Rhayra Oliveira e Graça Melo, pessoas que foram indispensáveis e me ajudaram a construir todos esses momentos dessa jornada e na minha vida.

À memória da minha avó Maria do Socorro Melo e do meu Tio Elian Jorge de Melo, por sempre me incentivarem na busca do conhecimento e das tecnologias. Ela, sempre dizia que minhas mãos eram boas para as plantas e a pessoa quem era autorizado e sempre requisitado para fazer o manejo no quintal da nossa casa. Além de afirmar que iria me ver Engenheiro e trabalhando no campo, porém, não conseguiu ver presencialmente, mas está cuidando de todos nós, com muito carinho, cuidado e afeto de onde estiver. Muito obrigado por incentivar a minha paixão pelas plantas. Isso fortalece a minha convicção de estar no caminho certo. Ao Tio Elian, foi um homem à frente do seu tempo. Dotado de múltiplas qualidades, habilidades e defeitos também, mas quem não tem. Dominava e conversava sobre qualquer assunto que surgisse. Além de me explicar como as máquinas funcionavam e a rapidez do surgimento de novas tecnologias, capacitores, processadores, placas e de como a pessoa precisava sempre se atualizar, se informar e estudar, tudo isso, enquanto trabalhava na sua oficina na garagem de nossa casa. Aprendizado imenso. Recordo-me sempre de vocês.

À minha Tia Etiene Mirtes de Melo Rego Barros, por sempre ser esse ser humano incrível, que esteve sempre no apoio e manutenção da nossa família e que porventura, me apoiou incondicionalmente em todas as minhas decisões profissionais e pessoais. Pela qual, sem a senhora, o sonho deste mestrado não seria possível. Agradeço imensamente por toda fortaleza que és para todos nós.

À minha esposa Rhaysa Oliveira, que sempre esteve presente em quase todos os momentos importantes da minha vida, afinal são 11 anos de convivência diária, onde já passamos e vencemos muitas etapas da vida juntos. Apoiando-nos sempre e todas as pessoas que nos cerca. De uma grandiosidade sem igual, dotada dos melhores valores que um ser humano pode ter. Caridosa, solidária, presente, organizada e atuante, em todas as questões que se envolve. Pelo qual, admiro bastante, amo muito e tenho como exemplo de profissional e ser humano.

Ao Prof. Dr. Fredy Alvarado Roberto e Prof. Dr. Álvaro Carlos Gonçalves Neto pela orientação, paciência e por acreditar no potencial que temos de desenvolver pesquisas de alto nível, que contribuirá sobremaneira na construção da agroecologia e das Ciências Agrárias.

Ao agricultor Dárcio Kleber, por topar a ideia inovadora no cultivo do inhame, também por ceder o espaço, tempo de trabalho e trabalhadores assalariados agrícolas, pelo qual agradeço imensamente a todos esses, em nome do “Delega”, trabalhador forte, competente e esforçado, como exemplo de Dárcio, que é um agricultor abnegado e que acredita na possível conversão agroecológica, e com este trabalho, sedimenta um protocolo a ser usado na propriedade para a produção de plantas alimentícias.

Ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias (Agroecologia) que me proporcionou a estrutura necessária para o desenvolvimento dessa importante pesquisa.

A toda equipe de pesquisa, Fredy Alvarado, Álvaro Carlos, Rhaysa Oliveira, Dárcio Kleber, Jameson Santos, Adriano Lopes, Marcos Fabrício, Rayza Santos e Gleydson Júnior, que me ajudaram nesta pesquisa, cada um à sua maneira, mas de fundamental importância para o resultado exitoso deste trabalho, serei sempre grato.

A CAPES pela bolsa concedida, durante a realização de todo o curso de mestrado.

RESUMO

LUNA, Túlio Melo de. Universidade Federal da Paraíba, dezembro 2021. **Sistemas agroalimentares de base agroecológica: caracteres morfofisiológicas e produtivas de tuberosas (*Ipomoea batatas* e *Dioscorea alata*) adubadas com complexos orgânicos líquidos.** Orientador: Prof. Dr. Fredy Alexander Alvarado Roberto.

Ao passar do tempo, fica mais evidente, que os arranjos agroalimentares irrompem como a principal potência, que dará suporte às transformações fundamentais do planeta. O objetivo da pesquisa foi avaliar a adubação orgânica e mineral sobre a produção e as trocas gasosas nas culturas do inhame e da batata doce. A pesquisa foi conduzida em campo, na condição de sequeiro, no período de janeiro a setembro de 2021, no povoado de Cupissura, município de Caaporã-PB. Foram instalados dois experimentos, o primeiro com a cultura da Batata-doce e utilizou-se o fatorial triplo ($2 \times 5 \times 3$), correspondendo à utilização de duas fontes de complexos orgânicos, cinco doses (0; 1,5; 03; 4,5 e 06 L ha⁻¹) e três espaçamentos (20, 30, e 40 cm respectivamente) com quatro repetições. No segundo experimento a cultura analisada foi o inhame São Tomé (*Dioscorea alata*), em delineamento experimental de blocos ao acaso, em esquema fatorial (2×5) + 2, com quatro repetições, correspondendo ao plantio da semente covinha (mamita) com cinco doses de adubação do complexos orgânicos (0; 5; 10; 15; 20 L ha⁻¹, com e sem a utilização de esterco, além dos tratamentos adicionais T11 – Semente comercial, com esterco e 10 L ha⁻¹ do complexo orgânico; T12 – Semente comercial, com esterco e NPK. Determinou-se a fotossíntese líquida (A), condutância estomática (gs), transpiração (E), concentração intercelular de CO₂ (Ci), concentração intercelular e extracelular de CO₂ (Ci/Ca), eficiência do uso da água (WUE), eficiência intrínseca do uso de água (iWUE), utilizou-se o analisador de gás infravermelho (IRGA®). As variáveis biofísicas foram submetidas a análise de variância, cujos resultados mostram que houve interação entre as formas de aplicação e doses dos complexos orgânicos para as variáveis (A), (gs), (E), (Ci), (Ci/Ca), (WUE), (iWUE), Comprimento, Diâmetro, PTP, PC. A adubação com os complexos orgânicos, nesta pesquisa, demonstrou ser mais eficiente para a produção de túberas alimentícias do que com o tratamento adicional com NPK.

Palavras-chaves: Fitotecnia, manejo de agroecossistemas, trocas gasosas.

ABSTRACT

LUNA, Túlio Melo de. Federal University of Paraíba, December 2021. **Agroecological based agroalimentary systems: morphophysiological and productive characters of tuberous plants (*Ipomoea batatas* and *Dioscorea alata*) fertilized with liquid organic complexes.** Advisor: Prof. Dr. Fredy Alexander Alvarado Roberto.

As time goes by, it becomes more evident, that agri-food arrangements are emerging as the main power, which will support the fundamental transformations of the planet. The objective of the research was to evaluate organic and mineral fertilization on production and gas exchange in yam and sweet potato crops. The research was conducted in the field, under dryland conditions, from January to September 2021, in the village of Cupissura, municipality of Caaporã-PB. Two experiments were installed, the first with sweet potato culture and used a triple factorial ($2 \times 5 \times 3$), corresponding to the use of two sources of organic complexes, five doses (0; 1.5; 03; 4.5 and 06 L ha⁻¹) and three spacings (20, 30, and 40 cm respectively) with four repetitions. In the second experiment the crop analyzed was the yam São Tomé (*Dioscorea alata*), in a randomized block experimental design, in factorial scheme (2×5) + 2, with four repetitions, corresponding to the planting of the dimpled seed (mamita) with five doses of organic complex fertilization (0; 5; 10; 15; 20 L ha⁻¹, with and without the use of manure, plus the additional treatments T11 - Commercial seed, with manure and 10 L ha⁻¹ of the organic complex; T12 - Commercial seed, with manure and NPK. Net photosynthesis (A), stomatal conductance (gs), transpiration (E), intercellular CO₂ concentration (Ci), intercellular and extracellular CO₂ concentration (Ci/Ca), water use efficiency (WUE), intrinsic water use efficiency (iWUE) were determined using an infrared gas analyzer (IRGA®). The biophysical variables were submitted to variance analysis, whose results show that there was interaction between the forms of application and doses of organic complexes for the variables (A), (gs), (E), (Ci), (Ci/Ca), (WUE), (iWUE), Length, Diameter, PTP, PC. Fertilization with the organic complexes, in this research, proved to be more efficient for the production of food tubers than with the additional treatment with NPK.

Key words: Phytotechnology, agroecosystem management, gas exchanges.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Valores totais da precipitação (P), número de dias sem chuva (NC), e médias de temperatura (T), umidade relativa do ar (UR), obtidos durante o período experimental, Caaporã - PB, 2021.	29
Tabela 2 - Atributos químicos do solo na camada de 0 - 25 cm e 25 – 50 cm de profundidade da área experimental realizada antes da adubação com os complexos orgânicos. PPGCAG/CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.....	31
Tabela 3 - Resumo da análise de variância para as variáveis, Concentração interna de CO ₂ (Ci), Fotossíntese líquida (A), Condutância estomática (gs), Transpiração (E), Eficiência instantânea de uso da água (WUE), Eficiência intrínseca do uso de água (iWUE) e Concentração intercelular e extracelular de CO ₂ (Ci/Ca) da cultura da batata doce com fatorial triplo em produção e fontes de adubação orgânica em diferentes espaçamentos (ESP). PPGCAG/CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.....	36
Tabela 4 - Valores totais da precipitação (P), número de dias sem chuva (NC), e médias de temperatura (T), umidade relativa do ar (UR), obtidos durante o período experimental, Caaporã, PB, 2021.....	49
Tabela 5 - Atributos químicos do solo na camada de 0 - 25 cm e 25 – 50 cm de profundidade da área experimental realizada antes da adubação com os complexos orgânicos. PPGCAG/CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.....	51
Tabela 6 - Caracterização das fases de vida da cultura do Inhame (<i>Dioscorea alata</i>) , Caaporã – PB, Janeiro a setembro de 2021.....	62
Tabela 7 - Resumo da análise de variância para as variáveis, Concentração interna de CO ₂ (Ci), Fotossíntese líquida (A), Condutância estomática (gs), Transpiração (E), Eficiência instantânea de uso da água (WUE), Eficiência intrínseca do uso de água (iWUE) da cultura do Inhame. PPGCAG/CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.	63
Tabela 8 - Resumo da análise de variância para as variáveis, Comprimento, Diâmetro, Peso total da parcela (PTP) e Produtividade (P) da cultura do Inhame São Tomé, em função da utilização de sementes mamitas, adubação com esterco e doses de ácidos orgânicos. PPGCAG/CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.....	65
Tabela 9 - Resumo dos testes de médias para as variáveis Condutância estomática (gs), Fotossíntese líquida (A), Transpiração (E), Concentração interna de CO ₂ (Ci), Eficiência do uso da água (WUE) e Eficiência intrínseca do uso da água (iWUE) em função das doses de complexos orgânicos e os tratamentos adicionais. PPGCAG/CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.....	71
Tabela 10 - Dados biométricos e resumo do teste de média para a variável comprimento, PPGCAG/CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.....	73

Tabela 11 - Dados biométricos e resumo do teste de média para a variável diâmetro, PPGCAG/CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.....	74
Tabela 12 - Dados biométricos e resumo do teste de média para as variáveis, peso total da parcela (PTP), PPGCAG/CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.	75
Tabela 13 - Dados biométricos e resumo do teste de média para as variáveis, Peso comercial da parcela (PC), PPGCAG/CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.	76

LISTA DE FIGURAS

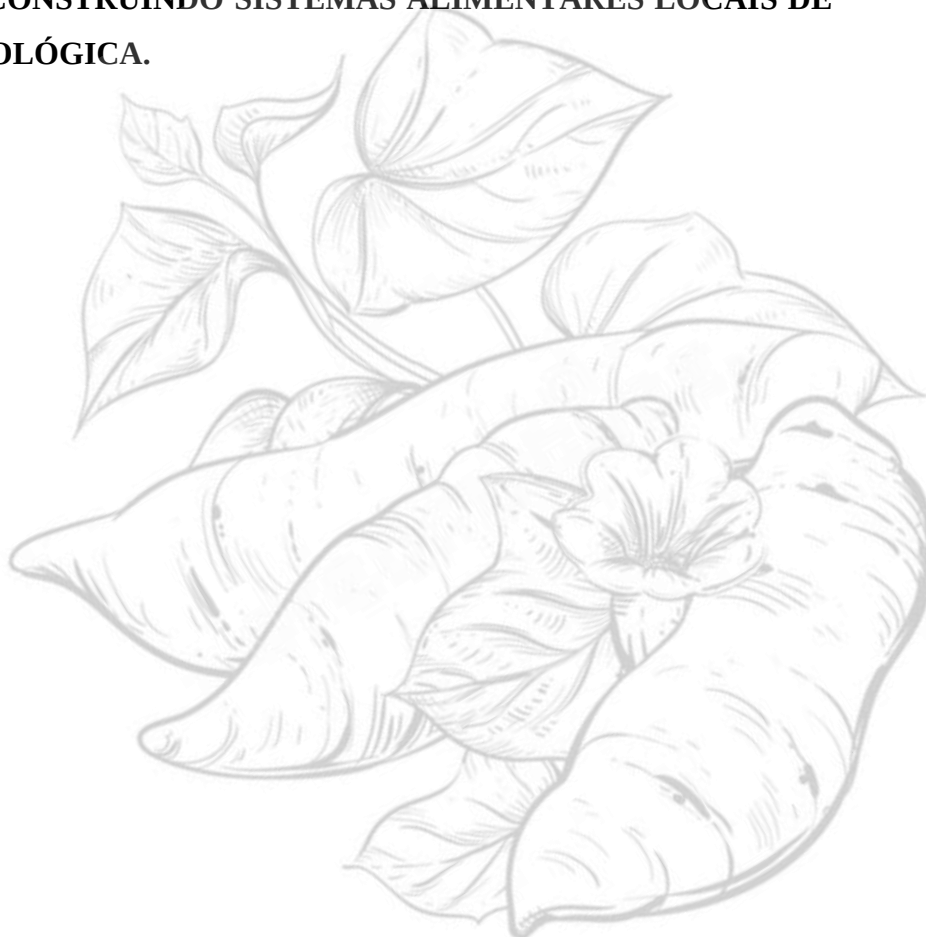
Figura 1 - Representação gráfica das eras geológicas.....	16
Figura 2 - Localização da área experimental.	29
Figura 3 - Disposição das ramas nos espaçamentos 20, 30 e 40 cm.	34
Figura 4 - Fotossíntese líquida (A) (a), Concentração interna de CO ₂ (Ci) (b) e Concentração intercelular e extracelular de CO ₂ (Ci/Ca) (c) da cultura da batata doce em função das doses de complexo orgânico para as diferentes fontes de adubação orgânica, MatrizG (●).....	37
Figura 5 - Concentração interna de CO ₂ (Ci) (a), concentração intercelular e extracelular de CO ₂ (Ci/Ca) (b) e Transpiração (E) (c) da cultura da batata doce sob diferentes fontes de adubação e espaçamento. PPGCAG/ CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.....	38
Figura 6 - Eficiência intrínseca do uso da água (iWUE) (a) e Condutância estomática (gs) (b) em função dos diferentes espaçamentos utilizados para diferentes fontes de complexo orgânico.	40
Figura 7 - Eficiência do uso da água (WUE) em função das doses de complexos orgânicos (a) e dos espaçamentos utilizados (b).	41
Figura 8 - Desenvolvimento das raízes tuberosas de batata-doce sob diferentes regimes de temperatura (Foto: K. Raja Reddy).	42
Figura 9 - Localização da área experimental do Inhame.	48
Figura 10 - Marcador de plantio em formato de compasso.....	54
Figura 11 - Adubação de Fundação.....	55
Figura 12 - Aplicação dos complexos orgânicos no fundo dos berços de plantio.....	56
Figura 13 - Seleção e coleta das sementes “mamita” ou “cavinha”, utilizadas no plantio.	57
Figura 14 - Semente na fase de brotação.	58
Figura 15 - Tubérculo alimentício em fase de maturação.....	59
Figura 16 - Tubérculo alimentício maduro.....	60
Figura 17 - Eficiência do uso da água (WUE) em relação às concentrações de adubação com os complexos orgânicos.	68
Figura 18 - Eficiência intrínseca do uso da água (iWUE) em relação às concentrações de adubação com os complexos orgânicos.....	69

SUMÁRIO

1	CAPÍTULO I – CONSTRUINDO SISTEMAS ALIMENTARES LOCAIS DE BASE AGROECOLÓGICA.....	14
1.1	CRISES GLOBAIS DA CIVILIZAÇÃO MODERNA.....	15
1.2	TROCAS GASOSAS EM AGROECOSSISTEMAS TROPICAIS	17
1.3	COMPLEXOS ORGÂNICOS E BIOESTIMULANTES: UMA FERRAMENTA NUTRICIONAL PARA A AGRICULTURA.....	18
1.3.1.	FONTES DE CARBONO ORGÂNICO	20
1.3.2.	SUBSTÂNCIAS HÚMICAS	20
1.3.3.	EFEITOS DOS COMPLEXOS ORGÂNCIOS NAS PLANTAS CULTIVADAS.....	21
2	CAPÍTULO II - CARACTERES MORFOFISIOLÓGICOS E PRODUTIVOS DE BATATA DOCE (<i>Ipomoea batatas</i>) ADUBADAS COM COMPLEXOS ORGÂNICOS LÍQUIDOS EM DIFERENTES ESPAÇAMENTOS.	24
2.1	INTRODUÇÃO	25
2.2	MATERIAL E MÉTODOS	28
2.2.1.	ÁREA EXPERIMENTAL.....	28
2.2.2.	VARIÁVEIS CLIMÁTICAS.....	29
2.2.3.	ANÁLISE DE SOLO	30
2.2.4.	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL	33
2.2.5.	ADUBAÇÃO ORGÂNICA E PREPARO DA ÁREA	33
2.2.6.	TROCAS GASOSAS	34
2.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	35
2.4	CONCLUSÃO	43
3	CAPÍTULO III - COMPLEXOS ORGÂNICOS NA PRODUÇÃO E TROCAS GASOSAS DE INHAME SÃO TOMÉ (<i>Dioscorea alata</i>).....	44
3.1	INTRODUÇÃO	45
3.2	MATERIAL E MÉTODOS	48
3.2.1.	ÁREA EXPERIMENTAL.....	48
3.2.2.	DADOS CLIMÁTICOS	48
3.2.3.	ANÁLISE DE SOLO	49
3.2.4.	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS	53
3.2.5.	PREPARO DA ÁREA DE PLANTIO	53
3.2.6.	ADUBAÇÃO ORGÂNICA E NPK.....	54
3.2.7.	SEMEADURA E ESPAÇAMENTO	56
3.2.8.	CARACTERIZAÇÃO DAS FASES DE DESENVOLVIMENTO	58
3.2.9.	TROCAS GASOSAS	60
3.3	RESULTADOS E DISCUSSÃO	61
3.4	CONCLUSÃO	76
4	CONSIDERAÇÕES FINAIS	78
5	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	79



**1 CAPÍTULO I – CONSTRUINDO SISTEMAS ALIMENTARES LOCAIS DE
BASE AGROECOLÓGICA.**



1.1 CRISES GLOBAIS DA CIVILIZAÇÃO MODERNA

Podemos afirmar que estamos vivenciando um tempo de divisão histórica. Um momento que exige decisões fundamentais frente às crises globais que se alimentam reciprocamente, expondo os limites da civilização moderna. Essa referida crise, mostramos em cores vivas, a partir do ano de 2008, quando se visualizou um notável aumento na instabilidade global, intensificou-se as turbulências sociais, econômicas, políticas, ambientais e climáticas. Diante da convergência e da interconexão das crises ambientais e sociais históricas, já não resta dúvidas de que vivenciamos uma crise ímpar, de caráter estrutural. Crises estruturais exigem soluções estruturais (ARBENZ, 2019).

Ao passar do tempo, fica mais evidente, que os arranjos agroalimentares irrompem como a principal potência, que dará suporte às transformações fundamentais do planeta, ao mesmo tempo em que se coloca como o setor econômico mais abalado por essas mesmas transformações. As condições climáticas e ecológicas para a agricultura (solos férteis, água limpa, biodiversidade e clima estável) estão se esvaindo de maneira alarmante e acelerada, devido ao atual modelo de produção, distribuição, processamento e consumo dos alimentos. Desta forma, resolver esse paradoxo é urgente (PETERSEN, 2019).

Nos dias atuais, vivenciamos o período Quaternário dentro da era Cenozoica (as cores mais quentes no topo da Figura 1. Dentro desse período, existem épocas que facilitam a divisão de um grande período de tempo para o seu entendimento. O quaternário é, atualmente, compreende duas épocas: o Pleistoceno e o Holoceno (COLLETI, 2015).

O prefixo grego “antropo” significa humano; e o sufixo “ceno” denota as eras geológicas. A alegação do uso, por muitos cientistas, é que a atividade humana começou realmente a ter impacto com o advento da agricultura e dos modos de vida sedentários. Anteriormente, nos comportávamos como o resto dos animais que vivem no planeta terra: estarmos sempre de mudança, na busca por lugares melhores, em busca de alimento e em grupos menores. Com a compreensão da dinâmica da vida, em relação à criação de animais e também a produção de alimentos, o ser humano começou a dedicar o seu tempo para criar e assim, ampliar as oportunidades até então jamais imaginadas. Desta forma, o

consumo de alimentos (ARBENZ, 2019). Ainda que, diversas evidências indiquem a Agroecologia como uma estratégia eficaz na superação da crise socioecológica atual, percebe-se que os governos incumbidos pelo gerenciamento dos processos que envolvem os sistemas alimentares locais de base agroecológica – SALBA's, tão pouco colocam em prática essas orientações.

