



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM FITOTECNIA
DOUTORADO EM FITOTECNIA

ISAAC ALVES DA SILVA FREITAS

**VIABILIDADE AGROECONÔMICA DA CENOURA E DA BATATA-DOCE SOB
DIFERENTES MISTURAS EQUITATIVAS DE BIOMASSA DE JITIRANA E FLOR-
DE-SEDA**

MOSSORÓ

2023

ISAAC ALVES DA SILVA FREITAS

**VIABILIDADE AGROECONÔMICA DA CENOURA E DA BATATA-DOCE SOB
DIFERENTES MISTURAS EQUITATIVAS DE BIOMASSA DE JITIRANA E FLOR-
DE-SEDA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação
em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do
Semi-Árido como requisito para obtenção do título
de Doutor em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas culturais

Orientador: Prof. Ph.D. Francisco Bezerra Neto

Coorientadora: Prof^a. D.Sc. Jailma Suerda Silva de
Lima

MOSSORÓ

2023

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

F862v Freitas, Isaac Alves da Silva .
Viabilidade agroeconômica da cenoura e da
batata-doce sob diferentes misturas equitativas
de biomassa de jitirana e flor-de-seda / Isaac
Alves da Silva Freitas. - 2023.
105 f. : il.

Orientador: Francisco Bezerra Freitas.
Coorientador: Jailma Suerda Silva de Lima.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural
do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Fitotecnia, 2023.

1. Caatinga. 2. Daucus carota. 3. Ipomoea
batatas. 4. cultivo orgânico. 5. adubação verde. I.
Freitas, Francisco Bezerra , orient. II. Lima,
Jailma Suerda Silva de , co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

ISAAC ALVES DA SILVA FREITAS

**VIABILIDADE AGROECONÔMICA DA CENOURA E DA BATATA-DOCE SOB
DIFERENTES MISTURAS EQUITATIVAS DE BIOMASSA DE JITIRANA E FLOR-
DE-SEDA**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como requisito para obtenção do título de Doutor em Fitotecnia.

Linha de Pesquisa: Práticas culturais.

Defendida em: 03 / 03 / 2023.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Ph. D. Francisco Bezerra Neto (UFERSA)
Presidente

Prof^a. D. Sc. Jailma Suerda Silva de Lima (UFERSA)
Coorientadora

Prof^a. D. Sc. Vania Christina Nascimento Porto (UFERSA)
Membro externo ao programa

Prof^a. D. Sc. Elizangela Cabral dos Santos (UFERSA)
Membro Examinador

Prof. D. Sc. Natan Medeiros Guerra (EMATERCE)
Membro externo à Universidade

*De todos os muitos brasileiros amigos,
conhecidos, desconhecidos e em muito
esquecidos, pela política, pela polícia, pela
sociedade e que de muitas formas foram vítimas
dos tempos* (In Memoriam).

Ofereço

*Aos meus pais, Raimunda de Fátima e Luiz
Lima, por todo o suporte e amor durante todos
esses anos de luta, e ao meu irmão André, por
ter entendido e apoiado minhas decisões
mesmo quando elas me afastavam muitos e
muitos dias do convívio com a minha família.*

Dedico

AGRADECIMENTOS

A Deus, que, na sua sabedoria, de suas formas invisíveis e impossíveis, não me deixou desistir, me guardou e sempre esteve ao meu lado, sobretudo nas horas em que me achei sem saída nos becos que me encontrei.

À minha família, minha mãe, meu pai e meu irmão, que foram alicerce, foram casa, fortaleza e, tantas vezes quanto possível, foram inspiração para continuar, para me esforçar, para tentar passar por tantas adversidades que se apresentaram nesses anos até o final de mais essa etapa.

Ao meu orientador, Francisco Bezerra Neto, e à minha coorientadora, Jailma Suerda Silva de Lima, que muitas vezes foram mais que orientadores, foram pais, cobrando, delegando, confiando e corrigindo, sempre atentos e disponíveis para ajudar a qualquer hora, qualquer dia.

À UFRSA, que foi minha casa desde o início da minha formação como profissional, desde a graduação até agora, no fim do doutorado, e depois de tantos anos ainda é minha casa, minha segunda família e que tantas alegrias me proporcionou durante todos esses anos.

À professora Elizangela Cabral, por todo o suporte, a ajuda e a paciência que sempre teve comigo durante as muitas análises e atividades.

Aos meus amigos de caminhada, Rayanna Campos, Michely, Jéssica Paloma, Douglas, Iron e Marianne, que foram e são parceiros e importantíssimos nesse percurso, o meu muito obrigado. Sem vocês, eu não estaria aqui.

Ao professor Aurélio Paes Barros Júnior, por todo o suporte e cuidado como coordenador do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia durante todo o percurso no Programa.

A todos que fazem parte direta ou indiretamente da nossa equipe de pesquisa: Cosmildo, Seu Nanam, Seu Jozimar, Isleique, Karla, Gerlani, Erivan, Gideilson, Rebeca, Pablo, Kariel, Jéssika, Vitor Abel, Natan Guerra e Gerson, por partilharem vários momentos.

A todos os técnicos de laboratório do CPVSA, que ajudaram muitas vezes em todas as análises, corrigindo e auxiliando no que foi possível.

A todos os professores do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da UFRSA, por toda a ajuda, ensinamentos e paciência durante todo o Curso.

À banca examinadora, por todas as contribuições feitas para a melhoria técnica do trabalho de tese.

À Capes, pela concessão da bolsa de estudos.

A todos os citados aqui e aos muitos que não estão mas tiveram sua importância na minha formação acadêmica e como cidadão; afinal, já se vão mais de 10 anos desde o meu começo nessa casa.

Dinheiro não é essencial. Dinheiro é fundamental. Sem ele, você tem problema, mas ele, em si, não resolve. Emprego é fundamental, carreira é fundamental. O essencial é o que não pode não ser. Essencial é aquilo que faz com que a vida não se apegue. Que faz com que a gente seja capaz de transbordar. Repartir vida. Repartir o essencial, a amizade, a amorosidade, a fraternidade, a lealdade. Repartir a capacidade de ter esperança e, para isso, ter coragem.

Mario Sergio Cortela

BIOGRAFIA

Isaac Alves da Silva Freitas, filho de Raimunda de Fátima da Silva Freitas e Luiz Lima de Freitas, e irmão de André Alves da Silva Freitas, nasceu em Mossoró-RN, em 13 de outubro de 1988. Iniciou seus estudos em 1991 como bolsista no Instituto Pequeno Príncipe (IPP), onde se manteve até a alfabetização. Da primeira a quinta série do ensino fundamental, estudou na Escola Municipal Prof. Manuel Assis. Da sexta a oitava série do ensino fundamental, foi aluno da extinta escola Ambulatório José Pereira Lima. Já durante todo o ensino médio, foi aluno do Centro de Educação Integrada Professor Eliseu Viana, concluindo o ensino médio no ano de 2006. Em 2010, iniciou a graduação em Agronomia pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), concluindo sua graduação em 2016.1. Em março de 2017, iniciou sua formação na modalidade de mestrado, vinculado ao Programa de Pós-Graduação em Manejo de Solo e Água (PPGMSA), pela UFERSA. O mestrado em questão foi concluído em abril de 2019. Já no mesmo ano de 2019, ingressou na modalidade de doutorado junto ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia (PPGF) da UFERSA, tendo-o concluído no primeiro semestre do ano de 2023.

FREITAS, Isaac Alves da Silva. **Viabilidade agroeconômica da cenoura e da batata-doce sob diferentes misturas equitativas de biomassa de jitirana e flor-de-seda**. 2023. 105f. (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Mossoró-RN, 2023.

RESUMO

O objetivo desse trabalho foi avaliar a viabilidade agroeconômica da cenoura “Brasília” e da batata-doce “Paraná” sob diferentes misturas equitativas de biomassa de jitirana (*Merremia aegyptia*) e flor-de-seda (*Calotropis procera*) em duas estações de cultivo. Quatro experimentos foram conduzidos entre os anos de 2020 e 2022 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram na adubação com misturas equitativas de biomassa de jitirana e flor-de-seda incorporadas ao solo em diferentes quantidades (16, 29, 42, 55 e 68 t ha⁻¹ em base seca) em ambiente semiárido. Em todos os experimentos, foi adicionado um tratamento sem adubação (controle absoluto). Um tratamento mineral foi adicionado nos experimentos da batata-doce. As características avaliadas da cenoura foram: altura de plantas, número de hastes por planta, massa seca da parte aérea e de raízes, produtividades total, comercial e classificada de raízes. Na cultura da batata-doce, foram: massa fresca e seca da parte aérea, massa seca de raízes e produtividades total, comercial e refugo. Os dados referentes às variáveis mensuradas foram submetidos ao teste F a 0,05% de significância, por meio de análise de variância, e as médias das variáveis submetidas à análise de regressão. As máximas eficiências agrônômicas das culturas da cenoura e da batata-doce foram de 40,27 e 34,57 t ha⁻¹ alcançadas com a incorporação de 48,87 e 46,97 t ha⁻¹ de biomassa dos adubos verdes, respectivamente. Os valores de máxima eficiência econômica da cenoura e da batata-doce foram de 74.324,27 e 44.352,89 R\$ ha⁻¹ para a renda líquida nas quantidades de 49,64 e 41,55 t ha⁻¹ de biomassa dos adubos verdes, respectivamente. A utilização de biomassa de jitirana e flor-de-seda do bioma Caatinga é uma tecnologia viável e promissora para produtores que cultivam cenoura e batata-doce em ambiente semiárido.

