



**UNIVERSIDADE ESTADUAL DA PARAÍBA
CAMPUS I – CAMPINA GRANDE
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE MESTRADO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS**

RAMON QUARESMA ZEFERINO

SUBSTRATOS ORGÂNICOS PARA A PRODUÇÃO DE BATATA-SEMENTE

**CAMPINA GRANDE
2024**

RAMON QUARESMA ZEFERINO

SUBSTRATOS ORGÂNICOS PARA A PRODUÇÃO DE BATATA-SEMENTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias.

Linha de pesquisa: Agricultura Familiar e Sustentabilidade.

Área de concentração: Agricultura Familiar e Sustentabilidade.

Orientadora: Dra. Élide Barbosa Corrêa.

Coorientador: Dr. Alberto Soares de Melo.

**CAMPINA GRANDE
2024**

É expressamente proibido a comercialização deste documento, tanto na forma impressa como eletrônica. Sua reprodução total ou parcial é permitida exclusivamente para fins acadêmicos e científicos, desde que na reprodução figure a identificação do autor, título, instituição e ano do trabalho.

Z43s Zeferino, Ramon Quaresma.

Substratos orgânicos para a produção de batata-semente [manuscrito] / Ramon Quaresma Zeferino. - 2024.

54 p.

Digitado. Dissertação (Mestrado em Ciências Agrárias) - Universidade Estadual da Paraíba, Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, 2024. "Orientação : Profa. Dra. Élide Barbosa Corrêa , Coordenação do Curso de Agroecologia - CCAA. " "Coorientação: Prof. Dr. Alberto Soares de Melo , Departamento de Biologia - CCBS. "

1. Solanum tuberosum L. 2. Broto. 3. Agricultura familiar .
4. Tecnologia broto - batata-semente IAC. I. Título

21. ed. CDD 630

RAMON QUARESMA ZEFERINO

SUBSTRATOS ORGÂNICOS PARA A PRODUÇÃO DE BATATA-SEMENTE

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Agrárias da Universidade Estadual da Paraíba, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ciências Agrárias.

Linha de pesquisa: Agricultura Familiar e Sustentabilidade.

Área de concentração: Agricultura Familiar e Sustentabilidade.

Aprovado em: 26 / 04 / 2024.

BANCA EXAMINADORA

Profa. Dra. Élide Barbosa Corrêa (Orientadora)
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Prof. Dr. Alberto Soares de Melo
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

Profa. Dra. Lucia Helena Garófalo Chaves
Universidade Federal de Campina Grande (UFCG)

Profa. Dra. Liziane Maria de Lima
Universidade Estadual da Paraíba (UEPB)

AGRADECIMENTOS

Aos meus pais por terem me dado às condições para estudar.

Aos meus irmãos e irmãs.

A todos os meus amigos e amigas que estavam comigo durante essa caminhada.

À Edneusa Bento, muito obrigado.

A todos os integrantes do grupo de pesquisa Agrobiodiversidade do Semiárido, em especial a Sayonara, Adelson, Robeilsa, Valdeane e Severino. A Mattheus e a Regina, numa hora difícil e corrida, vocês estavam lá.

À Raquel e Jamile por todo o auxílio.

A Edemir pela parceria durante a montagem dos experimentos.

Aos professores Lucas e Ana Patrícia, pela ajuda imensurável no uso do software RStudio, sem vocês não teria dados os primeiros passos nessa empreitada.

A Cristiano Souza, por toda a disponibilidade no laboratório, muito obrigado camarada.

Ao professor Ricardo Olinda, obrigado pelas reuniões nas quais discutimos a estatística dos experimentos.

À Amanda e à Tricya, pessoas fundamentais no laboratório de Fitopatologia.

A todos os meus colegas no mestrado.

A Guilherme e Ibrahim pelo auxílio nas análises fisiológicas.

Ao professor Alberto pelo auxílio durante os experimentos.

A Josely e a Antônio por todos os ensinamentos.

A todos os integrantes do corpo docente do mestrado em Ciências Agrárias da UEPB assim como ao secretário Danilo.

À EMBRAPA ALGODÃO.

À professora Élide por toda compreensão, carinho e apoio nesses tempos.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - Brasil (CAPES) - Código de Financiamento 001

Forte abraço para todas e todos!

RESUMO

O cultivo da batata em sistemas agroecológicos tem grande importância para a agricultura familiar. No entanto, o elevado custo e a baixa disponibilidade de batata-semente são fatores limitantes a expansão da cultura. O objetivo do trabalho foi formular e selecionar substrato orgânico, promotor de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, para a produção de batata-semente. Para tanto, a sobrevivência, a taxa de crescimento foliar, as trocas gasosas e as variáveis agrônômicas da batateira foram avaliadas em quatro experimentos com as cultivares Aracy, Ágata e Aracy-ruiva. Brotos de batata-semente foram utilizados como unidades propagativas. O primeiro experimento foi realizado com a propagação da cv. Aracy em 16 (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15 e S16) substratos orgânicos. Dentre os 16 substratos avaliados, oito (S1, S2, S3, S8, S9, S10, S11, S15) foram selecionados por promoverem maior desenvolvimento dos tubérculos e comparados com o substrato comercial. No primeiro experimento (cv. Aracy), a sobrevivência das plantas foi de 60% (S7); de 80% para os substratos S10, S14, S15 e S16 e de 100% para os substratos S1, S2, S3, S4, S5, S6, S8, S9, S11, S12 e S13. No segundo experimento (cv. Aracy) os substratos S3, S8, S10, S11 e S15 proporcionaram sobrevivência das plantas igual ou superior ao substrato comercial (60%). No terceiro experimento (cv. Ágata), as plantas desenvolvidas nos substratos S3, S9, S10, S11 e S15 tiveram sobrevivência de 100%, equivalente ao substrato comercial. No quarto experimento (cv. Aracy-Ruiva) os substratos S2, S3, S9, S11 e comercial proporcionaram sobrevivência de 100% das plantas. No primeiro e segundo experimento (cv. Aracy) as plantas desenvolvidas no substrato S8 tiveram maior taxa de crescimento foliar. No experimento com a cv. Ágata o substrato S11 proporcionou maior taxa de crescimento. No experimento com a cv. Aracy-ruiva, maior taxa de crescimento foi verificada para as plantas do substrato S9. A eficiência instantânea da carboxilação (EiC) nas plantas da cv. Aracy do segundo experimento foi maior nas plantas cultivadas nos substratos S8, S15, S1 e comercial. As plantas da cv. Aracy-ruiva cultivadas nos substratos S15, S8, S2 e comercial tem maior concentração interna de CO₂ (Ci); e as cultivadas no substrato S3 maior eficiência instantânea do uso da água (EiUA). Os oito substratos selecionados proporcionaram desenvolvimento semelhante de massa, diâmetro e comprimento dos tubérculos produzidos pelas cultivares, quando comparados ao substrato comercial. Quanto ao número de tubérculos, somente no experimento com a cv. Ágata, se observou diferença estatística para esta variável, tendo as plantas desenvolvidas nos substratos S11, S10, S8, S1, S9, S15 e comercial maior número. Não foi verificada diferença estatística entre os teores de macronutrientes (N, P, K,

Ca e Mg) dos tubérculos de cv. Aracy avaliados no primeiro experimento para as plantas desenvolvidas nos substratos S1, S2, S3, S8, S9, S10, S11, S15. Dentre os substratos avaliados, o substrato S11 é indicado para a produção de batata-semente, pois promove a sobrevivência, o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das cvs. Aracy, Ágata e Aracy-ruiva.

Palavras-chave: *Solanum tuberosum* L.; broto; agricultura familiar, tecnologia broto/batata-semente IAC.

ABSTRACT

Potato cultivation in agroecological systems is of great importance for family farming. However, the high cost and low availability of seed potatoes are limiting factors for the expansion of the crop. The aim of this work was to formulate and select organic substrate, promoter of vegetative and reproductive development, for the production of seed potatoes. Survival, leaf growth rate, gas exchange and agronomic variables of potato were evaluated in four experiments with the cultivars Aracy, Ágata and Aracy-ruiva. Seed potato sprouts were used as propagative units. The first experiment was carried out with the propagation of cv. Aracy on 16 (S1, S2, S3, S4, S5, S6, S7, S8, S9, S10, S11, S12, S13, S14, S15 and S16) organic substrates. Among the 16 substrates evaluated, eight (S1, S2, S3, S8, S9, S10, S11, S15) were selected for promoting greater tuber development and compared with the commercial substrate. In the first experiment (cv. Aracy), plant survival was 60% (S7); 80% for substrates S10, S14, S15 and S16 and 100% for substrates S1, S2, S3, S4, S5, S6, S8, S9, S11, S12 and S13. In the second experiment (cv. Aracy) substrates S3, S8, S10, S11 and S15 provided plant survival equal to or greater than the commercial substrate (60%). In the third experiment (cv. Ágata), plants grown on substrates S3, S9, S10, S11 and S15 had 100% survival, equivalent to the commercial substrate. In the fourth experiment (cv. Aracy-Ruiva) substrates S2, S3, S9, S11 and commercial provided 100% plant survival. In the first and second experiment (cv. Aracy) the plants developed in the S8 substrate had a higher leaf growth rate. In the experiment with cv. Ágata, substrate S11 provided a higher growth rate. In the experiment with cv. Aracy-ruiva, higher growth rate was observed for plants in the S9 substrate. The instantaneous efficiency of carboxylation (EiC) in plants of cv. Aracy from the second experiment was higher in plants grown in S8, S15, S1 and commercial substrates. The plants of cv. Aracy-ruiva cultivated on S15, S8, S2 and commercial substrates have a higher internal concentration of CO₂ (Ci); and those grown on S3 substrate have higher instantaneous water use efficiency (EiUA). The eight selected substrates provided similar development of mass, diameter and length of the tubers produced by the cultivars, when compared to the commercial substrate. Regarding the number of tubers, only in the experiment with cv. Ágata, a statistical difference was observed for this variable, with plants developed in substrates S11, S10, S8, S1, S9, S15 and commercial in greater numbers. No difference was found between the macronutrient contents (N, P, K, Ca and Mg) of the tubers of cv. Aracy evaluated in the first experiment for plants grown on substrates S1, S2, S3, S8, S9, S10, S11, S15. Among the substrates

evaluated, substrate S11 is indicated for the production of seed potatoes, as it promotes the survival, vegetative and reproductive development of cvs. Aracy, Ágata and Aracy-ruiva.

Keywords: *Solanum tuberosum* L.; sprout; family farming, IAC sprout/seed potato technology.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1. Batateira e suas estruturas	17
Figura 2. Batata-semente brotada da cultivar Aracy. A. Batata-semente apresentando brotação. B. Broto destacado da batata.	25
Figura 3. Uso do IRGA para avaliação das trocas gasosas foliares de batateira. Fonte: Acervo do grupo de pesquisa.	27
Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.	27
Figura 4. Tubérculos de batata triturados.	28
Figura 5. Broto e batata-semente cultivar Ágata. A. Batata apresentando brotação. B. Broto destacado.	29
Figura 6. Pragas no cultivo da batata. A. Ocorrência de pulgão. B. Presença de ácaro. C. Ocorrência de cochonilha. D. Ocorrência de mosca branca.	31
Figura 7. Crescimento da área foliar das plantas de batata. A: Experimento I com a cv. Aracy. B: Experimento II com a cv. Aracy. C: Experimento III com a cv. Ágata. D. Experimento IV com a cv. Aracy-Ruiva. S1: substrato 1, S2: substrato 2, S3: substrato 3, S4: substrato 4, S5: substrato 5, S6: substrato 6; S7: substrato 7, S8: substrato 8, S9: substrato 9, S10: substrato 10, S11: substrato 11, S12: substrato 12, S13: substrato 13, S14: substrato 14, S15: substrato 15 e S16: substrato 16. Comercial: Mecplant.	33
Figura 8. Média da área abaixo da curva de crescimento. A: Experimento I com a cv. Aracy. B: Experimento II com a cv. Aracy. C: Experimento IV com a cv. Aracy-Ruiva. S1: substrato 1, S2: substrato 2, S3: substrato 3, S4: substrato 4, S5: substrato 5, S6: substrato 6; S7: substrato 7, S8: substrato 8, S9: substrato 9, S10: substrato 10, S11: substrato 11, S12: substrato 12, S13: substrato 13, S14: substrato 14, S15: substrato 15 e S16: substrato 16. Comercial: Mecplant. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estaticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.	33
Figura 9. Média da eficiência instantânea da carboxilação do segundo experimento com a cv. Aracy, de acordo com o teste de Scott-Knott da cultivar Aracy no segundo experimento. Comercial: Substrato comercial, S1: Substrato 1, S2: Substrato 2, S3: Substrato 3, S8: Substrato 8, S9: Substrato 9, S10: Substrato 10, S11: Substrato 11, S15: Substrato 15. Médias com as mesmas letras não diferem estaticamente ao nível de 5% de probabilidade.	36
Figura 10. Média da concentração interna de carbono do quarto experimento, nas plantas de batata da cv. Aracy-Ruiva cultivadas nos diferentes substratos. Comercial: Substrato comercial, S1: Substrato 1, S2: Substrato 2, S3: Substrato 3, S8: Substrato 8, S9: Substrato 9,	

S10: Substrato 10, S11: Substrato 11, S15: Substrato 15. Médias com as mesmas letras não diferem estaticamente ao nível de 5% de probabilidade de acordo com o teste de Scott-Knott...**37**

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.Error! Bookmark not defined.

Figura 11. Média da eficiência instantânea no uso da água (EiUA) do quarto experimento, nas plantas de batata da cv. Aracy-Ruiva cultivadas nos diferentes substratos. Comercial: Substrato comercial, S1: Substrato 1, S2: Substrato 2, S3: Substrato 3, S8: Substrato 8, S9: Substrato 9, S10: Substrato 10, S11: Substrato 11, S15: Substrato 15. Médias com as mesmas letras não diferem estaticamente ao nível de 5% de probabilidade de acordo com o teste de Scott-Knott.**38**

Figura 12. Médias das massas dos tubérculos de acordo com o teste de Scott-Knott. S1: substrato 1, S2: substrato 2, S3: substrato 3, S4: substrato 4, S5: substrato 5, S6: substrato 6; S7: substrato 7, S8: substrato 8, S9: substrato 9, S10: substrato 10, S11: substrato 11, S12: substrato 12, S13: substrato 13, S14: substrato 14, S15: substrato 15 e S16: substrato 16. Médias com as mesmas letras não diferem estaticamente ao nível de 5% de probabilidade.....**39**

Figura 13. Médias dos comprimentos dos tubérculos de acordo com o teste de Scott-Knott. S1: substrato 1, S2: substrato 2, S3: substrato 3, S4: substrato 4, S5: substrato 5, S6: substrato 6; S7: substrato 7, S8: substrato 8, S9: substrato 9, S10: substrato 10, S11: substrato 11, S12: substrato 12, S13: substrato 13, S14: substrato 14, S15: substrato 15 e S16: substrato 16. Médias com as mesmas letras não diferem estaticamente ao nível de 5% de probabilidade.....**39**

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.**40**

Figura 14. Médias dos diâmetros transversais dos tubérculos de acordo com o teste de Scott-Knott. S1: substrato 1, S2: substrato 2, S3: substrato 3, S4: substrato 4, S5: substrato 5, S6: substrato 6; S7: substrato 7, S8: substrato 8, S9: substrato 9, S10: substrato 10, S11: substrato 11, S12: substrato 12, S13: substrato 13, S14: substrato 14, S15: substrato 15 e S16: substrato 16. Médias com as mesmas letras não diferem estaticamente ao nível de 5% de probabilidade. **.40**

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.**40**

Figura 15. Médias do número de tubérculos oriundos do cultivo nos substratos de acordo com o teste de Tukey. Comercial: Substrato comercial, S1: Substrato 1, S2: Substrato 2, S3: Substrato 3, S8: Substrato 8, S9: Substrato 9, S10: Substrato 10, S11: Substrato 11, S15: Substrato 15. Médias com as mesmas letras não diferem estaticamente ao nível de 5% de probabilidade.**41**