1.2 TROCAS GASOSAS EM AGROECOSSISTEMAS TROPICAIS

Quando se fala das relações hídricas e trocas gasosas nos agroecossistemas tropicais, os aparelhos de controle de fechamento e abertura estomática auferem atenção especial, uma vez que essas estruturas proporcionam a perda de vapor d'água pela planta no processo de transpiração. Considerando que no processo de transpiração, a mobilidade do vapor d'água entre a folha e a atmosfera ocorre às custas de uma taxa de concentração de vapor d'água entre esses meios, admitindo que, obrigatoriamente, este fator precisa ser maior nos espaços intercelulares, pode-se inferir que a transpiração não é coordenada apenas pelo grau de abertura estomática (KRAMER; BOYER, 1995). Isto porque, mesmo com os estômatos abertos, se a concentração de vapor d'água na folha for inferior a da atmosfera circundante, a transpiração é nula ou extremamente baixa. Esse fenômeno pode ser observado quando o ar se encontra saturado, no qual geralmente a temperatura do ar é maior que a da folha (KRAMER; BOYER, 1995).

Em verdade, é bem compreendido que múltiplas variáveis ambientais, tais como, o déficit de pressão de vapor (DPV), a temperatura da folha, a radiação incidente e a umidade relativa do ar, induzem sobremaneira as taxas de condutância estomática (gs), logo, influem na transpiração. O déficit de pressão de vapor d'água entre a folha e a atmosfera é calculado com base na temperatura e umidade relativa do ar (UR) além da temperatura da folha (OLIVEIRA, 2005).

Ao longo de um dia em pleno sol nas regiões tropicais (ausência de nuvens ou tempo nublado), a radiância tem pontos mínimos nas primeiras horas da manhã e no final da tarde; e com pico máximo iniciando por volta de meio-dia, podendo ser representada por uma função de segundo grau (parábola). Desta forma, o crescimento da radiação traduz-se frequentemente em aumento na temperatura do ar e da folha, com consequente

diminuição da umidade relativa, resultando, em última instância, no incremento do DPV, que em geral também pode ser descrito por uma função de segundo grau, cujo máximo ocorre entre 12:00 e 14:00 h (TAIZ e ZEIGER, 2009).

A resiliência das plantas à seca é um conjunto complexo de adaptações que operam de forma coletiva ou de forma isolada, para suportar ou evitar intervalos longos de déficit hídrico. Desta forma, períodos de estiagem tornam limitante aos bons níveis de produtividade das plantas, sempre que a deficiência da água for suficiente para interferir na assimilação de carbono e produção de fotoassimilados (CORDEIRO et al, 2009). O potencial hídrico depende de uma série de componentes, destacando-se a componente osmótica ou potencial osmótico (Ψ_s), que, por seu turno, é dependente da concentração de solutos do meio (KRAMER; BOYER, 1995).

Desta forma, todas as vezes que um solo perde água por evapotranspiração, evaporação ou percolação, o Ψ_s do mesmo é notadamente reduzido até que a água do solo seja reintroduzida. Ademais, com a perda contínua de água do solo, o potencial hídrico também passa a ser coordenado pelo seu potencial matricial (Ψ_m), uma vez que a água disponível para as raízes passa a ficar mais fortemente retida a matriz coloidal do solo (KRAMER; BOYER, 1995). As mesmas respostas podem ser encontradas em plantios de café conilon que foram submetidos ao déficit hídrico, onde que, com poucas variações no potencial hídrico pela manhã, favoreceram o rápido decréscimo na gs, decréscimo este, de caráter logarítmico (PINHEIRO et al., 2005). O mesmo tendo sido observado em árvores de kiwi (GUCCI et al., 1996), acerola (NOGUEIRA et al., 2001) e em várias outras espécies arbóreas do cerrado (PEREZ; MORAES, 1991).

1.3 COMPLEXOS ORGÂNICOS E BIOESTIMULANTES: UMA FERRAMENTA NUTRICIONAL PARA A AGRICULTURA.

Um solo que pode ser considerado produtivo é aquele que ostenta equilíbrio nas condições biológicas, químicas e físicas. O manejo sustentável do agroecossistema é uma concepção complexa e bastante ampla, que necessita de tecnologia e conhecimento especializado. Progressivamente, mais agricultoras e agricultores estão utilizando os ácidos orgânicos para o processo de recuperação e conservação da qualidade do solo, em

especial os fúlvicos e húmicos. Diversas são as benesses que estes tipos de ácidos propiciam ao solo, entre elas, atuam na composição física, reduzem a resistência do solo, deixando-o mais poroso (MOREIRA, 2006).

A utilização de resíduos orgânicos na produção de alimentos torna-se cada vez mais convidativa economicamente e ambientalmente sobretudo pela ciclagem de carbono e nutrientes no solo. Ainda mais com a elevação expressiva do preço dos adubos comerciais. Este cenário favorece a ampliação de investigações que busquem analisar a efetividade técnica e econômica de seu uso na agricultura (MORAL *et al.*, 2005).

O ácido fúlvico, por ser uma molécula pequena, também se torna uma fonte de alimento para pequenos microrganismos, como fungos e bactérias. Em consequência, há um aumento na produção orgânica e de exsudatos, que auxiliam na liberação de nutrientes, promovendo um efeito direto sobre o solo. Os ácidos orgânicos desempenham funções importantíssimas na relação solo-planta, influenciando diretamente na estrutura física, química e microbiológica dos solos, além de afetar o metabolismo e crescimento das plantas (SILVA, 2007).

Com relação às melhorias químicas, além dos ácidos orgânicos, os aminoácidos também têm papel importante na ação complexante de nutrientes. No caso dos ácidos fúlvicos, os quais possuem propriedades redutoras, combinam-se com óxidos de ferro e de alumínio, argilas e outros compostos orgânicos, além de formarem complexos estáveis com Fe, Cu, Ca e Mg (PRIMO, 2011).

Tal ação desfavorece a manutenção de íons metálicos na solução do solo e, assim, promovem redução da toxidez destes elementos. Além disso, aumentam o poder tampão dos solos, reduzindo as variações de pH do meio. O incremento de fósforo solúvel através da complexação de Fe^{+2} e Al^{+3} em solos ácidos e do Ca^{+2} em solos alcalinos, também são características dos ácidos orgânicos (PINHEIRO, 2010).

Estudos identificaram a eficiência das substâncias húmicas em complexar certos metais pesados como mercúrio e níquel em solos de cultivo, e que o uso dessas substâncias reduziu o nível de mercúrio em função da relação entre a quantidade de mercúrio e a fração húmica, independente do pH do solo. Esta capacidade dos ácidos húmicos e fúlvicos de complexar certos metais traz benefícios para os solos cultiváveis,

já que podem complexar ferro de forma que façam parte da sua configuração e, por consequência, atribuir maior fertilidade ao solo de cultivo (PIMENTA, 2009).

Já em relação às interferências no metabolismo das plantas, devido à sua alta capacidade de troca catiônica, possuem a propriedade de complexar e, com isso, disponibilizar cátions às plantas, principalmente micronutrientes. Os ácidos orgânicos irão atuar diretamente na biologia do solo, tratando-se de uma fonte energética (carbono orgânico) para os microrganismos. Quanto maior for o teor de carbono orgânico de um material, maior será a fonte nutricional para a atividade microbiológica e maiores serão os benefícios (BERG, 2006).

1.3.1. FONTES DE CARBONO ORGÂNICO

O nosso maior reservatório de carbono, é o solo. Em sua grande parte, na matéria orgânica do solo - MOS. Encontramos um sistema ativo e aberto, onde existe uma grande deposição de resíduos, advindos da fitomassa, que é a principal fonte, e também de animais. A sua concentração no solo é bastante variável, por possuir relação direta com o agroecossistema utilizado e o manejo praticado. Quando bem feito, há grande concentração de estoque de carbono orgânico, que reduz e contribui para a redução das emissões de dióxido de carbono (CO₂) à atmosfera (FREIXO et al., 2002).

Os complexos orgânicos operam para a melhoria das condições do solo, desta forma, a sua relevância nos sistemas agrícolas é elevada, sendo que estas substâncias, fazem parte na proporção maior que 60% da MOS e são as principais integrantes dos fertilizantes orgânicos. Também são conhecidas por conter quantidades significativas de nutrientes. Estes complexos são oriundos da extração de turfas ou de minas com origem em rochas sedimentares formadas a mais de 80 milhões de anos (STEVENSON, 1994; CARON et al., 2015).

1.3.2. SUBSTÂNCIAS HÚMICAS

As substâncias húmicas - SH podem ser obtidas a contar da degradação bioquímica de vários compostos orgânicos, como, por exemplo, a celulose, hemicelulose,

lignina, aminoácidos e açúcares (MARCHI et al., 2008), também pela ação microbiana, data vênica, as dinâmicas bioquímicas envolvidas são pouco conhecidas (BALDOTTO et al., 2012).

Essas substâncias húmicas são geralmente especificadas e categorizadas por: ácidos húmicos, ácidos fúlvicos e humina. Onde, os ácidos húmicos são obtidos em meio alcalino e insolúveis em meio ácido (PICCOLO *et al.*, 1996), assim como os ácidos fúlvicos. E a humina é insolúvel tanto em meio ácido como no alcalino (HAYES *et al.*, 1989). A condição de mineralização de matéria orgânica está ligada ao predomínio de uma das frações de substâncias húmicas. O que está diretamente relacionado com a absorção de nitrogênio a estrutura húmica (PIZAURO Jr; MELO, 1995).

As SH interagem com o metabolismo primário e secundário das culturas, dando suporte à dinâmica de transporte de íons, favorecendo a produção de auxinas, giberelinas e citoquininas, auxiliando no desenvolvimento vegetal, também atuando no aumento da respiração e consequentemente na maior atividade de reação enzimática no ciclo de Krebs, resultando em maior produção de ATP, acréscimo na síntese de ácidos nucleicos (NANNIPIERI et al., 1993) e como observado pelos pesquisadores Silva et al (2011), há um aumento na concentração de clorofila. Analisando os parâmetros morfofisiológicos, as SH também participam do crescimento e desenvolvimento, produzindo aumento e desenvolvimento do sistema radicular das plantas, na produção de flores, frutos, sementes e da biomassa da parte aérea (BALDOTTO et al., 2012; CANELLAS et al., 2008; SCHIAVON et al., 2010; SILVA et al., 2011; TREVISAN et al., 2011; WANGEN et al., 2013; CARON et al., 2015).

1.3.3. EFEITOS DOS COMPLEXOS ORGÂNICOS NAS PLANTAS CULTIVADAS

Nos vegetais, os complexos orgânicos podem favorecer seu desenvolvimento, alterando tanto a parte aérea quanto o sistema radicular (RODDA et al., 2006). Alguns autores propuseram que eles promovam o crescimento da planta, melhorando a biodisponibilidade de certos nutrientes no solo (CHEN; CLAPP; MAGEN, 2004), enquanto outros sugerem que os ácidos orgânicos podem afetar diretamente o metabolismo das plantas (NARDI et al., 2002).

A referida ação estimulante pode ser atribuída, hegemonicamente, a um efeito direto proveniente dos hormônios vegetais ou também, no desempenho hormonal das plantas, em especial ao hormônio auxina (MORA et al., 2010; TREVISAN et al., 2011). Esta característica primária, de atuação congênere ao hormônio auxina nas plantas, seria o principal fator biológico responsável pelos diversos efeitos benéficos sobre as plantas, como o desenvolvimento da raiz lateral que é controlado pela auxina (ZANDONADI; CANELLAS; FAÇANHA, 2007; DOBBSS et al., 2010; CANELLAS et al., 2011; CALVO; NELSON; KLOEPPER, 2014). É evidente a modificação no crescimento e arquitetura da raiz, através do desenvolvimento de raízes laterais (CANELLAS et al., 2002).

O aumento da matéria seca da parte aérea e também das raízes, bem como na absorção e armazenamento de nutrientes, devido ao uso de complexos orgânicos, puderam ser observados em várias culturas como: batata (HOPKINS; STARK, 2003; SELIM; EL-NEKLAWY; EL-ASHRY, 2009; ŞAHIN; KARAMAN; GEBOLOGLU, 2014; SUH; YOO; SUH, 2014; ABU-ZINADA; SEKH-ELEID, 2015; AZAM SHAH et al., 2016), batata-doce (EL-SAYED et al., 2011), feijão (ABBAS et al., 2013), milho (CANELLAS et al., 2002; VACCARO et al., 2015), cana-de-açúcar (CIVIERO et al., 2014), morango (AMERI; TEHRANIFAR, 2012), alface (BORCIONI; MÓGOR, 2016), pepino (MORA et al., 2010) abacaxi (BALDOTTO et al., 2010), gladiolo (AHMAD et al., 2013) e crisântemo (FAN et al., 2014). Porém, pouco se conhece sobre efeito da adição de complexos orgânicos na resposta das plantas alimentícias e com solos em diferentes texturas.

Uma SH que possui elevada quantidade de nutrientes para ser incorporado nas áreas produtivas, é a leonardita (FERNÁNDEZ-ESCOBAR *et al.*, 1996). Esta substância, por sua vez, favorece o maior desenvolvimento fisiológico das plantas cultivadas, ao expandir sua capacidade de extração de nutrientes da fração do solo, acentuar a produção energética mediante o aporte do volume radicular e dessa forma proporciona uma maior resiliência e resistência dos vegetais às crises climáticas globais (OLIVEIRA; SOUSA, 2016).

A Leonardita pode ser encontrada através das turfas, de rochas sedimentares, também podem ser produzidas por meio de um processo de degradação de animais e vegetais em húmus ou através da mineralização destes ao longo de bilhões de anos nas camadas do

solo (ZELEDÓN-TORUNO *et al.* 2007). Durante o seu procedimento de mineralização, a leonardita é sujeita ao processo de coalificação, onde acontece a transformação do componente vegetal em carvão, depois da decomposição geoquímica e bioquímica (KAYA *et al.*, 2020).

Considerado um mineralóide, a leonardita possui em sua composição, substâncias húmicas em abundância como ácido húmico, ácido fúlvico e huminas, e cerca de 50 a mais de 75% de matéria orgânica (JACKSON; MEHL; NEUENDORF, 2008).

O processo de lixiviação alcalina da leonardita possibilita a retirada de suas substâncias húmicas. Os agentes lixiviantes comumente utilizados são solventes alcalinos como o pirofosfato de sódio, amônia, hidróxido de potássio e sódio (SAITO; SECKLER, 2014).

As propriedades constitutivas da leonardita irão variar de acordo com o local da coleta do material. Porém, de modo geral, os estudos revelam que os macros e micronutrientes estão presentes em grandes quantidades. Inúmeros estudos foram realizados em localidades distintas e revelaram que os macronutrientes incluindo azoto total (% N) e potássio total (% K) variaram de 0,25 a 1,79%, e 0,84 a 3,97 %. No entanto, em todos os trabalhos os valores totais de fósforo total (% P) foram muito baixos (JOHN, *et al.*, 1998; ALFREDO, *et al.*, 2005; HALIL *et al.*, 2011; RATANAPROMMANEE, *et al.*, 2017).

As SH têm revelada eficiência no cultivo de diversas espécies de plantas alimentícias, além de facilidade de extração a partir do carvão mineral, por exemplo (XUDAN, 1986). Schneider (2020) asseverou que o fertilizante à base de leonardita, utilizado no plantio da cultura da soja, melhorou a disponibilidade de fósforo no solo nas camadas de 10-15 cm e de 15-20 cm, com melhores resultados encontrados para as doses de 2,6 e de 2,8 L ha⁻¹. Sanli, *et al.* (2013) relataram um aumento acentuado na produção de tubérculos de batata por aplicação exógena de leonardita a 400 kg ha⁻¹.

A aplicação de ácido húmico leva a um aumento em alguns bioquímicos essenciais da planta, como ácidos nucleicos, vitaminas, aminoácidos, nutrientes e melhora as propriedades químicas do solo (TAN, 2014).

**2 CAPÍTULO II - CARACTERES MORFOFISIOLÓGICOS E PRODUTIVOS
DE BATATA DOCE (*IPOMOEA BATATAS*) ADUBADAS COM
COMPLEXOS ORGÂNICOS LÍQUIDOS EM DIFERENTES
ESPAÇAMENTOS.**

2.1 INTRODUÇÃO

A batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) é uma das principais culturas tuberosas cultivadas em todo o mundo, principalmente em países em desenvolvimento como a África subsaariana, parte da Ásia e Ilhas do Pacífico. A cultura apresenta ampla possibilidade de uso, como a alimentação humana e animal e a obtenção de etanol, além de ser a base alimentar de várias regiões do mundo (NEUNFELD, 2019). Sendo assim, nos últimos anos, a cultura ganhou maior repercussão devido a sua utilização em dietas e/ou devido ao aumento no consumo de alimentos mais saudáveis, sendo uma boa fonte de energia (açúcares e outros carboidratos), minerais, vitaminas e compostos antioxidantes (BETEMPS; PINTO, 2015).

A cultura apresenta características favoráveis ao cultivo, como boa adaptabilidade edafoclimáticas, rusticidade e alto potencial produtivo, possuindo uma grande diversidade genética, variando desde a cor, teor de proteína, produtividade de raízes e ramas, dentre outros aspectos. Contudo, o aumento da produção nacional ainda esbarra em questões técnicas, pois seu cultivo é realizado de forma rudimentar, com pouco investimento e baixo emprego de tecnologia. Por exemplo, mesmo apresentando alta demanda de nutrientes, como o Nitrogênio (N), muitas vezes não há suplementação nutricional nas áreas de produção. (FERNANDES; LEONEL; GARCIA, 2015).

Para muitas pessoas, a batata-doce é vista apenas como uma cultura de subsistência, devido a sua difusão na alimentação familiar, consistindo popularmente no cardápio das famílias de forma assada ou cozida, entretanto, também pode fazer parte da matéria prima industrial, possuindo alto valor nutricional, devido a presença de carboidratos, β -caroteno e antocianinas (responsáveis pela variação de cor de algumas polpas), compostos fenólicos, fibra dietética, ácido ascórbico e fólico, provitamina A e sais minerais (VIZZOTTO et al., 2018).

Sendo assim, é imperante a busca por formas de manejo dos agroecossistemas que expandam a relação entre os custos e os benefícios na produção da batata-doce, que sejam viáveis ao agricultor familiar e, indiquem uma alternativa ao médio e grande produtor rural. As tecnologias de produção relacionadas à propagação com materiais genéticos livres de doenças e patógenos, e ao correto manejo da adubação, são grandes influenciadoras nesta relação (FERREIRA, 2021).

Tomando por base os dados públicos mundiais sobre o cultivo da batata-doce, a China é o principal produtor mundial, com cerca de 82,2% da produção, cultivados em mais de 4,7 milhões de hectares, com produtividade equivalente de 21,3 t ha⁻¹, seguida da Nigéria com 1,92% e o Brasil com 0,30% da produção mundial (FAO, 2010). Nos últimos anos, a produção brasileira saltou de 477.472 t em 2009, para 741.203 t em 2018, representando um aumento na ordem de 36% no período (IBGE, 2020). Segundo o levantamento do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2016) nos últimos 10 anos, o Brasil cultivou em média uma área de 43.161 ha com a cultura (DIAS; RUSSO, 2016).

A principal característica de domesticação dessa cultura é o desenvolvimento radicular tuberoso destinado a alimentação (RAVI et al., 2009). Segundo Roullier et al. (2013a), o processo de multiplicação das espécies selvagens por vários ciclos, proporcionou a recombinação de diferentes genótipos, favorecendo o desenvolvimento do sistema tuberoso. No Brasil, existe ampla diversidade genética de cultivares de batata-doce, sendo que praticamente em todas as regiões produtoras, existem cultivares locais, sendo comum encontrar ela cultivar com diferentes nomes (MIRANDA et al., 1995; CAVALCANTE, 2016).

Pela associação com micorrizas, as raízes dessa planta são capazes de utilizar formas menos aproveitáveis de fósforo (P). No entanto, a cultura responde positivamente à adubação feita com potássio em solos deficientes, resposta mais significativa que quando aplicado P. O potássio (K) tem influência na formação e no sabor de raízes tuberosas e, depois do nitrogênio, é o nutriente utilizado em maior quantidade pela cultura. O nitrogênio pode causar efeito negativo, favorecendo o aumento do crescimento vegetativo em detrimento da produção de raízes tuberosas, reduzindo a produtividade e o teor de açúcares (FILGUEIRA, 2008).

Oliveira et al. (2017) observou que a adubação na cultura da batata-doce é um assunto que demanda muito avanço e debate, tendo em vista sua complexidade, pois a cultura tem a versatilidade de apresentar boa produção mesmo em solos de baixa fertilidade e as conclusões com base nos dados obtidos de pesquisas científicas são contraditórios. Assim, há a necessidade de ainda serem feitos estudos nessa área. Os autores sugerem que, para maiores produtividades, sejam evitadas doses de Nitrogênio maiores que 150 kg.ha⁻¹ e que seja aplicada de forma parcelada. Recomendam a aplicação

de 33% no plantio, 33% aos 30 dias após o plantio e 33% aos 60 dias após o plantio (FERREIRA, 2021).