Palavras-chave: Caatinga; *Daucus carota*; *Ipomoea batatas*; cultivo orgânico; adubação verde.

FREITAS, Isaac Alves da Silva. **Agroeconomic viability of carrot and sweet potato under different equitable mixtures of jitirana and silk flower biomass.** 2023. 105p. (Doctorate in Plant of Science) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). Mossoró-RN, 2023.

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate the agroeconomic viability of “Brasília” carrot and “Paraná” sweet potato under different equitable mixtures of hairy woodrose (*Merremia aegyptia*) and roostertree (*Calotropis procera*) biomass in two growing seasons. Four experiments were controlled between the years 2020 and 2022 at the Rafael Fernandes Experimental Farm, belonging to the Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA). The experimental design used was complete randomized blocks with five treatments and five replications. The treatments consisted of fertilization with equitable mixtures of hairy woodrose and roostertree biomass created in the soil in different scoops (16, 29, 42, 55 and 68 t ha⁻¹ on a dry basis) in a semi-arid environment. In all experiments, a treatment without fertilization (absolute control) was added. A mineral treatment was added in the sweet potato experiments. The evaluated carrot characteristics were: plant height, number of stems per plant, shoot and root dry mass, total, commercial and classified yields of roots. In the sweet potato crop they were: fresh and dry mass of shoots, dry mass of roots and total yields, commercial and discarded. The data related to the measured variables, were left to the F test at 0.05% of significance, through analysis of variance, and the means of the observed variables to the regression analysis. The maximum agronomic efficiencies of carrot and sweet potato crops were 40.27 and 34.57 t ha⁻¹ achieved with the incorporation of 48.87 and 46.97 t ha⁻¹ of green manure biomass, respectively. The values of maximum economic efficiency for carrots and sweet potatoes were 74, 324.27 and 44, 352.89 R\$ ha⁻¹ for net income at doses of 49.64 and 41.55 t ha⁻¹ of green manure biomass, respectively. The use of hairy woodrose and roostertree biomass from the Caatinga biome is a viable and promising technology for producers who grow carrots and sweet potatoes in a semi-arid environment.

Keywords: Caatinga; *Daucus carota* L.; *Ipomoea batatas*; organic cultivation; alternative fertilization.

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 - EFICIÊNCIA PRODUTIVA E ECONÔMICA DA CENOURA SOB ADUBAÇÃO VERDE

- Figura 1** - Dados meteorológicos de temperaturas e umidade relativa do ar durante os períodos de cultivos da cenoura em 2020/2021 (S_1) e 2021/2022 (S_2). Mossoró – RN, UFERSA, 2023...28
- Figura 2** - Detalhe da parcela experimental da cenoura em monocultivo nas condições de Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....30
- Figura 3** - Altura da planta (A), número de hastes por planta (B) e massa seca da parte aérea (C) e raízes (D) da cenoura em função das quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo nas estações de cultivos 2020/2021 (S_1) e 2021/2022 (S_2). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....36
- Figura 4** - Produtividade comercial (A) e total (B) de raízes, e produtividades de raízes curtas (C), médias (D), longas (E) e refugo (F) de cenoura em função das quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo nas estações de cultivo, 2020/2021 (S_1) e 2021/2022 (S_2). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....40
- Figura 5** - Renda bruta (A), renda líquida (B), taxa de retorno (C) e índice de lucratividade (D) de cenoura em função das quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo nas estações de cultivos 2020/2021 (S_1) e 2021/2022 (S_2). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....43

CAPÍTULO 2 - EFICIÊNCIA PRODUTIVA E ECONÔMICA DA BATATA-DOCE SOB ADUBAÇÃO VERDE

- Figura 1** - Dados meteorológicos de temperaturas e umidade relativa do ar durante as estações de cultivo da batata-doce em 2021 (S₁) e 2022 (S₂). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....54
- Figura 2** - Detalhe da parcela experimental de batata-doce em monocultivo nas condições de Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....56
- Figura 3** - Massa fresca (A) e seca (B) da parte aérea, massa seca de raízes (C), produtividade total (D) e comercial (E) de raízes e produtividade de raízes refugo (F) de batata-doce em função das quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo nas estações de cultivos 2021 (S₁) e 2022 (S₂). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....62
- Figura 4** - Renda bruta (A), renda líquida (B), taxa de retorno (C) e índice de lucratividade (D) para a cultura da batata-doce, em função das quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo nas estações de cultivos de 2021 (S₁) e 2022 (S₂). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....66

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 - EFICIÊNCIA PRODUTIVA E ECONÔMICA DA CENOURA SOB ADUBAÇÃO VERDE

- Tabela 1** - Análise química dos solos antes da incorporação dos adubos verdes em duas estações de cultivo 2020/2021 (S_1) e 2021/2022 (S_2) na cultura da cenoura. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....29
- Tabela 2** - Análises químicas dos macronutrientes presentes na biomassa seca dos adubos verdes *M. aegyptia* e *C. procera* em duas estações de cultivo 2020/2021 (S_1) e 2021/2022 (S_2) Mossoró-RN, UFERSA, 2023.....31
- Tabela 3** - Valores médios do controle (T_{nf}), tratamento de máxima eficiência física (MEF), tratamentos fertilizados (T_f) com adubos verdes para altura de planta, número de hastes por planta, para a massa fresca e seca da parte aérea da cenoura em duas estações de cultivo 2020/2021 (S_1) e 2021/2022 (S_2). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....34
- Tabela 4** - Valores médios do controle (T_{nf}), tratamento de máxima eficiência física (MEF), tratamentos fertilizados (T_f) com adubos verdes para produtividade total e comercial de raízes, produtividade de raízes longas, produtividade de raízes médias, produtividade de raízes curtas e de raízes refugo da cenoura em duas estações de cultivo 2020/2021 (S_1) e 2021/2022 (S_2). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....38
- Tabela 5** - Valores médios do controle (T_{nf}), tratamento de máxima eficiência econômica (MEE), tratamentos fertilizados (T_f) com adubos verdes, para a renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade da cenoura em duas estações de cultivo 2020/2021 (S_1) e 2021/2022 (S_2). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....42

CAPÍTULO 2 - EFICIÊNCIA PRODUTIVA E ECONÔMICA DA BATATA-DOCE SOB ADUBAÇÃO VERDE

- Tabela 1** - Análise química dos solos antes da incorporação dos adubos verdes em duas estações de cultivo 2021 (S₁) e 2022 (S₂) na cultura da batata-doce. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....55
- Tabela 2** - Análises químicas dos macronutrientes presentes na biomassa seca dos adubos verdes *M. aegyptia* e *C. procera* em duas estações de cultivo 2021 (S₁) e 2022 (S₂) Mossoró-RN, UFERSA, 2022.....57
- Tabela 3** - Valores médios do controle (T_{nf}), tratamento de máxima eficiência física (MEF), tratamentos fertilizados (T_f) com adubos verdes e do tratamento mineral (T_{fm}) fertilizado com adubo químico, na massa fresca e seca da parte aérea, na produtividade total e comercial de raízes, na massa seca de raízes e na produtividade de raízes refugo da batata-doce em duas estações de cultivo 2021 (S₁) e 2022 (S₂). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....60
- Tabela 4** - Valores médios do controle (T_{nf}), tratamento de máxima eficiência econômica (MEE), tratamentos fertilizados (T_f) com adubos verdes e do tratamento mineral (T_{fm}) fertilizado com adubo químico, na renda bruta, na renda líquida, na taxa de retorno e no índice de lucratividade da batata-doce em duas estações de cultivo 2021 (S₁) e 2022 (S₂). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....65

LISTA DE TABELAS DO APÊNDICE

- Tabela 1** - Valores de “F” para altura de plantas (AP), número de hastes por planta (NHP), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), produtividade total de raízes (PTR), produtividade comercial de raízes (PCR), produtividade de raízes longas (PRL), produtividade de raízes médias (PRM), produtividade de raízes curtas (PRC), produtividade de raízes refugo (PRR), renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) da cenoura em função de diferentes quantidades de misturas equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo nos anos de cultivo de 2020/2021 (S₁) e 2021/2022 (S₂). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....73
- Tabela 2** - Médias das variáveis agronômicas da cenoura em duas estações de cultivo 2020/2021 (S₁) e 2021/2022 (S₂). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....74
- Tabela 3** - Médias dos índices econômicos da cenoura em duas estações de cultivo 2020/2021 (S₁) e 2021/2022 (S₂). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....75
- Tabela 4** - Custos de produção por hectare da cenoura adubada com 16 t ha⁻¹ de mistura equitativa de jitirana e flor-de-seda. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....76
- Tabela 5** - Custos de produção por hectare da cenoura adubada com 29 t ha⁻¹ de mistura equitativa de jitirana e flor-de-seda. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....78
- Tabela 6** - Custos de produção por hectare da cenoura adubada com 42 t ha⁻¹ de mistura equitativa de jitirana e flor-de-seda. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....80
- Tabela 7** - Custos de produção por hectare da cenoura adubada com 55 t ha⁻¹ de mistura equitativa de jitirana e flor-de-seda. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....82
- Tabela 8** - Custos de produção por hectare da cenoura adubada com 68 t ha⁻¹ de mistura equitativa de jitirana e flor-de-seda. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....84
- Tabela 9** - Custos de produção por hectare de cenoura sem adubação. Mossoró – RN, UFERSA, 2023..86
- Tabela 10** - Valores de “F” para massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), produtividade total de raízes (PTR), produtividade comercial de raízes (PCR), produtividade de raízes refugo (PRR), renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) da batata-doce em função de diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo nos anos de cultivo de 2021 (S₁) e 2022 (S₂). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....88
- Tabela 11** - Médias das variáveis agronômicas da batata-doce em duas estações de cultivo 2021 (S₁) e 2022 (S₂). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....89