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1. Resumo da análise de variância para a variável área abaixo da curva de crescimento da cv. Ágata para o experimento III.....**34**
- Tabela 2. Resumo das análises de variância para as variáveis trocas gasosas do experimento I com a cv. Aracy. Taxa assimilação de CO₂ (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E), condutância estomática (gs) ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO₂ (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$), eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (A/E) [$(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}$] assim como a eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$].....**35**
- Tabela 3. Resumo das análises de variância para as variáveis trocas gasosas do experimento II com a cv. Aracy. Taxa de assimilação de CO₂ (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E), condutância estomática (gs) ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO₂ (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$), eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] e eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$].....**35**
- Tabela 4. Resumo das análises de variância para as variáveis analisadas no terceiro experimento, com a cv. Ágata. Taxa assimilação de CO₂ (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E), condutância estomática (gs) ($\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO₂ (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$), eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] e eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$].....**36**
- Tabela 5. Resumo das análises de variância para as variáveis analisadas do quarto experimento utilizando a cv. Aracy-Ruiva. Taxa assimilação de CO₂ (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E), condutância estomática (gs) ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO₂ (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$), eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] assim como a eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$].....**37**
- Tabela 6. Resumo das análises de variância para as variáveis analisadas no primeiro experimento utilizando-se a cv. Aracy: massa dos tubérculos (MASSTUB g), diâmetro transversal (D.T. mm) e comprimento (COMP. mm) nos tubérculos da cultivar Aracy.**39**
- Tabela 7. Resumo das análises de variância para as variáveis analisadas: massa dos tubérculos (MASSTUB g), diâmetro transversal (D.T. mm) e comprimento (COMP. mm) nos tubérculos da cultivar Aracy.....**41**
- Tabela 8. Resumo das análises de variância para as variáveis analisadas: massa dos tubérculos (MASSTUB g), comprimento (COMP. mm) e diâmetro transversal (D.T. mm) nos tubérculos da cultivar Ágata.....**42**

Tabela 9. Resumo das análises de variância para as variáveis analisadas: massa dos tubérculos (MASSTUB g), comprimento (COMP. mm) e diâmetro transversal (D.T. mm) nos tubérculos da cultivar Aracy-Ruiva.	42
Tabela 10. Resumo das análises de variância para as variáveis analisadas nos tubérculos da cultivar Aracy.	43

LISTA DE QUADROS

Quadro 1. Valores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) presente nos substratos S1 a S13.	23
Quadro 2. Composição, pH e condutividade elétrica (CE) dos substratos utilizados no experimento.	24

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	15
2	REVISÃO DE LITERATURA	17
2.1	A batateira.....	17
2.2	Cultivo da batateira.....	17
2.3	Cultivo orgânico da batateira.....	19
2.4	Tecnologia Broto/Batata-Semente IAC.....	19
2.5	Substratos.....	20
3	MATERIAL E MÉTODOS	23
3.1	Descrição e localização dos experimentos.....	23
3.2	Primeiro experimento: seleção de substratos orgânicos para o cultivo de batata-semente utilizando-se a cultivar Aracy.....	23
3.2.1	Avaliações	26
3.2.1.1	<i>Taxa de crescimento foliar</i>	26
3.2.1.2	<i>Trocas gasosas foliares</i>	26
3.2.1.3	<i>Avaliações agronômicas</i>	27
3.2.2	Análise do teor de macronutrientes dos tubérculos	27
3.3	Avaliação de substratos orgânicos pré-selecionados para o cultivo de batata-semente	28
3.3.1	Segundo experimento: avaliação de diferentes substratos pré-selecionados utilizando-se a cultivar Aracy	28
3.3.2	Terceiro experimento: avaliação de diferentes substratos pré-selecionados utilizando-se a cultivar Ágata	29
3.3.3	Quarto experimento: avaliação de diferentes substratos pré-selecionados utilizando-se a cultivar Aracy-Ruiva	29
3.4	Manejo de pragas e doenças	30
3.5	Análises estatísticas	31
4	RESULTADOS	32
4.1	Sobrevivência das plantas.....	32
4.2	Taxa de crescimento foliar.....	32
4.3	Trocas gasosas foliares.....	34
4.4	Avaliações agronômicas.....	38
4.5	Teor de macronutrientes dos tubérculos.....	43
5	DISCUSSÃO	44
6	CONCLUSÃO	48

1 INTRODUÇÃO

A batata (*Solanum tuberosum* L.) é um dos principais alimentos consumidos no mundo, tendo grande importância para a segurança alimentar (WIJESINHA-BETTONI; MOUILLÉ; 2019). Os maiores produtores mundiais de batata são China, Índia e Alemanha (FAO, 2024). No Brasil, os maiores produtores são os estados de Minas Gerais (33,1%), São Paulo (20,1%) e Paraná (19,9%) (IBGE, 2022).

A região Nordeste corresponde a 7% da área plantada de batata do Brasil, sendo a Bahia o estado com maior produção (IBGE, 2022). O cultivo de batata no estado da Paraíba é realizado principalmente por agricultores familiares em agroecossistemas diversificados e sem a utilização de agrotóxicos e adubos químicos (LOPES et al., 2008; AS-PTA, 2011), tendo como o principal fator limitante ao seu desenvolvimento o alto custo da batata-semente.

A principal estrutura propagativa da batateira é o tubérculo, sendo utilizados tubérculos/batatas-sementes para a instalação de cultivos no campo. A batata-semente pode ser obtida pela multiplicação de mini tubérculos em cultivo protegido (FILGUEIRA, 2003), por meio de cultura de tecidos e pela propagação de brotos (FORTES e PEREIRA, 2003; SAKATE et al., 2020). A tecnologia que se utiliza brotos de batata-semente como unidades propagativas adicionais de batata é denominada Tecnologia Broto/Batata-Semente IAC (GIUSTO e SOUZA-DIAS, 2017).

A Tecnologia Broto/Batata-Semente IAC reduz os custos de propagação da batata-semente quanto ao processo de importação, pois multiplica o lote de batata por meio da utilização dos brotos que seriam descartados, tal tecnologia pode ser utilizada pelos agricultores em suas propriedades (VIRMOND et al., 2017; SAKATE et al., 2020).

Para a obtenção de batata semente em condições de cultivo protegido, os brotos de batata são geralmente cultivados em substratos contidos em vasos, produzindo-se desta forma a batata-semente. Para tanto, é necessário se ter substratos que proporcionem o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo da batata. Substratos devem possuir pH e condutividade elétrica (C.E.) adequados ao desenvolvimento da batateira, apresentarem boa disponibilidade de nutrientes e terem boas características físicas; além de custo de aquisição acessível (MASIERO et al., 2020).

Diversos substratos podem ser utilizados para o cultivo de batata semente, como atestado pelo estudo realizado por Almeida et al. (2020), no qual os autores verificaram que o substrato comercial Bioplant[®], reutilizado ou não, proporcionou bom desenvolvimento para a produção de tubérculos de batata-semente.

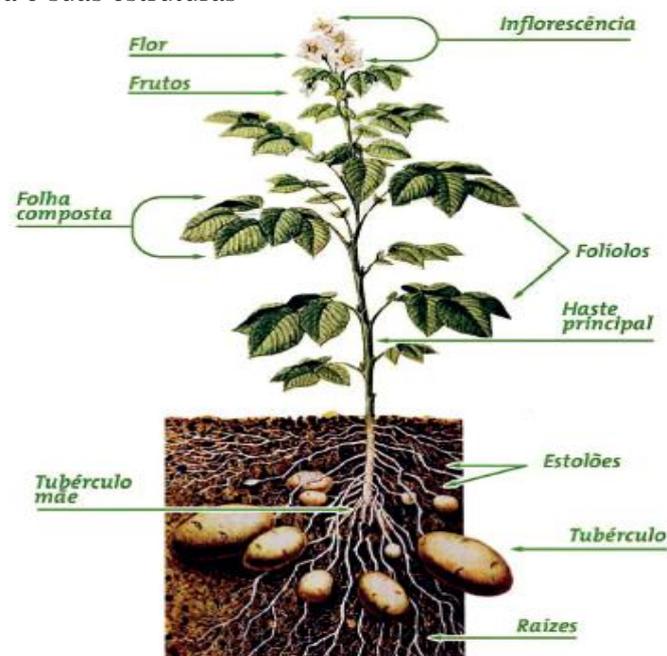
Dessa forma, o objetivo do trabalho foi formular e selecionar substrato orgânico, promotor de desenvolvimento vegetativo e reprodutivo, para a produção de batata-semente.

2 REVISÃO DE LITERATURA

2.1 A batateira

A batateira (*S. tuberosum*) pertence à família Solanacea e é uma planta dicotiledônea, tendo como o centro de origem a cordilheira dos Andes. A planta é anual e produz caules herbáceos superficiais, clorofilados, com folhas e folíolos arredondados e raízes oriundas das bases dos caules ou hastes (Figura 1). A batata é um tubérculo formado em estolões, constituindo-se de um caule modificado, adaptada para a multiplicação e reserva de nutrientes da espécie. A batateira possui um sistema radicular superficial, chegando a aproximadamente 40-50 cm, fazendo com que esta planta não consiga acessar a solução do solo a grandes profundidades, sendo pouco tolerante a estresse hídrico (FILGUEIRA, 2003).

Figura 1. Batateira e suas estruturas



Fonte: Mesquita, 2015.

2.2 Cultivo da batateira

Após a sua introdução na Europa no século XVI, a batata tornou-se uma das principais hortaliças consumidas no mundo (LOPES e BUSO, 1999), sendo considerado um alimento de grande importância para a segurança alimentar, uma vez que é antioxidante, fonte de carboidratos, rico em vitaminas, proteínas e minerais (BURGOS et al., 2020).

A Organização das Nações Unidas para Alimentação e Agricultura (FAO), estima que no ano de 2022 a produção mundial de batata foi de 375 milhões de toneladas, sendo os maiores produtores a China, a Índia e a Alemanha (FAO, 2024). Embora não esteja entre os maiores países produtores de batata, no Brasil a batata é um vegetal muito cultivado. No ano de 2022 estima-se que a produção nacional de batata foi de 3.889,797 toneladas em uma área plantada de 117.845 hectares (IBGE, 2022).

A batata é cultivada em vários países do mundo, sejam eles de clima temperado ou tropical, sendo aconselhável que o seu cultivo seja entre temperaturas de 15° a 22°C, uma vez que temperaturas mais elevadas podem prejudicar o desenvolvimento das raízes e consequentemente a absorção de nutrientes, assim como o desenvolvimento dos tubérculos (EMBRAPA, 2015).

A capacidade de adaptação da batateira em diferentes solos explica em parte o porquê de este tubérculo ser cultivado ao redor do mundo, embora, preferencialmente, solos soltos, arenosos, com boa drenagem, sejam melhores para a produção (FAO, 2009). Existem diversas espécies de batata, mas somente cerca de 20 espécies são cultivadas para consumo (EMBRAPA, 2015).

A batateira está presente nas propriedades rurais de vários agricultores familiares, por ser um alimento que, além de contribuir para a segurança alimentar das famílias, também traz retorno financeiro com sua comercialização. Em tempos de crise alimentar a batata já foi utilizada para suprir as necessidades nutricionais por inúmeras famílias ao longo da história. Desta forma, o cultivo da batata deve estar presente em sistemas agrícolas que além de serem ecologicamente corretos, busquem também produzir alimentos nutritivos (DEVAUX et al., 2021).

A principal forma de cultivo de batata é a convencional. Os cultivos convencionais de batata no Brasil são onerosos aos produtores, pois além do alto custo da batata-semente, também exigem adubos sintéticos e agrotóxicos, com preços regulados pelo mercado externo, salientando que o uso destes ainda pode levar a distúrbios na planta e contaminação do meio ambiente (SILVA et al., 2017).

O cultivo da batata se dá em três safras no Brasil: a safra das águas, a safra das secas e a safra de inverno. Na safra das secas e na safra de inverno geralmente se usa irrigação; e a maior produção é oriunda na safra das águas, período no qual também ocorre distúrbios na planta devido ao excesso de água no solo (FILHO BRANDÃO; JÚNIOR CAMARGO, 2020).

No Nordeste brasileiro, a Paraíba é um estado produtor de batata, tendo seu cultivo feito, principalmente, por agricultores familiares em agroecossistemas ecológicos, que

possuem propriedades localizadas em regiões com condições climáticas amenas na estação chuvosa, favoráveis ao cultivo da batata (LOPES et al., 2008).

2.3 Cultivo orgânico da batateira

O cultivo da batata agroecológica em sistema orgânico na Paraíba está em revitalização (ASPTA, 2011); e uma das vantagens que a região tem no cultivo da batata é a presença de um vazio sanitário que ocorre naturalmente, uma vez que a batata é comumente cultivada neste estado de forma interrupta, ou seja, com intervalos, sendo realizado preferencialmente nos meses mais frios e chuvosos do ano. O vazio sanitário causa uma diminuição da população de insetos transmissores de viroses da batata, pois determinadas viroses impedem que os tubérculos sejam utilizados como batata-semente (CORRÊA e FARIAS, 2020).

O cultivo orgânico da batata abarca práticas tais como: promoção da biodiversidade nas propriedades rurais, uso racional de adubos permitidos para a agricultura orgânica, aumento da qualidade biológica do solo, manejo adequado da irrigação, controle das plantas espontâneas, rotação de culturas, uso de caldas e extratos, construção de cercas vivas, dentre outros fatores (MOORE et al., 2020).

Devaux et al. (2021) explicam que para uma alimentação saudável e nutritiva, a batata é um alimento que deve estar presente na dieta das pessoas. Os autores dizem ser imprescindível que haja cada vez mais pesquisas que viabilizem o cultivo sustentável da batata, produzindo-se cada vez mais o tubérculo com o uso eficiente dos recursos naturais, sendo um dos fatores determinantes para o sucesso do cultivo da batata a qualidade da batata-semente.

2.4 Tecnologia Broto/Batata-Semente IAC

Usualmente, a produção de batata-semente envolve técnicas que requerem um grande custo de investimento em infraestrutura e de mão de obra especializada. Podemos citar como técnicas de cultivo de batata-semente o cultivo de brotos, cultivo em aeroponia/hidroponia, multiplicação em alta densidade de tubérculos em casas de vegetação e micropropagação por meio de culturas de tecidos (KIM et al., 2020).

A aquisição de batata-semente de qualidade ao redor do mundo, seja em áreas de clima temperado ou tropical, é um desafio para os agricultores, uma vez que este produto é

caro e muito difícil de ser encontrado no mercado, quando não escasso. Vale salientar que a batata-semente deve apresentar qualidade fitossanitária, uma vez que batatas-sementes contaminadas podem trazer elevados prejuízos financeiros aos agricultores, disseminando patógenos que causam severas doenças, como as viroses (CORRÊA e FARIAS, 2020).

Com o objetivo de se baratear o custo da batata-semente no Brasil, no Instituto Agrônomo de Campinas, foi aprimorada a Tecnologia Broto/Batata-Semente. Giusto (2006) e Giusto e Souza-Dias (2017) demonstraram a eficiência da tecnologia para produção de batata-semente com alto rendimento e alta sanidade, utilizando brotos de batata semente básica com elevada sanidade para a propagação vegetativa da batata. A tecnologia torna a produção de batata semente mais econômica e produtiva, se comparada com a produção de batata-semente por cultura de tecidos ou pela aquisição de sementes importadas (VIRMOND et al., 2017). Vale salientar que o custo da batata-semente eleva os custos da produção da batata consideravelmente; e a qualidade deste tubérculo utilizado no plantio é determinante para o sucesso das colheitas (FAO, 2009).