A matéria orgânica melhora os atributos físicos, químicos e biológicos do solo. Eleva a CTC; dar melhor condicionamento à agregação das partículas do solo; aumenta a quantidade de microporos, melhorando a capacidade de retenção de água no solo; ativa a capacidade biológica dos organismos presentes no solo; aumenta a disponibilidade de nutrientes com a sua decomposição, fornecendo macro e micronutrientes; estabiliza a temperatura e o pH do solo; e diminui a adsorção de fósforo no solo. Resulta em aumento de produtividade das culturas (SUQUILANDA, 1986; SOUZA et al., 2003; GUIMARÃES et al., 2016).

Dentre os adubos orgânicos, os mais utilizados são compostos orgânicos, húmus de minhoca e esterco. Dos esterco, os mais utilizados são esterco caprino, esterco bovino e esterco de galinha (OLIVEIRA et al., 2013; ADEYEYE et al, 2016; LISBOA et al., 2018). Considerando a taxa de mineralização do nitrogênio de resíduos orgânicos, recomenda-se a aplicação de composto orgânico e húmus de minhoca 15 dias antes do plantio; a aplicação de esterco bovino aproximadamente 45 dias antes do plantio; e a aplicação de esterco de aves no momento do plantio (LISBOA et al., 2018).

Adeyeye et al. (2016) estudaram o efeito da adubação orgânica e inorgânica na produção de batata-doce e visualizaram diferença significativa no número de tubérculos alimentícios por planta, em relação com a testemunha, obtendo resultados estatisticamente iguais entre si aos tratamentos com composto orgânico, esterco de aves, esterco bovino e NPK. A adubação orgânica resultou, também, em raízes tuberosas com maiores concentrações de Ca, Cu, Fe, K, Mg, Mn e P quando comparadas às raízes tuberosas de cultivo convencional (SANTOS et al., 2018).

Rós et al (2021) construíram uma pesquisa com diferentes doses e fontes de adubação na produção de batata-doce, sendo as fontes: esterco de galinha, adubo mineral e adubação utilizando as duas fontes na proporção de 50% de esterco de galinhas para 50% de adubo mineral. Como indicadores obtidos, as doses com maiores índices de produtividade total e comercial foram de 5,8; 6,5 e 7,0 t.ha⁻¹ , para as fontes esterco de galinhas, adubo mineral e combinação de ambos, respectivamente.

É importante frisar que as raízes tuberosas de batata-doce advêm das gemas presentes nas ramas. Dessa forma, o número de gemas plantadas no solo, influencia a produção por unidade de planta (Rós et al., 2015). De acordo com Azevedo et al. (2000), quanto menor o número de gemas por rama for inseridas no berço de plantio, haverá produção de menor número de raízes tuberosas de batata-doce, mas com maior massa individual.

Para além do material propagativo utilizado, o espaçamento de plantio também pode interferir sobremaneira na produtividade da cultura. Verificou-se que o maior espaçamento entre plantas de batata-doce resulta em maior produção de raízes tuberosas por unidade de planta (Oliveira et al., 2006, Su et al., 2011), mas não necessariamente essa relação será direta, e o resultado pode não ser em maior produção por unidade de área. Szarvas et al. (2019) estudaram o espaçamento e o comportamento entre plantas de batata-doce implantados com 0,2 e 0,3 m, mantendo-se o espaçamento entre leiras constante. Pode-se verificar que o menor espaçamento resulta em maior produção por unidade de área. Ogbologwung et al. (2016) também verificaram maior produtividade no espaçamento de 0,2 m entre plantas em relação aos espaçamentos 0,3 e 0,4 m.

O objetivo da pesquisa foi avaliar a produção e as trocas gasosas na cultura da batata doce, analisando as características morfofisiológicas e produtivas, adubadas com complexos orgânicos líquidos em diferentes espaçamentos de plantio.

2.2 MATERIAL E MÉTODOS

2.2.1. ÁREA EXPERIMENTAL

A pesquisa foi conduzida em campo, na condição de sequeiro, no período de janeiro a setembro de 2021, no Sítio do agricultor Dácio Kleber, localizado no povoado de Cupissura, município de Caaporã-PB (Figura 2), situada entre as coordenadas geográficas de 07° 27' 45''S e 34° 55' 55'' W, e a uma altitude de 36,8 m. O clima da região é classificado como Am, de acordo com Köppen e Geiger, com temperatura média de 27,5 °C e pluviosidade média acumulada durante os meses do ciclo da cultura de 847 mm.

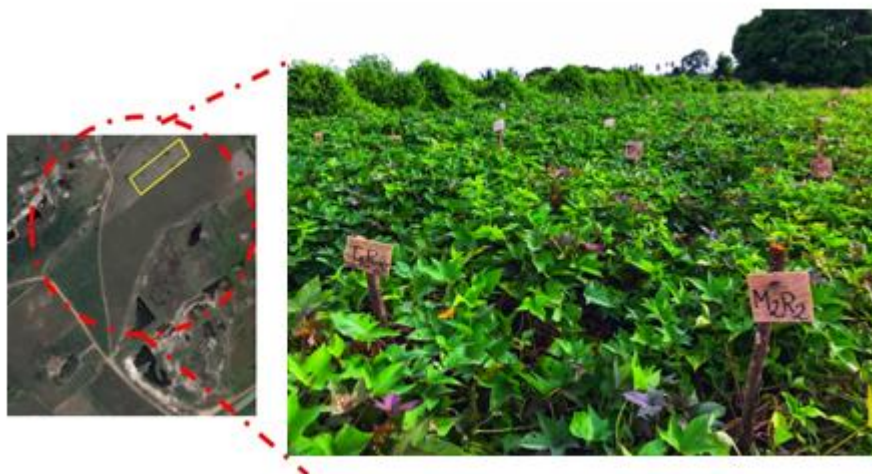


Figura 2 - Localização da área experimental.

2.2.2. VARIÁVEIS CLIMÁTICAS

Na Tabela 1, encontram-se os dados mensais das variáveis climáticas coletados durante os meses de condução do experimento na área de cultivo, no povoado de Cupissura, Município de Caaporã - PB.

Tabela 1 - Valores totais da precipitação (P), número de dias sem chuva (NC), e médias de temperatura (T), umidade relativa do ar (UR), obtidos durante o período experimental, Caaporã - PB, 2021.

Mês	Precipitação (mm)	Nº dias sem chuva (NC)	Tº Med (°C)	Umidade relativa (%)
Janeiro	68	23	28	79,0
Fevereiro	83	18	28	82,0
Março	117	18	28	88,8
Abril	134	11	28	93,2
Maio	109	16	27	86,0
Junho	113	17	26	90,6
Total */ Média**	624*	103*	27,5**	86,6**

A batata-doce é uma cultura de clima tropical e subtropical, porém, também pode ser cultivada em regiões de clima ameno. A temperatura é um dos principais fatores que afetam o crescimento e o desenvolvimento da cultura, influenciando no desenvolvimento das raízes tuberosas (produtividade) (SOMASUNDARAM; MITHRA, 2008; ERPEN, 2013). Apesar de tolerante a variação de temperatura, a cultura adapta-se melhor em regiões que oscilam entre 15° a 30°C, com temperatura média de 24 a 25°C.

A precipitação média entre os meses de experimento foi de 104 mm e a temperatura média registrada foi de 25,5°C, não sendo recomendado para o bom desenvolvimento da cultura.

2.2.3. ANÁLISE DE SOLO

A Tabela 2 representa os resultados da análise de solo, nas profundidades de 0-25 e 25-50 da área experimental, realizada antes da aplicação dos tratamentos. Os resultados indicam a presença de um solo com características franco arenosas, com baixo teor de argila, possui boa CTC, o alumínio trocável está quase na sua totalidade insolubilizado e não causa danos às raízes, o Ph encontra-se na faixa aceitável agronomicamente, porém indica acidez ativa. A presença de cálcio e magnésio variam entre os níveis bom e adequado, observando detalhadamente, a quantidade de magnésio encontra-se no nível crítico, corroborando com a necessidade de correção do solo. Os índices de carbono orgânico e de matéria orgânica no solo demonstrados pela análise de solo também se encontram baixos.

Tabela 2 - Atributos químicos do solo na camada de 0 - 25 cm e 25 – 50 cm de profundidade da área experimental realizada antes da adubação com os complexos orgânicos. PPGCAG/CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.

Análise de solo					
	Unidade	Resultado Profundidade 0-25 cm	Interpretação	Resultado Profundidade 25-50 cm	Interpretação
pH (CaCl₂)		5.5	pH: 5,2 a 5,3 o alumínio trocável quase insolubilizado e não causa mais danos as raízes.	5.0	pH 4 e 5: indica a presença de alumínio trocável.
Ca	cmol _c dm ⁻³	3.8	Bom	1.9	Adequado
Mg	cmol _c dm ⁻³	1.2	Bom	0.5	Adequado
Ca+Mg	cmol _c dm ⁻³	5.0	Bom	2.4	Adequado
Al	cmol _c dm ⁻³	0.0	Acidez trocável: Muito baixa	0.10	Acidez trocável: Muito baixa
H+Al	cmol _c dm ⁻³	1.6	Acidez total ou potencial: Baixo	2.4	Acidez total ou potencial: Baixo
CTC	cmol _c dm ⁻³	6.74	Bom	4.9	Bom
P – Mehlich⁻¹	mg dm ⁻³	100	Alto	36.0	Alto
K	cmol _c dm ⁻³	0.143	Adequado	0.102	Adequado
K	mg dm ⁻³	56	Adequado	40.0	Adequado
Matéria orgânica	%	1.6	Baixo	1.2	Baixo
Matéria orgânica	dag/kg ⁻¹	16.0	Baixo	12.0	Baixo

Tabela 2 - continuação: Atributos químicos do solo na camada de 0 - 25 cm e 25 – 50 cm de profundidade da área experimental realizada antes da adubação com os complexos orgânicos. PPGCAG/CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.

Análise de solo (continuação)					
	Unidade	Resultado Profundidade 0-25 cm	Interpretação	Resultado Profundidade 25-50 cm	Interpretação
Sat. Al (M%)	%	0.0	Muito baixo	4.0	Muito baixo
Sat. Base (V%)	%	77.0	Bom	51.0	Médio: necessita correção
Ca/Mg		3.2	Alto	3.8	Alto
Ca/CTC	%	56.7	Alto	38.8	Alto
Mg/CTC	%	17.9	Adequado	10.2	Baixo
K/CTC	%	2.1	Baixo	2.1	Baixo
Argila	%	20.0	Solo franco arenoso	17.0	Solo franco arenoso
Argila	g/kg	200.0	Solo franco arenoso	170.0	Solo franco arenoso
Silte	%	6.0	Solo franco arenoso	6.0	Solo franco arenoso
Silte	g/kg	660.0	Solo franco arenoso	60.0	Solo franco arenoso
Areia	%	74	Solo franco arenoso	77.0	Solo franco arenoso
Areia	g/kg	740.0	Solo franco arenoso	770.0	Solo franco arenoso
N	%	0.08	Baixo		
Carbono orgânico Total	%	0.93	Baixo		
P - rem	mg dm ⁻³	38	Muito bom		

2.2.4. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, no esquema fatorial triplo 2x5x3, correspondendo à utilização de duas fontes de complexos orgânicos Titanium e MatrizG, cinco doses (0; 1,5; 03; 4,5 e 06 L ha⁻¹) e três espaçamentos (20, 30 e 40 cm entre plantas), com quatro repetições.

2.2.5. ADUBAÇÃO ORGÂNICA E PREPARO DA ÁREA

O preparo do solo constou de aração simples, realizada no final do mês de novembro de 2020, com a devida aplicação e incorporação do calcário dolomítico para correção da acidez, respeitando o prazo mínimo de 30 dias de antecedência ao plantio.

A adubação de fundação foi realizada com a aplicação dos complexos orgânicos e esterco curtido no berço de plantio. Para o plantio de batata doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.), as ramas foram retiradas com antecedência ao dia do plantio para que murchem, evitando quebrar ao serem transplantadas em leiras com distribuição e plantio das ramas de forma manual (Figura 3).

A parcela constituiu uma área de 6 m, totalizando 30 parcelas, com quatro repetições, onde se eliminaram as plantas das bordas, utilizando como parcela útil as 22 plantas centrais. Durante a condução do experimento foram realizados tratos culturais, como a capina manual, com auxílio da enxada.

As adubações de cobertura foram realizadas 45 e 75 dias após o plantio. Os fertilizantes foram distribuídos ao longo da parcela, aplicando uniformemente em cada berço de plantio. Na forma líquida dos complexos orgânicos, o adubo foi diluído em 6 litros de água e com o auxílio de um regador manual foram distribuídas as soluções.



Figura 3 - Disposição das ramas nos espaçamentos 20, 30 e 40 cm.

2.2.6. TROCAS GASOSAS

Foram analisadas as trocas gasosas: assimilação líquida de gás carbônico (A) ($\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (g_s) ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração intercelular de CO_2 (C_i) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$), temperatura instantânea foliar (T_{leaf}) ($^{\circ}\text{C}$), concentração intercelular e extracelular de CO_2 (C_i/C_a). Posteriormente, foram estimadas a eficiência do uso da água (WUE), relacionando à fotossíntese líquida com a transpiração [$(\mu\text{mol/m}^{-2}/\text{s}^{-1})/(\text{mol/m}^{-2}/\text{s}^{-1})$] e a eficiência intrínseca do uso de água ($iWUE$), relacionando à fotossíntese líquida com a condutância estomática [$(\mu\text{mol/m}^{-2}/\text{s}^{-1})/(\text{mol/m}^{-2}/\text{s}^{-1})$].).

As avaliações de trocas gasosas foram determinadas 80 e 120 dias após o plantio das ramas, no horário de 8:00 a 10:00 h. Utilizou-se analisador de gás infravermelho (IRGA®, ACD, modelo LCPro-SD) com fluxo de ar de $200.3 \text{ mL min}^{-1}$ e fonte de luz acoplada de $1.200 \mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$. As avaliações foram realizadas em folhas completamente

expandidas, localizadas no terço médio da haste, intacta, mais vistosa e em posição de recebimento de luz solar direta.

Foi utilizado o Teste de normalidade dos resíduos (Shapiro-Wilk) para verificar se os resíduos podem ser considerados normais. Para avaliar o efeito das doses de adubação sobre as variáveis analisadas, procedeu-se o teste de normalidade, a análise de variância e posterior regressão polinomial, observando a curva que melhor descreveu o comportamento dos dados. Além disso, foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade para comparar os tratamentos. A análise estatística foi realizada mediante o uso do software estatístico R versão 3.4.1 (R Core Team, 2017©).

2.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 3 apresenta-se o resumo da análise de variância das variáveis de trocas gasosas determinadas nas folhas da batata doce. Houve interação ($p \leq 0,05$) entre os tratamentos Produto (PROD) e Espaçamento (ESP), nas variáveis analisadas Concentração interna de CO_2 (Ci), Condutância estomática (gs), Transpiração (E), Eficiência instantânea de uso da água (WUE), Eficiência intrínseca do uso de água (iWUE) e Concentração intercelular e extracelular de CO_2 (Ci/Ca).

Quanto à interação entre os Produto (PROD) e doses de complexos orgânicos (DOS), observa-se diferença significativa nas variáveis, Concentração interna de CO_2 (Ci), Fotossíntese líquida (A) e Concentração intercelular e extracelular de CO_2 (Ci/Ca). ($P > 0,05$).

Houve interação significativa entre os tratamentos tipo de produto e espaçamento para as variáveis: Concentração interna de CO_2 (Ci) (Figura 4b), Condutância estomática (gs), Transpiração (E), Eficiência do uso da água (WUE), Eficiência intrínseca do uso da água (iWUE) e Concentração intercelular e extracelular de CO_2 (Ci/Ca) (Figura 4c).

Tabela 3 - Resumo da análise de variância para as variáveis, Concentração interna de CO₂ (Ci), Fotossíntese líquida (A), Condutância estomática (gs), Transpiração (E), Eficiência instantânea de uso da água (WUE), Eficiência intrínseca do uso de água (iWUE) e Concentração intercelular e extracelular de CO₂ (Ci/Ca) da cultura da batata doce com fatorial triplo em produção e fontes de adubação orgânica em diferentes espaçamentos (ESP). PPGCAG/CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.

FV	GL	Quadrados médios						
		Ci	A	gs	E	WUE	iWUE	Ci/Ca
Bloco	3	1450,1417 ^{ns}	17,7663 ^{ns}	0,0027 ^{ns}	0,0383 ^{ns}	1,4461 ^{ns}	198,8862 ^{ns}	0,0078 ^{ns}
PROD	1	11781,0083 ^{**}	5,7116 ^{ns}	0,1771 ^{**}	2,2195 [*]	5,4007 [*]	3809,3931 ^{**}	0,0582 ^{**}
ESP	2	8324,3250 ^{**}	25,7849 ^{ns}	0,0780 ^{**}	2,1848 ^{**}	7,3653 ^{**}	1090,6310 [*]	0,0267 [*]
DOS	4	30,5917 ^{ns}	17,1603 ^{ns}	0,0119 ^{ns}	0,2680 ^{ns}	0,9234 ^{ns}	7,0441 ^{ns}	0,0003 ^{ns}
PROD*ESP	2	7440,6583 ^{**}	24,9848 ^{ns}	0,0201 ^{ns}	2,7801 ^{**}	0,8454 ^{ns}	1095,2693 [*]	0,0316 ^{**}
PROD*DOS	4	2437,4667 [*]	69,1766 ^{**}	0,0023 ^{ns}	1,1222 ^{ns}	1,4008 ^{ns}	483,8590 ^{ns}	0,0184 [*]
ESP*DOS	8	106,7104 ^{ns}	16,6665 ^{ns}	0,0067 ^{ns}	0,8928 ^{ns}	0,5508 ^{ns}	56,3590 ^{ns}	0,0006 ^{ns}
PROD*ESP*DOS	8	1900,9604 [*]	23,4048 ^{ns}	0,0082 ^{ns}	0,5481 ^{ns}	1,1245 ^{ns}	567,6902 ^{ns}	0,0124 ^{ns}
Resíduo	87	928,0727	19,1242	0,0075	0,5224	1,3464	296,8563	0,0061
Total	116							
CV (%)		12,46	25,92	26,88	17,94	27,40	30,98	12,62

CV:

coeficiente de variação; ns, ***,** e * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,0001$, $p < 0,01$ e $p < 0,05$; Efeito linear para as doses de adubação ($P = 0,0053$)

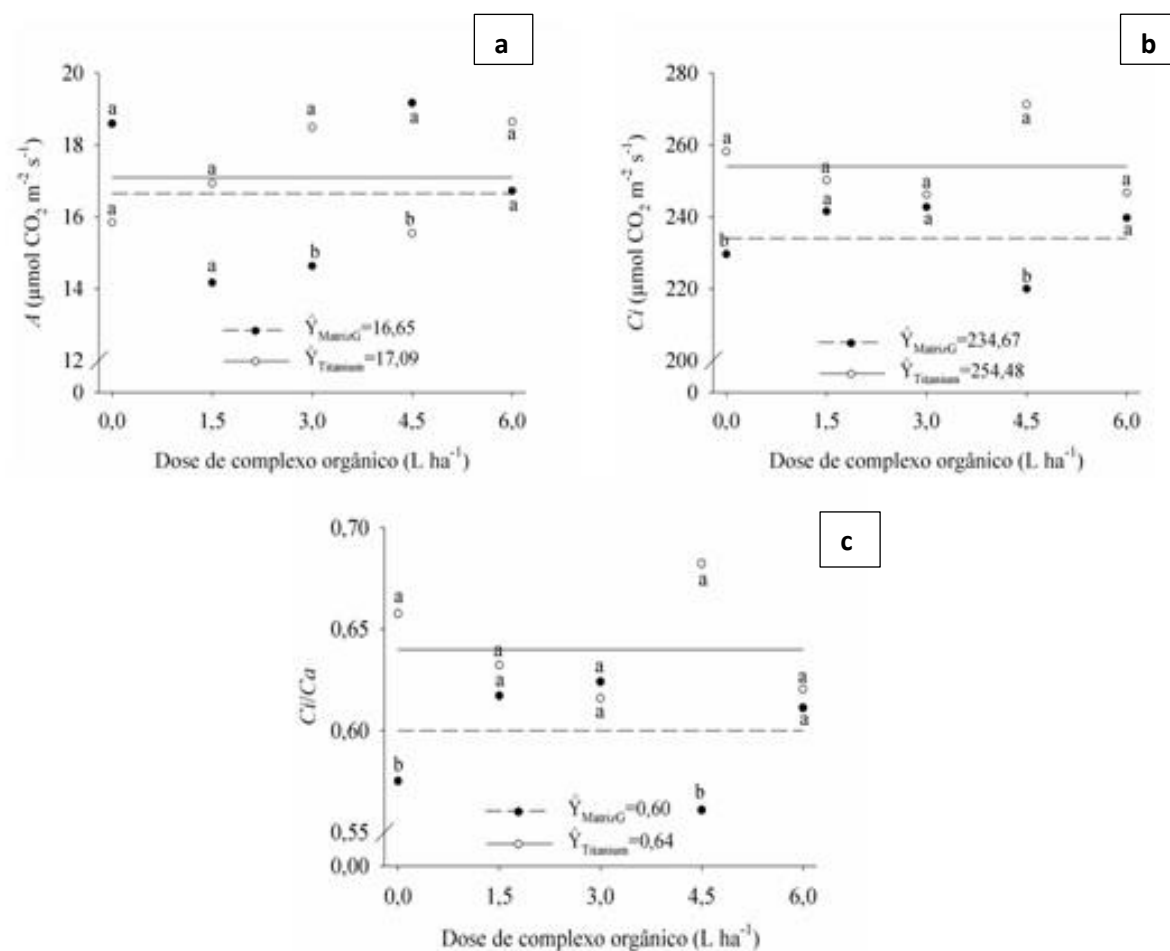


Figura 4 - Fotossíntese líquida (A) (a), Concentração interna de CO₂ (C_i) (b) e Concentração intercelular e extracelular de CO₂ (C_i/C_a) (c) da cultura da batata doce em função das doses de complexo orgânico para as diferentes fontes de adubação orgânica, MatrizG (●)

Na Figura 5, podem-se observar os testes de médias entre as variáveis Concentração interna de CO₂ (Ci) (a), concentração intercelular e extracelular de CO₂ (Ci/Ca) (b) e Transpiração (E) (c) em função dos espaçamentos para cada fonte de complexo orgânico. Houve efeito decrescente da fonte de adubação com o complexo orgânico Titanium na concentração interna de CO₂ (Ci) (Figura 5 a) e na concentração intercelular e extracelular de CO₂ (Ci/Ca) (Figura 5 b), à medida que aumentou o espaçamento, as concentrações também diminuíram na superfície foliar da batata-doce, podendo representar uma maior eficiência nas reações metabólicas.