Tabela 12 - Médias dos índices econômicos da batata-doce em duas estações de cultivo 2021 (S ₁) e 2022 (S ₂). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....	90
Tabela 13 - Custos de produção por hectare da batata-doce adubada com 16 t ha ⁻¹ de mistura equitativa de jitirana e flor-de-seda. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....	91
Tabela 14 - Custos de produção por hectare da batata-doce adubada com 29 t ha ⁻¹ de mistura equitativa de jitirana e flor-de-seda. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....	93
Tabela 15 - Custos de produção por hectare da batata-doce adubada com 42 t ha ⁻¹ de mistura equitativa de jitirana e flor-de-seda. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....	95
Tabela 16 - Custos de produção por hectare da batata-doce adubada com 55 t ha ⁻¹ de mistura equitativa de jitirana e flor-de-seda. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....	97
Tabela 17 - Custos de produção por hectare da batata-doce adubada com 68 t ha ⁻¹ de mistura equitativa de jitirana e flor-de-seda. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....	99
Tabela 18 - Custos de produção por hectare, da batata-doce sem adubação. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....	101
Tabela 19 - Custos de produção por hectare da batata-doce com adubação mineral. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.....	103

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO GERAL	18
REFERÊNCIAS	21

CAPITULO 1 - EFICIÊNCIA PRODUTIVA E ECONÔMICA DA CENOURA SOB ADUBAÇÃO VERDE

RESUMO.....	23
INTRODUÇÃO.....	24
1 INTRODUÇÃO	25
2 MATERIAL E MÉTODOS	27
2.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO	27
2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS	29
2.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	30
2.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS NA CENOURA	32
2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	33
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	34
3.1 PERFORMANCE AGRONÔMICA E DESEMPENHO DA PRODUÇÃO DA CENOURA.....	34
3.2 PERFORMANCE ECONÔMICA DA CENOURA.....	41
4 CONCLUSÕES	45
REFERÊNCIAS	46

CAPITULO 2 - EFICIÊNCIA PRODUTIVA E ECONÔMICA DA BATATA-DOCE SOB ADUBAÇÃO VERDE

RESUMO.....	49
ABSTRACT.....	50
1 INTRODUÇÃO	51
2 MATERIAL E MÉTODOS	53
2.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO	53
2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS	55
2.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO	56
2.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS NA BATATA-DOCE	58
2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA	58
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
3.1 PERFORMANCE AGRONÔMICA E DESEMPENHO DA PRODUÇÃO DA BATATA-DOCE	60
3.2 PERFORMANCE ECONÔMICA DA BATATA-DOCE	64
4 CONCLUSÕES	68
REFERÊNCIAS	69
CONCLUSÃO GERAL	72
APÊNDICE	73

INTRODUÇÃO GERAL

A cultura da cenoura (*Daucus carota* L.) pertence à família *Apiaceae*. Originária da Ásia Central, em localidades próximas ao Afeganistão com o primeiro registro datado de aproximadamente dois mil anos. É uma das principais fontes naturais de betacaroteno, pigmento antioxidante e também precursor da vitamina A, fonte de cálcio, sódio e potássio, tendo como forma mais comum de consumo as raízes cruas ou cozidas, em saladas, além de bolos, pães, sopas, sucos e tortas. Além do uso na indústria alimentícia, é utilizada em conserva ou componente de produtos como alimentos processados para o público infantil (RODRIGUES, P., 2020). No Brasil, teve seu primeiro local de plantio localizado no estado do Rio Grande do Sul no século XIX. Seu cultivo atualmente se estende nas regiões Sudeste, Nordeste e Sul. (GARRETO, 2016; CABRAL et al., 2019).

Outra tuberosa de importância no cenário produtivo nacional é a cultura da batata-doce (*Ipomoea batatas*), pertencente à família *Convolvulaceae*. Cultura rústica, muito tolerante ao estresse hídrico, seu centro de origem ainda apresenta informações inconclusivas, contudo a América Central e o norte da América do Sul são tidos como regiões prováveis para o surgimento da cultura. Seu primeiro registro histórico data de 10 mil anos, em localidades do atual Peru. Tanto as folhas, ricas em proteínas, quanto as raízes podem ser consumidas. Por sua vez, a polpa da raiz dessa tuberosa apresenta carboidratos, betacaroteno (precursora da vitamina A), vitaminas C, do complexo B e E, além de minerais como potássio, cálcio e ferro. Para o consumo humano, as raízes frescas podem ser fervidas, assadas ou fritas. Quando processadas, podem ser preparadas enlatadas, em forma de purês, doces, chips, sobremesas, farinha e macarrão. O estado de São Paulo se destaca como principal estado comercializador dessa cultura no país (NASCIMENTO, 2021). São crescentes a necessidade e a produção de hortaliças em sistema orgânico no cenário produtivo brasileiro dos últimos anos. A demanda por alimentos produzidos em sistemas ecologicamente sustentáveis é uma realidade no país, tanto quando se fala do consumidor quanto do ponto de vista dos custos elevados para o sistema de cultivo convencional, sem falar dos problemas relacionados ao mau uso de produtos químicos (MARTINS, 2008).

Uma alternativa para a adubação química, dentro da realidade da adubação orgânica, é o uso da adubação verde, devido ao potencial para oferecer alto rendimento e produtos de alta qualidade para alimentação humana, além da baixa dependência de insumos industriais. Segundo Calegari et al. (1992), a adubação verde é a prática de se incorporar ao solo uma massa

vegetal ainda não decomposta de planta, cultivada localmente ou importada, a fim de preservar e restaurar a fertilidade do solo e, dessa forma, a capacidade produtiva do solo agrícola.

Silva et al. (2008) ressaltam o potencial da adubação orgânica na medida em que promove arejamento e afrouxamento do solo, facilitando o crescimento lateral das raízes, que se tornam menos tortuosas. Outra vantagem é que, sendo uma cultura de ciclo relativamente longo, ocorre liberação mais lenta dos minerais durante a decomposição da matéria orgânica, mantendo um equilíbrio entre a formação de partes vegetativas e o acúmulo de reservas. Os resíduos orgânicos liberam os nutrientes para as plantas mais lentamente que os adubos químicos, porém essa liberação é realizada constantemente, resultando em benefícios não só químicos, como também físicos para o solo, como a melhoria na estruturação, aeração e drenagem e retenção de água, além de outros efeitos sobre as propriedades físico-químicas do solo (NEGRINI, 2007).

O uso de espécies nativas na adubação orgânica como adubo verde se apresenta como uma alternativa adotada para suprimento de nutrientes nos solos da região semiárida do Nordeste brasileiro. Essas espécies apresentam inúmeras vantagens diante das espécies exóticas, como menor custo de obtenção e o fato destas espécies já serem adaptadas às condições ambientais (BEZERRA NETO et al., 2011).

Dentre essas opções para o uso como adubo verde, podemos destacar a jitirana e a flor-de-seda, por serem endêmicas do semiárido nordestino e apresentaram teores elevados de nutrientes como N, P, K. Linhares et al. (2012) destacaram que as concentrações químicas de N; P e K para jitirana foram de 24,6; 10,5 e 10,3g kg⁻¹ e para flor-de-seda de 22,7; 10,0 e 28,9g kg⁻¹, respectivamente. Esses teores atribuem a eles a qualidade de “bons adubos”, por terem bom aporte de nutrientes, grande produção de biomassa e baixa relação C/N, que proporciona maior rapidez na decomposição e liberação de nutrientes para as plantas. Desta forma, tem se mostrado o valor de estudos que têm como finalidade viabilizar a utilização dessas plantas no sistema agrícola.

Em pesquisas realizadas com os adubos verdes jitirana e flor-de-seda na cultura da beterraba, Batista et al. (2016) obtiveram produtividades total e comercial da ordem de 17,57; 15,39 e 18,74; 16,33 t ha⁻¹, respectivamente. Nunes et al. (2020), trabalhando com rabanete adubado com jitirana, obtiveram produtividade comercial de raízes de 7,86 t ha⁻¹, com a adição de 49,29 t ha⁻¹ desse adubo verde incorporado ao solo. Para a cultura da batata-doce, Aguirre et al. (2020) destacam o potencial produtivo da cultura da batata-doce com o uso de adubação orgânica a partir do uso de mistura de adubo vegetal e animal quando comparada à adubação química convencional, encontrando, respectivamente, incremento em características como:

peso médio de 139 e 90g e comprimento médio das raízes de 20 e 12 cm, bem como produtividade total 7,5 e 4,5 t ha⁻¹, e principalmente na qualidade das raízes com a utilização do adubo orgânico.

Bezerra Neto et al. (2014), avaliando o uso de diferentes quantidades de jitirana como adubo verde no desempenho agroeconômico da cenoura em cultivo solteiro, obtiveram produtividade comercial próximo a 32 t ha⁻¹ com a adição de 15 t ha⁻¹ de jitirana, tendo excelentes ganhos com o uso do material.

Tendo em vista o potencial produtivo das duas culturas com o uso de adubação verde, o trabalho em questão teve como finalidade utilizar mistura equitativa de biomassa de jitirana e flor-de-seda, incorporadas ao solo, para potencializar a produtividade e a qualidade na produção de cenoura e batata-doce em sistema orgânico de produção.