Pode-se resumir o funcionamento da Tecnologia Broto/Batata-Semente da seguinte forma: lotes de batata-semente classificação G-0 são armazenados em câmara fria, por cinco a seis meses, apresentando após este período pelo menos três brotos. Estes brotos, sendo chamados brotos/batata-semente, podem ser destacados das batatas sementes ou simplesmente caem durante o manuseio das mesmas e são armazenados em sacos plásticos, sendo posteriormente cultivados em canteiros com substrato adubado e irrigado antes do plantio em telados ou casas-de-vegetação, construídos com tela antiafídica, para impedir a entrada de insetos vetores de viroses. O plantio dos brotos se dá em espaçamento 10 x 10 cm, tendo a parte basal dos brotos inserida no mínimo 2 cm do substrato, deixando-se pelo menos um broto acima do mesmo. A colheita da batata semente se dá aos 70–80 dias após o plantio. Cada broto produz em média três tubérculos, que são clones da batata semente básica (CORRÊA e FARIAS, 2020).

Portanto, por meio desta tecnologia, agricultores do agreste paraibano assim como de outras localidades do Brasil podem multiplicar lotes extras de batata semente, por meio da utilização de brotos. Para tanto, um dos fatores cruciais para o sucesso do plantio de brotos de batata semente é a qualidade dos substratos nos quais estes brotos serão cultivados.

2.5 Substratos

Substratos devem ser isentos de patógenos, uniformes e economicamente viáveis. Substratos alternativos devem ser acessíveis aos produtores rurais, ecologicamente corretos e com qualidade física e química (KLEIN, 2015). Podemos definir substrato como o meio pelo qual a planta irá se desenvolver, fixando suas raízes e absorvendo nutrientes, devendo ter, além das características citadas acima, decomposição lenta e boa capacidade de retenção de água (BORTOLOZZO, 2007).

A composição nutricional dos substratos é uma característica fundamental para proporcionar o desenvolvimento das plantas. Os substratos também devem apresentar boa aeração, para não prejudicar a respiração das raízes com o acúmulo de água (MINAMI, 2000).

Substratos orgânicos podem ter em sua composição vários materiais, dentre eles: turfa, vermiculita, húmus, fibra de coco, esterco bovino, esterco de aves, calcário, dentre outros como descrito na Instrução Normativa número 32 de novembro de 2012 (MAPA, 2012).

A turfa é um material vegetal, tendo alta capacidade de retenção de água e seu pH pode variar de 3,5 a 8,5. A vermiculita é um mineral tendo seu processo de beneficiamento para a utilização como substrato feito em fornos de alta temperatura. É um material muito utilizado, seja como substrato ou na composição destes, por apresentar baixa densidade, elevada porosidade e alta capacidade catiônica (BORTOLOZZO, 2007).

Húmus ou vermicomposto é o material resultante da decomposição de materiais vegetais ou animais pelas minhocas, podendo ser produzido pelos agricultores em suas propriedades. Este material possui fácil decomposição se comparado a outros adubos orgânicos, a exemplo do esterco bovino, disponibilizando mais rapidamente os nutrientes para a solução solo/substrato para a absorção das plantas (WEINÄRTNER et al., 2006).

A utilização de esterco na composição de substratos orgânicos apresenta vantagens por promover o aumento da capacidade de troca catiônica, incremento do nível de matéria orgânica e melhoria nas propriedades físicas dos substratos, como a disponibilização de nutrientes para as plantas (BORCHART et al., 2011). O esterco bovino é um material rico em matéria orgânica que disponibiliza diversos nutrientes as plantas, devendo ser utilizado curtido (CARNEIRO e VIEIRA, 2020). O esterco de aves é rico em nitrogênio e geralmente é utilizado juntamente com materiais que compõe a maravalha das aves (madeira triturada ou bagaço de cana), este material deve ser utilizado curtido, frio ao toque e com aparência escura (WEINÄRTNER et al., 2006).

A fibra de coco para ser utilizada como substrato deve ser triturada, formando-se um pó fino. Este material apresenta baixa densidade e alta porosidade. A fibra de coco deve ser

lavada antes da utilização, por apresentar altos teores de tanino e sódio, o que pode prejudicar o desenvolvimento das plantas (SOUZA, 2000).

O calcário é o produto da moagem de rochas calcárias, seu uso no solo promove a elevação do pH, facilitando-se a disponibilidade de alguns nutrientes para as plantas e ainda promove a atividade microbiana (RIBEIRO et al., 1999).

Substratos ainda devem apresentar pH e condutividade elétrica adequados para o cultivo de cada espécie vegetal. O pH do solo, ou potencial hidrogeniônico, mede a concentração de íons H^+ na solução do solo, quanto maior é esta concentração, menor é o pH e mais ácida é a solução. Valores de pH se encontram numa faixa de 0 a 14. O pH igual a 7,0 indica neutralidade, abaixo de 7,0 acidez e acima de 7,0 alcalinidade (PREZOTTI e GUARCONI, 2013). O pH está inteiramente ligado a disponibilidade de vários nutrientes para as plantas, uma vez que, para a maioria das culturas, a faixa ótima de pH relacionada a disponibilidade de nutrientes se encontra entre 6 a 6,5 (INSTITUTO DA POTASSA & FOSFATO, 1998). A condutividade elétrica é o parâmetro utilizado para determinar a concentração de sais de um solo ou substrato, quanto maior a condutividade elétrica maior a concentração de sais (PREZOTTI e GUARCONI, 2013).

Em pesquisa realizada por Calori et al. (2017), com o cultivo de batata-semente em hidroponia, os autores verificaram que a condutividade elétrica da solução nutritiva de 2,2 e 2,1 $dS\ m^{-1}$ proporcionaram os melhores resultados para as cultivares Ágata e Asterix, respectivamente. Moore et al. (2020) descreve que a batateira é uma planta muito sensível a presença de sais no solo, não sendo indicado condutividade elétrica acima de 1,7 $dS\ m^{-1}$ no cultivo. Pode-se citar também pesquisa desenvolvida por Nascimento et al. (2019) na qual os autores verificaram que para o cultivo de batata-semente, o biofertilizante com a condutividade elétrica de 2,1 $mS\ cm^{-1}$ foi o que melhor promoveu a produção das plantas.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Descrição e localização dos experimentos

Para a seleção de pelo menos um substrato orgânico, formulado com componentes acessíveis aos agricultores e viável para a produção de batata-semente, foram realizados quatro experimentos. As cultivares de batata utilizadas foram Aracy (primeiro e segundo experimento), Ágata (terceiro experimento) e Aracy-Ruiva (quarto experimento), sendo essas cedidas pelo Instituto Agrônomo de Campinas. No primeiro experimento foram avaliados 16 substratos, onde foram selecionados oito substratos para a realização do segundo, terceiro e quarto experimento de acordo com a massa, diâmetro e comprimento dos tubérculos produzidos pelas plantas desenvolvidas nos substratos.

Os experimentos foram realizados em estufa agrícola na área de cultivo Agroecológico, no Campus II da Universidade Estadual da Paraíba Latitude 7° 09' S, Longitude 35° 52' W e altitude de 634 m na cidade de Lagoa Seca - PB com clima "As" (Tropical quente e úmido) Köppen (1928).

3.2 Primeiro experimento: seleção de substratos orgânicos para o cultivo de batata-semente utilizando-se a cultivar Aracy

O experimento foi instalado no período de 28/04/2023 a 17/07/2023, sendo conduzido em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com 16 tratamentos e cinco repetições. Treze substratos (S1 a S13) foram formulados por meio da ferramenta Solver do Microsoft Office Excel (Fernandes et al., 2011), utilizando-se como referência a composição química de substrato orgânico comercial, obtendo-se ao menos: 0,25% de nitrogênio; 0,0023% de fósforo; 0,029% de potássio; 0,61% de cálcio e 0,29% de magnésio. Os componentes dos substratos foram analisados segundo metodologia proposta por Meneghetti (2018), obtendo-se desta forma a quantidade de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio de cada um deles, assim como os valores do pH e da condutividade elétrica. Os substratos S14 (N: 0,26%; P: 0,02%; K: 0,40%; Ca: 0,09%, Mg: 0,06%) S15 e S16 foram formulados com diferentes quantidades e combinações de húmus, vermiculita e pó-de-coco, não sendo utilizada a ferramenta Solver.

Quadro 1. Valores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) presente nos substratos S1 a S13.

Substrato	N (%)	P (%)	K (%)	Ca (%)	Mg (%)
S1	0,25	0,07	0,40	0,69	0,45
S2	0,25	0,05	0,40	0,71	0,46
S3	0,25	0,04	0,40	0,72	0,47

S4	0,25	0,04	0,40	0,72	0,47
S5	0,25	0,03	0,40	0,73	0,48
S6	0,25	0,08	0,40	0,68	0,45
S7	0,25	0,04	0,40	0,70	0,46
S8	0,25	0,06	0,40	0,70	0,46
S9	0,25	0,06	0,40	0,70	0,46
S10	0,25	0,06	0,40	0,70	0,46
S11	0,25	0,06	0,40	0,70	0,46
S12	0,25	0,06	0,40	0,70	0,46
S13	0,25	0,06	0,40	0,62	0,41

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

O quadro 2 apresenta a composição dos substratos, assim como pH, condutividade elétrica destes, sendo estas leituras feitas com metodologia proposta por Carmo e Silva (2016). O substrato orgânico comercial é composto por turfa, vermiculita, calcário e gesso agrícola, tendo o pH de 6,53 e C.E. de 1,416 mS cm⁻¹.

Quadro 2. Composição, pH e condutividade elétrica (CE) dos substratos utilizados no experimento.

Substrato	Composição	pH	C.E.
S1	4 kg de pó de coco lavado; 19,64 kg de cama de aviário peneirada; 19,15 kg de húmus; 2,32 kg de calcário e 5,89 kg de areia lavada.	6,50	2,41 mS cm ⁻¹
S2	5,02 kg de pó de coco lavado; 10 kg de cama de aviário peneirada; 30 kg de húmus; 2,32 kg de calcário; 1 kg de farinha de osso e 57,47 kg de areia lavada.	6,72	2,65 mS cm ⁻¹
S3	4 kg de pó de coco lavado; 5 kg de cama de aviário; 36,12 kg de húmus; 2,32 de calcário e 52,55 kg de areia lavada.	7,31	2,15 mS cm ⁻¹
S4	20 kg de pó de coco lavado; 5 kg de cama de aviário peneirada; 31,80 de húmus; 2,32 kg de calcário; 1 kg de farinha de osso e 39,87 de areia lavada.	7,46	1,13 mS cm ⁻¹
S5	20 kg de pó de coco lavado; 37,60 kg de húmus; 2,32 kg de calcário; 5 kg de farinha de osso e 35,07 de areia lavada.	7,74	1,12 mS cm ⁻¹
S6	43,60 kg de pó de coco lavado; 26,91 kg de cama de aviário peneirada; 2,32 kg de calcário; 5 kg de farinha de osso e 22,12 kg de areia lavada.	7,86	0,80 mS cm ⁻¹
S7	10 kg de pó de coco lavado; 10 kg de cinza; 10 kg de cama de aviário peneirada; 24,13 kg de húmus; 2,32 kg de calcário e 43,54 kg de areia lavada.	9,55	3,21 mS cm ⁻¹
S8	15 kg de cama de aviário; 25,61 kg de húmus; 2,32 kg de calcário e 57,07 kg de areia lavada.	6,34	3,44 mS cm ⁻¹
S9	5 kg de pó de coco lavado; 15 kg de cama de aviário peneirada; 24,25 kg de húmus; 2,32 kg de calcário e 53,43 kg de areia.	7,47	2,52 mS cm ⁻¹
S10	10 kg de pó de coco lavado; 15 kg de cama de aviário peneirada; 24 kg de húmus; 2,32 kg de calcário e 48,68 kg de areia.	7,14	1,56 mS cm ⁻¹
S11	15 kg de pó de coco lavado; 15 kg de cama de aviário peneirada; 21,55 kg de húmus; 2,32 kg de calcário e 46,12 kg de areia.	7,34	1,15 mS cm ⁻¹
S12	20 kg de pó de coco lavado; 15 kg de cama de aviário peneirada, 20,20 kg de húmus; 2,32 kg de calcário e 42,47 kg	5,86	1,3 mS cm ⁻¹

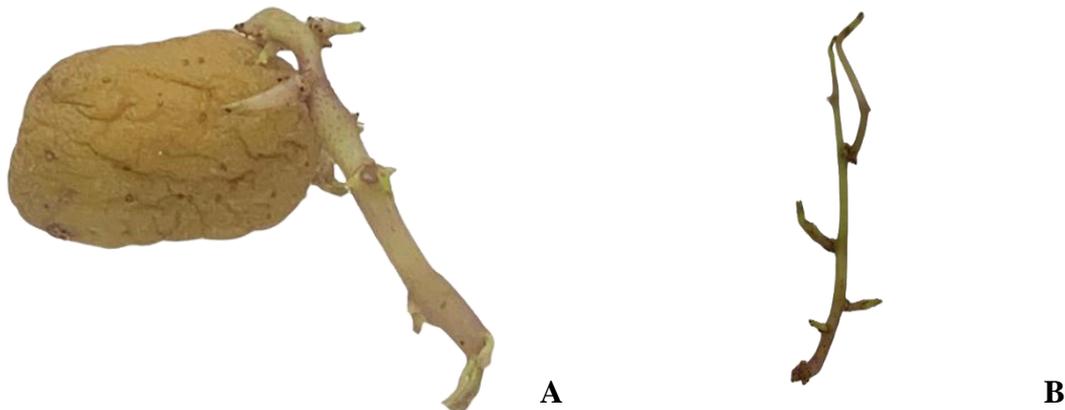
	de areia.		
S13	25 kg de pó de coco lavado; 15 kg de cama de aviário peneirada; 20 kg de húmus; 2,01 kg de calcário e 37,98 kg de areia.	7,89	1,37 mS cm ⁻¹

Fonte: Elaborado pelo autor, 2024.

Ainda foram utilizadas combinações de diferentes quantidades de húmus, pó de coco e vermiculita, tendo-se desta forma os substratos S14 (50% de húmus e 50% de pó de coco) (v/v), com pH de 6,83 e condutividade elétrica de 2,41 mS cm⁻¹, S15 (50% de húmus e 50% de vermiculita) (v/v), com pH de 6,58 e condutividade elétrica de 3,57 mS cm⁻¹ e S16 (33 kg de húmus; 33 kg de pó de coco e 33 kg de vermiculita) com pH de 7,06 e condutividade elétrica de 1,15 mS cm⁻¹.

Para o cultivo foram utilizados brotos destacados de batata-semente (Figura 2). No plantio dos brotos, pelo menos duas gemas axilares foram adicionadas dentro dos substratos e deixou-se ao menos uma gema acima do substrato, seguindo-se orientações de Virmont et al. (2017). O cultivo se deu em vasos de polietileno com capacidade para 1,1 litros.

Figura 2. Batata-semente brotada da cultivar Aracy. A. Batata-semente apresentando brotação. B. Broto destacado da batata.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Após 15 dias de plantio iniciou-se a fertirrigação com biofertilizante elaborado com a metodologia por Fernandes et al. (2011), composto por: 1,260 kg de cinza de madeira, 5 L de soro de leite, 20 kg de cama de aviário, 125,54 L de água, 24,30 kg de esterco bovino, 5 kg de esterco de coelho e 8,5 kg de húmus. A composição química do biofertilizante é de 0,12% de nitrogênio; 0,0035% de fósforo; 0,29% de potássio; 0,02% de cálcio e 0,04% de magnésio. O biofertilizante foi diluído em água até atingir a condutividade elétrica de 2,0 mS.cm⁻¹,

aplicando-se 200 mL desta solução nas plantas diariamente. A irrigação foi realizada por meio de nebulizadores com vazão de 12 L/h acionados durante 20 minutos às 10 e 15 h. Durante o período de avaliação dos substratos selecionados, verificou-se temperatura mínima de 16,7°C e temperatura máxima de 49,9°C na estufa agrícola.