Através da relação Ci/Ca é possível constatar a eficiência ou ineficiência das reações metabólicas de fixação de carbono, sendo que quanto mais se aproximar de 1,0, menos eficiente é esse processo, em razão de problemas na maquinaria fotossintética (Jacinto Júnior et al., 2019). Os resultados obtidos para Ci/Ca no presente trabalho estão distantes do valor acima citado, apresentando eficiência à resposta fotossintética.

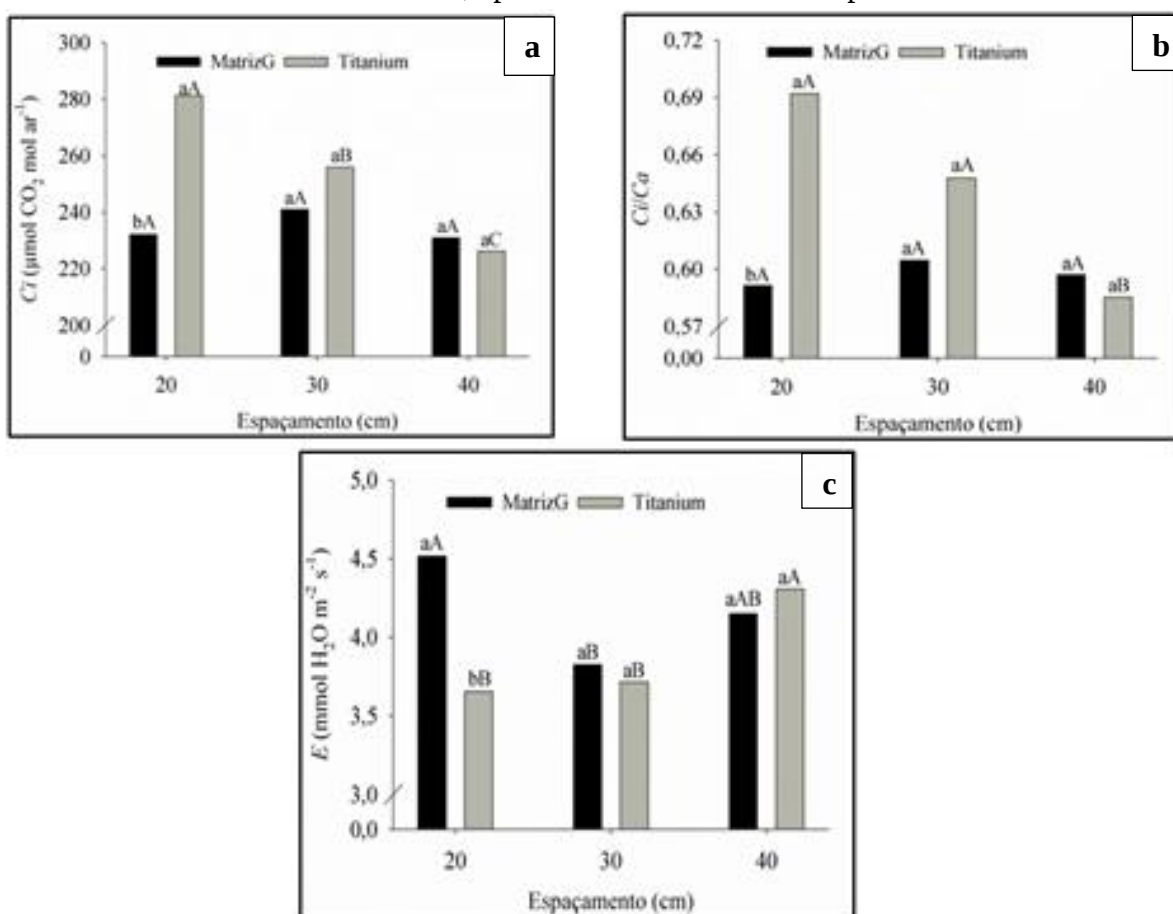


Figura 5 - Concentração interna de CO₂ (Ci) (a), concentração intercelular e extracelular de CO₂ (Ci/Ca) (b) e Transpiração (E) (c) da cultura da batata doce sob diferentes fontes de adubação e espaçamento. PPGCAG/ CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.

A transpiração (Figura 5 c), se ocorrer em excesso, pode ser extremamente prejudicial, pois a perda exagerada de água pode levar a planta à desidratação. Mesmo assim, esse processo é necessário. Como dito, a transpiração está diretamente relacionada com a captação do gás carbônico. A não captação afeta a taxa fotossintética. Vale salientar, no entanto, que o gás carbônico é também produzido pelo vegetal no processo de respiração, o que garante a realização da fotossíntese em níveis baixos, quando os estômatos estão fechados.

A transpiração também é importante para garantir a circulação de seiva bruta no corpo da planta, uma teoria chamada de tensão-coesão. De acordo com essa teoria, a água do xilema é praticamente puxada para repor a água perdida na transpiração.

De maneira geral, a perda de água através da transpiração está relacionada com a fotossíntese, pois ambos os processos utilizam o mesmo caminho de difusão desde o mesófilo da folha até o ambiente, através do estômato. Assim, conforme se eleva a fotossíntese, também aumenta a transpiração.

Para eficiência intrínseca do uso da água (iWUE) (Figura 6 a), que reflete o comportamento geral da planta ao longo do tempo em relação ao uso da água, cresceu de forma ascendente à medida que também aumentou o espaçamento para o adubo Titanium. Maiores eficiências intrínsecas no uso da água garantem maiores absorções de CO₂ com mínimas perdas de água (Taiz et al. 2017). Estes resultados estão de acordo com Alves e Julliat (2018), que afirmam que o aumento da iWUE ocorre devido à manutenção da taxa fotossintética da planta, mesmo ocorrendo o fechamento parcial dos estômatos.

De modo que, à redução do influxo de CO₂ para cavidade subestomática, está relacionada ao fechamento parcial dos estômatos, sendo o CO₂ melhor aproveitado pela para atividade da Ribulose 1,5 bifosfato carboxilase/oxigenase (Machado et al., 2005; Silva et al., 2014; Bertino et al., 2015), ocasionando maior produção de assimilados, melhor enchimento e crescimento das túberas alimentícias e consequentemente a produção comercial total.

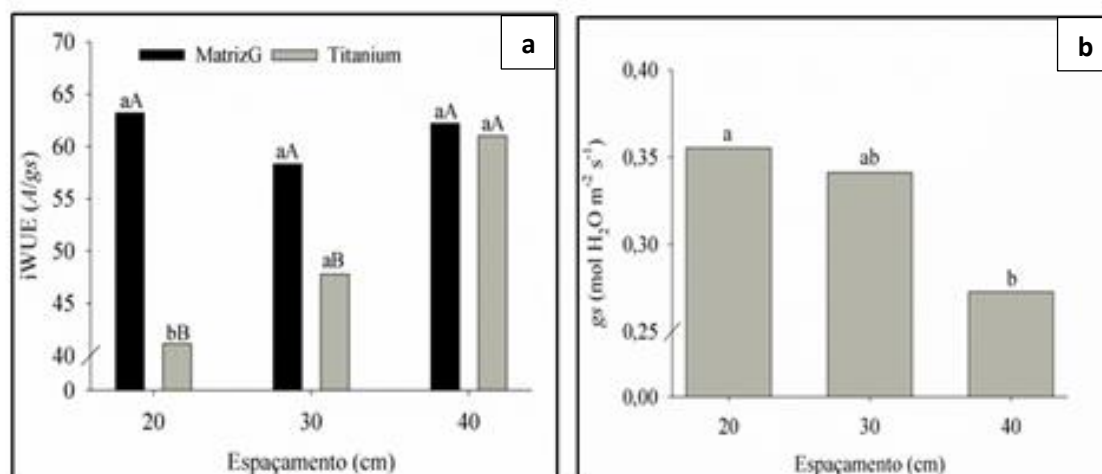


Figura 6 - Eficiência intrínseca do uso da água (iWUE) (a) e Condutância estomática (gs) (b) em função dos diferentes espaçamentos utilizados para diferentes fontes de complexo orgânico.

A resposta fisiológica das plantas de batata doce sob as dosagens dos complexos orgânicos estudados para Condutância estomática (gs) (Figura 6 b), foram maiores no espaçamento de 20 cm e com comportamento decrescente na medida em que aumentou o espaçamento entre plantas. Acrescenta-se que os valores médios de condutância estomática para plantas C₃ variaram de 0,21 a 0,4 mol de H₂O m⁻² s⁻¹ (Taiz e Zeiger, 2017), estando a gs do presente trabalho dentro da normalidade para a batata doce, deste modo, não houve restrição em nível de estômato, as plantas de batata conseguiram manter uma taxa fotossintética elevada.

O decréscimo da condutância estomática ocorrido no espaçamento de 40 cm, não limitou as trocas gasosas, analisando os dados apresentados pela WUE, iWUE, Ci, Ci/Ca e E. Sendo a gs o principal meio de trocas gasosas entre a atmosfera e o interior celular, é de suma importância que essa atividade seja monitorada, para se entender os processos fisiológicos e para que o produtor entenda a relação adubação *versus* cultura e assim defina a condução da lavoura.

A variável WUE é a relação entre a fotossíntese e a transpiração, de forma que os valores observados relacionam a quantidade de carbono que a planta fixa, por cada unidade de água que perde (Jaimez et al., 2005). Assim, o fechamento parcial dos estômatos provoca aumento na WUE pela alta taxa fotossintética, resultando em maior acúmulo de fitomassa por unidade de água transpirada (Gabriel, et al., 2013) (Figura 7).

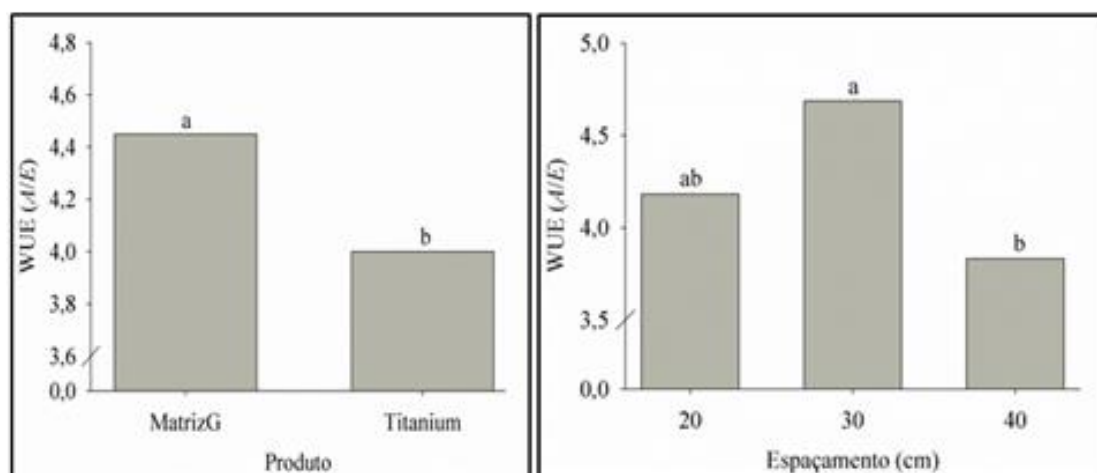


Figura 7 - Eficiência do uso da água (WUE) em função das doses de complexos orgânicos (a) e dos espaçamentos utilizados (b).

Os dados meteorológicos do município, onde está localizada a área experimental, demonstram que ao longo de todo o experimento, a temperatura esteve próximo ao limite especificado pela literatura que é de 24° a 25°. A temperatura média registrada durante o experimento foi de 27,5°C, sendo outro fator limitante para a cultura, na formação de suas raízes tuberosas conduzida em condições de campo (Figura 8).

Sabe-se que a exposição a baixas temperaturas é danosa, porém, altas temperaturas também causam prejuízos, sendo que acima de 34°C ocorre redução na taxa fotossintética. O crescimento vegetativo pode se manter até os 40°C, mas nessas condições no solo não ocorre crescimento das raízes tuberosas. Temperaturas elevadas atrasam ou impedem o início da tuberação (IT), por causa da lignificação das raízes adventícias (RAVI et al., 2009; ERPEN et al., 2013).

Com relação à precipitação, o plantio da batata-doce deve ser realizado em regiões com média anual pluviométrica de 750 a 1.000 mm, sendo que 500 mm são exigidos no estágio inicial (primeiras semanas após o plantio) (ERTHAL; ZAMBERLAN; SALAZAR, 2018; MAINO et al., 2019).

A precipitação média do período referente ao ciclo da cultura foi 511mm, com 90 dias após o plantio, registrou-se um pouco mais da metade da exigência hídrica para o correto desenvolvimento da cultura, sendo apenas 268 mm. Ocorrendo a diminuição do

crescimento radicular e em contrapartida, por também dispor de dias longos, característico do verão nesta região, aumentou sobremaneira o crescimento vegetativo.



Figura 8 - Desenvolvimento das raízes tuberosas de batata-doce sob diferentes regimes de temperatura (Foto: K. Raja Reddy).

Para a obtenção de colheitas satisfatórias, a necessidade hídrica semanal na fase inicial (até aproximadamente 30 dias após o plantio) e final (de 90 a 120 dias após o plantio) é de 20 mm. Por outro lado, do período que vai dos 30 aos 90 dias a demanda de água é de 40 mm por semana, sendo o período crítico dos 40 aos 55 dias após o transplântio (EMBRAPA, 2021). A precipitação satisfatória acumulada durante o ciclo produtivo é 240 mm, sendo que, na área experimental, verificou-se apenas 151 mm, prejudicando assim, os resultados produtivos da batata-doce.

A redução da produtividade também está relacionada com as mudanças fisiológicas e bioquímicas nas folhas, uma vez que sob déficit hídrico há redução do potencial hídrico foliar, o que reduz a condutância estomática, a interceptação da radiação, a fixação de CO₂, a produção e a redistribuição de carboidratos, interferindo no número e no peso das raízes tuberosas. Além disso, o estresse hídrico pode aumentar o tempo necessário para a formação de 50% das raízes tuberosas (Gajanayake; Reddy, 2016).

2.4 CONCLUSÃO

A temperatura média para o ótimo desenvolvimento da cultura tem o seu valor máximo em 25 ° C, onde se registrou, durante o ciclo da cultura na área experimental, temperatura média em torno de 27,5° C, fator que interferiu no pleno desenvolvimento da batata-doce.

A precipitação média do período referente ao ciclo da cultura foi 511 mm, com 90 dias após o plantio, registrou-se um pouco mais da metade da exigência hídrica para o correto desenvolvimento da cultura, sendo apenas 268 mm. Ocorrendo a diminuição do crescimento radicular e em contrapartida, por também dispor de dias longos, característico do verão nesta região, aumentou sobremaneira o crescimento vegetativo.

O produto que demonstrou melhores índices de desenvolvimento morfofisiológico foi o Matriz G, a dose que apresentou os melhores resultados foi de 4,5L/ha e o melhor espaçamento visualizado para o plantio neste experimento foi de 30 cm.

A resposta fisiológica das plantas de batata doce sob as dosagens dos complexos orgânicos estudados para Condutância estomática (gs) (Figura 6 b), foram maiores no espaçamento de 20 cm e com comportamento decrescente na medida em que aumentou o espaçamento entre plantas.

As condições climáticas não foram favoráveis ao desenvolvimento da cultura, tendo a mesma, sendo implantada no campo, em condições de sequeiro, no mês de janeiro. A janela produtiva para as condições do plantio em sequeiro na região do experimento inicia por volta do mês de março.



**3 CAPÍTULO III - COMPLEXOS ORGÂNICOS NA PRODUÇÃO E TROCAS
GASOSAS DE INHAME SÃO TOMÉ (*DIOSCOREA ALATA*).**

3.1 INTRODUÇÃO

O Inhame é o nome vulgar dado a diversas espécies de plantas que fazem parte dos gêneros *Alocasia*, *Colocasia* (família Araceae) e *Dioscorea* (família Dioscoreaceae) e aos seus respectivos tubérculos alimentícios. O cultivo do inhame é realizado pelo ser humano desde a antiguidade, segundo Lebot (2009), o gênero teve uma dispersão mundial ampla no final do período Cretáceo, tendo evoluído para diferentes direções no Novo e no Velho Mundo, dando origem à espécies distintas. Várias espécies deste grupo se espalharam pelas Américas, África, Madagascar, Sul e Sudeste Asiático, Austrália e Melanésia. Para Vavilov (1951), as espécies *Dioscorea alata* e *Dioscorea esculenta* originaram-se em Burma e Assam, localidades situadas na Índia. E Chevalier (1946) assinala a origem africana da espécie *Dioscorea cayenensis*, já que neste continente é possível de encontrar esta espécie em seu estado selvagem.

Na América do Sul, o Brasil é o segundo maior produtor, ficando atrás apenas da Colômbia. O nível de produção nacional do inhame, em 2016, girou em torno de 247 mil toneladas segundo a Food and Agriculture Organization [FAO] (2017), tendo como referência de maior contribuição produtiva no país, a Região Nordeste principalmente nos Estados da Paraíba, Pernambuco, Bahia, Alagoas, Piauí.

O inhame consegue ser propagado por túbera-semente inteira, por porções dela ou até por mudas comerciais sadias produzidas através de propagação vegetativa. A túbera-semente inteira ou semente comercial possui enorme quantidade de gemas de brotação; sendo assim, pode apresentar brotação mais rápida, e quando plantada, possibilita maior uniformização da população de plantas inseridas em campo – por ter maior quantidade de reserva energética - e aumento de produção de túberas comerciais (Silva, 2002).

A quantidade utilizada de túberas-semente na implementação de um hectare de inhame é bastante alta, sendo capaz de chegar a 5000 kg, apresentando cerca de 30% do volume total de recursos aplicados para o cultivo. Além disso, a produtividade do inhame está intimamente relacionada ao método de seleção de túberas-semente, porque o tamanho e/ ou peso de suas porções se reveste da maior importância para a exploração racional da cultura (Silva *et al.*, 2009).

No meio das adversidades fitossanitárias no cultivo do inhame no Brasil, a doença casca preta (*Scutellonema bradys*) desponta como a mais adversa, incidindo sobre as

túberas alimentícias, sejam elas comerciais e/ou túberas-semente. A importância dessa doença é determinada pela indiscriminada disseminação do patógeno através da comercialização de túberas-semente contaminadas, pelas dificuldades de controle e, também, pelas perdas que ocasiona inviabilizando a comercialização do tubérculo alimentício (JATALA & BRIDGE, 1990; MOURA et al., 2001; MOURA, 2005).

As condições que refletem a baixa produtividade brasileira, em média 15, 0 t.ha⁻¹, é justificada por diversos condicionantes, dentre eles: a falta de disponibilidade do material para propagação vegetativa de boa qualidade e com garantia de sanidade, o elevado nível de contágio de doenças fúngicas (*Curvularia* e *Phytophthora*), a presença de fitonematóides (*S. bradys* e *Pratylenchus* spp.), uso inapropriado de insumos químicos e baixo nível tecnológico dos produtores rurais por falta de pesquisas científicas que busquem respostas efetivas para os problemas reais (NASCIMENTO, 2021). Em que, segundo Melo et al (2013), para se aumentar exponencialmente a produtividade do inhame, se faz necessário lançar mão de manejo eficiente quanto aos aspectos e processos relacionados ao plantio, ao crescimento e desenvolvimento da planta, à condução da cultura (fertilização, tratos culturais e controle fitossanitário) e às colheitas.

O tempo de maior exigência hídrica para a cultura, conforme Figueiredo *et al.*, 1990 e Santos & Macêdo, 1993, poderá ser abarcado entre o primeiro e o sétimo mês após a semeadura, levando em consideração os dois meses para a brotação das túberas-sementes. Segundo Silva (1983), após ocorrer a antese, o excesso de umidade no solo é prejudicial à colheita, podendo provocar o apodrecimento ou brotação das túberas alimentícias no campo.