REFERÊNCIAS

- AGUIRRE, T. R. et al. Avaliação da adubação orgânica e mineral no cultivo de batata-doce na região Amazônica. **Brazilian Journal of Development**, v. 6, n. 8, p. 62133-62142, 2020. <https://doi.org/10.34117/bjdv6n8-586>
- BATISTA, M. A.V. et al. Atributos de solo-planta e de produção de beterraba influenciados pela adubação com espécies da Caatinga. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 1, p. 31-38, 2016. <https://doi.org/10.1590/S0102-053620160000100005>
- BEZERRA NETO, F. et al. Desempenho agrônômico da alface em diferentes doses e tempos de decomposição de jitrana verde. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 2, p. 236-242, 2011. <https://doi.org/10.5039/agraria.v6i2a977>
- BEZERRA NETO, F. et al. Otimização agroeconômica da cenoura fertilizada com diferentes doses de jitrana. **Revista Ciência Agrônômica**, v. 45, n. 2, p. 305-311, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902014000200011>.
- CABRAL, M. J. S. et al. Características biológicas da cenoura (*Daucus carota* L., apiaceae) cultivar Brasília em diferentes fontes de matéria orgânica e manejo de irrigação. **Revista Ambientale**, v. 11, n. 2, p. 64-73, 2019. <https://doi.org/10.48180/ambientale.v11i2.100>
- CALEGARI, A. et al. **Adubação verde no sul do Brasil**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1992.
- GARRETO, F. G. de S. **Desempenho de Cultivares de Cenoura (*Daucus carota* L.) em função de quantidades de Fósforo**. 2016. 34f. Monografia. Universidade Federal do Maranhão, Chapadinha, MA, 2016.
- LINHARES, P. C. F. et al. doses e tempos de decomposição da jitrana no desempenho agrônômico do coentro. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, p. 243-248, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000200010>
- MARTINS, G. de O. **Desenvolvimento de raízes de cenoura (*Daucus carota* L. var Esplanada) em solos submetidos a diferentes compostos orgânicos**. 2008. 43 f. Dissertação Mestrado. Programa de Pós-graduação em Agronomia, Universidade Federal de Alagoas, Rio Largo, 2008.
- NASCIMENTO, W. M. **Sistema de produção**. Embrapa Hortaliças, Brasília – DF, v. 9, 2021. Disponível em: [https://www.embrapa.br/hortalias/batata-doce/introducao2#:~:text=A%20batata%2Ddoce%20\(Ipomoea%20batatas,grande%20variabilidade%20presente%20na%20esp%C3%A9cie](https://www.embrapa.br/hortalias/batata-doce/introducao2#:~:text=A%20batata%2Ddoce%20(Ipomoea%20batatas,grande%20variabilidade%20presente%20na%20esp%C3%A9cie). Acesso: 22 de abril. 2023
- NEGRINI, A. C. A.; DE MELO, P. C. T. Efeito de diferentes compostos e dosagens na produção de cenoura (*Daucus Carota* L.) Em cultivo orgânico. **Cadernos de Agroecologia**, v. 2, n. 1, p. ????, 2007.
- NUNES, R. L. C. et al. Effect of green manuring with *Merremia aegyptia* on agro-economic efficiency of radish production. **Revista Caatinga**, v. 33, n. 4, p. 964-973, 2020. <https://doi.org/10.1590/1983-21252020v33n411rc>

RODRIGUES, P. **História da cenoura**. Embrapa Hortaliças, Brasília – DF, 2020. Disponível em: <https://www.embrapa.br/en/busca-de-noticias/-/noticia/49845405/a-historia-da-cenoura>. Acesso em: 30 de julho. 2021.

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. **Batata-doce (*Ipomoea batatas*)**. Embrapa Hortaliças - Sistemas de Produção, 6. Versão Eletrônica. 2008. Disponível em: http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Batata-doce/Batatadoce_Ipomoea_batatas/introducao.html. Acesso em: 1º fev. 2016.

CAPITULO 1 - EFICIÊNCIA PRODUTIVA E ECONÔMICA DA CENOURA SOB ADUBAÇÃO VERDE

RESUMO

Um grande desafio da pesquisa científica com cenoura no semiárido é obter as melhores características produtivas e índices econômicos de utilização dos adubos verdes usando espécies espontâneas do bioma Caatinga, como a jitirana (*M. aegyptia*) e a flor-de-seda (*C. procera*). Experimentos foram conduzidos com o objetivo de otimizar a produção de cenoura e seus componentes, fertilizada com quantidades equitativas de biomassa de jitirana e flor-de-seda, em duas estações de cultivo em ambiente semiárido. O delineamento experimental foi em blocos completos casualizados, com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram da adubação com misturas equitativas de biomassa de jitirana e flor-de-seda incorporadas ao solo em diferentes quantidades (16, 29, 42, 55 e 68 t ha⁻¹ em base seca) em ambiente semiárido. Em cada bloco dos experimentos, foi adicionado um tratamento sem adubação (controle absoluto) para efeito de comparação com o tratamento de máxima eficiência física e econômica. A obtenção da máxima eficiência produtiva otimizada (produtividade comercial) de 40,27 t ha⁻¹ foi viabilizada com a incorporação no solo de 48,86 t ha⁻¹ de biomassa seca de jitirana e flor-de-seda. A máxima eficiência econômica otimizada (baseado na renda líquida) de 74.324,27 R\$ ha⁻¹ no cultivo da cenoura foi alcançada quando se utilizou a quantidade de 49,64 t ha⁻¹ de biomassa seca dos adubos verdes adicionados ao solo. O uso de biomassa dessas espécies espontâneas do bioma Caatinga como adubo verde é uma tecnologia viável para produtores de tuberosas em ambiente semiárido.

Palavras-chave: *Daucus carota*; *Merremia aegyptia*; *Calotropis procera*; adubação orgânica; produção otimizada.

PRODUCTIVE AND ECONOMIC EFFICIENCY OF CARROTS UNDER GREEN FERTILIZATION

ABSTRACT

A great challenge of scientific research with carrots in the semi-arid region is to obtain the best productive characteristics and economic indexes for the use of green manures using spontaneous species from the Caatinga biome, such as the hairy woodrose (*M. aegyptia*) and the roostertree (*C. procera*). Experiments were conducted with the aim of optimizing the production of carrots and their components, fertilized with equal amounts of hairy woodrose and roostertree biomass, in two growing seasons in a semi-arid environment. The experimental design was in complete randomized blocks, with five treatments and five replications. The treatments consisted of fertilization with equitable mixtures of hairy woodrose and roostertree biomass incorporated into the soil in different amounts (16, 29, 42, 55 and 68 t ha⁻¹ on a dry basis) in a semi-arid environment. In each block of experiments, a treatment without fertilization (absolute control) was added for comparison with the treatment of maximum physical and economic efficiency. Obtaining maximum optimized productive efficiency (commercial productivity) of 40.27 t ha⁻¹ was possible with the incorporation in the soil of 48.86 t ha⁻¹ of dry biomass of hairy woodrose and roostertree. The maximum optimized economic efficiency (based on net income) of 74,324.27 R\$ ha⁻¹ in carrot cultivation was achieved when 49.64 t ha⁻¹ of dry biomass of green manures added to the soil was used. The use of biomass from these spontaneous species from the Caatinga biome as green manure is a viable technology for tuberose producers in a semi-arid environment.

Keywords: *Daucus carota*; *Merremia aegyptia*; *Calotropis procera*; Organic fertilization; Optimized production.

1 INTRODUÇÃO

A cenoura (*Daucus carota* L.) é uma hortaliça tuberosa da família Apiaceae, consumida mundialmente, com raiz de coloração alaranjada sua parte comestível, que possui valor social, econômico e nutricional, contendo K, Na, Ca, Fe, Mg, fontes minerais como P e N, além das vitaminas A e do complexo B, betacaroteno e vitamina C (BEZERRA NETO et al., 2014). Seu cultivo, em grande parte do mundo, tem sido feito com uso intensivo de adubos químicos e defensivos para obtenção de altas produtividades, mas esse sistema de produção de hortaliças tem sido questionado nos últimos anos, não só por contradições econômicas e ecológicas, como também por desconsiderar aspectos qualitativos importantes da produção (RESENDE; BRAGA, 2011).

Contrapondo este sistema de produção em decorrência da necessidade de proteger a saúde dos produtores e consumidores e preservar o meio ambiente, nos últimos anos tem sido adotado o sistema orgânico de produção de hortaliças. Esse sistema é caracterizado por diversidade de produtos cultivados em uma mesma área e pela menor dependência de recursos externos, com maior absorção de mão de obra familiar e menor necessidade de capital (SEDIYAMA et al., 2014). Dentre as práticas utilizadas no sistema orgânico de produção está a adubação verde, capaz de garantir quantidade e qualidade adequadas para o alto rendimento das hortaliças, conservando os recursos naturais e proporcionando padrões aceitáveis de sustentabilidade para os agricultores.

As espécies vegetais com potencial de uso como adubação verde no bioma Caatinga são: mucuna preta (*Stizolobium aterrimum*), a crotalária juncea (*Crotalaria juncea*) e o feijão-de-porco (*Canavalia ensiformis*), a jitirana (*M. aegyptia*), o mata-pasto (*Senna uniflora*) e a flor-de-seda (*C. procera*), por serem plantas rústicas, com desenvolvimento vegetativo eficiente, adaptadas às condições de baixa fertilidade e altas temperaturas do Nordeste do Brasil (BEZERRA NETO et al., 2011; FONTANÉTTI et al., 2006). Dentre essas espécies, a jitirana e a flor-de-seda são plantas abundantes, grandes produtoras de fitomassa e de fácil obtenção no bioma Caatinga, de suprimento eficiente de nutrientes e relação C/N entre 20 e 30. Portanto, apresentam grande potencial de sucesso no cultivo de hortaliças no semiárido nordestino.