3.2.1 Avaliações

3.2.1.1 Taxa de crescimento foliar

Para a determinação da taxa de crescimento foliar se marcou uma folha jovem expandida de três plantas (repetições) por tratamento e foi realizado o desenho dessa mesma folha em transparência, este processo foi iniciado após 21 dias do plantio dos brotos e ocorreu de três em três dias até a completa expansão das folhas marcadas. A conversão do desenho da folha em transparência em área foliar foi realizada pela pesagem de 16 cm² de transparência. Por meio da taxa de crescimento foliar foi mensurada a área abaixo da curva de crescimento foliar, seguindo-se metodologia proposta por Shaner e Finney (1987). De posse dos valores das áreas finais e iniciais das folhas foi calculada a taxa de incremento foliar por meio da fórmula: Taxa de incremento foliar (%) = [(Valor da área final – Valor área inicial) / Valor da área inicial] x 100.

3.2.1.2 Trocas gasosas foliares

Para a avaliação das trocas gasosas foliares se utilizou o analisador de gases por infravermelho (IRGA - Infrared Gas Analyzer) modelo LI-6800 LICOR®. As análises foram realizadas das 8 – 12 h, aos 53 dias após o plantio. As variáveis analisadas foram: taxa de assimilação de CO₂ (A) (μmol m⁻² s⁻¹), transpiração (E) (mmol m⁻² s⁻¹), condutância estomática (gs) (mol m⁻² s⁻¹) e concentração interna de CO₂ (Ci) (μmol mol⁻¹). Por meio dessas variáveis obteve-se a eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (A/E) [(μmol m⁻² s⁻¹) (mmol m⁻² s⁻¹)⁻¹] assim como a eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci) [(μmol m⁻² s⁻¹) (μmol mol⁻¹)⁻¹]. Para as análises se utilizou o folíolo da terceira folha da haste principal, contando-se a partir da gema apical ao colo da planta (Figura 3).

Figura 3. Uso do IRGA para avaliação das trocas gasosas foliares de batateira.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

3.2.1.3 Avaliações agronômicas

As avaliações de sobrevivência das plantas foram realizadas aos 30, 45 e 60 dias após o plantio, contando-se as plantas vivas por tratamento. As avaliações agronômicas foram realizadas aos 80 dias após o plantio, quando a maioria das plantas apresentou sinais avançados de senescência. Após a colheita, os tubérculos foram limpos, contados e pesados, utilizando-se balança analítica com três casas decimais. Com auxílio de paquímetro digital se determinou comprimento e diâmetro transversal dos tubérculos.

3.2.2 Análise do teor de macronutrientes dos tubérculos

A análise dos teores de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) foi realizada nos tubérculos oriundos dos substratos S1, S2, S3, S8, S9, S10, S11 e S15. Desta forma, para o preparo das amostras, os tubérculos foram limpos e colocados em sacos de papel devidamente identificados e incubados em estufa de circulação forçada (60 °C) até atingirem massa constante, em seguida foram triturados utilizando-se gral e pistilo. Peneira de 30 mesh foi utilizada para se obter um pó fino do material para a realização das análises (Figura 4).

Figura 4. Tubérculos de batata triturados.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Em seguida, as amostras foram digeridas seguindo-se orientações de Meneghetti (2018) e Tedesco et al. (1995) utilizando-se o método Kjeldahl para a digestão de tecido vegetal, digerindo-se também uma amostra sem o tecido vegetal seco e triturado (amostra em branco), para se obter os teores de nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio. Para a determinação dos teores de N se utilizou metodologia denominada: “N por Arraste de Vapores em Aparelho Semi-Micro-Kjeldahl”. Para a determinação dos teores de P nos tubérculos se utilizou o método de espectrometria para tecido vegetal, o qual utilizou-se o espectrofotômetro-Vis. Para a análise dos teores de K nos tubérculos, utilizou-se o método de fotometria de chama, por meio de fotômetro de chama devidamente calibrado com solução padrão de K. Os teores de Ca e Mg nos tubérculos foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica (EAA).

3.3 Avaliação de substratos orgânicos pré-selecionados para o cultivo de batata-semente

3.3.1 Segundo experimento: avaliação de diferentes substratos pré-selecionados utilizando-se a cultivar Aracy

O experimento foi realizado de 29/09/2023 a 18/12/2023 utilizando-se os substratos S1, S2, S3, S8, S9, S10, S11, S15 e o substrato comercial Mecplant como testemunha. O substrato comercial convencional Mecplant (pH: 6,7 e C.E.: 0,634 mS cm⁻¹) é composto por casca de pinus, vermiculita, calcário, adubo NPK e superfosfato simples. Utilizou-se DIC composto por nove tratamentos e cinco repetições. Para tanto, foram cultivados brotos da cv. Aracy em vasos de polietileno com capacidade para 1,1 L, seguindo-se as mesmas orientações descritas no subtópico 3.2. A taxa de crescimento seguiu metodologia descrita no subtópico

3.2.1.1, iniciada após 21 dias do plantio dos brotos de três em três dias até a completa expansão das folhas marcadas e as trocas gasosas com a mesma metodologia do subtópico 3.2.1.2, realizada 69 dias após o plantio. As avaliações agronômicas ao final do experimento seguiram metodologia descrita no subtópico 3.2.1.3. Durante o período de condução do experimento, observou-se temperatura mínima de 18,1°C e temperatura máxima de 52,4 °C na estufa agrícola.

3.3.2 Terceiro experimento: avaliação de diferentes substratos pré-selecionados utilizando-se a cultivar Ágata

O experimento foi instalado de 29/09/2023 a 18/12/2023 utilizando-se os substratos S1, S2, S3, S8, S9, S10, S11, S15 e o substrato comercial Mecplant como testemunha. Utilizou-se DIC composto por nove tratamentos e cinco repetições. Para o cultivo, batatas-ementes foram cedidas pelo Instituto Agronômico de Campinas (Figura 5A) e se destacou os brotos das mesmas (Figura 5B), estes brotos foram cultivados em vasos de polietileno com capacidade para 1,1 L, seguindo-se as mesmas orientações descritas no subtópico 3.2. A taxa de crescimento seguiu metodologia descrita no subtópico 3.2.1.1, iniciada após 21 dias do plantio dos brotos e realizada de três em três dias até a completa expansão das folhas marcadas e as trocas gasosas com a mesma metodologia do subtópico 3.2.1.2, realizada aos 69 dias após o plantio. As avaliações agronômicas ao final do experimento seguiram metodologia descrita no tópico 3.2.1.3.

Durante o período de avaliação dos substratos selecionados, observou-se temperatura mínima de 18,1°C e temperatura máxima de 52,4 °C.

Figura 5. Broto e batata-semente cultivar Ágata. A. Batata apresentando brotação. B. Broto destacado.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

3.3.3 Quarto experimento: avaliação de diferentes substratos pré-selecionados utilizando-se a cultivar Aracy-Ruiva

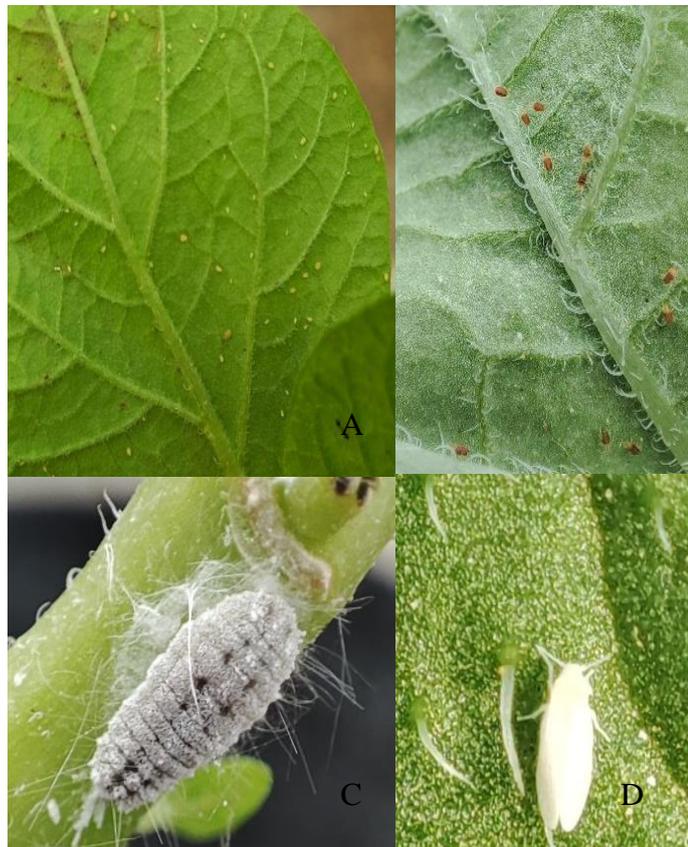
O experimento foi desenvolvido de 09/10/2023 a 23/12/2023, utilizando-se os

substratos S1, S2, S3, S8, S9, S10, S11, S15 e o substrato comercial Mecplant como testemunha e brotos de batatas-sementes da cv. Aracy-Ruiva. Utilizou-se DIC composto por nove tratamentos e cinco repetições. Para o cultivo em vasos de polietileno com capacidade para 1,1 L, seguindo-se as mesmas orientações descritas no subtópico 3.2. A taxa de crescimento seguiu metodologia descrita no subtópico 3.2.1.1, iniciada após 28 dias do plantio dos brotos e realizada de três em três dias até a completa expansão das folhas marcadas e as trocas gasosas com a mesma metodologia do subtópico 3.2.1.2, realizada 59 dias após plantio. As avaliações agrônômicas ao final do experimento seguiram metodologia descrita no tópico 3.2.1.3. Durante o período de avaliação dos substratos selecionados, observou-se temperatura mínima de 18,1°C e temperatura máxima de 52,4 °C.

3.4 Manejo de pragas e doenças

Durante os experimentos se observou a ocorrência de pulgão (*Rhopalosiphum maidis*) (Figura 6A), ácaro rajado (*Tetranychus urticae*) (Figura 6B), cochonilha de corpo mole (*Orthezia praelonga*) (Figura 6C) e mosca branca (*Bemisia tabaci*) (Figura 6D). Para o manejo do pulgão e da mosca branca se colocou na bancada do experimento garrafas pintadas com cola entomológica de cor amarela como armadilhas atrativas. O controle alternativo dos insetos foi realizado por meio de pulverizações com calda de cinza e sabão (BRASIL, 2016) e para o manejo da mancha foliar foi realizada uma aplicação com calda bordalesa (MOTTA, 2008).

Figura 6. Pragas no cultivo da batata. A. Ocorrência de pulgão. B. Presença de ácaro. C. Ocorrência de cochonilha. D. Ocorrência de mosca branca.



Fonte: Adelson Cirino da Silva, 2024.

3.5 Análises estatísticas

Primeiramente se verificou a normalidade dos resíduos (Shapiro Wilk), realizou-se, quando necessário, transformação dos dados por meio da transformação Box-Cox (Box e Cox, 1964). Os dados com distribuição normal foram submetidos a análise de variância e suas médias agrupadas pelo teste de Scott-Knott ($P \leq 0,05$). Para os dados de contagem verificou-se a distribuição adequada realizando-se em seguida o F e o teste de Tukey ($P \leq 0,05$) quando o primeiro indicava diferença estatística entre as médias. Os dados contagem que não se adequaram a distribuição normal se utilizou o teste de Kruskal-Wallis. Para as análises estatísticas se utilizou o software RStudio (R Core Team, 2023).

4 RESULTADOS

4.1 Sobrevivência das plantas

No primeiro experimento, com a cv. Aracy, os substratos S1, S2, S3, S4, S5, S6, S8, S9, S11, S12 e S13 propiciaram a sobrevivência de 100% das plantas, os substratos S10, S14, S15 e S16 de 80 % das plantas e o substrato S7 de 60 % das plantas.

A sobrevivência das plantas da cv. Aracy no segundo experimento, onde foram utilizados brotos com menor vigor, verificou-se que somente o substrato S11 obteve 100% de sobrevivência das plantas, os substratos S8 e S15 obtiveram 80% de sobrevivência das plantas, os substratos S3, S10 e o substrato comercial obtiveram 60% de sobrevivência, o substrato S9 obteve 40% de sobrevivência os substratos S2 e S1 obtiveram 20% de sobrevivência.

Para o terceiro experimento, utilizando-se a cv. Ágata, os substratos S3, S9, S10, S11 e S15 e o comercial proporcionaram 100% de sobrevivência das plantas. Nos substratos S1 e S2 observou-se que 80% de sobrevivência e no substrato S8 notou-se que 60% das plantas sobreviveram.

No quarto experimento, com a cv. Aracy-ruiva, nos substratos S2, S9, S11, S3 e comercial as plantas obtiveram 100% de sobrevivência. O substrato S1 obteve-se 80% de sobrevivência aos 30, 45 e 60 dias de avaliação. O substrato S10 obteve-se 60% de sobrevivência aos 45 e 60 dias. As plantas desenvolvidas no substrato S8 e S15 tiveram 100% de mortalidade os 60 dias plantio.

4.2 Taxa de crescimento foliar

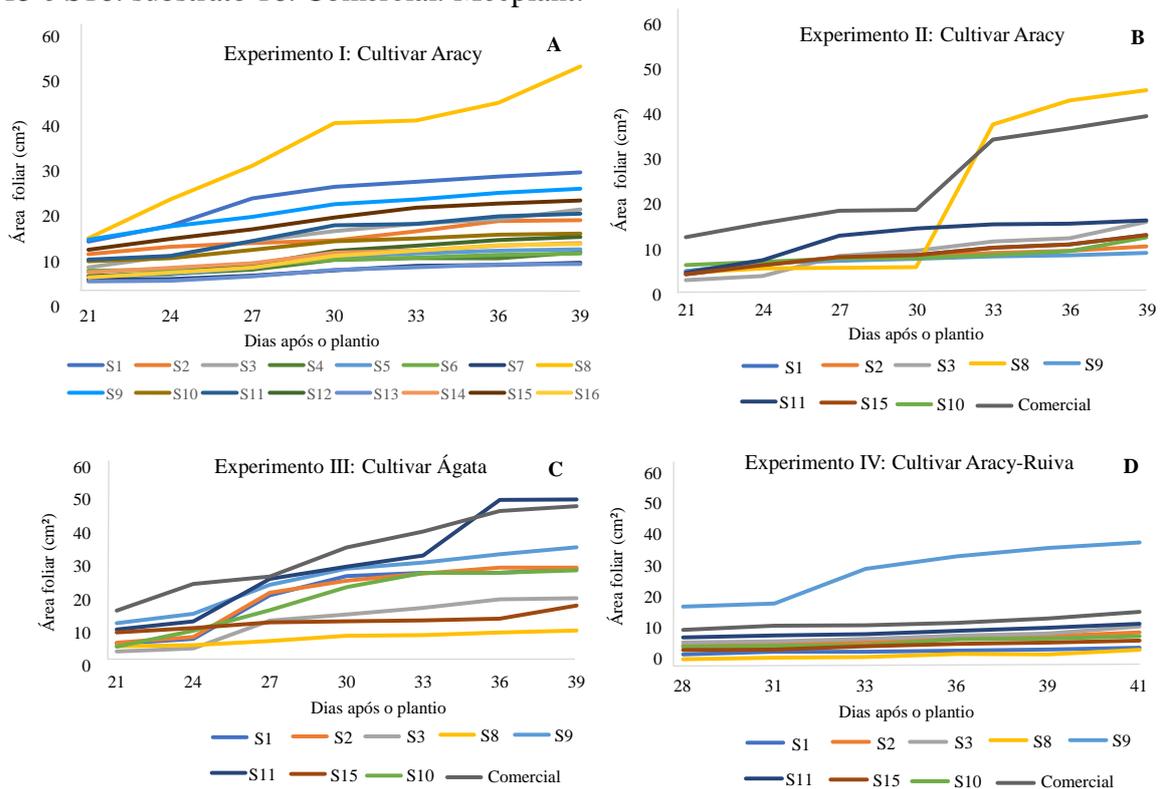
No primeiro experimento, utilizando a cv. Aracy, o substrato orgânico S8 proporcionou as plantas maior taxa de crescimento foliar, dado esse representado pela maior área abaixo da curva de crescimento (Figura 7A e 8A), tendo percentual de incremento de 306%. No gráfico estão apresentados os dados originais, no entanto, os dados tiveram a transformação de Box-Cox (Box e Cox, 1964) para atingirem a normalidade dos resíduos.