Para além da elevada importância da nutrição das plantas cultivadas, a utilização dos complexos orgânicos na agricultura tem aumentado sobremaneira nas últimas décadas. Com a função de melhorar o desenvolvimento das culturas, esses ácidos orgânicos estão alçando grande destaque como alternativa ao uso de fertilizantes químicos convencionais. Estes estimulantes biológicos, por exemplo, adicionados aos exsudatos das raízes, têm a capacidade de influenciar na manutenção do contato entre o solo e a raiz, além de contribuir para o crescimento das próprias raízes e sobrevivência das plantas (WALKER et al., 2003).

A opção viável de utilização destes complexos orgânicos na agricultura tem mostrado, por meio de pesquisas, um enorme potencial para o aumento da produtividade

de determinadas culturas, como feijão (ABRANTES *et al.*, 2011), soja (BERTOLIN *et al.*, 2010), algodão (ALBRECHT *et al.*, 2009), pimentão (PALANGANA *et al.*, 2012) e alface (GUIMARÃES *et al.*, 2006). No entanto, são escassos trabalhos com o uso desses produtos em culturas cuja parte comercial é subterrânea, embora alguns resultados sejam favoráveis à utilização dos complexos orgânicos. Em trabalho conduzido por Reddy *et al.* (1991), verificou um incremento de cerca de 43% na produção de batata, onde foram aplicados sobre as plantas, na dose de 7,5 L.ha⁻¹ de complexo orgânico e esse resultado foi associado ao aumento do número de hastes, folhas e túberas.

Desta forma, objetivou-se com esta pesquisa, utilizar mini-túberas sementes, conhecidas na região de Caaporã/PB como “cavinha” ou “mamita” que hegemonicamente são descartadas na própria lavoura e/ou utilizadas, em poucos casos, para alimentação de criações de suínos, tendo em vista o alto custo de implementação empregado para a compra de sementes, buscou verificar a produção e ciclo morfofisiológico das plantas provenientes deste material propagativo e analisar viabilidade ou dose do complexo orgânico em comparação com adubação sintética NPK.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

3.2.1. ÁREA EXPERIMENTAL

A pesquisa foi conduzida em campo, na condição de sequeiro, no período de janeiro a setembro de 2021, no Sítio do agricultor Dácio Kleber, localizado no povoado de Cupissura, município de Caaporã-PB (Figura 09), situada entre as coordenadas geográficas de 07° 27' 45''S e 34° 55' 55'' W, e a uma altitude de 36,8 m. O clima da região é classificado como Am, de acordo com Köppen e Geiger, com temperatura média de 27,5 °C e pluviosidade média acumulada durante os meses do ciclo da cultura de 847 mm.

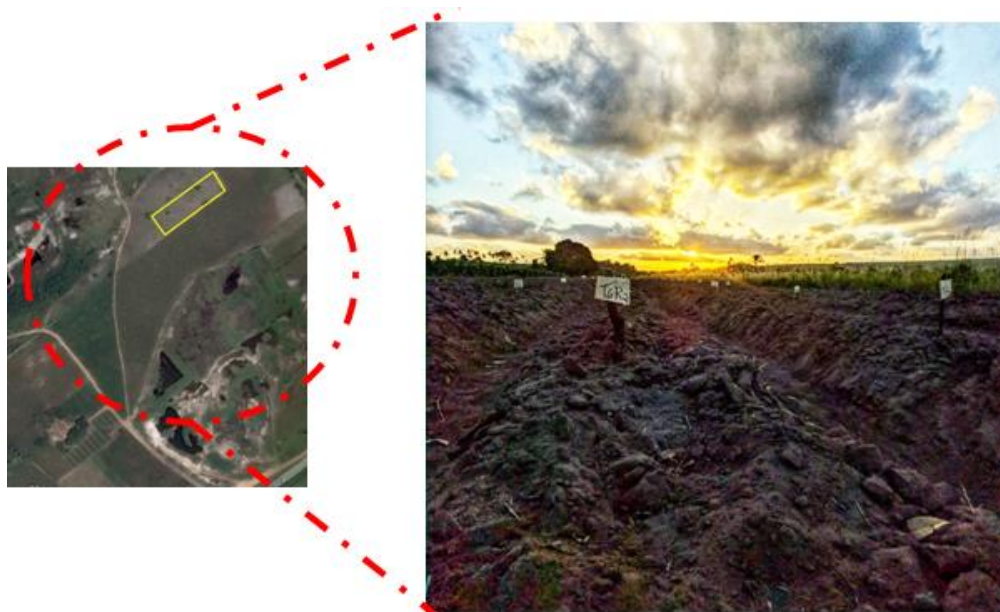


Figura 9 - Localização da área experimental do Inhame.

3.2.2. DADOS CLIMÁTICOS

Na Tabela 4 encontram-se os dados mensais das variáveis climáticas coletados durante os meses de condução do experimento na área de cultivo, no povoado de Cupissura, Município de Caaporã - PB.

Tabela 4 - Valores totais da precipitação (P), número de dias sem chuva (NC), e médias de temperatura (T), umidade relativa do ar (UR), obtidos durante o período experimental, Caaporã, PB, 2021.

Mês	Precipitação (mm)	Nº dias sem chuva (NC)	Tº Med (°C)	Umidade relativa (%)
Janeiro	68	23	28	79
Fevereiro	83	18	28	82
Março	117	18	28	88,82
Abril	134	11	28	93,23
Maio	109	16	27	86
Junho	113	17	26	90,6
Julho	103	12	25	87
Agosto	70	7	25	88,1
Setembro	50	12	26	81
Total* / Média**	847*	134*	26,7**	86,19**

Como se trata de uma cultura de clima tropical, o Inhame São Tomé possui bom desenvolvimento nas regiões que possuem clima quente e úmido. (Silva, 1971b). As condições do clima que representam os melhores desenvolvimentos Inhame São Tomé serão as que obtiverem temperaturas médias anuais na faixa de 30°C, precipitação pluvial anual em torno de 1.500 mm (AZEVEDO, 1998). As condições climáticas durante os meses de experimento foram favoráveis ao desenvolvimento da cultura em condições de sequeiro. Em nove meses de cultivo a precipitação foi 847 mm, com uma média mensal de 15 dias sem chuvas. A temperatura média do período foi 26,7°C, na faixa ideal para a cultura.

3.2.3. ANÁLISE DE SOLO

A Tabela 5 representa os resultados da análise de solo, nas profundidades de 0-25 e 25-50 da área experimental, indicando a presença de um solo com características franco arenosas, com baixo teor de argila, possui boa CTC, A presença de cálcio e magnésio variam entre os níveis bom e adequado, observando detalhadamente, a quantidade de magnésio encontra-se no nível crítico, corroborando com a necessidade de correção do

solo. Os índices de carbono orgânico e de matéria orgânica no solo demonstrados pela análise de solo também se encontram baixos

Tabela 5 - Atributos químicos do solo na camada de 0 - 25 cm e 25 – 50 cm de profundidade da área experimental realizada antes da adubação com os complexos orgânicos. PPGCAG/CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.

Análise de solo					
	Unidade	Resultado Profundidade 0-25 cm	Interpretação	Resultado Profundidade 25-50 cm	Interpretação
pH (CaCl₂)		5.5	pH: 5,2 a 5,3 o alumínio trocável quase insolubilizado e não causa mais danos as raízes.	5.0	pH 4 e 5: indica a presença de alumínio trocável.
Ca	cmol _c dm ⁻³	3.8	Bom	1.9	Adequado
Mg	cmol _c dm ⁻³	1.2	Bom	0.5	Adequado
Ca+Mg	cmol _c dm ⁻³	5.0	Bom	2.4	Adequado
Al	cmol _c dm ⁻³	0.0	Acidez trocável: Muito baixa	0.10	Acidez trocável: Muito baixa
H+Al	cmol _c dm ⁻³	1.6	Acidez total ou potencial: Baixo	2.4	Acidez total ou potencial: Baixo
CTC	cmol _c dm ⁻³	6.74	Bom	4.9	Bom
P – Mehlich⁻¹	mg dm ⁻³	100	Alto	36.0	Alto
K	cmol _c dm ⁻³	0.143	Adequado	0.102	Adequado
K	mg dm ⁻³	56	Adequado	40.0	Adequado
Matéria orgânica	%	1.6	Baixo	1.2	Baixo
Matéria orgânica	dag/kg ⁻¹	16.0	Baixo	12.0	Baixo

Tabela 5 - Continuação: Atributos químicos do solo na camada de 0 - 25 cm e 25 – 50 cm de profundidade da área experimental realizada antes da adubação com os complexos orgânicos. PPGCAG/CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.

Análise de solo (continuação)					
	Unidade	Resultado Profundidade 0-25 cm	Interpretação	Resultado Profundidade 25-50 cm	Interpretação
Sat. Al (M%)	%	0.0	Muito baixo	4.0	Muito baixo
Sat. Base (V%)	%	77.0	Bom	51.0	Médio: necessita correção
Ca/Mg		3.2	Alto	3.8	Alto
Ca/CTC	%	56.7	Alto	38.8	Alto
Mg/CTC	%	17.9	Adequado	10.2	Baixo
K/CTC	%	2.1	Baixo	2.1	Baixo
Argila	%	20.0	Solo franco arenoso	17.0	Solo franco arenoso
Argila	g/kg	200.0	Solo franco arenoso	170.0	Solo franco arenoso
Silte	%	6.0	Solo franco arenoso	6.0	Solo franco arenoso
Silte	g/kg	660.0	Solo franco arenoso	60.0	Solo franco arenoso
Arcia	%	74	Solo franco arenoso	77.0	Solo franco arenoso
Arcia	g/kg	740.0	Solo franco arenoso	770.0	Solo franco arenoso
N	%	0.08	Baixo		
Carbono orgânico Total	%	0.93	Baixo		
P - rem	mg dm ⁻³	38	Muito bom		

3.2.4. DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, no esquema fatorial $(2 \times 5) + 2$, correspondendo à utilização com e sem adubação orgânica com esterco, cinco doses do complexo orgânico (0; 5; 10; 15 e 20 L ha⁻¹) em sementes com peso entre 40 e 70g, conhecidas na região como “covinhas” ou “mamita”. E dois tratamentos adicionais (Semente comercial + esterco + 10 L ha⁻¹ de complexo orgânico e o outro Semente comercial + NPK) sementes comerciais com peso entre 190 a 250g, com quatro repetições, totalizando 12 tratamentos. Cada parcela foi constituída por 14 plantas. A adubação com NPK foi utilizado a amônia, super-triplo e cloreto de potássio. A recomendação do fabricante é de 1000 kg/ha. A aplicação foi realizada no berço de plantio para adubação de fundação e na adubação de cobertura, foi incorporado ao lerão com o auxílio de um enxadeco.

3.2.5. PREPARO DA ÁREA DE PLANTIO

O preparo do solo constou de aração simples, realizada no final do mês de novembro de 2020, com a devida aplicação e incorporação do calcário dolomítico para correção da acidez, respeitando o prazo mínimo de 30 dias de antecedência ao plantio.

Após o levantamento dos lerões, as equipes foram divididas e trabalharam de forma síncrona. Primeiro os berços foram marcados com o auxílio do marcador em compasso (Figura 10), em seguida os berços eram cavados com o enxadeco, onde foram colocados os fertilizantes em fundação e a semente de plantio.



Figura 10 - Marcador de plantio em formato de compasso.

3.2.6. ADUBAÇÃO ORGÂNICA E NPK

A adubação de fundação (Figura 11), foi realizada com a aplicação dos complexos orgânicos e o esterco curtido diretamente nos berços de plantio e no tratamento convencional, aplicou-se NPK (30 g por planta) também associado com o esterco curtido, cobertos com uma leve camada de solo, para evitar a queima ocasionada pelo contato direto da semente com o adubo.

As adubações de cobertura foram realizadas 90 e 150 dias após a semeadura (DAS). Os fertilizantes foram diluídos em 6 litros de água e com o auxílio de uma bomba costal, distribuídos uniformemente ao longo da parcela (Figura 12). No tratamento convencional, para a adubação de cobertura, utilizou-se 16g de NPK por planta.



Figura 11 - Adubação de Fundação.



Figura 12 - Aplicação dos complexos orgânicos no fundo dos berços de plantio.

3.2.7. SEMEADURA E ESPAÇAMENTO

A semeadura do Inhame (*Dioscorea alata* L.) foi realizada manualmente colocando-se uma semente por berço, com peso entre 40 e 70g, conhecidas na região

como “covinhas” ou “mamita” (Figura 13). Para os tratamentos adicionais, foram utilizadas sementes comerciais com peso entre 190 e 250g.

As sementes foram dispostas no espaçamento 0,30 m entre plantas e entre linhas 1,20 m, totalizando 27.778 plantas por hectare. Para a orientação do crescimento vegetativo, foi adotado o sistema de tutoramento tradicional, com um tutor (vara), medindo aproximadamente 1,80 m de altura.

A parcela constituiu uma área de 4,2 m, eliminando as plantas das bordas, utilizando como parcela útil, as quatorze plantas centrais. Durante a condução do experimento foram realizados tratos culturais, como a capina manual, com auxílio da enxada, aplicação de calda bordalesa tendo em vista o aparecimento inicial da “Pinta preta” (*Curvularia eragrostidis* (Henn.) Meyer).



Figura 13 - Seleção e coleta das sementes “mamita” ou “covinha”, utilizadas no plantio.

3.2.8. CARACTERIZAÇÃO DAS FASES DE DESENVOLVIMENTO

A caracterização das fases de desenvolvimento da cultura foi realizada por meio do método destrutivo. Analisou-se 18 plantas nos sete meses seguintes à brotação (Figura 14), a fim de identificar o crescimento vegetativo, fase de reprodução (Figura 15), crescimento de túberas (Figura 16), e acompanhamento da área foliar.



Figura 14 - Semente na fase de brotação.



Figura 15 - Tubérculo alimentício em fase de maturação.



Figura 16 - Tubérculo alimentício maduro.

3.2.9. TROCAS GASOSAS

Foram analisadas as trocas gasosas: assimilação líquida de gás carbônico (A) ($\mu\text{mol de CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), condutância estomática (g_s) ($\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), transpiração (E) ($\text{mmol m}^{-2} \text{ s}^{-1}$), concentração intercelular de CO_2 (C_i) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$), temperatura instantânea foliar (T_{leaf}) ($^{\circ}\text{C}$), concentração intercelular e extracelular de CO_2 (C_i/C_a). Posteriormente, foram estimadas a eficiência do uso da água (WUE), relacionando à fotossíntese líquida com a transpiração [$(\mu\text{mol/m}^{-2}/\text{s}^{-1})/(\text{mol/m}^{-2}/\text{s}^{-1})$], eficiência intrínseca do uso de água ($iWUE$), relacionando à fotossíntese líquida com a condutância estomática [$(\mu\text{mol/m}^{-2}/\text{s}^{-1})/(\text{mol/m}^{-2}/\text{s}^{-1})$],

As avaliações de trocas gasosas foram determinadas na Fase de Crescimento Vegetativo e na Fase Reprodutiva, 135 DAS e 165 DAS, respectivamente, no horário de 08:00 a 10:00 h. Utilizou-se analisador de gás infravermelho (IRGA®, ACD, modelo LCPro-SD) com fluxo de ar de 200.3 mL min⁻¹ e fonte de luz acoplada de 1.200 µmol m⁻² s⁻¹. As avaliações foram realizadas em folhas completamente expandidas, localizadas no terço médio da haste, intacta, mais vistosa e em posição de recebimento de luz solar direta.

Foi utilizado o teste de Hartley para verificar a homogeneidade de variâncias. Para avaliar o efeito das doses de adubação sobre as variáveis analisadas, procedeu-se a análise de variância e posterior regressão polinomial, observando a curva que melhor descreveu o comportamento dos dados. Além disso, foi realizado o teste de Tukey a 5% de probabilidade e o teste de Dunnett a 5% de probabilidade para comparar o tratamento testemunha *versus* os demais. A análise estatística foi realizada mediante o uso do software estatístico R versão 3.4.1 (R Core Team, 2017©). Foi aplicado o teste F para comparar as médias.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos no presente estudo mostraram que a duração de 210 dias foi suficiente para as plantas de Inhame completar o seu ciclo de desenvolvimento (Tabela 6). Segundo Santos (1996) o conhecimento dos estágios de crescimento e desenvolvimento da planta: brotação, crescimento vegetativo, fase reprodutiva e maturação fisiológica, que relacionam a estrutura da parte aérea com a porção subterrânea, possibilita a realização de um bom manejo da cultura, associando as práticas agrícolas às necessidades da planta, como fertilização, controle cultural e fitossanitário, irrigação.

Os resultados propostos pelos boletins da FAO número 24, 33 e 56 (Doorenbos & Pruitt, 1977; Doorenbos & Kassam, 1979 e Allen et al., 1998, respectivamente) apresentam uma duração do ciclo fenológico semelhante, diferindo apenas na duração das fases de germinação e crescimento vegetativo. Observou-se que o período de repouso dado às sementes antes do plantio para quebra de dormência é um dos fatores importantes que influencia na velocidade de germinação e o desenvolvimento vegetativo pode sofrer grande influência de fatores climáticos.

Tabela 6 - Caracterização das fases de vida da cultura do Inhame (*Dioscorea alata*), Caaporã – PB, Janeiro a setembro de 2021.

FASES DE DESENVOLVIMENTO					
	I	II	III	IV	Total
	Brotação	Crescimento Vegetativo	Fase Reprodutiva	Fase de Maturação Fisiológica	
Meses	2	2,5	1	1,5	7
Dias	60	75	30	45	210

Fonte: Autor.

Na Tabela 7 apresenta-se o resumo da análise de variância das variáveis de trocas gasosas determinadas na folha do terço médio da haste. Observa-se que houve interação ($p \leq 0,05$) com e sem adubação com esterco (EST) e as doses de complexos orgânicos para as variáveis Eficiência intrínseca do uso da água (iWUE). Com relação à testemunha, observa-se que os tratamentos não proporcionaram efeito significativo nas taxas fotossintéticas.

No entanto, as variáveis que não foram influenciadas pela interação entre os fatores, podem ter sido influenciadas por um fator individual. Como por exemplo, o tratamento testemunha, onde não apresenta diferença significativa nas variáveis fisiológicas, porém, ele não foi submetido a nenhum estresse, desta forma, compreende-se o resultado com as mesmas características de desenvolvimento fisiológico que os demais tratamentos com a utilização dos complexos orgânicos.

Tabela 7 - Resumo da análise de variância para as variáveis, Concentração interna de CO₂ (Ci), Fotossíntese líquida (A), Condutância estomática (gs), Transpiração (E), Eficiência instantânea de uso da água (WUE), Eficiência intrínseca do uso de água (iWUE) da cultura do Inhame. PPGCAG/CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.

FV	GL	Quadrados médios					
		<i>Ci</i>	<i>A</i>	<i>gs</i>	<i>E</i>	WUE	iWUE
Esterco	1	1123,60 ^{ns}	40,7232**	0,0063 ^{ns}	1,1594*	1,0761 ^{ns}	144,3548 ^{ns}
Dose	4	332,97 ^{ns}	13,6102*	0,0005 ^{ns}	0,0932 ^{ns}	1,3373*	285,4833**
ESTxDOS	4	647,22 ^{ns}	7,5574 ^{ns}	0,0002 ^{ns}	0,5604 ^{ns}	0,7132 ^{ns}	187,7808*
Testemunha	1	40,50 ^{ns}	1,8625 ^{ns}	0,0001 ^{ns}	0,1458 ^{ns}	0,2256 ^{ns}	49,0610 ^{ns}
Test_vs_Comuns	1	109,35 ^{ns}	3,1510 ^{ns}	0,0115*	4,3713**	0,7268 ^{ns}	174,7323 ^{ns}
Bloco	3	714,58 ^{ns}	2,5598 ^{ns}	0,0057*	1,1562*	0,1637 ^{ns}	297,6870**
Resíduo	33	427,67	4,7871	0,0016	0,2749	0,3316	57,6677
Total	47						
CV (%)		7,81	22,74	19,18	13,93	22,25	16,08

CV: coeficiente de variação; ns, ***, ** e * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,0001$, $p < 0,01$ e $p < 0,05$.

Consideráveis alterações na condutância estomática (gs) e transpiração (E) durante as determinações de trocas gasosas estão substancialmente relacionadas às condições ambientais as quais as plantas estão submetidas. Foi observado que as médias das referidas variáveis, tomadas para um mesmo horário, foram relativamente constantes ao longo dos diferentes dias de experimento, indicando que as determinações das variáveis fisiológicas foram realizadas sob as mesmas condições ambientais. Existindo diferença significativa na comparação das sementes “mamitas”, com as sementes comerciais (Test vs Comuns).

Reduções em E e gs sob condições de seca e/ou sob diferentes horários do dia, como ocorreu na comparação entre os tratamentos adicionais com as sementes mamitas (Test vs Comuns), tanto sob condições de seca quanto sob plena irrigação tem sido relatadas para várias espécies. Silva et al. (2003), trabalhando com plantas de *M. caesalpiniiifolia*, verificaram que após cinco dias sob seca a E foi drasticamente reduzida em relação às plantas controle (irrigadas), principalmente nos horários do dia de maior demanda evaporativa. Resultados semelhantes foram encontrados para *C. canephora*, em que DaMatta et al. (2003) observaram que um déficit hídrico de 55 dias resultou em decréscimos de aproximadamente 50% em gs, em paralelo a reduções de mesma magnitude em E.