A jitirana (*M. aegyptia*) é uma espécie de hábito trepador, anual, herbácea, pertencente à família Convolvulaceae, com produção média de fitomassa e seca em torno de 4.000 kg ha⁻¹, respectivamente, com alto teor de nitrogênio, em torno de 26,2 g kg⁻¹ de matéria seca, e relação C/N de 18/1 (LINHARES et al., 2012). A flor-de-seda (*C. procera*) é uma espécie arbustiva

pertencente à família Apocynaceae (RANGEL; NASCIMENTO, 2011). Caracteriza-se por ter uma planta sempre verde, muito prolífica, com capacidade de fornecer biomassa durante todo o ano, com produção média de fitomassa em base seca, em torno de 3.000 kg ha⁻¹ por corte (120 dias), chegando a 9 t ha⁻¹ por ano, com teor de nitrogênio em torno de 18,4 g kg⁻¹ na matéria seca e relação C/N de 25/1 (NUNES et al., 2018; LIMA; MARCIEL, 2004).

Estudando a interação entre o cultivo da cenoura e o uso de flor-de-seda (*C. procera*) como adubo verde em diferentes quantidades, Silva et al. (2013) obtiveram a maior produtividade comercial de 23,9 t ha⁻¹ na quantidade de 45 t ha⁻¹, obtendo o incremento de 46,7% no rendimento de raízes longas, da menor quantidade (6 t ha⁻¹) à maior quantidade (45 t ha⁻¹). Por sua vez, Oliveira et al. (2011), avaliando o desempenho da cenoura com o uso de adubação verde com diferentes quantidades de jitrana (*M. aegyptia*) e tempos de decomposição, encontraram os melhores valores de produtividade comercial de raízes (14,94 t ha⁻¹) na quantidade de 15,6 t ha⁻¹, obtendo o incremento 32,6% maior que a menor quantidade utilizada, que foi de 5,4 t ha⁻¹. Pesquisas utilizando os adubos verdes em questão demonstraram grande viabilidade e rendimento da cenoura, além de demonstrar a potencialidade de pesquisas com a finalidade de determinar as melhores quantidades a serem utilizadas para otimização de características agroeconômicas.

É um desafio para o pesquisador a recomendação da utilização das espécies espontâneas em mistura nas condições do semiárido; diante disto, o objetivo deste trabalho foi otimizar agronomicamente e economicamente a produção de cenoura em monocultivo fertilizadas com quantidades equitativas de biomassa das espécies espontâneas jitrana e flor-de-seda do bioma Caatinga, em duas estações de cultivo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

Dois experimentos foram conduzidos em campo, no período de novembro de 2020 a abril de 2021 e de agosto de 2021 a janeiro de 2022, na Fazenda Experimental 'Rafael Fernandes' da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), no distrito de Lagoinha, distante 20 km da sede do município de Mossoró, RN (5° 03' 37" S, 37° 23' 50" W, altitude de 80 m).

Segundo a classificação climática de Köppen, o clima da região é 'BSwh', seco e muito quente, com duas estações: uma seca, que geralmente ocorre de junho a janeiro, e uma chuvosa, de fevereiro a maio (BECK et al., 2018). Durante os períodos de desenvolvimento e crescimento da cenoura, os valores médios registrados para as temperaturas mínima, média e máxima, umidade relativa do ar, precipitação, radiação solar e velocidade do vento para as estações 2020/2021 e 2021/2022 foram, respectivamente, 24,6; 28,9 e 35,3°C; 24,9; 29,6 e 36,1°C; 65,9 e 62,6%; e 242,9 e 108,2 mm; 19,2 e 19,9 MJ m⁻² dia⁻¹ e 5,1 e 5,6 ms⁻¹ (LABIMIC, 2022). Os dados das médias diárias de temperatura mínima e máxima e umidade relativa do ar após a semeadura da cenoura, nas duas estações, são apresentados na Figura 1.

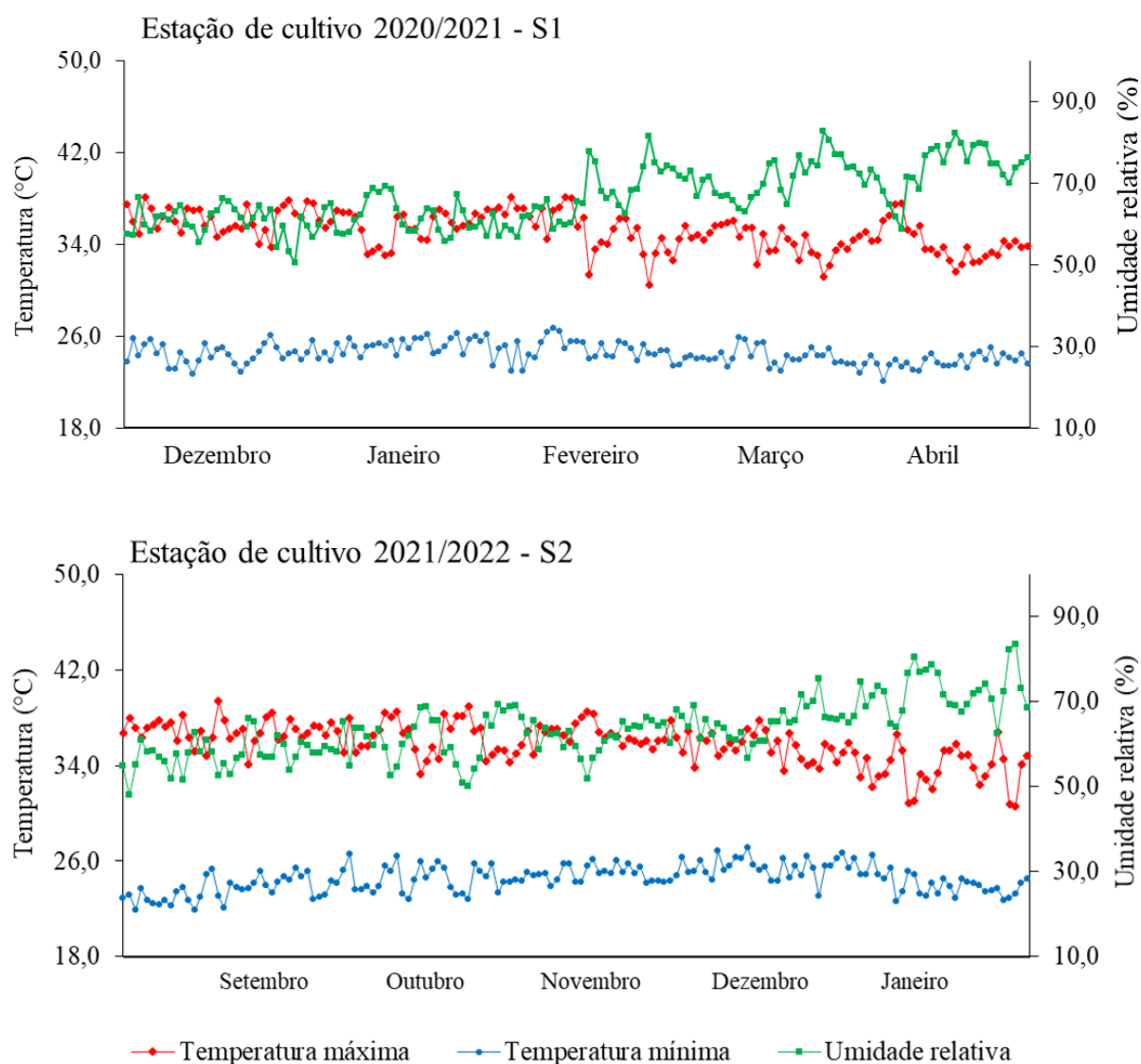


Figura 1 - Dados meteorológicos de temperaturas e umidade relativa do ar durante os períodos de cultivos da cenoura em 2020/2021 (S1) e 2021/2022 (S2). Mossoró – RN, UFERSA, 2023. Fonte: Elaboração própria (2023).

Os solos das áreas experimentais foram classificados como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, de textura franco-arenosa (SANTOS et al., 2018). Amostras de solo de cada área experimental foram coletadas na camada superficial de 0-20 cm e algumas de suas características químicas foram analisadas. Os resultados dessas análises são mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise química dos solos antes da incorporação dos adubos verdes em duas estações de cultivo 2020/2021 (S₁) e 2021/2022 (S₂) na cultura da cenoura. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

Antes da incorporação das espécies espontâneas								
Áreas experimentais	N	C	pH (H ₂ O)	C.E.	M.O.	P	K ⁺	Na ⁺
	g kg ⁻¹			ds m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg dm ³		
Solo 1	0,6	6,90	6,30	0,44	11,90	24,0	2,36	1,73
Solo 2	0,7	7,52	6,60	0,56	12,97	32,0	2,59	2,30
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cu	Fe	Mn	Zn	B	
	cmol _c dm ³		mg dm ³					
Solo 1	22,50	4,80	0,50	5,7	11,2	3,8	0,58	
Solo 2	23,70	6,50	0,30	4,8	6,10	2,7	0,50	

Fonte: Elaboração própria (2023). N: nitrogênio; C: carbono; pH: potencial hidrogeniônico; C.E.: condutividade elétrica; M.O.: matéria orgânica; P: fósforo; K⁺: potássio; Na⁺: sódio; Ca²⁺: cálcio; Mg²⁺: magnésio; Cu: cobre; Fe: ferro; Mn: manganês; Zn: zinco; B: boro.