No segundo experimento, com a cv. Aracy, o substrato S8 foi o que proporcionou maior crescimento foliar, tendo maior área abaixo da curva de crescimento foliar (Figura 7B e 8B) e com uma taxa de incremento foliar de 1.104,36%.

No terceiro experimento, como observado na figura 7C, o substrato S11 e o substrato comercial apresentaram a maior área foliar, obtendo-se uma taxa de incremento de 425,09%, ressaltando-se que neste experimento não houve diferença estatística para a variável área abaixo da curva de crescimento nos substratos.

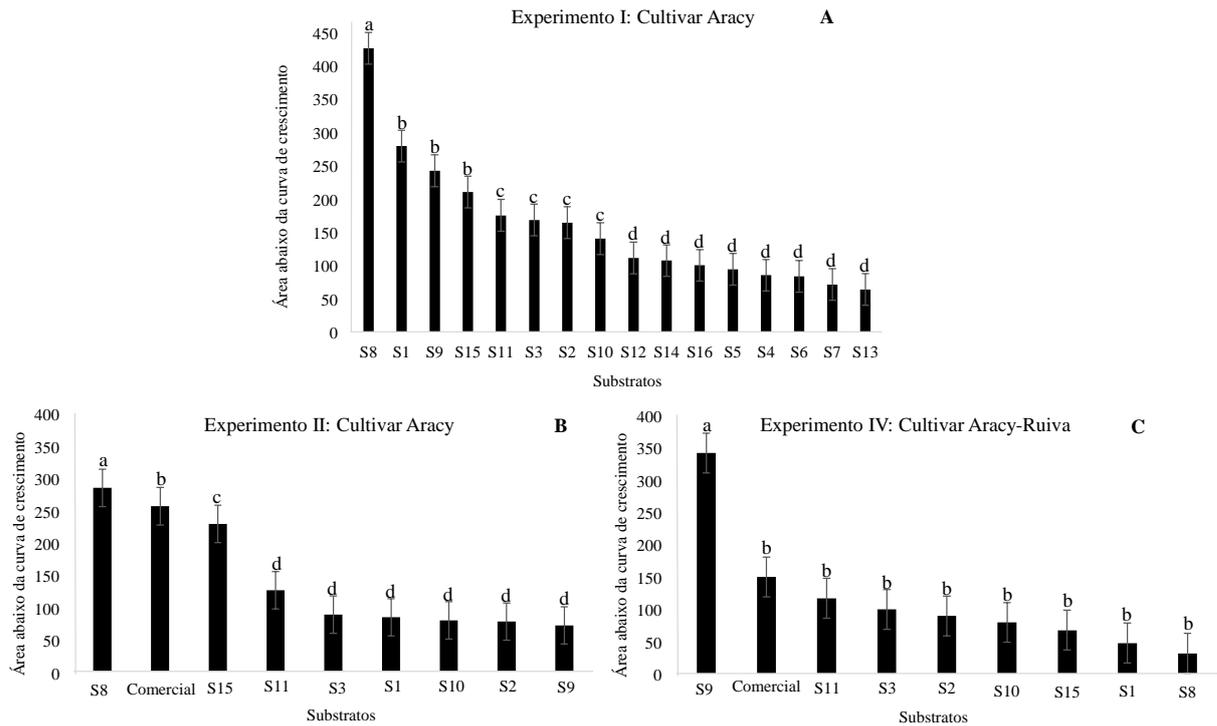
No quarto experimento quando a cv. Aracy-Ruiva foi avaliada, o substrato que proporcionou maior crescimento foliar foi o S9, tendo maior área abaixo da curva de crescimento (Figura 7D e 8C), apresentando uma taxa de incremento foliar de 112,10%.

Figura 7. Crescimento da área foliar das plantas de batata. A: Experimento I com a cv. Aracy. B: Experimento II com a cv. Aracy. C: Experimento III com a cv. Ágata. D: Experimento IV com a cv. Aracy-Ruiva. S1: substrato 1, S2: substrato 2, S3: substrato 3, S4: substrato 4, S5: substrato 5, S6: substrato 6; S7: substrato 7, S8: substrato 8, S9: substrato 9, S10: substrato 10, S11: substrato 11, S12: substrato 12, S13: substrato 13, S14: substrato 14, S15: substrato 15 e S16: substrato 16. Comercial: Mecplant.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Figura 8. Média da área abaixo da curva de crescimento. A: Experimento I com a cv. Aracy. B: Experimento II com a cv. Aracy. C: Experimento IV com a cv. Aracy-Ruiva. S1: substrato 1, S2: substrato 2, S3: substrato 3, S4: substrato 4, S5: substrato 5, S6: substrato 6; S7: substrato 7, S8: substrato 8, S9: substrato 9, S10: substrato 10, S11: substrato 11, S12: substrato 12, S13: substrato 13, S14: substrato 14, S15: substrato 15 e S16: substrato 16. Comercial: Mecplant. Médias seguidas pela mesma letra não diferem estaticamente pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

No experimento em que se avaliou a cv. Ágata não foram observadas diferenças quanto a área abaixo curva de crescimento foliar para as plantas cultivadas nos diferentes substratos (Tabela 1).

Tabela 1. Resumo da análise de variância para a variável área abaixo da curva de crescimento da cv. Ágata para o experimento III.

F.V.	G.L.	Quadrados médios
		Área abaixo da curva de crescimento foliar
Tratamentos	8	35661 ^{ns}
Resíduo	18	26365
C.V. (%)		64,1

F.V. - Fontes de variação; C.V. – Coeficiente de variação; G.L. – Graus de liberdade; ^{ns}: não significativo.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

4.3 Trocas gasosas foliares

As trocas gasosas das folhas de batateira da cv. Aracy no primeiro experimento, independente do substrato utilizado no cultivo, não diferenciou quanto as variáveis analisadas [taxa assimilação de CO₂ (A), transpiração (E), condutância estomática (*g_s*), concentração interna de CO₂ (C_i), eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (A/E) e eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/C_i). A variável C_i não atingiu normalidade dos resíduos

por meio de transformação, optando-se por se analisar esta variável por meio do uso de modelos lineares generalizados. Ao se observar que a distribuição normal se adequou bem a variável, se executou o teste F, o qual indicou não haver diferença estatística entre as médias da variável (Tabela 2).

Tabela 2. Resumo das análises de variância para as variáveis trocas gasosas do experimento I com a cv. Aracy. Taxa assimilação de CO₂ (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E), condutância estomática (gs) ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO₂ (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$), eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (A/E) [$(\mu\text{mol CO}_2 \text{ m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\text{mmol H}_2\text{O m}^{-2} \text{ s}^{-1})^{-1}$] assim como a eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{ s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$].

F.V.	G.L.	Quadrados médios					
		A	E	Ci	gs	EiUA	EiC
Tratamentos	15	9,15 ^{ns}	9,27 ^{ns}	630,75 ^{ns}	0,066 ^{ns}	1,03 ^{ns}	0,000055 ^{ns}
Resíduo	32	15,16	8,33	8,33	0,05	1,2	0,00
C.V. (%)		27,65	56,21	9,4	63,37	33,27	22,41

F.V. - Fontes de variação. C.V. – Coeficiente de variação; G.L. – Graus de liberdade. ^{ns} – não significativo

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

No segundo experimento com a cv. Aracy, avaliando-se os substratos selecionados no experimento I, em relação às trocas gasosas, independente do substrato utilizado no cultivo, não houve diferenças quanto as variáveis analisadas [taxa assimilação de CO₂ (A), transpiração (E), condutância estomática (gs), concentração interna de CO₂ (Ci), eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (A/E), observando-se somente diferença estatística para a variável eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci)] (Tabela 3).

Tabela 3. Resumo das análises de variância para as variáveis trocas gasosas do experimento II com a cv. Aracy. Taxa de assimilação de CO₂ (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E), condutância estomática (gs) ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO₂ (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$), eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] e eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$].

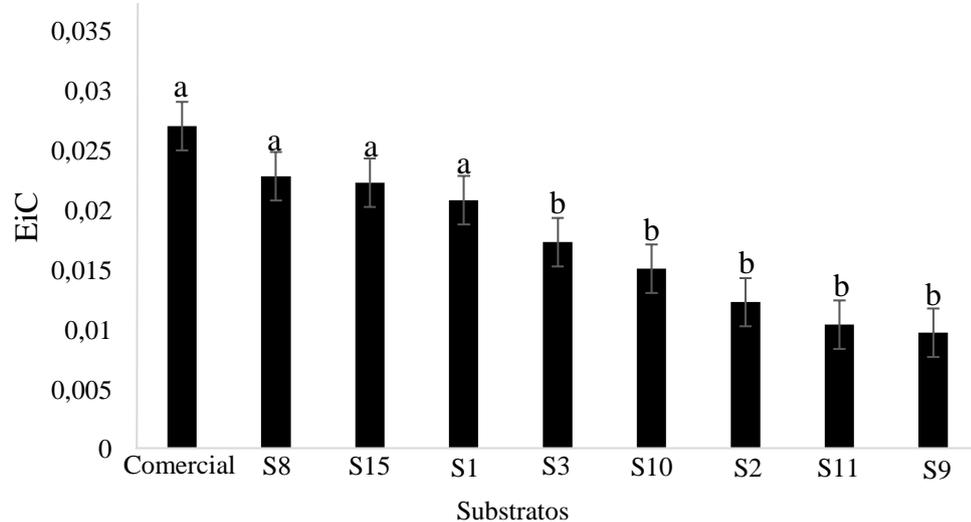
F.V.	G.L.	Quadrados médios					
		A	E	Ci	gs	EiUA	EiC
Tratamentos	8	4,50 ^{ns}	0,35 ^{ns}	2363,1 ^{ns}	0,004 ^{ns}	1,25 ^{ns}	0,00009**
Resíduo	16	2,63	0,28	1997,3	0,05	1,08	0,00003
C.V. (%)		41,57	58,55	20,58	63,37	22,35	32,08

F.V. - Fontes de variação; C.V. – Coeficiente de variação; G.L. – Graus de liberdade; ^{ns}: não significativo.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Quanto a variável eficiência instantânea da carboxilação (EiC), as plantas da cv. Aracy cultivadas nos substratos Comercial, S8, S15 e S1 obtiveram médias estatisticamente diferentes das demais (Figura 9).

Figura 9. Média da eficiência instantânea da carboxilação do segundo experimento com a cv. Aracy, de acordo com o teste de Scott-Knott da cultivar Aracy no segundo experimento. Comercial: Substrato comercial, S1: Substrato 1, S2: Substrato 2, S3: Substrato 3, S8: Substrato 8, S9: Substrato 9, S10: Substrato 10, S11: Substrato 11, S15: Substrato 15. Médias com as mesmas letras não diferem estaticamente ao nível de 5% de probabilidade.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

No terceiro experimento, utilizando a cv. Ágata, independente do substrato utilizado no cultivo, não houve diferenças quanto as variáveis analisadas [taxa assimilação de CO₂ (A), transpiração (E), condutância estomática (*g_s*), concentração interna de CO₂ (Ci), eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (A/E) e eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci)] das plantas (Tabela 4).

Tabela 4. Resumo das análises de variância para as variáveis trocas gasosas do experimento II com a cv. Aracy. Taxa de assimilação de CO₂ (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E), condutância estomática (*g_s*) ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO₂ (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$), eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] e eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$].

F.V.	G.L.	Quadrados médios					
		A	E	Ci	<i>g_s</i>	EiUA	EiC
Tratamentos	8	2,25 ^{ns}	0,3 ^{ns}	901,17 ^{ns}	0,0007 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,00003 ^{ns}
Resíduo	15	1,16	0,34	2474,9	0,0013	1,26	0,00002
C.V. (%)		30,34	46,47	18,74	60,35	35,97	33,32

F.V. - Fontes de variação. C.V. – Coeficiente de variação; G.L. – Graus de liberdade. ^{ns}: não significativo

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

No quarto experimento, utilizando-se a cv. Aracy-Ruiva, não houve diferenças quanto as variáveis taxa assimilação de CO₂ (A), transpiração (E), condutância estomática (*g_s*) e

eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci), mas sim para as variáveis concentração interna de CO₂ (Ci) e eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (A/E) (Tabela 5).

Tabela 5. Resumo das análises de variância para as variáveis trocas gasosas do experimento II com a cv. Aracy. Taxa de assimilação de CO₂ (A) ($\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}$), transpiração (E), condutância estomática (gs) ($\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1}$) e concentração interna de CO₂ (Ci) ($\mu\text{mol mol}^{-1}$), eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (A/E) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\text{mmol m}^{-2} \text{s}^{-1})^{-1}$] e eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/Ci) [$(\mu\text{mol m}^{-2} \text{s}^{-1}) (\mu\text{mol mol}^{-1})^{-1}$].

F.V.	G.L.	Quadrados médios					
		A	E	Ci	gs	EiUA	EiC
Tratamentos	8	1,80 ^{ns}	0,43 ^{ns}	5270,1 ^{**}	0,0011 ^{ns}	3,14 ^{**}	0,00003 ^{ns}
Resíduo	15	1,70	0,19	941,1	0,0004	0,45	0,00002
C.V. (%)		31,07	42,14	14,7	46,54	15,24	24,04

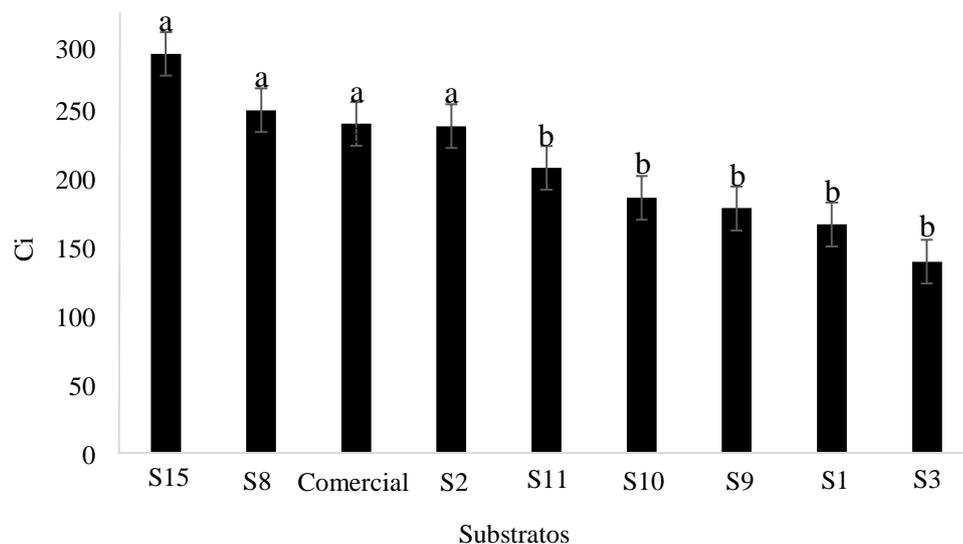
F.V. - Fontes de variação; C.V. – Coeficiente de variação; G.L. – Graus de liberdade; ^{ns}: não significativo. **: significativo a 1%.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Quanto a variável concentração interna de CO₂ (Ci), as plantas de batata da cv. Aracy-Ruiva cultivadas nos substratos S15, S8, comercial e S2 são estatisticamente diferentes das demais, tendo maior concentração interna de CO₂ (Ci) (Figura 10).