Na Tabela 8 apresenta-se o resumo da análise de variância das variáveis, Comprimento, Diâmetro, Peso total da parcela (PTP) e Produtividade (P). Houve interação ($p \leq 0,05$) entre os diferentes tratamentos quando comparados com os tratamentos adicionais (Test vs Comuns), houve diferença significativa para as variáveis Comprimento, Peso Total da Parcela (PTP) e Produtividade (P) e nas variáveis do tratamento Testemunha, houve diferença significativa para o Diâmetro, Peso Total da Parcela (PTP) e Produtividade (P).

Tabela 8 - Resumo da análise de variância para as variáveis, Comprimento, Diâmetro, Peso total da parcela (PTP) e Produtividade (P) da cultura do Inhame São Tomé, em função da utilização de sementes mamitas, adubação com esterco e doses de ácidos orgânicos.

PPGCAG/CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.

FV	GL	Quadrados médios			
		Comprimento	Diâmetro	PTP	P
Esterco	1	2,5000 ^{ns}	6,4803 ^{ns}	0,4203 ^{ns}	1,7640 ^{ns}
Dose	4	5,6488 ^{ns}	1,0429 ^{ns}	11,6484 ^{ns}	7,6454 ^{ns}
ESTxDOS	4	7,1398 ^{ns}	5,3569 ^{ns}	7,5734 ^{ns}	47,9963 ^{ns}
Testemunha	1	18,7578^{ns}	32,5221*	84,5000**	94,5313**
Test_vs_Comuns	1	112,0530**	23,2940^{ns}	442,5450**	394,4970**
Bloco	3	17,4942 ^{ns}	5,4400 ^{ns}	11,6947 ^{ns}	16,2247 ^{ns}
Resíduo	33	8,2197	6,8758	5,0139	4,2648
Total	47				
CV (%)		12,08	8,93	15,17	18,31

CV: coeficiente de variação; ns, ***, ** e * respectivamente não significativos, significativo a $p < 0,0001$, $p < 0,01$ e $p < 0,05$.

As práticas de manejo orgânico são sustentáveis e recomenda-se utilizar insumos que não causem dano à saúde dos seres vivos e dos recursos naturais (WEBER; SILVA, 2021). Nesse contexto os ácidos orgânicos são uma opção viável a substituição de fertilizantes comerciais, além de proporcionar o equilíbrio do pH do solo (TANAKA, 1981). Outros benefícios são destacados como a redução dos níveis de Alumínio, o aumento da biodisponibilidade de minerais, promoção da ciclagem e circulação de componentes nutricionais lixiviados ou de baixa solubilidade que estejam em estratos profundos (CALEARI *et al*, 1993).

Recentemente, Carneiro *et al.* (2022) ao estudarem a qualidade química do solo em sistemas de produção de olerícolas sob o manejo agroecológico revelaram que adubação orgânica de boa qualidade foi eficiente no atendimento das necessidades nutricionais das plantas e na geração de acúmulo de nutrientes no solo.

Os adubos orgânicos são utilizados sobretudo para incrementar o volume de matéria orgânica na zona radicular das plantas. Seu uso adequado auxilia na manutenção da qualidade do solo e, portanto, proporciona uma abordagem de baixo custo para o manejo da produtividade das culturas, além de proteger o meio ambiente (SINGH *et al*, 2016).

A quantidade de matéria orgânica no solo interfere na ligação do fósforo com outros nutrientes, pois liberam ácidos orgânicos que são produzidos na decomposição. Andrade *et al.* (2003) verificaram que a aplicação concomitante dos ácidos orgânicos ou ácidos húmicos e do fosfato (fosfato monobásico de potássio), em Latossolo Vermelho de textura muito argilosa, e de fosfato depois da aplicação de ácidos orgânicos de baixo peso molecular, ocasionou menor adsorção de fosfato comparativamente onde foram aplicados apenas as fontes de fósforo inorgânico.

Os resultados obtidos por Andrade *et al.* (2003) fazem coro com os dados encontrados em estudos científicos protagonizado por Sposito (2008) e Pavinato; Rosolem (2008), os quais, asseveram que os ácidos orgânicos são adsorvidos aos colóides do solo, que são partículas formadas de rochas e matéria orgânica menores que um micrômetro de diâmetro carregados eletricamente, formando complexos organometálicos com ferro e alumínio e, assim, competindo com o fósforo pelos sítios de adsorção, favorecendo sua maior disponibilidade às plantas.

A grande diferença observada nos resultados do tratamento Test vs Comuns, que compara as sementes mamitas, com as sementes comerciais, pode ser descrita pela quantidade de reserva energética presente no material propagativo, que por estar em condições de sequeiro, provocar irregularidades na formação do stand, como observado por Santos (2006), a qualidade e o tamanho das túberas-semente são fatores responsáveis pelo stand, uniformidade e rapidez no estabelecimento de uma lavoura de inhame, exercendo papel fundamental no desenvolvimento da planta e favorecendo de forma significativa o rendimento da cultura).

Porém quanto maior o tamanho das túberas-semente, maior é o consumo destas. O que pode provocar uma variação no gasto de arrobas de sementes para plantio entre 150 até 350 arrobas por hectare, isso influenciará diretamente no custo total de produção, visto que valor da semente é um dos principais itens de investimento.

A Figura 17 demonstra que a eficiência do uso da água (WUE) se comportou de maneira crescente, à medida que aumentou as doses com a adubação de complexos orgânicos, podendo ser observado que a dose de 15 L ha apresentou o melhor resultado. A variável WUE representa a relação entre a fotossíntese e a transpiração, de forma que os valores observados relacionam a quantidade de carbono que a planta fixa, por cada unidade de água que perde (Jaimez et al., 2005). Assim, o fechamento parcial dos estômatos provoca aumento na WUE pela alta taxa fotossintética, resultando em maior acúmulo de fitomassa por unidade de água transpirada (Gabriel, et al., 2013).

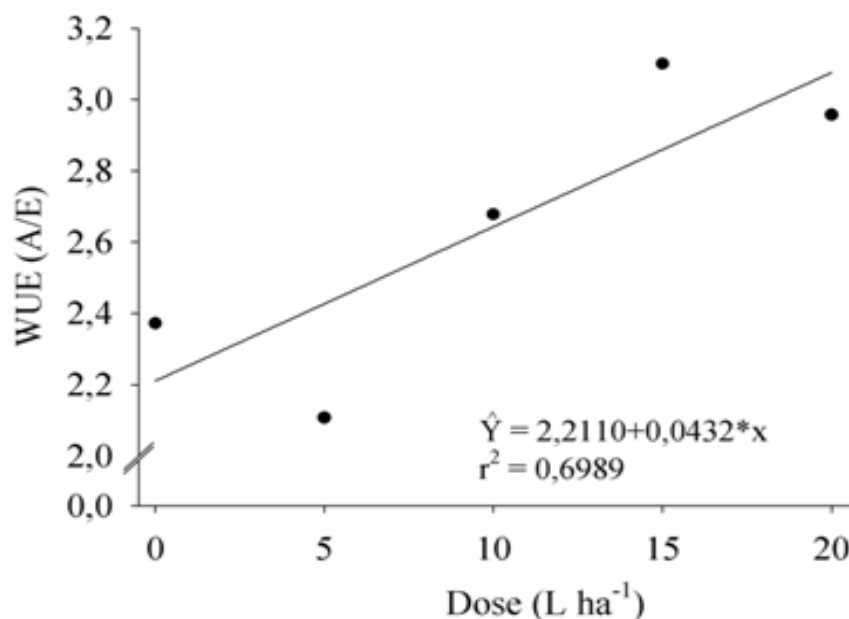


Figura 17 - Eficiência do uso da água (WUE) em relação às concentrações de adubação com os complexos orgânicos.

Para eficiência intrínseca do uso da água (iWUE) (Figura 18), que reflete o comportamento geral da planta ao longo do tempo em relação ao uso da água, observa-se no gráfico o aumento gradativo da iWUE com a influência da interação entre a adubação com esterco e as doses de complexo orgânico. Maiores eficiências intrínsecas no uso da água garantem maiores absorções de CO₂ com mínimas perdas de água (Taiz et al. 2017). Estes resultados estão de acordo com Alves e Julliati (2018), que afirmam que o aumento da iWUE ocorre devido à manutenção da taxa fotossintética da planta, mesmo ocorrendo o fechamento parcial dos estômatos.

De modo que, à redução do influxo de CO₂ para cavidade subestomática, está relacionada ao fechamento parcial dos estômatos, sendo o CO₂ melhor aproveitado para a atividade da Ribulose 1,5 bifosfato carboxilase/oxigenase (Machado et al., 2005; Silva et al., 2014; Bertino et al., 2015), ocasionando maior produção de assimilados, melhor enchimento e crescimento das túberas alimentícias e consequentemente a produção comercial total.

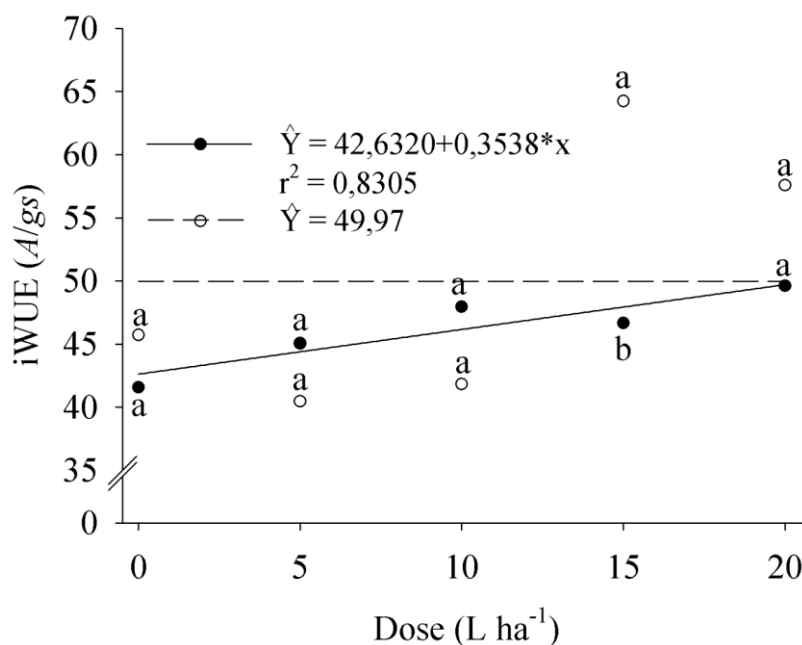


Figura 18 - Eficiência intrínseca do uso da água (iWUE) em relação às concentrações de adubação com os complexos orgânicos.

Em geral, a condutância estomática (gs) e a transpiração (E) não obteve diferença significativa entre os tratamentos com as sementes menores, chamadas de “mamitas” (Tabela 9). Em comparação com os tratamentos adicionais, houve diferença significativa em relação aos que não foram utilizados esterco na adubação de fundação. Reafirmando a importância da utilização e incremento da matéria orgânica com a aplicação do esterco curtido no fundo do berço de plantio.

As características benéficas com o aporte de matéria orgânica sobre a produção total e comercial do inhame, correspondem para além de fornecer nutrientes, a sua capacidade de melhorar a CTC, proporcionando uma maior oferta de nutrientes para a cultura, durante um período prolongado. Esses efeitos condicionantes, são mais visualizados em solos de baixo teor de matéria orgânica - situação visualizada na caracterização do solo da área experimental – além de melhorar as características físicas, que favorecerá um ambiente próprio para o desenvolvimento de túberas alimentícias (Oliveira et al., 2001). De acordo com Diby et al. (2011), o potássio é o segundo elemento mineral mais absorvido pelas *Dioscorea* sp., o teor de potássio encontrado no esterco de galinha é 28% superior ao teor encontrado na composição do esterco bovino, o que

também pode ter influenciado na maior resposta da produtividade a essa fonte de matéria orgânica.

Para os parâmetros da Fotossíntese (A), Concentração interna de CO₂ (C_i), Eficiência do uso da água (WUE) e Eficiência intrínseca do uso da água (iWUE), não obtiveram diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade e pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade em relação a interação entre a adubação com esterco e as doses de complexo orgânico.

Silva et al. (2014), avaliando a C_i em diferentes técnicas de produção, com esterco bovino e adubação fosfatada, observou diferença entre as técnicas nos valores entre 160 e 200 $\mu\text{mol mol}^{-1}$, respectivamente. Ferraz et al. (2012), avaliaram a C_i em plantas de feijão-caupi, no horário de 10h às 11h, verificando valores mais expressivos: 277 $\mu\text{mol mol}^{-1}$ e 289,6 $\mu\text{mol mol}^{-1}$.

Tabela 9 - Resumo dos testes de médias para as variáveis Condutância estomática (gs), Fotossíntese líquida (A), Transpiração (E), Concentração interna de CO₂ (Ci), Eficiência do uso da água (WUE) e Eficiência intrínseca do uso da água (iWUE) em função das doses de complexos orgânicos e os tratamentos adicionais.

PPGCAG/CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021

Dose	<i>gs</i>			<i>A</i>		
	Esterco			Esterco		
	0	1	Média	0	1	Média
T1	-	-	0,242	-	-	9,71
T2	-	-	0,237	-	-	10,68
0	0,187	0,228	0,225a ^{ns/ns}	7,41	10,14	8,78ab ^{ns/ns}
5	0,180	0,195	0,188a ^{ns/ns}	8,01	7,89	7,95b ^{ns/ns}
10	0,190	0,215	0,203a ^{ns/ns}	9,13	9,24	9,19ab ^{ns/ns}
15	0,193	0,210	0,201a ^{ns/ns}	9,06	13,39	11,22a ^{ns/ns}
20	0,180	0,208	0,194a ^{ns/ns}	8,88	11,92	10,40ab ^{ns/ns}
Média	0,186A ^{*/*}	0,211A ^{ns/ns}		8,50B ^{ns/ns}	10,51A ^{ns/ns}	
Dose	<i>E</i>			<i>Ci</i>		
	Esterco			Esterco		
	0	1	Média	0	1	Média
T1	-	-	4,58	-	-	264
T2	-	-	4,31	-	-	259
0	4,04	4,18	4,11a ^{*/ns}	262	248	255a ^{ns/ns}
5	3,52	4,00	3,76a ^{ns/ns}	258	279	268a ^{ns/ns}
10	3,64	3,35	3,49a ^{*/ns}	255	288	272a ^{ns/ns}
15	3,69	3,57	3,63a ^{*/ns}	265	273	269a ^{ns/ns}
20	3,21	3,91	3,56a ^{*/ns}	261	266	263a ^{ns/ns}
Média	3,46B ^{*/*}	3,80A ^{*/ns}		260A ^{ns/ns}	271A ^{ns/ns}	
Dose	WUE			iWUE		
	Esterco			Esterco		
	0	1	Média	0	1	Média
T1	-	-	2,15	-	-	40,47
T2	-	-	2,48	-	-	43,43
0	2,31	2,43	2,37ab ^{ns/ns}	41,57aA	45,73bcA	43,65 ^{ns/ns}
5	2,28	1,94	2,11b ^{ns/ns}	45,05aA	40,47cA	42,76 ^{ns/ns}
10	2,54	2,82	2,68ab ^{ns/ns}	47,96aA	41,83cA	44,90 ^{ns/ns}
15	2,46	3,75	3,10a ^{ns/ns}	46,67aB	64,23aA	55,45 ^{ns/ns}
20	2,81	3,10	2,96a ^{ns/ns}	49,60aA	57,59abA	53,59 ^{ns/ns}
Média	2,48A ^{ns/ns}	2,81A ^{ns/ns}		46,17 ^{ns/ns}	49,97 ^{ns/ns}	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem do teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns = não significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade para a testemunha 1 (T1) e testemunha (T2). * = significativo pelo teste de Dunnett a 5% de probabilidade para as testemunhas T1 e T2.

Em análise das variáveis para os fatores comprimento (Tabela 10) e diâmetro de túberas alimentícias (Tabela 11), peso total da parcela (Tabela 12) e produtividade das túberas alimentícias (Tabela 13) em função dos tratamentos adicionais T 1 – Ácidos orgânicos e semente comercial e T2 – NPK e semente comercial, verificou-se diferença significativa pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Nos estudos realizados por Diby et al. (2011) observou-se que as condições férteis do solo podem representar um obstáculo limitante para a elevação da produtividade do inhame e, conforme com O'Sullivan & Ernest (2007), as túberas alimentícias possuem a característica de retirar enormes parcelas de nutrientes da fração do solo, favorecendo a redução dos seus níveis remanescentes. Desta forma, a adubação orgânica baseada em orientações técnicas é essencial para elevar o seu potencial produtivo, aumentar a disponibilidade de nutrientes e melhorar a produção final da cultura.

Os valores analisados com os resultados desta pesquisa foram similares aos obtidos por Silva (2010), que trabalhou com a adubação orgânica de esterco bovino, observou o comprimento máximo dos tubérculos alimentícios de 26 cm, na dose estimada de 29 t ha⁻¹. Oliveira et al. (2007) em sua pesquisa, verificaram que o comprimento dos tubérculos de 32 cm com 70 kg de N ha⁻¹ e 12 t ha⁻¹ de adubação orgânica com esterco fornecido como adubação de fundação. Santos et al. (2009), não constatarem diferenças significativas entre os tratamentos estudando fertilização do solo com macro e micronutrientes, mas obtiveram valor médio de comprimento de túberas de 25,63 cm com adubação orgânica, desta forma, os esterco curtidos de animais proporcionam o aumento no comprimento do inhame, provavelmente, por estimular o desenvolvimento das túberas alimentícias.

Um fator importante a ser observado são os resultados referentes ao tratamento T1 – Ácidos orgânicos e semente comercial, que compreende ao protocolo determinado por esta pesquisa, na utilização da adubação orgânica, com o esterco e a adubação com os complexos orgânicos, obtiveram resultados maiores em comparação com o protocolo de adubação convencional, com o esterco e a adubação química com NPK. Asseverando a viabilidade da produção orgânica do Inhame, com maior rendimento de comprimento, diâmetro, peso e trocas gasosas quando comparado ao tratamento químico convencional.

Tabela 10 - Dados biométricos e resumo do teste de média para a variável comprimento, PPGCAG/CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.

Dose	Comprimento (cm)		
	Esterco		
	0	1	Média
T1	-	-	28,69
T2	-	-	25,63
0	22,69	23,71	23,20a ^{*/ns}
5	22,25	22,38	22,31a ^{*/ns}
10	22,81	23,19	23,00a ^{*/ns}
15	22,38	22,38	22,38a ^{*/ns}
20	22,5	26,28	24,39a ^{ns/ns}
Média	22,52A ^{*/ns}	23,58A ^{*/ns}	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem do teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns = não significativo pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade para a testemunha 1 (T1) e testemunha (T2). * = significativo pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade para as testemunhas T1 e T2.

Tabela 11 - Dados biométricos e resumo do teste de média para a variável diâmetro, PPGCAG/CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.

Dose	Diâmetro (cm)		
	Esterco		
	0	1	Média
T1	-	-	32,94
T2	-	-	28,65
0	29,03	29,31	29,17a ^{ns/ns}
5	28,09	29,16	28,63a ^{*/ns}
10	27,69	30,97	29,33a ^{ns/ns}
15	29,75	29,09	29,42a ^{ns/ns}
20	28,09	29,34	28,72a ^{ns/ns}
Média	28,53A ^{*/ns}	29,57A ^{*/ns}	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem do teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns = não significativo pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade para a testemunha 1 (T1) e testemunha (T2). * = significativo pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade para as testemunhas T1 e T2.

Tabela 12 - Dados biométricos e resumo do teste de média para as variáveis, peso total da parcela (PTP), PPGCAG/CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.

Dose	Peso total da parcela (kg)		
	Esterco		Média
	0	1	
T1	-	-	24,8
T2	-	-	18,3
0	12,55	13,28	12,91a ^{**}
5	10,85	12,38	11,61a ^{**}
10	12,83	15,53	14,18a ^{**}
15	14,63	14,83	14,73a ^{*/ns}
20	12,45	14,73	13,59a ^{**}
Média	12,66A ^{**}	14,15A ^{**}	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem do teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns = não significativo pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade para a testemunha 1 (T1) e testemunha (T2). * = significativo pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade para as testemunhas T1 e T2.

Tabela 13 - Dados biométricos e resumo do teste de média para as variáveis, Peso comercial da parcela (PC), PPGCAG/CCHSA/UFPB, Bananeiras, PB, 2021.

Dose	Peso comercial (kg)		
	Esterco		
	0	1	Média
T1	-	-	21,13
T2	-	-	14,25
0	10,08	10,43	10,25a ^{*/*}
5	8,13	8,58	8,35a ^{*/*}
10	9,25	11,75	10,50a ^{*/*}
15	10,33	11,45	10,89a ^{*/*}
20	9,18	10,8	9,99a ^{*/*}
Média	9,39A ^{*/*}	10,60A ^{*/*}	

Médias seguidas de mesma letra maiúscula na linha e minúscula na coluna não diferem do teste de Tukey a 5% de probabilidade. ns = não significativo pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade para a testemunha 1 (T1) e testemunha (T2). * = significativo pelo teste de Dunnet a 5% de probabilidade para as testemunhas T1 e T2.