2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado nos experimentos foi em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram da adubação com quantidades equitativas de biomassa de jitirana (*M. aegyptia*) e de flor-de-seda (*C. procera*) (16, 29, 42, 55 e 68 t ha⁻¹ em base seca). Em cada experimento, foi adicionado um tratamento de cenoura sem adubação (controle absoluto), para fins de comparação com o tratamento de máxima eficiência física e econômica. Cada parcela experimental foi composta por seis linhas com 12 plantas de cenoura por linha, plantadas no espaçamento de 0,20 m x 0,10 m, perfazendo uma população estimada de 500.000 plantas por hectare (SILVA et al., 2013). A área total de cada parcela foi de 1,44 m² (1,20 m x 1,20 m), com uma área útil de 0,64 m² (0,80 m x 0,64 m) (Figura 2).

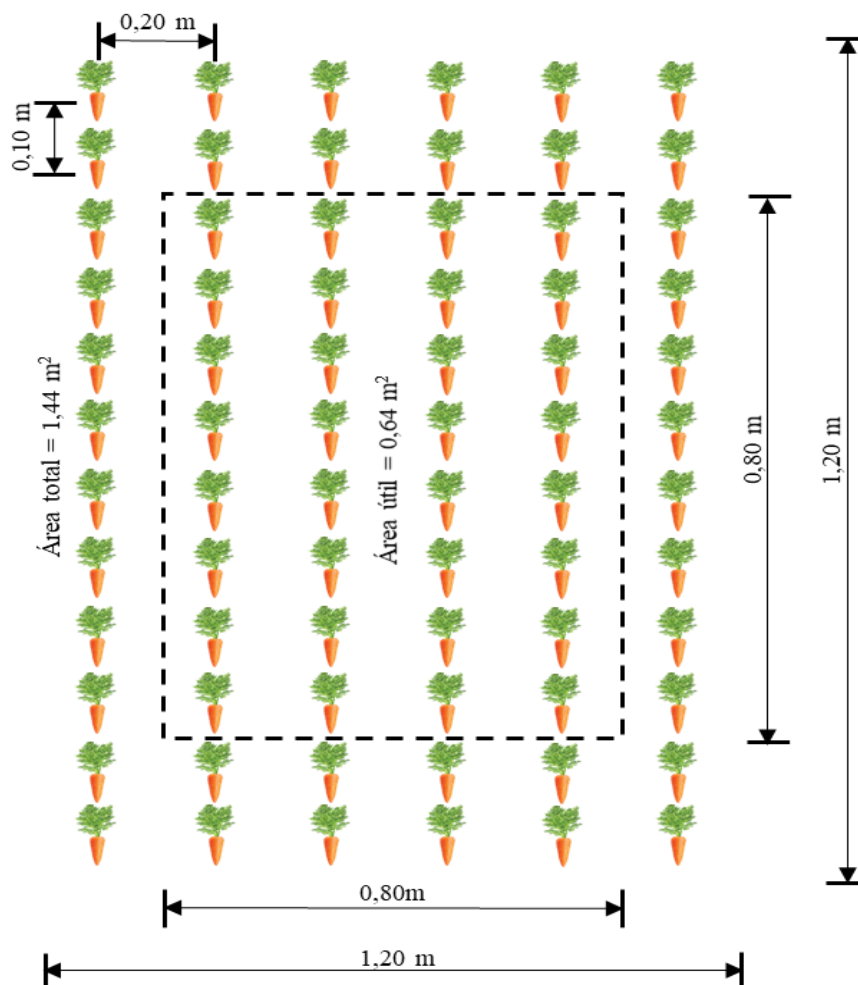


Figura 2 - Detalhe da parcela experimental da cenoura em monocultivo nas condições de Mossoró – RN, UFERSA, 2023. Fonte: Elaboração própria (2023).

2.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

A cultivar de cenoura plantada foi a 'Brasília', indicada para cultivo no semiárido do Nordeste brasileiro. Possui folhagem verde-escura vigorosa, porte médio, variando de 35 a 40 cm de altura, ciclo de 90 a 100 dias, raízes cilíndricas de coloração alaranjada e baixa incidência de ombro verde ou roxo, resistente ao calor, às doenças foliares e ao envelhecimento e pendoamento precoce (OLIVEIRA et al., 2011).

O preparo das áreas experimentais consistiu na limpeza mecânica com auxílio de trator com arado reversível acoplado, tendo sido realizada aração e gradagem com grade niveladora e, em seguida, o levantamento dos canteiros com auxílio de um encadeirador. Na sequência, foi realizada a solarização dos canteiros, por um período de 30 dias antes do plantio, com plástico transparente de 30 μ m (Vulca Brilho Bril Fles), tendo a aplicação do plástico transparente sobre os canteiros previamente molhados e a manutenção do plástico a finalidade de elevar a temperatura do solo por meio do acúmulo da energia solar em subsuperfície e, dessa forma,

diminuir a população de plantas daninhas e a população de potenciais patógenos de solo, de acordo com recomendação de Costa (2019).

Os materiais utilizados como adubos verdes na cultura da cenoura foram a jitirana e a flor-de-seda, coletados da vegetação nativa em diversas localidades da zona rural do município de Mossoró-RN, antes do início de sua floração. Após as coletas, as plantas foram trituradas em fragmentos de dois a três centímetros, os quais foram desidratados em temperatura ambiente até atingirem teor de umidade de aproximadamente 10% e posteriormente submetidos a análises laboratoriais cujas composições químicas obtidas são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Análises químicas dos macronutrientes presentes na biomassa seca dos adubos verdes *M. aegyptia* e *C. procera* em duas estações de cultivo 2020/2021 (S₁) e 2021/2022 (S₂) Mossoró-RN, UFERSA, 2023.

Adubo verde	Conteúdo de macronutrientes dos adubos verdes g kg ⁻¹					
	N	P	K	Ca	Mg	C/N
2020/2021 (S₁)						
<i>M. aegyptia</i>	20,56	2,83	37,08	3,17	1,77	25/1
<i>C. procera</i>	15,14	2,96	24,84	1,67	1,93	27/1
2021/2022 (S₂)						
	N	P	K	Ca	Mg	C/N
<i>M. aegyptia</i>	18,55	1,89	38,68	2,60	1,53	25/1
<i>C. procera</i>	14,09	1,54	22,72	0,98	1,98	27/1

Fonte: Elaboração própria (2023). Relação C/N: carbono/nitrogênio.

Após a solarização dos canteiros, a incorporação da biomassa seca desses adubos verdes foi realizada manualmente com auxílio de enxada nas parcelas na proporção de 30% da quantidade de cada tratamento, 15 dias antes da semeadura da cenoura e de 70% da quantidade aos 30 dias após a semeadura, nos sulcos abertos entre as linhas de plantio com o uso de enxada, na profundidade de 0-20 cm em todas as parcelas experimentais, conforme Silva et al. (2013). No primeiro ano de cultivo, esta primeira incorporação foi realizada em 09/12/2020 e a segunda em 23/01/2021, ao passo que no segundo ano a primeira incorporação foi realizada em 13/09/2021, e a segunda em 29/10/2021.

As irrigações pelo sistema de microaspersão foram realizadas diariamente em dois turnos de rega, manhã e tarde, durante os períodos dos experimentos, a fim de manter o solo em sua capacidade de campo e suprir a necessidade para microrganismos, juntamente com a baixa relação C/N dos adubos verdes, favorecendo, assim, os processos de mineralização da matéria orgânica incorporada.

A semeadura do primeiro experimento foi realizada no dia 24/12/2020, e a do segundo experimento ocorreu no dia 23/09/2021. Em ambos os experimentos, o plantio foi realizado

com semeadura direta em covas de dois centímetros de profundidade, colocando-se de duas a três sementes por cova. O desbaste foi realizado aos nove dias após a semeadura (DAS), manualmente, deixando-se apenas uma planta por cova. Sempre que necessário, foram realizadas capinas manuais e amontoa em ambos os experimentos. Devido ao não surgimento de doenças e pragas, nenhum tipo de controle químico foi realizado. No primeiro ano de cultivo, a cenoura foi colhida aos 100 dias após a semeadura (DAS), e no segundo ano de cultivo aos 102 DAS.

2.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS NA CENOURA

Altura de planta, retirada de uma amostra de 16 plantas da área útil, medindo-se a altura desde o nível do solo até a ponta da folha mais alta, expressa em centímetros; **número de hastes por planta**, avaliado na mesma amostra de plantas, contando o número por planta; **massa seca da parte aérea**, determinada na mesma amostra de plantas, colocada em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante, pesada e expressa em t ha⁻¹; **massa seca de raízes**, determinada pela mesma metodologia da massa seca da parte aérea, e expressa em t ha⁻¹; **produtividade de comercial de raízes**, quantificada pela massa fresca de raízes dos tipos longos, médios e curtos das plantas colhidas na área de colheita da parcela, livres de rachaduras, bifurcações, nematóides e qualquer dano mecânico, expresso em t ha⁻¹; a **produtividade classificada de raízes** foi obtida de acordo com o comprimento e maior diâmetro transversal em **longa** (comprimento de 17 a 25 cm e diâmetro menor que 5 cm), **média** (comprimento de 12 a 17 cm e diâmetro maior que 2,5 cm), **curta** (5 a 12 cm de comprimento e maior que 1 cm de diâmetro) e **refugo** (raízes que não se enquadram nas medidas anteriores) (LANA; VIEIRA, 2000). **Produtividade total de raízes** foi quantificada pela massa fresca de raízes de todas as plantas da área, colhidas da parcela.