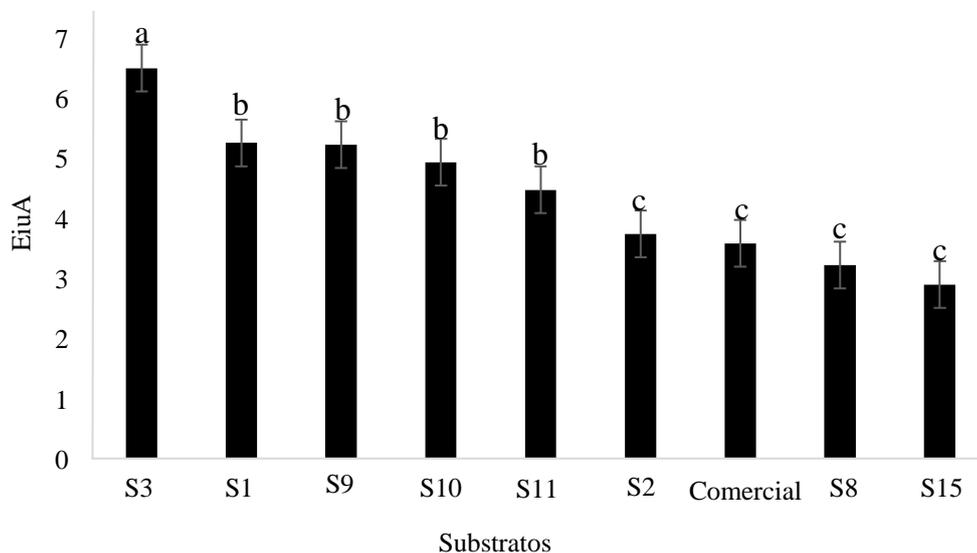
Figura 10. Média da concentração interna de carbono do quarto experimento, nas plantas de batata da cv. Aracy-Ruiva cultivadas nos diferentes substratos. Comercial: Substrato comercial, S1: Substrato 1, S2: Substrato 2, S3: Substrato 3, S8: Substrato 8, S9: Substrato 9, S10: Substrato 10, S11: Substrato 11, S15: Substrato 15. Médias com as mesmas letras não diferem estaticamente ao nível de 5% de probabilidade de acordo com o teste de Scott-Knott.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.



Em relação a variável eficiência instantânea do uso da água (EiUA), as plantas da cv. Aracy-Ruiva cultivadas no substrato S3 diferiram estatisticamente das demais. As plantas cultivadas nos substratos, S1, S9, S10, e S11 apresentaram médias intermediárias e as plantas cultivadas nos substratos S2, substrato comercial, S8 e S15 tiveram menores valores (Figura 11).

Figura 11. Média da eficiência instantânea no uso da água (EiUA) do quarto experimento, nas plantas de batata da cv. Aracy-Ruiva cultivadas nos diferentes substratos. Comercial: Substrato comercial, S1: Substrato 1, S2: Substrato 2, S3: Substrato 3, S8: Substrato 8, S9: Substrato 9, S10: Substrato 10, S11: Substrato 11, S15: Substrato 15. Médias com as mesmas letras não diferem estaticamente ao nível de 5% de probabilidade de acordo com o teste de Scott-Knott.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

4.4 Avaliações agronômicas

Para a avaliação de diferentes substratos no cultivo de batata-semente utilizando-se a cultivar Aracy no primeiro experimento, após observada inadequação dos dados de contagem referentes ao número de tubérculos as distribuições utilizadas para este tipo de variável, se realizou o teste de Kruscal-Wallis, não se constatando diferença estatística entre os substratos, tendo as plantas produzido média geral de 1,84 tubérculos.

Quanto a variável massa dos tubérculos, ao não obter normalidade dos resíduos teve que ser transformada, para tanto, usou-se a transformação de Box-Cox (Box e Cox, 1964). Após a transformação, se observou que os resíduos apresentaram normalidade. As variáveis comprimento e diâmetro transversal obtiveram normalidade nos resíduos. De acordo com a análise de variância, verificou-se efeito significativo entre os tratamentos nas variáveis estudadas (Tabela 6).

Tabela 6. Resumo das análises de variância para as variáveis analisadas no primeiro experimento utilizando-se a cv. Aracy: massa dos tubérculos (MASSTUB g), diâmetro transversal (D.T. mm) e comprimento (COMP. mm) nos tubérculos da cultivar Aracy.

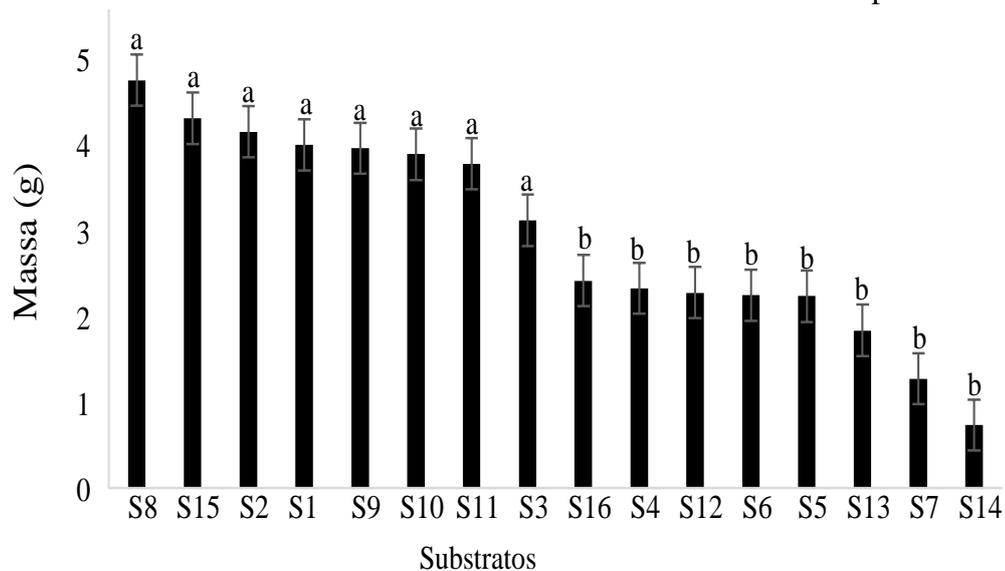
F.V.	G.L.	Quadrados médios		
		MASSTUB. g	D.T. mm	COMP. mm
Tratamentos	15	6,15**	131,86**	182,32**
Resíduo	58	1,75	48,87	56,17
C.V. (%)		44,13	29,95	31,06

F.V. - Fontes de variação. C.V. – Coeficiente de variação; G.L. – Graus de liberdade. ** significativo a 1%.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Os substratos que proporcionaram maior desenvolvimento de massa dos tubérculos foram S8, S15, S2, S1, S9, S10 e S11 (Figura 12).

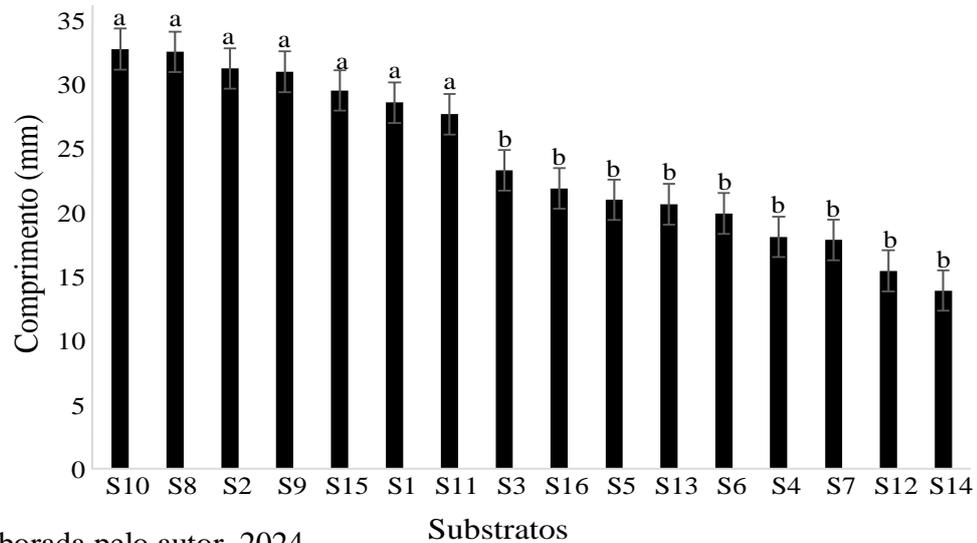
Figura 12. Médias das massas dos tubérculos de acordo com o teste de Scott-Knott. S1: substrato 1, S2: substrato 2, S3: substrato 3, S4: substrato 4, S5: substrato 5, S6: substrato 6; S7: substrato 7, S8: substrato 8, S9: substrato 9, S10: substrato 10, S11: substrato 11, S12: substrato 12, S13: substrato 13, S14: substrato 14, S15: substrato 15 e S16: substrato 16. Médias com as mesmas letras não diferem estaticamente ao nível de 5% de probabilidade



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Maior comprimento dos tubérculos da cv. Aracy foi verificado nos substratos S10, S8, S2, S9, S14, S1 e S11 (Figura 13).

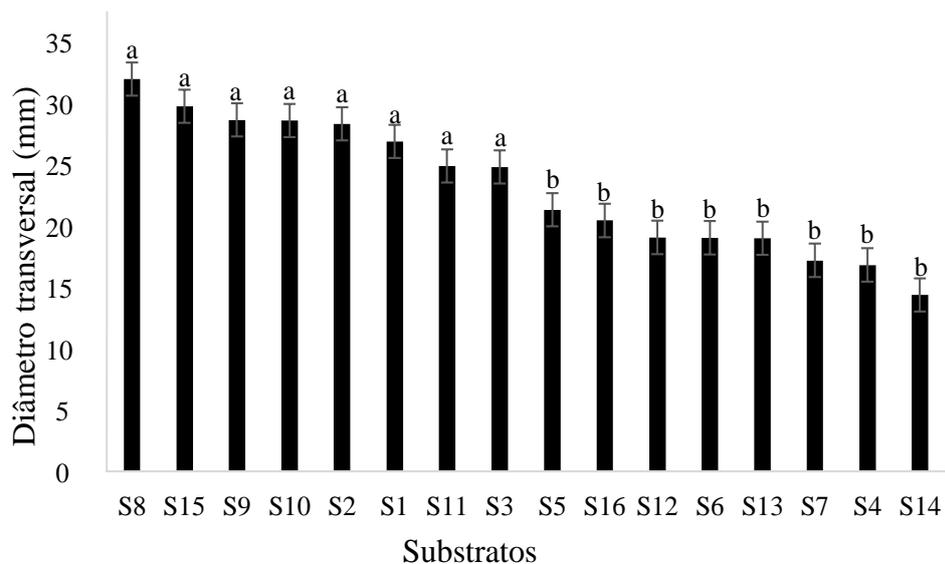
Figura 13. Médias dos comprimentos dos tubérculos de acordo com o teste de Scott-Knott. S1: substrato 1, S2: substrato 2, S3: substrato 3, S4: substrato 4, S5: substrato 5, S6: substrato 6; S7: substrato 7, S8: substrato 8, S9: substrato 9, S10: substrato 10, S11: substrato 11, S12: substrato 12, S13: substrato 13, S14: substrato 14, S15: substrato 15 e S16: substrato 16. Médias com as mesmas letras não diferem estaticamente ao nível de 5% de probabilidade.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Quanto ao diâmetro transversal dos tubérculos da cv. Aracy, as plantas cultivadas nos substratos S8, S15, S9, S10, S2, S1, S11 e S3 apresentaram médias estaticamente superiores aos demais (Figura 14).

Figura 14. Médias dos diâmetros transversais dos tubérculos de acordo com o teste de Scott-Knott. S1: substrato 1, S2: substrato 2, S3: substrato 3, S4: substrato 4, S5: substrato 5, S6: substrato 6; S7: substrato 7, S8: substrato 8, S9: substrato 9, S10: substrato 10, S11: substrato 11, S12: substrato 12, S13: substrato 13, S14: substrato 14, S15: substrato 15 e S16: substrato 16. Médias com as mesmas letras não diferem estaticamente ao nível de 5% de probabilidade.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

No segundo experimento com a cv. Aracy, se observou que os dados de contagem referentes ao número de tubérculos se adequaram a distribuição de Quasi-Poisson, se

executando o teste F em seguida, o qual indicou não haver diferença estatística para o número de tubérculos independente do substrato, constatando-se média geral de 6,22 tubérculos por planta.

Em relação as variáveis agrônômicas de massa, comprimento e diâmetro transversal dos tubérculos das plantas desenvolvidas nos diferentes substratos avaliados (S1, S2, S3, S8, S9, S10, S11 e S15) não diferiram entre si (Tabela 7).

Tabela 7. Resumo das análises de variância para as variáveis analisadas: massa dos tubérculos (MASSTUB g), diâmetro transversal (D.T. mm) e comprimento (COMP. mm) nos tubérculos da cultivar Aracy.

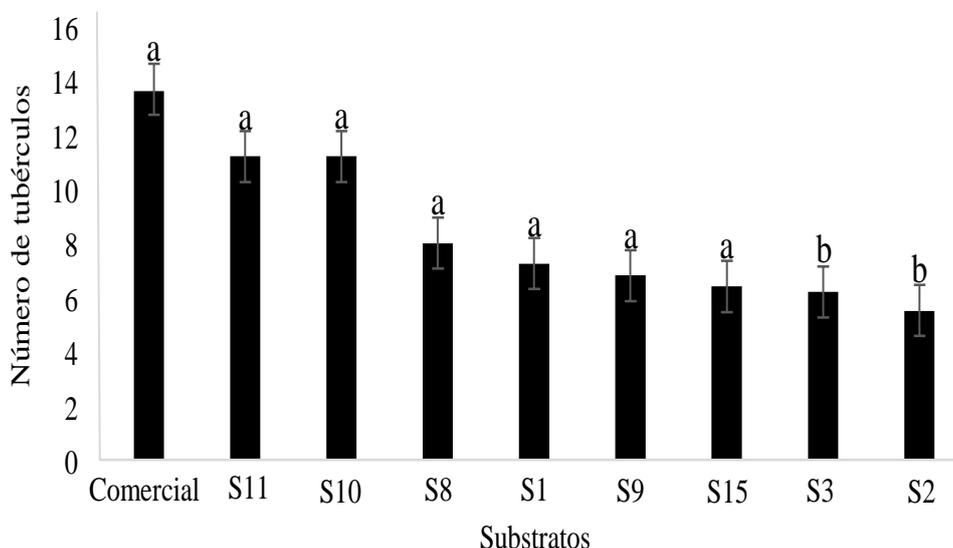
F.V.	G.L.	Quadrados médios		
		MASSTUB. g	D.T. mm	COMP. mm
Tratamentos	8	24,093 ^{ns}	28,64 ^{ns}	16,22 ^{ns}
Resíduo	17	36,37	48,07	38,65
C.V. (%)		76,17	34,74	25,41
Média		7,91	19,95	24,46

F.V. - Fontes de variação; C.V. – Coeficiente de variação; G.L. – Graus de liberdade; ^{ns}: não significativo.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

No terceiro experimento, com a cv. Ágata, se observou diferença estatística entre os substratos no que se refere a variável número de tubérculos, notando-se que os substratos Comercial, S11, S10, S8, S1, S9, S15 apresentaram médias estaticamente superiores aos substratos S3 e S2 (Figura 15).

Figura 15. Médias do número de tubérculos oriundos do cultivo nos substratos de acordo com o teste de Tukey. Comercial: Substrato comercial, S1: Substrato 1, S2: Substrato 2, S3: Substrato 3, S8: Substrato 8, S9: Substrato 9, S10: Substrato 10, S11: Substrato 11, S15: Substrato 15. Médias com as mesmas letras não diferem estaticamente ao nível de 5% de probabilidade.



Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

Neste experimento se observou também que não houve diferença estatística quanto aos tipos de substratos para a variável massa dos tubérculos (MASSTUB), comprimento (COMP.) e diâmetro transversal (D.T.), estas variáveis apresentaram normalidade nos resíduos (Tabela 8).

Tabela 8. Resumo das análises de variância para as variáveis analisadas: massa dos tubérculos (MASSTUB g), comprimento (COMP. mm) e diâmetro transversal (D.T. mm) nos tubérculos da cultivar Ágata.

F.V.	G.L.	Quadrados médios		
		MASSTUB. g	D.T. mm	COMP. mm
Tratamentos	8	7,14 ^{ns}	7,02 ^{ns}	14,48 ^{ns}
Resíduo	32	18,10	22,42	37,74
C.V. (%)		65,67	27,37	25,36
Média		6,47	17,3	24,23

F.V. - Fontes de variação. C.V. – Coeficiente de variação; G.L. – Graus de liberdade. ^{ns} não significativo.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

No quarto experimento, utilizando a cv. Aracy-Ruiva, após se observar que os dados de contagem relativos ao número de tubérculos se adequaram a distribuição de Poisson e executar-se o teste F o mesmo indicou não haver diferença estatística entre esta variável, constatando-se média geral de 4,29 tubérculos por planta.

Da mesma forma não houve diferença estatística quanto a variável massa, comprimento e diâmetro transversal dos tubérculos das plantas desenvolvidas nos diferentes substratos de acordo com a análise de variância (Tabela 9).

Tabela 9. Resumo das análises de variância para as variáveis analisadas: massa dos tubérculos (MASSTUB g), comprimento (COMP. mm) e diâmetro transversal (D.T. mm) nos tubérculos da cultivar Aracy-Ruiva.

F.V.	G.L.	Quadrados médios		
		MASSTUB.	D.T.	COMP.
Tratamentos	6	66,10 ^{ns}	56,37 ^{ns}	106,62 ^{ns}
Resíduo	25	49,58	41,70	137,16
C.V. (%)		70,12	33,51	38,35
Média		10,04	19,27	30,29

F.V. - Fontes de variação. C.V. – Coeficiente de variação; G.L. – Graus de liberdade. ^{ns} não significativo.

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

4.5 Teor de macronutrientes dos tubérculos

O teor de macronutrientes nos tubérculos de batata da cv. Aracy foi determinado no primeiro experimento, onde não houve diferença na concentração de nitrogênio (N), fósforo (P), potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg) nos tubérculos oriundos das plantas desenvolvidas nos substratos que proporcionaram a melhor produção (S1, S2, S3, S8, S9, S10, S11 e S15) (Tabela 10).

Tabela 10. Resumo das análises de variância para as variáveis analisadas nos tubérculos da cultivar Aracy.

F.V.	G.L.	Quadrados médios				
		N	P	K	Ca	Mg
Tratamentos	7	0,14 ^{ns}	0,22 ^{ns}	11,67 ^{ns}	11,17 ^{ns}	0,03 ^{ns}
Resíduo	16	0,32	0,95	16,47	8,96	0,06
C.V. (%)		36,82	19,03	12,83	69,6	28,4

F.V. - Fontes de variação; C.V. – Coeficiente de variação; G.L. – Graus de liberdade; ^{ns}: não significativo. N

Fonte: Elaborada pelo autor, 2024.

5 DISCUSSÃO

A sobrevivência das plantas de batata nos substratos de cultivo é um importante fator para a produção comercial de batata-semente. Em estudo realizado por Villavicencio et al. (2022), os autores indicam que a taxa de sobrevivência aceitável para cultivos hidropônicos ou aeropônicos de batata-semente não deve ser de menos de 85% das plantas. No presente trabalho o cultivo de batata-semente foi realizado em estufa agrícola, utilizando diferentes substratos, de forma semelhante aos cultivos hidropônicos com substratos, realizados para hortaliças produtoras de frutos e tubérculos.

Dentre os substratos orgânicos formulados, o S11 (15 kg de pó de coco lavado; 15 kg de cama de aviário peneirada; 21,55 kg de húmus; 2,32 kg de calcário e 46,12 kg de areia, pH de 7,34 e C.E de 1,15 mS cm⁻¹) possibilitou a sobrevivência de 100% das plantas nos quatro experimentos realizados, independentemente do cultivar de batateira (Aracy, Aracy-ruiva ou Ágata) e de forma superior ao substrato comercial convencional no segundo experimento, onde as plantas tiveram sobrevivência de 60%.

No primeiro experimento, a alta mortalidade (40%) das plantas cultivadas no substrato 7 (10 kg de pó de coco lavado; 10 kg de cinza; 10 kg de cama de aviário peneirada; 24,13 kg de húmus; 2,32 kg de calcário e 43,54 kg de areia lavada) com a cv. Aracy, pode ter sido causada pelo elevado valor do pH (9,55) e de condutividade elétrica (3,21 mS cm⁻¹). Para o cultivo da batata não se recomenda solos com pH acima de 6 (LOPES e BUSO, 1999). Altos valores de pH e de condutividade elétrica podem ainda diminuir a resistência natural das plantas, favorecendo o ataque de patógenos (PYE et al., 2018), restringir a absorção de nutrientes e de água das plantas, diminuir a área foliar (PREZOTTI; GUARÇONI 2013; TAIZ et al., 2017) e prejudicar o crescimento e a produção de tubérculos (SUMARNI et al., 2019).

No primeiro experimento com a cv. Aracy se constatou que os tubérculos oriundos das plantas cultivadas nos substratos que apresentaram maior massa, diâmetro transversal e comprimento obtiveram no mínimo 80% de sobrevivência. Uma vez que no cultivo da batata-semente um dos fatores críticos para a produção a se observar é o acesso das plantas aos nutrientes (TESSEMA et al., 2017) e os substratos substituem os solos nos cultivos, sendo o local em que as raízes buscam por água e nutrientes (CARNEIRO, 1995), a qualidade dos substratos interfere diretamente na sobrevivência das plantas cultivadas neles, assim como na produção das plantas.

Os substratos que proporcionaram os maiores valores da área abaixo da curva de crescimento (Figura 8A) foram os mesmos que resultaram em tubérculos com maior massa,

diâmetro transversal e comprimento (S1, S2, S3, S8, S11 e S15) (Figuras 12, 13 e 14) no experimento I com a cv. Aracy. É importante destacar esta relação pois sabe-se que a extensão da área foliar é determinante para a interceptação de radiação solar (WADAS e KALINOWSKI, 2017), além de contribuir com a taxa fotossintética, a produção de fotossintatos e com o desenvolvimento das plantas (JOHNSTONE et al. 2005; TAIZ et al., 2017). Vale salientar a importância da área foliar nos cultivos de batata, ressaltando-se estudos tais como o de Li et al. (2020), onde os autores verificaram que o rendimento da batata é diretamente afetado pelo índice de área foliar.

No segundo experimento com a cv. Aracy se observou baixa ou mediana taxa de sobrevivência das plantas cultivadas nos substratos S1, S2, S3, S9, S10 e Comercial. Quando comparado com o experimento I com a mesma cultivar, somente o substrato S11 conseguiu manter o mesmo nível de sobrevivência de 100%. Os substratos S1 e S2 tiveram um decréscimo de 60% das plantas sobreviventes, o S3 de 40%, o S8 de 20%, o S9 de 60%, o S10 e S15 de 20%. Neste experimento foram utilizados brotos que apresentavam menor vigor comparando-se ao primeiro, com a mesma cultivar, sendo este um fator que pode ter contribuído para a mortalidade das plantas. O vigor das estruturas propagativas de batata está relacionado com o desenvolvimento das plantas, assim como a produtividade das mesmas (ZARZYŃSKA et al., 2022).

Um fator importante a ser considerado no desenvolvimento das plantas nos diferentes substratos na estufa agrícola é a temperatura. Em todos os experimentos se observou altas temperaturas (máxima de 52,4 °C), sendo este um fator que pode ter influenciado na mortalidade das plantas e na diminuição do vigor das plantas (EMBRAPA, 2015). Uma vez que a batateira tem o centro de origem na Cordilheira dos Andes, onde se registram temperaturas amenas entre 15°C e 18°C (CORRÊA e FARIAS, 2020) e que as temperaturas recomendadas para o cultivo da batateira estão entre 15° a 22°C (EMBRAPA, 2015).

Nos experimentos não se notou diferença estatística para a maioria das variáveis relativas as trocas gasosas [taxa assimilação de CO₂ (A), transpiração (E), condutância estomática (*g_s*), concentração interna de CO₂ (C_i), eficiência instantânea no uso da água (EiUA) (A/E) e eficiência instantânea da carboxilação (EiC) (A/C_i)] (Tabelas, 4, 5 e 6). Na presente pesquisa não se trabalhou com estresse hídrico e salino, fatores que influenciam nas trocas gasosas (SELEM et al. 2022). Ataque de patógenos também podem influenciar nas trocas gasosas no cultivo de batata, como demonstrado por Steglińska et al. (2022). Podemos inferir que os substratos nos experimentos possibilitaram condições fisiológicas semelhantes as plantas cultivadas, uma vez que não se observou diferença entre a maioria das variáveis

que compõe as trocas gasosas. Estas trocas como observado em pesquisa realizada por Fleishe et al. (2012), podem ser influenciadas pelo acesso das plantas aos nutrientes.

No segundo experimento a variável eficiência instantânea da carboxilação (EiC), nas plantas da cv. Aracy cultivadas nos substratos comercial Mecplant, S8, S15 e S1 obtiveram médias estatisticamente maiores do que as demais (Figura 9). Pesquisa realizada por Tarouco et al. (2021) demonstra que o acesso as plantas de batata a nutrientes como o fósforo pode influenciar no incremento da eficiência instantânea da carboxilação (EiC).

As plantas da cv. Aracy-ruiva (quarto experimento) cultivadas nos substratos S15, S8, S2 e comercial tem maior concentração interna de CO₂ (Ci) (Figura 10); e as cultivadas no substrato S3 maior eficiência instantânea do uso da água (EiUA) (Figura 11). No cultivo da batata como visto em pesquisa realizada por Yubi et al. (2018), tanto a concentração interna de CO₂ quanto a eficiência instantânea no uso da água podem ser afetadas pela concentração de dióxido de carbono na atmosfera e pela temperatura do ambiente em que as plantas são cultivadas.

Aubos orgânicos podem incrementar o comprimento, diâmetro transversal e a massa dos tubérculos de batata, como visto em pesquisa realizada por Giroto et al. (2021), no qual uso de cama de galinha promoveu o desenvolvimento de tubérculos da cv. Asterix. Quanto as características de massa, diâmetro e comprimento dos tubérculos, verificou-se diferença entre esses parâmetros agrônômicos somente no experimento I, com a cv. Aracy, testando-se 16 substratos (Figuras 12, 13 e 14). Nos experimentos II (cv. Aracy), III (cv. Ágata) e IV (cv. Aracy-ruiva), realizados com os substratos selecionados no primeiro experimento, notou-se que não houve diferenças estatística para estas variáveis (Tabelas 7, 8 e 9) indicando que os substratos selecionados proporcionaram semelhantes características agrônômicas aos tubérculos cultivados.

Diferentes substratos podem alterar as características agrônômicas dos tubérculos de batata, tais como estudo feito por Kamrani et al. (2019), na qual os autores ressaltam que para além dos nutrientes disponibilizados pelos substratos deve se observar o pH e a condutividade elétrica dos mesmos, para o cultivo de batata. Os substratos selecionados a partir do primeiro experimento têm os seguintes valores de pH e C.E.: S1: 6,5 e 2,41 mS cm⁻¹; S2: 6,2 e 2,65 mS cm⁻¹, S3: 7,31 e 2,65 mS cm⁻¹; S8: 6,34 e 3,44 mS cm⁻¹; S10: 7,14 e 1,56 mS cm⁻¹; S11: 7,34 e 1,15 mS cm⁻¹ e S15: 6,58 e 3,57 mS cm⁻¹.

No terceiro experimento, o qual utilizou a cv. Ágata, as plantas cultivadas nos substratos comercial Mecplant, S10 e S11 produziram valor médio superior a dez tubérculos. Resultado semelhante foi verificado em pesquisa realizada por Corso e Ferraz-Almeida

(2023), na qual os autores ao utilizarem diferentes substratos para o cultivo de batata cv. Ágata observaram produção de tubérculos média aproximada de oito tubérculos por planta. Fatores como a condutividade elétrica de soluções nutritivas podem afetar a quantidade de tubérculos produzidos, como visto em pesquisa realizada por Silva Filho et al. (2022) na qual os autores realizam experimento com o cultivo aeropônico de batata-semente cv. Ágata.

O conteúdo de nitrogênio, fósforo e potássio nos tubérculos originários a partir das plantas cultivadas nos substratos que proporcionaram maior desenvolvimento de massa, diâmetro e comprimento do primeiro experimento com a cv. Aracy (Tabela 10) foi semelhante, indicando que por mais que as formulações sejam diferentes, a disponibilização dos nutrientes na solução do solo pelos substratos proporcionou acúmulo semelhante de nutrientes nos tubérculos. Vale salientar que as plantas de todos os tratamentos foram fertirrigadas com biofertilizante na condutividade de 2 mS cm^{-1} . Negm et al. (2021) e Araújo et al. (2021) relatam a importância do efeito de biofertilizantes no cultivo de batata, demonstrando que o biofertilizante pode aumentar os teores de nutricionais de nitrogênio, fósforo e potássio dos tubérculos.

6 CONCLUSÃO

A ferramenta Solver do Excel pode ser utilizada para formular substrato orgânico para a produção de batata-semente.

O substrato S11 proporciona a sobrevivência de 100% das plantas.

O substrato S8 promove o crescimento foliar da cv. Aracy.

O substrato S9 promove o crescimento foliar da cv. Aracy-ruiva.

Os substratos S1, S2, S3, S8, S9, S10, S11 e S15 proporcionam desenvolvimento de massa, comprimento e diâmetro dos tubérculos semelhante ao substrato comercial.

O número de tubérculos das plantas cultivadas nos substratos orgânicos S1, S2, S3, S8, S9, S10, S11, S15 não difere do substrato comercial para as cvs. Aracy e Aracy-ruiva.

Os substratos S11, S10, S8, S1, S9, S15 e o comercial promovem a produção do número de tubérculos da cv. Ágata.