3.4 CONCLUSÃO

Nesta perspectiva, destacam-se a importância da utilização dos ácidos orgânicos, que naturalmente resultam da decomposição da matéria orgânica e são capazes de estimular alterações fisiológicas nas plantas, bem como, acelerar o processo de mineralização da matéria orgânica, que poderia durar em média cinco meses, para disponibilidade e utilização das plantas cultivadas, as quais podem contribuir para um melhor desenvolvimento, o que é essencial para que se obtenha ganhos em produtividade.

Em um contexto de escassez de túberas-semente, é viável a utilização das sementes “mamitas” ou “covichas” para o plantio do Inhame (*D. alata*), tendo em vista

que a necessidade para o plantio de um hectare de inhame é de 5.000 kg ha⁻¹, correspondendo em torno de 30% do custo de produção para implantação da cultura.

Houve uma resposta linear crescente para os tratamentos com doses de adubação de complexos orgânicos líquidos, apresentando aumento da WUE e iWUE à medida que também aumentou as concentrações das soluções.

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A integração agroecológica está correlacionada com outros processos contra-hegemônicos ao sistema agroalimentar global, resultando em avanços importantes, tanto em instituições que trabalham com a Agroecologia, como em políticas públicas que afetam os agroecossistemas. Destarte, salientamos que enquanto um processo social, a integração agroecológica necessita estar inscrita na lógica de um processo aberto, orientado pela promoção da sustentabilidade e a possibilidade de vislumbrarmos um futuro melhor para a humanidade.

A passagem do atual sistema agroalimentar industrial para os sistemas agroalimentares de base agroecológica não irá acontecer fortuitamente. Exigirá ações positivas para ultrapassar os obstáculos que, por demasiado tempo, impediram que uma mudança real acontecesse a uma escala global. Tão positivo, as ações devem visar principalmente à modernização da agricultura agroecológica camponesa (seja mais tradicional ou parcialmente industrializada), ambos reconhecendo o enorme valor acrescentado das agriculturas tradicionais ao desenvolvimento sustentável e a necessidade de tornar as explorações camponesas existentes mais produtivas, sustentáveis, resilientes e cooperadas.

Mas os esforços para aumentar a “escala” da agroecologia implicarão também o aumento da integração agroecológica das explorações industriais, na divisão justa e coerente das terras agrícolas, tendo em vista que pequenos produtores, organizados em arranjos produtivos locais, geram grandes escalas. No entanto, isto continua a ser mais do que nunca necessário, estando diretamente ligada à perspectiva da atenuação das alterações climáticas e nas sustentabilidades dos agroecossistemas.

O imperativo socioambiental, como resposta à crise civilizatória em que nos encontramos, exige novas políticas públicas para o desenvolvimento rural. Logo, diante do desafio de apoiar estratégias que se orientem pela sustentabilidade socioambiental, torna-se indispensável a oferta estatal de serviços de Assistência Técnica e Extensão Rural (ATER) imbuídos do propósito de contribuir para uma ampla transição e integração agroecológica, visando a construção de sistemas agrícolas e agroalimentares ecologicamente mais sustentáveis, resilientes e socialmente mais includentes.

5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABBAS, S. M. **The influence of biostimulants on the growth and on the biochemical composition of *Vicia faba* cv. Giza 3 beans.** Romanian Biotechnological Letters, v. 18, n. 2, p. 8061-8068, 2013.

ABRANTES, F.L. et al. **Uso de regulador de crescimento em cultivares de feijão de inverno.** Pesquisa Agropecuária Tropical, 2011. v.41, p. 148-154.

ABU-ZINADA, I. A.; SEKH-ELEID, K. S. **Humic acid to decrease fertilization rate on potato (*Solanum tuberosum* L.).** American Journal of Agriculture and Forestry, v. 3, n. 5, p. 234-238, 2015.

AHMAD, I. et al. **Humic acid and cultivar effects on growth, yield, vase life, and corm characteristics of gladiolus.** Chilean Journal of Agricultural Research, v. 73, n. 4, p. 339-344, 2013.

ALBERS, C. N. et al. **Effect of different humic substances on the fate of diuron and its main metabolite 3, 4-dichloroaniline in soil.** Environmental Science and Technology, v. 42, n. 23, p. 8687-8691, 2008.

ALBRECHT, L.P. et al. **Aplicação de biorregulador na produtividade do algodoeiro e qualidade de fibra.** Scientia Agraria, 2009. v.10, p. 191-198.

ALFREDO, P.M.; PILAR, B.; ENGRACIA, M.; FRANCISCO, C.; PETRA, J. MICHAEL, S. **Microbial community structure and function in a soil contaminated by heavy metals: effects of plant growth and different amendments.** *Soil Biol Biochem.*, v.38, p. 327–341, 2005.

ALI, E.; SALTALI, K.; ERYIGIT, N, UYSAL, F. **The effect of leonardite application on climbing bean (*Phaseolus vulgaris* L.) yield and some soil properties.** *J. of Agron.*, v. 6, n.3, p. 480-483. 2007

ALLEN, R. G.; PEREIRA, L. S.; RAES, D.; SMITH, M. **Crop Evapotranspiration - Guidelines for Computing Crop Water Requirements.** FAO Irrigation and Drainage Paper 56. Food and Agriculture Organization of the United Nations. Rome, 1998.

ALTIERI, M. A. **Agroecologia: bases científicas para uma agricultura sustentável**. Guaíba: Agropecuária, 2002. 592 p.

ALVES, V. M.; JULIATTI, F. C. **Fungicidas no manejo da ferrugem da soja, processos fisiológicos e produtividade da cultura**. Summa Phytopathologica, Botucatu, 2018. v. 44, n. 3, p. 245- 251.

AMERI, A.; TEHRANIFAR, A. **Effect of humic acid on nutrient uptake and physiological characteristic *Fragaria ananassa* var. Camarosa**. Journal of Biological and Environmental Sciences, v. 6, n. 16, p. 77-79, 2012.

ANDRADE, F.V. et al. **Dry-matter production and phosphorus accumulation by maize plants in response to the addition of organic acids in Oxisols**. Communications in Soil Science and Plant Analysis, v.38, n. 19-20, p.2733–2745, 2007.

ANTELO, J. et al. **Adsorption of a soil humic acid at the surface of goethite and its competitive interaction with phosphate**. Geoderma, v. 138, n. 1, p. 12-19, 2007.

ARBENZ, M. **Aumento de escala da Agroecologia: uma questão política**. Agriculturas, v. 14, N. 1, p. 9, 2019.

ARSLAN, G.; PEHLIVAN, E. **Uptake of Cr³⁺ from aqueous solution by lignite-based humic acids**. Bioresource Technology, v. 99, n. 16, p. 7597-7605, 2008.

AUSTIN, D. F. **The taxonomy, evolution and genetic diversity of sweet potatoes and related wild species**. In: SWEET POTATO PLANNING CONFERENCE, 1., 1987, Lima. **Anais**. Lima: CIP, 1987, p.27-59.

AZAM SHAH, S. et al. **The effect of foliar application of urea, humic acid and micronutrients on potato crop**. Iran Agricultural Research, v. 35, n. 1, p. 89-94, 2016.

BALDOTTO, L. E. B. et al. **Desempenho do abacaxizeiro ‘Vitória’ em resposta à aplicação de ácidos húmicos durante a aclimação**. Revista Brasileira de Ciência do Solo, v. 33, n. 4, p. 979-990, 2009.

BECKER, C. et al. **Os multiníveis da transição agroecológica e a construção de circuitos de produção e consumo sustentáveis**. Cadernos de Agroecologia, 2015. v. 10, p. 1-5.

BERG, B.; LASKOWSKI, R. **Advances in ecolical research. Litter decomposition: a guide to carbon and nutrient turnover**. Academic Press, 38:1-19, 2006.

BERTINO, A. M. P. et al. **Growth and gas exchange of okra under irrigation, organic fertilization and cover of soil**. African Journal of Agricultural Research, Nairobi, 2015. v.10, n.40, p.3832-3839.

BERTOLIN, D.C. et al. **Aumento da produtividade de soja com a aplicação de bioestimulantes**. Bragantia, 2010. v. 69, p.339-347.

BETEMPS, C.; PINTO, L. E. **A batata-doce ganha espaço à mesa no inverno, mas é preciso atenção ao sistema de produção da cultura**. Brasília: Embrapa, 2015.

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

CALVO, P.; NELSON, L.; KLOEPPER, J. W. **Agricultural uses of plant biostimulants**. Plant and Soil, v. 383, n. 1-2, p. 3-41, 2014.

CANELLAS, L. C.; SANTOS, G. A. **Humosfera: tratado preliminar sobre a química das substâncias húmicas**. CCTA / UENF, Campos dos Goytacazes, Brazil, 2005.

CANELLAS, L. P. et al. **Humic acids isolated from earthworm compost enhance root elongation, lateral root emergence, and plasma membrane H⁺-ATPase activity in maize roots**. Plant Physiology, v. 130, n. 4, p. 1951-1957, 2002.

CANELLAS, L. P. et al. **Probing the hormonal activity of fractionated molecular humic components in tomato auxin mutants**. Annals of Applied Biology, v. 159, n. 2, p. 202-211, 2011.

CANELLAS, L. P. et al. **Relationships between chemical characteristics and root growth promotion of humic acids isolated from Brazilian oxisols**. Soil Science, v. 174, n. 11, p. 611-620, 2009.

CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A. **Agroecologia e extensão rural: contribuições para a promoção do desenvolvimento rural sustentável**. Brasília: MDA/SAF/DATER-IICA. 2004a.

CASSOL, A. **Redes agroalimentares alternativas: mercados, interação social e a construção da confiança**. 2013, 186 f. Dissertação (Mestrado em Sociologia) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2013. Disponível em: <<https://www.lume.ufrgs.br/handle/10183/79442>>. Acesso em: 16 set. 2021.

CAVALCANTE, R. R. **Características produtivas de genótipos de batata doce em função de doses de fósforo em solos de terra firme no município de Careiro – AM**. 2016. 45f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade Federal de Tocantins, Gurupi.

CHEN, Y.; CLAPP, C.; MAGEN, H. **Mechanism of plant growth stimulation by humic substances: The role of organo-iron complexes**. Soil Science Plant Nutrition, n.50, p.1089–95, 2004.

CIVIERO, J. C. et al. **Aplicação de substância húmica e do aminoácido L-glutâmico em diferentes comprimentos da reserva nutricional de tolete de uma gema de canade-açúcar**. Revista de Ciências Agrárias, v. 37, n. 3, p. 340-347, 2014.

COLETTI, A.J.; DECONTO, R.M.; BRIGHAM-GRETTE, J.; MELLES, M. **A GCM comparison of Pleistocene super-interglacial periods in relation to Lake El'gygytgyn, NE Arctic Russia**. Climate of the Past. 11(7): 979–989. 2015.

CORDEIRO, Y. E. M. ; PINHEIRO, H. A. ; Filho, B.G.S ; CORREA, S. S. ; SILVA, J. R. R. E. ; FILHO, M.B.D. . **Physiological and morphological responses of young mahogany (Swietenia macrophylla King) plants to drought**. Forest Ecology and Management, 2009. v. 258, p. 1449-1455.

COSTABEBER, J. A.; CAPORAL, F. R.; WIZNIEWSKY, J. G. **O conceito de Transição Agroecológica: contribuições para o redesenho de agroecossistemas em bases sustentáveis**. In: COSTA GOMES, J. C.; ASSIS, W. S. Agroecologia: princípios e reflexões conceituais. Brasília-DF: EMBRAPA, 2013. p.145-180.

DAROLT, M. R. **Circuitos curtos de comercialização de alimentos ecológicos: reconectando produtores e consumidores**. In: Paulo André Niederle; Luciano de Almeida; Fabiane Machado Vezzani. (Org.). Agroecologia: práticas, mercados e políticas para uma nova agricultura. 1 ed. Curitiba: Kairós, 2013. p. 139-170.

DIAS, C. T.; RUSSO, S. L.; **Estudo da batata doce utilizando mapeamento de prospecção tecnológica.** In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL DE INOVAÇÃO EM CADEIAS PRODUTIVAS DO AGRONEGÓCIO, 2., 2016, Caxias do Sul. **Anais...** Caxias do Sul, 2016. p.1-6.

DOBBSS, L. B. et al. **Bioactivity of chemically transformed humic matter from vermicompost on plant root growth.** Journal of Agricultural and Food Chemistry, v. 58, n. 6, p. 3681-3688, 2010.

DOORENBOS, J.; PRUITT, W. O. **Crop and water requirements.** Food and Agricultural Organization of the United Nations. FAO/ Rome. Paper 24, 1977. Tradução em português: GHEY, H. R. METRI, J. E. C.; DAMACENO, F. A.V. Com título: Requerimentos de Água para as Culturas. Universidade Federal da Paraíba (UFPB), Campina Grande-PB. JUL/1997, 250 p.

EL-SAYED, H. E. A. et al. **Responses of productivity and quality of sweet potato to phosphorus fertilizer rates and application methods of the humic acid.** International Research Journal of Agricultural Science and Soil Science, v. 1, n. 9, p. 383-393, 2011.

EMBRAPA. Sistemas de produção de batata-doce. Brasília: versão eletrônica. V. 9, 66 p., 2021. <Disponível em: <https://www.embrapa.br/documents/1355126/8971369/Sistema+de+Produ%C3%A7%C3%A3o+de+Batata-Doce.pdf/4632fe60-0c35-71af-79cc-7c15a01680c9>> Acesso em: 22/01/2022.

ERPEN, L. **Modelagem do desenvolvimento e produtividade de batata-doce.** Dissertação de mestrado. 68 p., 2013.

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, 2008.

FALCÃO, N. P. D. S.; SILVA, J. R. A. **Características de adsorção de fósforo em alguns solos da Amazônia Central.** Acta Amazonica, v. 34, n. 3, p. 337-342, 2004.

FAN, H. et al. **Effects of humic acid derived from sediments on growth, photosynthesis and chloroplast ultrastructure in chrysanthemum.** Scientia Horticulturae, v. 177, p. 118-123, 2014.

FAO - Organização das Nações Unidas para a Alimentação e a Agricultura. **Enabling sustainable food systems: Innovators' handbook**. FAO and INRAE: Roma, 2020. 260 p. Disponível em: <<http://www.fao.org/policy-support/tools-and-publications/resources-details/en/c/1308923/>>. Acesso em: 3 dez. 2021.

FAO, Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAO. **FAOSTAT**. 2010. Disponível em: <<http://faostat.fao.org/site/567/DesktopDefault.aspx?PageID=567#ancor>>. Acesso em: 19 jul. 2021.

FERNANDES, A. M.; LEONEL, M.; GARCIA, E. L. **Influência da adubação verde e nitrogenada na nutrição foliar da batata doce**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE CIÊNCIA DO SOLO, 35., 2015, Natal. Anais. Natal: CBCS, 1-4 p., 2015.

FERNÁNDEZ- ESCOBAR, R.; BENLLOCH, M.; BARRANCO, D.; DUEÑAS, A.; GAÑÁN, J.A.G. **Response of olive trees to foliar application of humic substances extracted from leonardite**. *Sci. Hort.*, v. 66, p. 191–200, 1996.

Ferraz, R. L. S.; Melo, A. S.; Suassuna, J. F.; Brito, M. E. B.; Fernandes, P. D.; Nunes Júnior, E. S. **Trocas gasosas e eficiência fotossintética em ecótipos de feijoeiro cultivados no semiárido**. *Pesquisa Agropecuária Tropical*, 2012. v. 42, n.2, p.181-188.

FIGUEIREDO, G. A. de; MACEDO, L. de S.; MELO, A. S. de; SANTOS, E. S. dos; METRI, J. E. C. **Efecto del agua, niveles de nitrógeno y de la densidad de siembra en la production de ñame**. In: XIII CONGRESSO LATINO AMERICANO DE LA CIENCIA DEL SUELO. Habana, Cuba, 1990.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura** - 3º Ed. Viçosa, MG: Ed. UFV, 2008. 421p.

FU, Z. et al. **Competitive interaction between soil-derived humic acid and phosphate on goethite**. *Applied Geochemistry*, v. 36, n.4, p. 125-131, 2013.

GABRIEL, L. F.; STREC, N. A.; UHLMANN, L. O.; SILVA, M. R. da; SILVA, S. D. da. **Mudança climática e seus efeitos na cultura da mandioca**. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, Campina Grande, 2013. v. 18, n. 1, p. 90-98.

GAJANAYAKE, B.; REDDY, K.R. **Sweetpotato responses to mid- and late-season soil moisture deficits**. *Crop Science*, v. 56, p. 1865–1877, 2016.

GLIESSMAN, S. **The Five Levels Transition Framework transforming food systems with agroecology**. In: GLIESSMAN, S. R. et al. (Orgs.). *Breaking away from industrial*

food and farming systems: Seven case studies of agroecological transition. IPES-Food, 2018, p 101.

GLIESSMAN, S. **Transforming food systems with agroecology.** (Editorial). Agroecology and Sustainable Food Systems, 2016. v. 40, n. 3, p. 187-189.

GONZÁLEZ DE MOLINA, M. M.; LÓPEZ GARCÍA, D.; GUZMÁN CASADO, G. **Politizando el consumo alimentario: estrategias para avanzar en la transición agroecológica.** Redes - Santa Cruz do Sul: Universidade de Santa Cruz do Sul, 2017. v. 22, n. 2, p. 31-55.

GOODMAN, D. **Place and space in alternative food networks: Connecting production and consumption.** Department of Geography. King's College London. 2009. 36 p.

GOODMAN, D.; DUPUIS, M.; GOODMAN, M. **Alternative Food Networks: Knowledge, Practice, and Politics.** New York: Routledge, 2012, 308 p.

GUADARRAMA-ZUGASTI, C.; TRUJILLO-ORTEGA, L. **Revisando el enfoque evolutivo de la transición agroecológica.** In: LOPES DO CARMO, D.; et al. (Orgs.). Pesquisa em Agroecologia: conquistas e perspectivas. Viçosa, MG: Furnabe, Programa de Pós- Graduação em Agroecologia da Universidade Federal de Viçosa. 2019. p. 29-43.

GUCCI, R.; MASSAI, R.; XILOYANNIS, C.; FLORE, JA. **The effect of drought and vapour pressure deficit on gas exchange of young kiwifruit (*Actinidia deliciosa* var. *deliciosa*) vines.** Annals of Botany, 1996. v. 77, p. 605–613.

GUIMARÃES, V.F. et al. **Desenvolvimento e produtividade da alface americana em resposta a aplicação de bioestimulante nas mudas no momento do transplântio.** In: 46° Congresso Brasileiro de Olericultura, Goiânia. Anais, ABH. 2006. p.577-580.

HALIL, Y.; HAYATI, S.; GULLAP, M.K.; ANASTASIOS, L.; ADEM, G. **Application of cattle manure, zeolite and leonardite improves hay yield and quality of annual ryegrass (*Lolium multiflorum* Lam.) under semiarid conditions.** Aust J. Crop Sci., v. 5, n. 8, p. 926-931, 2011.

HARTZ, T. K.; BOTTOMS, T. G. **Humic substances generally ineffective in improving vegetable crop nutrient uptake or productivity.** HortScience, v. 45, n. 6, p. 906-910, 2010.

HAYES, M. H. B. MACCARTHY, P. MALCOLM, R. L. SWIFT, R. S. **Humic Substances II**. In: Search of Structure. West Sussex, UK: John Wiley e Sons Ltd. 1989. 733p.

HOPKINS, B.; STARK, J. **Humic acid effects on potato response to phosphorus**. In: Presented at the Idaho Potato Conference January. 2003. P 23.

HUE, N. V. **Effects of organic acids/anions on P sorption and phytoavailability in soils with different mineralogies**. Soil Science, v. 152, n. 6. p. 463-471, 1991.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Produção Agrícola – Lavoura Temporária: Batata-doce**. Brasil: IBGE, 2020.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Séries estatísticas, tema lavouras temporárias, 1990-2014**. Brasil: IBGE, 2016.

JACKSON J. A.; MEHL J. P.; NEUENDORF K. E. **Glossary of Geology**. American Geological Institute, 2008. p.800.

JAIMEZ, R. E. et al. **Seasonal variations in leaf gas exchange of plantain cv. ‘Hartón’ (Musa AAB) under different soil water conditions in a humid tropical region**. Scientia Horticulturae, Amsterdam, v. 104, n. 1, p. 79-89, 2005.

JATALA, P.I. & BRIDGE, J. **Nematodes parasites of root and tuber crops**. In: Luc, M., Sikora, R.A. & Bridge, J. (Eds.). Plant parasitic nematodes in subtropical and tropical agriculture. New York. CAB International. p.137-180, 1990.

JOHN, R.D.; FRANK, J.D.; VINCENT, A.H.; EARHART, D.R. **Evaluating leonardite as a crop growth enhancer for turnip and mustard greens**. Duction. Paper 10. Rome: FAO, p. 564-567. 1998.

KOBAYASHI, M. **The *Ipomoea trifida* complex closely related to sweet potato**. In: SYMPOSIUM OF THE INTERNATIONAL SOCIETY OF TROPICAL ROOT CROPS, 6., 1984, Lima. **Anais**. Lima: CIP, 1984. p.561-568

KRAMER, P.J.; BOYER, J.S. **Water Relations of Plants and Soils**. San Diego: Academic Press, 1995. 495 p.