Os indicadores econômicos quantificados foram: **Renda bruta** (RB), expressa em R\$ ha⁻¹, multiplicando-se a produtividade comercial das raízes de cenoura em cada tratamento pelo valor médio do produto pago ao produtor da região durante o período dos experimentos (R\$ 2,70 por quilo); **renda líquida** (RL), obtida subtraindo-se os custos de produção da renda bruta dos insumos e serviços prestados em cada tratamento, expressa em R\$ ha⁻¹. Foram considerados os preços médios de insumos e serviços vigentes nos meses de abril de 2021 e janeiro de 2022, na cidade de Mossoró-RN. **Taxa de retorno** (TR) por real investido foi obtida por meio da relação entre a renda bruta e os custos de produção de cada tratamento e o **índice de lucratividade** (IL), obtido a partir da razão entre a renda líquida e a renda bruta, expresso em

percentagem.

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Uma análise de variância univariada para o delineamento de blocos casualizados foi realizada em cada estação de cultivo para avaliar as características produtivas da cenoura e os indicadores econômicos, uma vez que os pressupostos de normalidade, homocedasticidade e aditividade foram satisfeitos. As médias entre os tratamentos testados foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), usando o *software* SAS (SAS INSTITUTE, 2015). Posteriormente, também foi realizada uma análise conjunta das características e indicadores utilizados. Antes de realizar a análise conjunta, foi verificada a pressuposição se existe homogeneidade dos quadrados médios dos resíduos dos experimentos, a partir da relação entre o maior e o menor quadrado médio, sendo este menor que 7. Diante dos resultados, as variâncias dos experimentos foram consideradas homogêneas (PIMENTEL-GOMES, 2009).

Em seguida, foi realizado procedimento de ajuste de curva de regressão utilizando o *software Table Curve 2D* (SYSTAT SOFTWARE, 2022) para estimar o comportamento de cada característica ou indicador em função das quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* estudadas, seguindo os seguintes critérios: lógica biológica da variável, ou seja, quando se verifica que após certa quantidade de adubo não há aumento da variável; na significância do quadrado médio do resíduo da regressão (QMRR); no maior valor do coeficiente de determinação (R^2); na significância dos parâmetros da equação de regressão e na maximização da variável (SILVA; FONTES; MIRANDA, 2007). O teste F ($p < 0,05$) foi utilizado para comparar os valores médios entre as estações de cultivo, entre o valor médio de máxima eficiência agrônômica e econômica e o valor médio do tratamento controle.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PERFORMANCE AGRONÔMICA E DESEMPENHO DA PRODUÇÃO DA CENOURA

Os resultados da análise de variância das características agronômicas da cenoura – altura de plantas, número de hastes por planta, massa fresca e seca da parte aérea da cenoura – estão apresentados na Tabela 3. Interações significativas entre fatores-tratamentos, quantidades de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e estações de cultivo foram observadas para todas as características avaliadas na cultura da cenoura.

Tabela 3 - Valores médios do controle (T_{nf}), tratamento de máxima eficiência física (MEF), tratamentos fertilizados (T_f) com adubos verdes para altura de planta, número de hastes por planta, para a massa fresca e seca da parte aérea da cenoura em duas estações de cultivo 2020/2021 (S_1) e 2021/2022 (S_2). Mossoró – RN, UFRSA, 2023.

Tratamentos de comparação	Altura de planta (cm)			Número de hastes por planta		
	2020	2021	2020-2021	2020	2021	2021-2022
	(S_1)	(S_2)	(S_1/S_2 média)	(S_1)	(S_2)	(S_1/S_2 média)
Controle (sem fertilização, T_{nf})	47,25Ab	44,16Ab	45,71	8,16Bb	10,10Ab	9,13
Tratamento MEF	57,69Ba	63,78Aa	58,73 ⁺	10,01Ba	14,31Aa	12,14 ⁺
Tratamentos fertilizados (T_f)	56,00Aa	55,94Aa	55,97 ⁺	9,36 Ba	12,27Aa	10,82 ⁺
CV (%)	8,02	4,06	6,04	10,25	5,61	7,95
	Massa seca da parte aérea (t ha ⁻¹)			Massa seca das raízes (t ha ⁻¹)		
	2020	2021	2020-2021	2020	2021	2021-2022
	(S_1)	(S_2)	(S_1/S_2 média)	(S_1)	(S_2)	(S_1/S_2 média)
Controle (sem fertilização, T_{nf})	1,80Ab	2,41Ab	2,11	2,46Bb	3,58Ab	3,02
Tratamento MEF	4,15Ba	5,87Aa	4,96 ⁺	4,16Ba	5,71Aa	4,94 ⁺
Tratamentos fertilizados (T_f)	3,63Ba	5,52Aa	4,57 ⁺	3,59Ba	5,18Aa	4,38 ⁺
CV (%)	15,02	3,10	9,09	13,33	6,88	10,06

Fonte: Elaboração própria. *Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem pelo teste F em $p < 0,05$. ⁺Diferença significativa entre tratamentos fertilizados e tratamento controle (T_{nf}).

Os valores médios de máxima eficiência física (MEF) dos tratamentos que receberam adubação verde (T_{av}) diferiram da testemunha (T_{nf}) nas características altura de plantas, número de hastes por planta e na massa fresca e seca da parte aérea da cenoura, nas duas estações de cultivo. Nessas características agronômicas, os valores de máxima eficiência física (MEF) foram de 1,28; 1,33; 2,35 e 1,64 vezes maiores que os valores médios do tratamento controle (T_{nf}). As estações de cultivo dentro dos tratamentos adubados com adubo verde diferiram entre si, com S_2 superando S_1 , com exceção da altura de plantas, na qual não se observou diferença significativa entre as estações de cultivo (Tabela 3)

No tratamento controle, não houve diferença significativa entre as estações de cultivo na altura de plantas e na massa seca da parte aérea. Nas características número de folhas por planta e na massa seca das raízes, a S₂ superou S₁.

Estudando as quantidades dos adubos verdes dentro de cada estação de cultivo (S), observou-se comportamento polinomial crescente até os valores máximos de 57,69 cm na altura de planta, dez no número de hastes por planta, 4,15 t ha⁻¹ na massa seca da parte aérea e 4,16 t ha⁻¹ na massa seca de raízes da cenoura na primeira estação de cultivo (S₁), nas quantidades dos adubos verdes de 46,54; 55,52; 55,57 e 55,37 t ha⁻¹, diminuindo esses valores até a última quantidade de adubo verde incorporada ao solo, respectivamente (Figura 3A a 3D).

Similarmente, para as quantidades dos adubos verdes dentro da segunda estação de cultivo (S₂), observou-se comportamento polinomial crescente até os valores máximos de 5,87 na massa seca da parte aérea e de 5,71 t ha⁻¹ na massa seca de raízes da cenoura, nas quantidades dos adubos verdes de 52,78 e 55,37 t ha⁻¹, diminuindo esses valores até a última quantidade de adubo verde incorporada ao solo. Por outro lado, para a altura de planta e o número de hastes por planta foi registrado comportamento crescente em função das quantidades estudadas, atingindo os valores máximos de 63,79 cm e 14 hastes por planta de cenoura na quantidade máxima dos adubos verdes estudados (68 t ha⁻¹) (Figuras 3A e 3B).

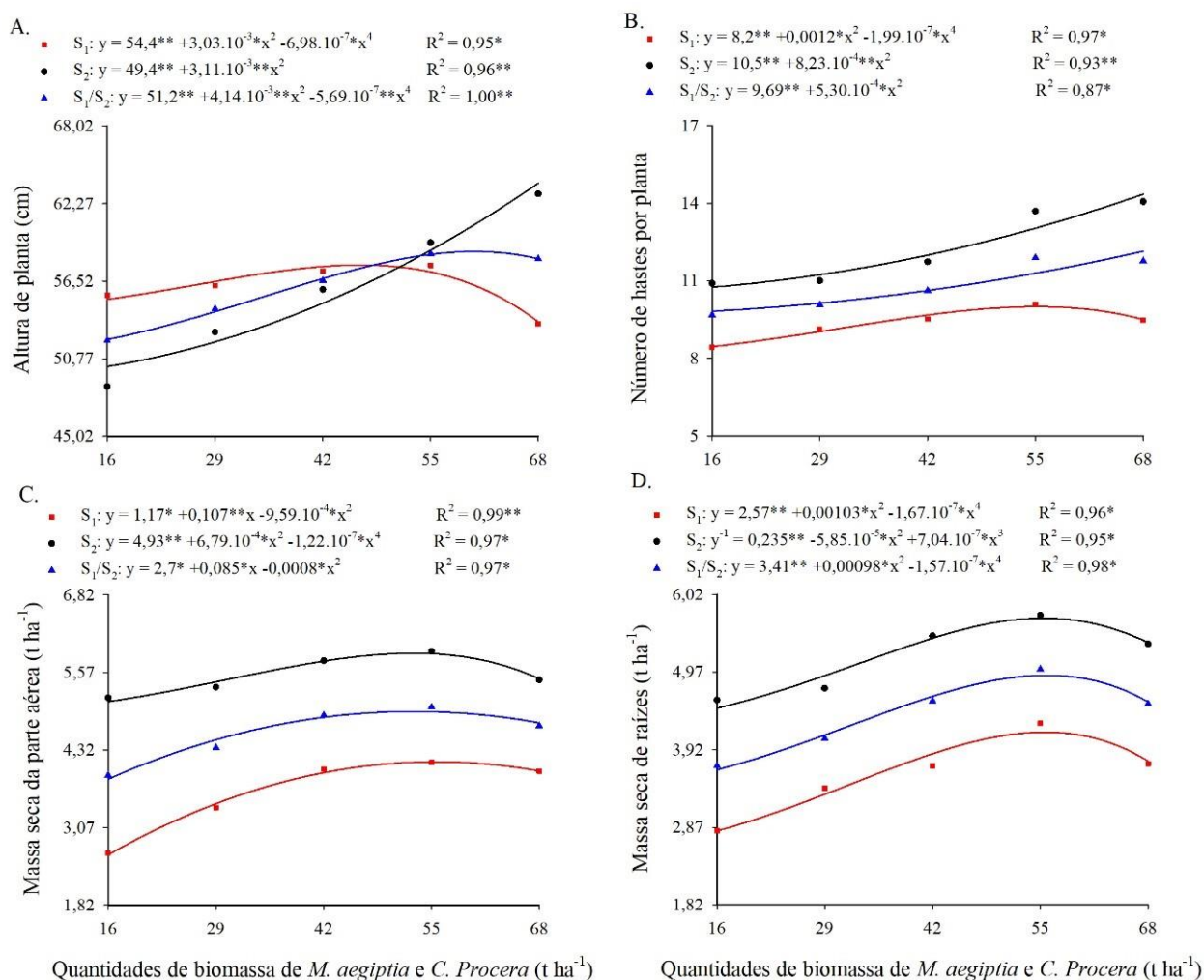


Figura 3 - Altura da planta (A), número de hastes por planta (B) e massa seca da parte aérea (C) e raízes (D) da cenoura em função das quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. proceras* incorporadas ao solo nas estações de cultivos 2020/2021 (S1) e 2021/2022 (S2). Mossoró – RN, UFRSA, 2023. Fonte: Elaboração própria.