O substrato orgânico S11 é indicado para a produção de batata-semente, pois promove a sobrevivência, o desenvolvimento vegetativo e reprodutivo das cvs. Aracy, Ágata e Aracy-ruiva.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, R. F.; OLIVEIRA, R.C.; PEREIRA, A.I.A.; LANA, R.M.Q.; LUZ, J.M.Q. Seed potato minitubers production in a reused substrate. **Bioscience Journal.**, Uberlândia, v. 36, Supplement 1, p. 183-191, 2020.
- ARAÚJO, L. P.; OLIVEIRA, R. C.; LANA, R. M. Q.; LUZ, J. M. Q.; GUIMARÃES, J. P. A.; ALVES, E. O. Accumulation of macronutrients and productivity of potato with foliar application of biofertilizer. **Ciencia e investigación agraria: revista latinoamericana de ciencias de la agricultura**, v. 48, n. 2, p. 70-82, 2021.
- AS-PTA- Agricultura familiar e Agroecologia. Batata agroecológica gera oportunidades para famílias agricultoras da Borborema. Disponível em: <https://aspta.org.br/2011/08/23/batata-agroecologica-gera-oportunidades-para-familias-agricultoras-da-borborema/>. Acesso em 14 de fevereiro de 2024.
- BORCHARTT, L.; SILVA, I. F. S., SANTANA, E. O. S.; SOUZA, C.; FERREIRA, L. E. Adubação orgânica da batata com esterco bovino no município de Esperança-PB. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, p. 482-487, 2011.
- BORTOLOZZO, A. R.; SANHUEZA, R.M.V.; MELO, G. W. B.; KOVALESKI, A.; BERNARDI; J. HOFFMAN, A.; BOTTON, M.; FREIRE, J.M.; BRAGHINI; L.C. **Produção de morangos no sistema semihidropônico**. Embrapa circular técnica. Bento Gonçalves, RS Outubro, 2007.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. **Fichas Agroecológicas: tecnologias apropriadas para a produção orgânica**. Brasília: 2016.
- BOX, G. E.P; COX, D. R. An analysis of transformations. **Journal of the Royal Statistical Society Series B: Statistical Methodology**, v. 26, n. 2, p. 211-243, 1964.
- BURGOS, G.; FELDE, T.Z.; ANDRE, C.; KUBOW. The Potato and Its Contribution to the Human Diet and Health. In: CAMPOS, H.; ORTIZ, O. **The potato crop: its agricultural, nutritional and social contribution to humankind**. Springer Nature, 2020, p. 37-74.
- CALORI, A. H.; FACTOR, T. L.; FELTRAN, J. C.; WATANABE, E. Y.; MORAES, C. C. D.; PURQUERIO, L. F. V. Condutividade elétrica da solução nutritiva e densidade de plantas na produção de batata-semente em aeroponia em condições tropicais de cultivo (inverno/primavera). **Bragantia**, v. 76, n. 1, p. 23-32, 2017.
- CARMO, D. L.; SILVA, C. A. Condutividade elétrica e crescimento do milho em solos contrastantes sob aplicação de diversos níveis de calagem. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, p. 1762-1772, 2016.
- CARNEIRO, J. G A. **Produção e controle de qualidade de mudas florestais**. Curitiba: UFPR/FUPEF, 1995.
- CARNEIRO, R. S.; VIEIRA, C. R.; Produção de mudas de espécies florestais em substrato contendo esterco de aves ou esterco bovino. **Ensaios e Ciência C Biológicas Agrárias e da Saúde**, v. 24, n. 4, p. 386-395, 2020.

CORRÊA, É. B.; FARIAS, A. L. **Sistema de produção agroecológico da batata orgânica**. Campina Grande: Editora Plural, 2020.

CORSO, T. G.; FERRAZ-ALMEIDA, R. Substrate combinations in potato planting to increase the production of minitubers. **Comunicata Scientiae**, v. 15, p.1-6, 2024.

DEVAUX, A., GOFFART, J. P., KROMANN, P., ANDRADE-PIEDRA, J., POLAR, V., HAREAU, G. The potato of the future: opportunities and challenges in sustainable agri-food systems. **Potato Research**, v. 64, n. 4, p.681-720, 2021.

EMBRAPA. **Sistema de Produção da Batata**. v. 2, 2015. Disponível em: <https://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/132923/1/Sistema-de-Producao-da-Batata.pdf>. Acesso em: 24 de fev. 2024.

FAO, Organización de las Naciones Unidas para la Agricultura y la Alimentación. **Nueva Luz sobre un tesoro enterrado**. Roma, FAO. 2009.

FAO. Food and agriculture. Disponível em: <https://www.fao.org/faostat/en>. Acesso em: 28 abril de 2024

FERNANDES, J. D.; MONTEIRO FILHO, A. F.; CHAVEZ, L. H. G.; GONÇALVES, C. P.; CRUZ, M. P. Formulação de biofertilizante utilizando a ferramenta Solver do microsoft Office, **Revista Verde**, v. 6, n.4, p. 101-105, 2011.

FILGUEIRA, F.A.R. **Novo manual de horticultura**: agro-tecnologia moderna na produção e comercialização de produtos hortícolas. Viçosa, MG: UFV, 2008.

FILHO BRANDÃO, J. U. T.; CAMARGO JÚNIOR, O. A. C. Anomalias fisiológicas da cultura da batata. In: CAMPOS, A.M.; MERENDA, M.P.; **Batata: desafios fitossanitários e manejo sustentável**. 1. ed. – Jaboticabal, SP, 2020, p. 73-86.

FLEISHER, D. H.; WANG, Q.; TIMLIN, D. J.; CHUN, J. A.; REDDY, V. R. Response of Potato Gas Exchange and Productivity to Phosphorus Deficiency and Carbon Dioxide Enrichment. **Crop Science**, v. 52, n. 4, p. 1803–1815, jul. 2012.

FORTES, G. R. L.; PEREIRA, J. E. S. Batata-semente Pré-básica: Cultura de Tecidos. In: PEREIRA, A. S.; DANIELS, J. (Eds.). **O cultivo da batata na região sul do Brasil**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 421-433, 2003.

GIROTTO, P. H., ROSA, G. G., BARANEK, E. J., KAWAKAMI, J., LIMA, C. S. M. Adubação nitrogenada orgânica influencia na classificação comercial de batatas cv. Asterix. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, 2021.

GIUSTO, A. B. **TECNOLOGIA DO BROTO COMO PROPÁGULO NA PRODUÇÃO DE MINITUBÉRCULOS DE BATATA-SEMENTE: AVALIAÇÃO DO ELISA NA DETECÇÃO DE QUATRO VÍRUS REGULAMENTADOS**, 2006. Dissertação. 160 f. Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola. Instituto Agrônomo de Campinas, Campinas, 2006.

GIUSTO, A. B.; SOUZA-DIAS, J. A. C. de. Tecnologia do Broto/Batata-Semente: Avaliação do Elisa em Broto versus Respektivos Tubérculos, na detecção de quatro vírus Regulamentados. In: XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA. Campinas, SP. **Anais do XL CONGRESSO PAULISTA DE FITOPATOLOGIA**. Campinas: 2017.

IBGE, Instituto brasileiro de geografia e estatística. Acesso em 21 de abril de 2024. <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/14/10233> IBGE, 2022

INSTITUTO DE POTASSA & FOSFATO. **MANUAL INTERNACIONAL DE FERTILIDADE DO SOLO**. Tradução e adaptação de Alfredo Scheid Lopes. 2 ed, Piracicaba: POTAFOS, 1998.

JOHNSTONE, M.; CHATTERTON, S.; SUTTON, J.C.; GRODZINSKI, B. Net carbon gain growth of bell peppers, *Capsicum annuum* 'Cubico', following root infection by *Pythium aphanidermatum*. **Phytopathology**, v. 95, n. 4, p. 354-361, 2005.

KAMRANI, M. H.; CHEGENI, A. Z.; HOSSEINNIYA, H. Effects of different growing media on yield and growth parameters of potato minitubers (*Solanum tuberosum* L.). **Communications in soil science and plant analysis**, v. 50, n. 15, p. 1838-1853, 2019.

KLEIN, C. UTILIZAÇÃO DE SUBSTRATOS ALTERNATIVOS PARA PRODUÇÃO DE MUDAS. *Revista Brasileira de Energias Renováveis*, v. 4, p. 43-63, 2015.

KIM, I., BARSUKOVA, E., FISENKO, P., CHEKUSHKINA, T., CHIBIZOVA, A., VOLKOV, D., KLYKOV, A. Applying methods of replication and recovery of potato microplants (*Solanum tuberosum* L.) in seed production. In **E3S Web of Conferences**, v.203, p. 02003, 2020.

KÖPPEN, W.; GEIGER, R. *Klimate der Erde*. Gotha: Verlag Justus Perthes, 1928

LOPES, C.A.; BUSO, J. A. **A cultura da batata**. Embrapa para transferência de tecnologia. Brasília: 1999. (Coleção plantar.)

LOPES, E. B.; BRITO, C. H.; SANTOS, J. F. Situação atual da bataticultura no Estado da Paraíba. **Revista Batata Show**, v.1, n. 22, p. 44-51, 2008.

MASIERO, M. A., VIANA, C. M. S. S., DE LIMA, D. M., DA SILVA, E. C., OTALAKOSKI, J., FELICETI, M. L., PINHEIRO, J. F. SUBSTRATOS NO ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE *Mentha piperita* L. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, n. 10, v.1, p. 234-240, 2020.

MAPA, MINISTÉRIO DA AGRICULTURA, PECUÁRIA E ABASTECIMENTO. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 32, DE 20 DE NOVEMBRO DE 2012. Disponível em: <https://www.gov.br/agricultura/pt-br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/sementes-e-mudas/publicacoes-sementes-e-mudas/INN32de20denovembrode2012.pdf>. Acesso em 24 de fev. 2024.

MENEGHETTI, A.M. **Manual de procedimentos de amostragem e análise química de plantas, solo e fertilizantes**. Curitiba: EDUTFPR, 2018.

MINAMI, K. Adubação em substrato. In: KAMPF, A. N.; FERMINO, M. H. **Substrato para plantas: a base da produção vegetal em recipientes**. Porto Alegre: Genesis, 2000, p.147-152.

MOORE, A.; SULLIVAN, D. M.; OLSEN, N.; Hutchinson, P. J.S.; WHARTON, P.; WENNINGER, E.J. Organic Potato Production. IN STARK, J. C.; THORNTON, M.; NOLTE, P. (Ed.). **Potato production systems**. Springer Nature, 2020, p. 101-134.

MOTTA, I. S. **Calda bordalesa: utilidades e preparo**. Embrapa, 2008.

NASCIMENTO, R. C.; SILVA, L.J.; MONTEIRO FILHO, A.F.; FERNANDES, J.D. **PRODUÇÃO DE MINITUBÉRCULOS DE BATATA (*Solanum tuberosum*) COM BIOFERTILIZANTE ORGÂNICO OTIMIZADO**. 16º Congresso Nacional do Meio Ambiente, v.11, n. 1, 2019.

NEGM, K. T.; HASSAN, A. A.; SALEH, W. D.; HIGAZY, A. M. Effect of different biofertilizers on potato growth and quality. **Plant cell biotechnology and molecular biology**, v. 22, n. 23-24, p. 64-73, 2021.

LI, P. TIAN, Q. L., PENG, Z. S., FANG, Z. R. Main agronomic traits and photosynthetic pathways of potatoes. **International Journal of Design & Nature and Ecodynamics**, v. 15, n. 3, p. 431-439, 2020.

PREZOTTI, L. C.; GUARÇONI, A. M. **Guia de interpretações de análise de solo e foliar**. 2013.

PYE, M.F.; DYE, S.R.; RESENDE, R.S.; MACDONALD, J.D.; BOSTOCK, R.M. Abscisic acid as a dominant signalin tomato during salt stress predisposition to *Phytophthora* Root and Crown Rot. **Frontiers in Plant Science**, v.9, p.1-13, 2018.

R Core Team. R: A Language and Environment for Statistical Computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria, 2024. Disponível em: <https://www.R-project.org/>. Acesso em 14 de fevereiro de 2024.

RIBEIRO, A. C.; GUIMARÃES, P. T. G.; ALVAREZ V.; V. H. **Recomendações para o uso de corretivos e fertilizantes em Minas Gerais: 5. Aproximação**. Comissão de Fertilidade do solo do Estado de Minas Gerais, 1999.

SAKATE; R.K.; SOUZA-DIAS, J.A.C; PAVAN, M.A.; NOGUEIRA, A.M.; GIUSTO, A.B.; Víroses da bataticultura. IN: CAMPOS, A.M.; MERENDA, M.P.; **Batata: desafios fitossanitários e manejo sustentável**. 1. ed. – Jaboticabal, SP, 2020, p. 153-178.

SELEM, E., HASSAN, A. A., AWAD, M. F., MANSOUR, E., & DESOKY, E. S. M. Impact of exogenously sprayed antioxidants on physio-biochemical, agronomic, and quality parameters of potato in salt-affected soil. **Plants**, v.11n.2, 2022.

SHANER, G.; FUNNEY, R.E. The effect of nitrogen fertilization on the expression of slow-mildewing resistance in Knox wheat. **Phytopathology**, v. 67, n. 8, 1977.

SILVA, G. O. D.; PEREIRA, A. D. S.; BAIL, F. E., PONIJALEKI, R.; CARVALHO, A. D. F. Resposta de cultivares de batata a níveis crescentes de NPK. **Revista Ceres**, v. 64, n.5; p. 492-499, 2017.

SILVA FILHO, FONTES, P. C. R., FERREIRA, J. F., CECON, P. R., CRUTCHFIELD, E. Optimal nutrient solution and dose for the yield of nuclear seed potatoes under aeroponics. **Agronomy**, v. 12, n. 11, p. 2820, 2022.

SOUZA, F.X. **Materiais para formulação de substratos na produção de mudas e no cultivo de plantas envasadas**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2000.

SUMARNI, E.; FARID, N.; DARJANTO, D.; ARDIANSYA, A.; SOESANTO, L. Effect of electrical conductivity (EC) in the nutrition solution on aeroponic potato seed production with root zone cooling application in tropical lowland, Indonesia. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, v. 21, n. 2, p. 70-77, 2019.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MØLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. Artmed Editora, 2017.

TAROUCO, C. P., SAUSEN, D., DA SILVA TAVARES, M., NICOLOSO, F. T. Atividade fotossintética e produção de biomassa de clones de batata em função da disponibilidade de fósforo no solo. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 8, 2021.

TEDESCO, M. J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C. A.; BOHNEN, H.; VOLKWEISS, S. J. **Análise de solo, plantas e outros materiais**. 2. ed. Porto Alegre: Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995.

TESSEMA, L., CHINDI, A., GEBREMEDHIN, W. G., SOLOMON, A., SHUNKA, E., SEID. Determination of nutrient solutions for potato (*Solanum tuberosum* L.) seed production under aeroponics production system. **Open Agriculture**, v. 2, n. 1, p. 155-159, 2017.

STEGLIŃSKA, A.; PIELECH-PRZYBYLSKA, K.; JANAS, R.; GRZESIK, M.; BOROWSKI, S.; KRĘGIEL, D., GUTAROWSKA, B. Volatile organic compounds and physiological parameters as markers of potato (*Solanum tuberosum* L.) infection with phytopathogens. **Molecules**, v. 27, n.12, p.3708, 2022.

VILLAVICENCIO, A.; PARK, C. H.; CHO, K.; BAE, R. PEÑAHERRERA2, D. NARVÁEZ G.; LÓPEZ V.; SUQUILLO J.; YUMISACA F.; ASAQUIBAY C.; ALVAREZ R. Sustainable Potato Production in the Mountain Area of Ecuador, an Approach to Increase Productivity with Small Scale Farmers. **Agricultural Sciences**, v. 13, n. 10, p. 1080–1090, 2022.

VIRMOND, E. P; KAWAKAMI, J; SOUZA-DIAS, J. A. C. Seed-potato production through sprouts and field multiplication and cultivar performance in organic system. **Horticultura Brasileira**, v.35, n.3, p.335-342, 2017.

WADAS, W.; KALINOWSKI, K. Effect of titanium on assimilation leaf area and chlorophyll content of very early-maturing potato cultivars. **Acta Scientiarum Polonorum. Agricultura**, v. 16, n. 2, p. 87-98, 2017.

WEINÄRTNER, M.A.; ALDRIGHI, C.F.S.; MEDEIROS, C.A.B. **Adubação Orgânica**. Pelotas: Embrapa Clima Temperado, 2006.

WIJESINHA-BETTONI, R.; MOUILLÉ, B. The contribution of potatoes to global food security, nutrition and healthy diets. **American Journal of Potato Research**, v. 96, p. 139-149, 2019.

YUBI, Y.; JUN, L.; HAIYANG, N.; XIUYUN, Z. Combined impact of elevated CO₂ concentration and climatic warming on potato yield and quality in semi-arid regions. **Potato Research**, v. 64, n. 1, p. 97-113, 2021.

ZARZYŃSKA, K.; BOGUSZEWSKA-MAŃKOWSKA, D.; FELEDYN-SZEWczyk, B. The Vigor of Seed Potatoes from Organic and Conventional Systems. **Agriculture**, n. 12, v. 11, p.1764, 2022.