LANDSBERG, J.J. **Physiological ecology of forest production**. London: Academic Press, 1986, 198 p.

LEBOT, V. **Tropical root and tuber crops Cassava, sweet potato, yams and aroids.** Publ. CABI. 413p., 2009.

LEVENTOGLU, H.; ERDAL, İ. **Effect of high humic substance levels on growth and nutrient concentration of corn under calcareous conditions.** Journal of Plant Nutrition, v. 37, n. 12, p. 2074-2084, 2014.

LITTLE, K. R. et al. **Do lignite-derived organic amendments improve early-stage pasture growth and key soil biological and physicochemical properties?.** Crop and Pasture Science, v. 65, n. 9, p. 899-910, 2014.

LUNA, T. M.; OLIVEIRA, R.A.S. **Agroflorestas: biodiversidade, cultura e saberes na comunidade indígena Entre Serras de Pankararu em Pernambuco,** Cadernos de Agroecologia, v. 15, n. 2, 2020.

MACÊDO, L.S. de; SANTOS, E. S. dos. **Regimes de irrigação e adubação com nitrogênio e fósforo para a cultura do inhame.** Fundação Banco do Brasil / EMEPA-PB. Boletim Técnico. João Pessoa-PB, 1993.

MACHADO, E. C. et al. **Respostas da fotossíntese a fatores ambientais em três espécies de citros.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, Brasília, v. 40, n.4, p.1161-1170, 2005.

MACHADO, V. J. et al. **Curvas de disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico.** Bioscience Journal, v. 27, n. 1, p. 70-76, 2011.

MACHADO, V. J.; SOUZA, C. H. E. **Disponibilidade de fósforo em solos com diferentes texturas após aplicação de doses crescentes de fosfato monoamônico de liberação lenta.** Bioscience Journal, v. 28, n. 1, p. 1-7, 2012.

MAINO, S. C.; JÚNIOR, E. S.; DAL POZZO, D. M., SANTOS, R. F.; SIQUEIRA, J. A. **C. Batata-doce (Ipomoea batatas) dentro do contexto de culturas energéticas, uma revisão.** Revista Brasileira de Energias Renováveis, v. 8, n. 4, 2019.

MELO, R. F. de; ANJOS, J. B.; PEREIRA, L. A. **Efeito da adubação orgânica no desenvolvimento e rendimento do inhame da costa (Dioscorea cayennensis) em sistema irrigado no Submédio do Vale do São Francisco.** In: Reunião Nordestina de Ciência do Solo, 2013, Areia -PB. Anais - Reunião Nordestina de Ciência do Solo, 2013.

MIRANDA, J. E. C.; FRANÇA, F. H.; CARRIJO, O. A.; SOUZA, A. F.; PEREIRA, W.; LOPES, C. A.; SILVA, J. B. C. **A cultura da batata doce**. Brasília: Embrapa - CNPH, 1995. 94p.

MORA, V. et al. **Action of humic acid on promotion of cucumber shoot growth involves nitrate-related changes associated with the root-to-shoot distribution of cytokinins, polyamines and mineral nutrients**. *Journal of Plant Physiology*, v. 167, n. 8, p. 633-642, 2010.

MORAL, R.; MORENO-CASELLES, J.; PERREZ-MURCIA, M.D.; PEREZ-ESPINOSA, A.; RUFETE, B. & PAREDES, C. **Characterization of the organic matter pool in manures**. *Biores. Technol.*, v. 96, p.153-158, 2005.

MOREIRA, F.M.S. SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2ª ed. Lavras: Editora UFLA, 2006. 729p.

MOURA, R. M. **Doenças do inhame-da-costa (*Dioscorea cayennensis*)**. In: Kimati, H., Amorim, L., Rezende, J.A.M., Bergamin Filho, A. & Camargo, L.E.A. *Manual de fitopatologia: doenças das plantas cultivadas*. Vol. 2. São Paulo. Editora Agronômica CERES. 2005. pp 415-419.

MOURA, R.M., PEDROSA, E.M.R. & GUIMARÃES, L.M. **Novos dados sobre a etiologia da casca-preta do inhame no nordeste do Brasil**. *Nematologia Brasileira* 25: p. 235-237. 2001.

NARDI, S. et al. **Physiological effects of humic substances on higher plants**. *Soil Biology and Biochemistry*, v. 34, n. 11, p. 1527-1536, 2002.

NATURE, Magazine. 2015. Editorial: **ALL in good time**. *Nature*, v.519, p.129-130.

NEUNFELD, T. H. **Produtividade e qualidade de acessos de batata-doce**. 2019.115f. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual do Centro-Oeste, Guarapuava, 2019.

NIKBAKHT, A. et al. **Effect of humic acid on plant growth, nutrient uptake, and postharvest life of gerbera**. *Journal of Plant Nutrition*, v. 31, n. 12, p. 2155-2167, 2008.

NOGUEIRA, R.J.M.C.; MORAES, J.A.P.V.; BURITY, H.A.; BEZERRA NETO, E. **Alterações na resistência à difusão de vapor das folhas e relações hídricas em**

aceroleiras submetidas a déficit de água. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal, v.1, p. 75- 87, 2001.

NUNES, H. F. **Batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] nas roças e quintais do litoral paulista: Diversidade genética morfoagronômica, com base em morfometria geométrica, descritores e produção de bioetanol.** 2016. 128f. Tese (Doutorado em Ciências) – Universidade de São Paulo – Escola Superior de Agricultura “Luiz de Queiroz”, Piracicaba, 2016.

OGBOLOGWUNG, L. P.; OKPARA, D. A.; NJOKU, J. C. **Effect of plant spacing and variety on weed and performance of orange-fleshed sweet potato in humid agro-ecological zone of Nigeria.** Uganda Journal of Agricultural Sciences 17(1):11-20. 2016. doi: 10.4314/ujas.v17i1.2

OLIVEIRA, A. P.; BARBOSA, L. J. N.; PEREIRA, W. E.; SILVA, J. E. L.; OLIVEIRA, A. N. P. **Produção de rizóforos comerciais de inhame em função de doses de nitrogênio.** Horticultura Brasileira, v. 25, n. 1, p. 73-76, 2007.

OLIVEIRA, A. P.; SILVA, J. E. L.; PEREIRA, W. E.; BARBOSA, L. J. N.; OLIVEIRA, A. N. P. **Características produtivas da batata-doce em função de doses de P₂O₅, de espaçamentos e de sistemas de plantio.** Ciência e Agrotecnologia 30(4):611-617. 2006. doi: 10.1590/S1413-70542006000400003

OLIVEIRA, L. O. F. de et al. **Adubação e nutrição da batata-doce: uma revisão.** Revista Científica da Faculdade de Educação e Meio Ambiente. Ariquemes: FAEMA, v. 8, n. 2, 2017. <http://dx.doi.org/10.31072/rcf.v8i2.569>

OLIVEIRA, N. T.; SOUSA, S. M. **Avaliação de plântulas de milho sob efeito de bioestimulantes em solução nutritiva.** Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2016. 55 p.

PALANGANA, F.C. et al. **Ação conjunta de citocinina giberelina e auxina em pimentão enxertado e não enxertado sob cultivo protegido.** Horticultura Brasileira, v. 30, p.751-755, 2012.

PEREZ, S.C.J.G.A.; MORAES, J.A.P.V. **Determinações de potencial hídrico, condutância estomática e potencial osmótico em espécies dos estratos arbóreo,**

arbustivo e herbáceo de um cerrado. Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal v. 3, p. 27- 37, 1991.

PETERSEN, P. **Aumento de escala da Agroecologia: uma questão política.** Agriculturas, v. 14, N. 1, p. 09. 2019.

PETERSEN, P. **Editorial.** Revista Agriculturas, v.10, p.1, 2013.

PICCOLO, A.; NARDI, S.; CONCHERI, G. **Micelle-like Conformation of humic substances as revealed by size exclusion chromatography.** *Chemosphere*, v.33, n.4, p.595-602, 1996.

PIMENTA, A.S.; SANTANA, J.A.S.; ANJOS, R.M.; BENITES, V.M.; ARAÚJO, S.O. **Caracterização de ácidos húmicos produzidos a partir de carvão vegetal de duas espécies florestais do semi-árido: jurema preta (*Mimosa tenuiflora*) e pereiro (*aspidosperma pyrifolium*).** Revista Verde, 4:01-11, 2009.

PINHEIRO, G.L.; SILVA, C.A.; FURTINI NETO, A.E. **Crescimento e nutrição de clone de eucalipto em resposta à aplicação de concentrações de C-ácido húmico.** Revista Brasileira de Ciência do Solo, v.34, p.1217-1229, 2010.

PINHEIRO, H. A.; DAMATTA, F. M.; CHAVES, A. R. M.; LOUREIRO, M. E.; DUCATTI, C. **Drought Tolerance is Associated with Rooting Depth and Stomatal Control of Water Use in Clones of *Coffea canephora*.** *Annals of Botany*, v. 96, p. 101-108, 2005.

PIZAURO Jr., J.M.; MELO, W.J. **Influência da incorporação da parte aérea de sorgo ou lablabe nas frações da matéria orgânica de um Latossolo Vermelho-Escuro.** *R. Bras. Ci. Solo*, v.19, p.95-103, 1995.

PRAZERES, S. S.; LACERDA, C. F DE; BARBOSA, F. E. L.; AMORIM, A. V.; ARAÚJO, I. C DA S.; FERREIRA, L. C. **Crescimento e trocas gasosas de plantas de feijão-caupi sob irrigação salina e doses de potássio.** Revista Agroambiente, v. 9, n. 2, p. 111-118, 2015.

RATANAPROMMANEE, C.; CHINACHANTA, K.; CHAIWAN, F.; SHUTSRIRUNG, A. **Chemical characterization of leonardite and its potential use as soil conditioner and plant growth enhancement.** *Asia-Pacific Journal of Science and Technology*, v. 22, n. 4, 2017.

- RAVI, V.; NASKAR, S.K.; MAKESHKUMAR, T.; BABU, B.; KRISHNAN, B.S.P. **Molecular physiology of storage root formation and development in sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)**. Journal of Root Crops, v.35, p.1-27, 2009.
- REDDY, J. R. S.; KRISNAPPA, K. S.; NAGARAJAIAH, C. **Effect of fito-horm on the yield attributes and yield of potato**. Mysore Journal of Agricultural Sciences, 25:350-354, 1991.
- ROCHA, J. C.; ROSA, A.H. **Substâncias húmicas aquáticas: interações com espécies metálicas**. São Paulo; UNESP, 2003.
- RODDA, M. R. C. et al. **Estímulo no crescimento e na hidrólise de ATP em raízes de alface tratadas com humatos de vermicomposto. I - Efeito da concentração**. Revista Brasileira de Ciências do Solo. v. 30, n. 4, p. 649-656, 2006.
- RÓS, A. B. et al. **Produtividade de batata-doce em função de diferentes materiais de plantio e espaçamento entre plantas**. Científica, v.49, n.1, p.36-41, 2021. Disponível em: <http://cientifica.org.br/index.php/cientifica/article/view/1363>.
- ROULLIER, C.; DUPUTIÉ, A.; WENNEKES, P.; BENOIT, L.; FERNÁNDEZ BRINGAS, V. M.; ROSSEL, G.; TAY, D.; MICKEY, D.; LEBOT, V. **Disentangling the origins of cultivated sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.)** PloS on, San Francisco, v.8, n.5, 2013a.
- ROULLIER, C.; KAMBOUO, R.; PAOFA, J.; MICKEY, D.; LEBOT, V. **On the origin of sweet potato (*Ipomoea batatas* (L.) Lam.) genetic diversity in New Guinea, a secondary centre of diversity**. Heredity, Edinburgh, v.110, n.6, p.594-604, 2013b.
- ŞAHİN, S.; KARAMAN, M. R.; GEBOLOGLU, N. **The effects of humic acid application upon the phosphorus uptake of the tomato plant (*Lycopersicum esculentum* L.)**. Scientific Research and Essays, v. 9, n. 12, p. 586-590, 2014.
- SAITO, B.; SECKLER, M. M. **Alkaline extraction of humic substances from peat applied to organic-mineral fertilizer production**. Brazilian Journal of Chemical Engineering, v. 31, n. 3, p. 675-682, 2014.
- SANCHEZ, P. A.; LOGAN, T. J. **Myths and science about the chemistry and fertility of soils in the tropics**. SSSA Special Publication, v. 29, p. 35-35, 1992.

SANLI, A.; KARADOĞAN, T.; TONGUC, M. **Effects of leonardite applications on yield and some quality parameters of potatoes (*Solanum tuberosum* L.).** *Turkish J. Field Crop*, v.18, p. 20–26, 2013.

SANTOS ES. **Inhame: produção e preservação ambiental.** João Pessoa: EMEPA-PB. (Boletim informativo), 2006.

SANTOS, E. A. dos et al. **Sensitivity of sweet potato genotypes to clomazone and weed interference.** *Revista Caatinga*, Mossoró, v. 31, n. 2, p. 352 – 359, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252018v31n211rc>

SANTOS, ES. **Inhame (*Dioscorea* spp.): aspectos básicos da cultura.** João Pessoa: EMEPA-PB, SEBRAE. 158 p. 1996.

SARANDÓN, S. J. **La agricultura como actividad transformadora del ambiente. El impacto de la agricultura intensiva de la Revolución Verde.** In: SARANDÓN, S. J. (Ed.). *Agroecología: el camino hacia una agricultura sustentable.* Buenos Aires: Ediciones Científicas Americanas, 2002. p. 23-47.

SARANDÓN, S. J.; FLORES, C. C. (Org.). **Agroecología: bases teóricas para el diseño y manejo de agroecosistemas sustentables.** Editoria de la Universidad de La Plata: Buenos Aires, 2014, 466 p.

SCHNEIDER, F.L. **Fontes de carbono orgânico sobre o desempenho agrônômico da cultura da soja e teores de fósforo e potássio no solo.** 2020. 52f. Dissertação (Mestrado em Agronomia) - Programa de Pós-graduação em Agronomia, Pato Branco, Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Pato Branco/PR, 2020.

SELIM, E. M.; EL-NEKLAWY, A. S.; EL-ASHRY, S. M. **Beneficial effects of humic substances fertigation on soil fertility to potato grown on sandy soil.** *Australian Journal of Basic and Applied Sciences*, v. 3, n. 4, p. 4351-4358, 2009.

SEVILLA GUZMÁN, E.; SOLER MONTIEL, M.; GALLAR, D.; VARA-SÁNCHEZ, I.; CALLE, A. **Canales cortos de comercialización alimentaria en Andalucía.** Sevilla: Fundación Pública Andaluza Centro de Estudios Andaluces, Consejería de la Presidencia e Igualdad, Junta de Andalucía, 2012.

SHRESTHA, R. K.; COOPERBAND, L. R.; MACGUIDWIN, A. E. **Strategies to reduce nitrate leaching into groundwater in potato grown in sandy soils: case study**

from North Central USA. American Journal of Potato Research, v. 87, n. 3, p. 229-244, 2010.

SILVA, D. A. **Novas opções tecnológicas para o cultivo do inhame (*Dioscorea* sp) no nordeste do Brasil.** In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE AS CULTURAS DE INHAME E TARO, 2002. Anais. João Pessoa: EMEPA-PB, p. 80-81, 2002.

SILVA, D. F.; OLIVEIRA, A. P.; SILVA, J. A.; OLIVEIRA, A. N. P.; SANTOS, R. R.; SILVA, N. V.; OLIVEIRA, F. J. M.. **Tecnologia alternativa para produção de túberas semente de inhame e seus reflexos no rendimento de túberas.** In: CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 49. 2009. Maringá. Anais. Maringá: UEM, v. 27, p. 23-34, 2009. (CD Rom).

SILVA, I.R.; MENDONÇA, E.S. **Matéria orgânica do solo.** In: NOVAIS, R.F.; ALVAREZ, V.H.; BARROS, N.F.; FONTES, R.L.F.F.; CANTARUTTI, R.B.; NEVES, J. C.L. Fertilidade do solo. Viçosa: SBCS, 2007.

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. **Batata doce (*Ipomoea batatas*).** Brasil: Embrapa Hortaliças, 2008.

SILVA, L. A. et al. **Mecanismos fisiológicos em híbridos de citros sob estresse salino em cultivo hidropônico.** Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, Campina Grande, v.18, (Suplemento), p.S1–S7, 2014.

SILVA, S.A.V.; FREIRE, A.E.S.; SANTOS, I.P.; SANTOS, G.A.N.; SCHIMPL, F.C. **Qualidade do solo da produção orgânica de Presidente Figueiredo – AM.** Research, Society and Development, v.11, n.3, 2022.

SINGH, M.; DOTANIYA, M.L.; MISHRA, A.; DOTANIYA, C.K.; REGAR, K.L.; LATA, M. **Role of Biofertilizers in Conservation Agriculture.** Jaideep Kumar Bisht, J.K.; MEENA, V.S.; MISHRA, P.K.; PATTANAYAK, A. *In Conservation Agriculture.* Springer: Singapore, p. 113–134. 2016.

STEVENSON, F. J. **Humus chemistry: genesis, composition, reactions.** 2. ed. New York: John Willey, 1994, 496p.

Su M, Huang J, Gan XD, Xu RL, Ye JQ (2011) **Effects of plant, row spacing on growth and yield characters of sweet potato.** Acta Agriculturae Jiangxi 23(5): 6-9

SUH, H. Y.; YOO, K. S.; SUH, S. G. **Tuber growth and quality of potato (*Solanum tuberosum* L.) as affected by foliar or soil application of fulvic and humic acids.** Horticulture, Environment, and Biotechnology, v. 55, n. 3, p. 183-189, 2014.

SUMMERHAYS, J. S. et al. **Enhanced phosphorus fertilizer (Carbond P®) supplied to maize in moderate and high organic matter soils.** Journal of Plant Nutrition, v. 38, n. 9, p. 1359-1371, 2014.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal.** 4ª ed. Artmed, Porto Alegre. 819 p., 2009.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal.** 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 888 p., 2017.

TAN, K.H. **Humic matter in soil and the environment: Principles and controversies.** 2th ed. Routledge & CRC Press. 495p.

TEJADA, M.; GONZALEZ, J. **Effects of foliar application of a byproduct of the twostep olive oil mill process on maize yield.** Agronomie, v. 23, n. 7, p. 617-623, 2003.

TERDPUTTAKUN, A.; ARQUEROPANYO, O.A.; JANHOM, S.; SOOKSAMITI, P.; NAKSATA, W. **Adsorption Characteristics of Leonardite for Removal of Cd (II) and Zn (II) from Aqueous Solutions.** *Int. J. Environ. Sci. Dev.*, v. 8, p.393–398, 2017.

TRAINA, S. J. et al. **Effects of pH and organic acids on orthophosphate solubility in an acidic, montmorillonitic soil.** Soil Science Society American Journal, v.50, n. 1, p.45-52, 1986.

TREVISAN, S. et al. **Humic substances affect Arabidopsis physiology by altering the expression of genes involved in primary metabolism, growth and development.** Environmental and Experimental Botany, v. 74, n. 1, p. 45-55, 2011.

VACCARO, S. et al. **Humic substances stimulate maize nitrogen assimilation and amino acid metabolism at physiological and molecular level.** Chemical and Biological Technologies in Agriculture, v. 2, n. 1, p. 2-5, 2015.

VARANINI, Z. et al. **Low molecular weight humic substances stimulate H⁺ -ATPase activity of plasma membrane vesicles isolated from oat (*Avena sativa* L.) roots.** Plant and Soil, v. 153, n. 1, p. 61-69, 1993.

VAVILOV, N. I. 1951. **The origin, variation, immunity and breeding of cultivated plants**. Translated by K. Start. *Chronica Botanica* 13: 1-366.

VIZZOTTO, M.; PEREIRA, E. S.; CASTRO, L. A. S.; RAPHAELLI, C. O.; KROLOW, A. C. **Composição mineral em genótipos de batata-doce de polpas coloridas e adequação de consumo para grupos de risco**. *Brazilian Journal of Food Technology*, Campinas, v.21, p.1-8, 2018.

WEBER, J.; SILVA, T. N. **A Produção Orgânica no Brasil sob a Ótica do Desenvolvimento Sustentável**. *Desenvolvimento em Questão*, v.19, n.54, p.164-184, 2021.

XUDAN, X. **The effect of foliar application of fulvic acid on water use, nutrient uptake and yield in wheat**. *Australian Journal of Agricultural Research*, Meulbourne, v.37, n.2, p.343 - 350, 1986. WALKER, T. S.; BAIS, H. P.; GROTEWOLD, E.; VIVANCO, J. N. **Root exudation and rhizosphere biology**. *Plant Physiology*, v. 132, p. 44-51, 2003.

ZANDONADI, D. B.; CANELLAS, L. P.; FAÇANHA, A. R. **Indolacetic and humic acids induce lateral root development through a concerted plasmalemma and tonoplast H⁺ pumps activation**. *Planta*, v. 225, n. 6, p. 1583-1595, 2007.

ZELEDÓN-TORUNO, Z.C.; LAO-LUQUE, C.; DE LAS HERAS, F.X.C.; SOLE-SARDANS, M. **Removal of PAHs from water using an immature coal (leonardite)**. *Chemosphere*, v. 67, n. 3, p. 505- 512, 2007.