Estimando-se as máximas eficiências físicas (MEF) dessas características agrônômicas sobre as estações de cultivo (S₁-S₂), observou-se também comportamento polinomial crescente, em função do aumento das quantidades de adubos verdes até os valores máximos de 58,73 cm (altura de planta), de 4,96 $t \cdot ha^{-1}$ (massa seca da parte aérea) e de 4,94 $t \cdot ha^{-1}$ (massa seca das raízes) nas quantidades de 60,34; 52,86 e 55,77 $t \cdot ha^{-1}$, respectivamente, diminuindo em seguida até a maior quantidade de adubo testada (Figuras 3A, 3C e 3D). Para o número de hastes por planta ao longo das estações, obteve-se o valor máximo de 12,14 hastes por planta na quantidade de 68 $t \cdot ha^{-1}$ (Figura 3B).

As respostas ascendentes e otimizações (valores de MEF) das características agrônômicas da cenoura em modelos polinomiais podem ser atribuídas à Lei do Máximo, onde o excesso de um nutriente no solo fornecido pelas quantidades equitativas de *M. aegyptia* e *C. proceras* pode ter um efeito tóxico e/ou diminuir a eficácia de outros fatores, resultando

na redução das características avaliadas, após o ponto de máximo (ALMEIDA et al., 2015). Outro fator que pode estar relacionado a esse comportamento das hortaliças tuberosas é a sincronia entre a decomposição e mineralização dos adubos verdes adicionados ao solo e a época de maior demanda nutricional da cultura (FONTANÉTTI et al., 2006).

Os adubos verdes utilizados nesta pesquisa possuem relação C/N entre 25/1 e 27/1, o que contribuiu para a decomposição e liberação mais rápida dos nutrientes, evidenciado pela incorporação 15 dias antes da semeadura da cenoura nas características avaliadas. Porém, sabe-se que a velocidade de decomposição dos resíduos orgânicos está ligada à relação C/N, que na *M. aegyptia* foi de 25/1, e na *C. procera* foi de 27/1. Por outro lado, sabe-se também que a mineralização do N também é fortemente influenciada pela relação C/N do material em decomposição (VALE et al., 1997).

Os resultados da análise de variância do desempenho produtivo da cenoura, em termos de produtividade total e comercial de raízes e produtividades classificadas de raízes (longas, médias, curtas e refugo), estão apresentados na Tabela 4. Interações significativas entre os fatores de tratamento, quantidade de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e as estações de cultivo foram registradas para todas essas características produtivas avaliadas.

Tabela 4 - Valores médios do controle (T_{nf}), tratamento de máxima eficiência física (MEF), tratamentos fertilizados (T_f) com adubos verdes para produtividade total e comercial de raízes, produtividade de raízes longas, produtividade de raízes médias, produtividade de raízes curtas e de raízes refugo da cenoura em duas estações de cultivo 2020/2021 (S_1) e 2021/2022 (S_2). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

Tratamentos de comparação	Produtividade total de raízes ($t\ ha^{-1}$)			Produtividade comercial de raízes ($t\ ha^{-1}$)		
	2020	2021	2020-2021	2020	2021	2020-2021
	(S_1)	(S_2)	(S_1/S_2 média)	(S_1)	(S_2)	(S_1/S_2 média)
Controle (sem fertilização (T_{nf}))	16,50Ab	21,19Ab	18,84	15,98Ab	20,19Ab	18,08
Tratamento MEF	35,88Ba	53,79Aa	44,96 ⁺	31,65Ba	49,38Aa	40,27 ⁺
Tratamentos fertilizados (T_f)	30,67Ba	44,49Aa	37,58 ⁺	27,32Ba	40,17Aa	33,75 ⁺
CV (%)	7,51	8,03	7,80	8,61	8,97	8,83
	Produtividade de raízes longas ($t\ ha^{-1}$)			Produtividade de raízes médias ($t\ ha^{-1}$)		
	2020	2021	2020-2021	2020	2021	2020-2021
	(S_1)	(S_2)	(S_1/S_2 média)	(S_1)	(S_2)	(S_1/S_2 média)
Controle (sem fertilização (T_{nf}))	2,77Bb	7,64Ab	5,21	10,60Ab	11,16Ab	10,88
Tratamento MEF	10,41Ba	27,53Aa	18,71 ⁺	18,03Bb	20,29Aa	19,03 ⁺
Tratamentos fertilizados (T_f)	7,07Ba	22,87Aa	14,97 ⁺	16,77Aa	15,75Aa	16,26 ⁺
CV (%)	17,67	17,37	17,52	14,33	12,11	13,22
	Produtividade de raízes curtas ($t\ ha^{-1}$)			Produtividade de raízes refugo ($t\ ha^{-1}$)		
	2020	2021	2020-2021	2020	2021	2020-2021
	(S_1)	(S_2)	(S_1/S_2 média)	(S_1)	(S_2)	(S_1/S_2 média)
Controle (sem fertilização (T_{nf}))	2,60Ab	1,38Bb	1,99	0,52Ab	1,01Ab	0,76
Tratamento MEF	3,84Aa	2,28Ba	2,84 ⁺	4,09Ba	6,28Aa	5,37 ⁺
Tratamentos fertilizados (T_f)	3,48Aa	1,56Bb	2,52 ⁺	3,35Ba	4,32Aa	3,83 ⁺
CV (%)	32,62	38,47	35,55	25,02	22,87	23,95

Fonte: Elaboração própria. *Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem pelo teste F em $p < 0,05$. ⁺Diferença significativa entre tratamentos fertilizados e tratamento controle (T_{nf}).

Nessas características de produção de raízes, os valores médios do tratamento MEF foram 2,39, 2,23, 3,59, 1,75, 1,43 e 7,07 vezes os valores médios do tratamento controle (T_{nf}).

Os valores médios de máxima eficiência física (MEF) e dos tratamentos que receberam adubação verde (T_{av}) diferiram da testemunha (T_{nf}) em todas as características produtivas da cenoura, exceto na produtividade de raízes médias na S_1 , onde os tratamentos fertilizados foram superiores, ao passo que na produtividade de raízes curtas a diferença foi com os tratamentos fertilizados equivalentes ao controle e inferiores a MEF para essa característica no S_2 (Tabela 4).

As estações de cultivo dentro do tratamento MEF e nos tratamentos adubados diferiram em todas essas características de produtividades, com a S_2 superando a S_1 , exceto para produtividade de raízes curtas, onde S_1 superou S_2 . No tratamento controle, as estações de

cultivo não diferiram entre si nas características produtivas, exceto na produtividade de raízes longas, onde se verificou que a S_2 superou a S_1 , e na produtividade de raízes curtas ocorreu o inverso (Tabela 4).

Analisando as quantidades dos adubos verdes dentro de cada estação de cultivo (S), observou-se comportamento polinomial crescente na primeira (S_1) e na segunda (S_2) estação de cultivo, até os valores máximos de 35,88 e 53,79 $t\ ha^{-1}$ na produtividade total, de 31,65 e 49,38 $t\ ha^{-1}$ na produtividade comercial, de 10,41 e 27,53 $t\ ha^{-1}$ na produtividade de raízes longas, de 18,03 e 20,29 $t\ ha^{-1}$ na produtividade de raízes médias e 3,84 $t\ ha^{-1}$ na produtividade de raízes curtas apenas na primeira estação de cultivo (S_1), nas quantidades dos adubos verdes de 54,07 (S_1) e 49,09 (S_2); 53,20 (S_1) e 51,06 (S_2); 52,56 (S_1) e 51,21 (S_2); 55,05 (S_1) e 50,03 (S_2) e 39,48 (S_1) $t\ ha^{-1}$, diminuindo esses valores até a última quantidade de adubo verde estudada, incorporada ao solo (Figuras 4A a 4E).

Para as características produtividade de raízes curtas na segunda estação de cultivo (S_2) e na produtividade de raízes curtas tanto no primeiro (S_1) quanto no segundo cultivo (S_2), foi registrado comportamento polinomial crescente, atingindo os valores máximos de 2,28 $t\ ha^{-1}$ (S_1) e 4,09 (S_1) e 6,28 (S_2) $t\ ha^{-1}$ de cenoura na quantidade de adubos verdes de 68 $t\ ha^{-1}$ (Figuras 4C e 4F).

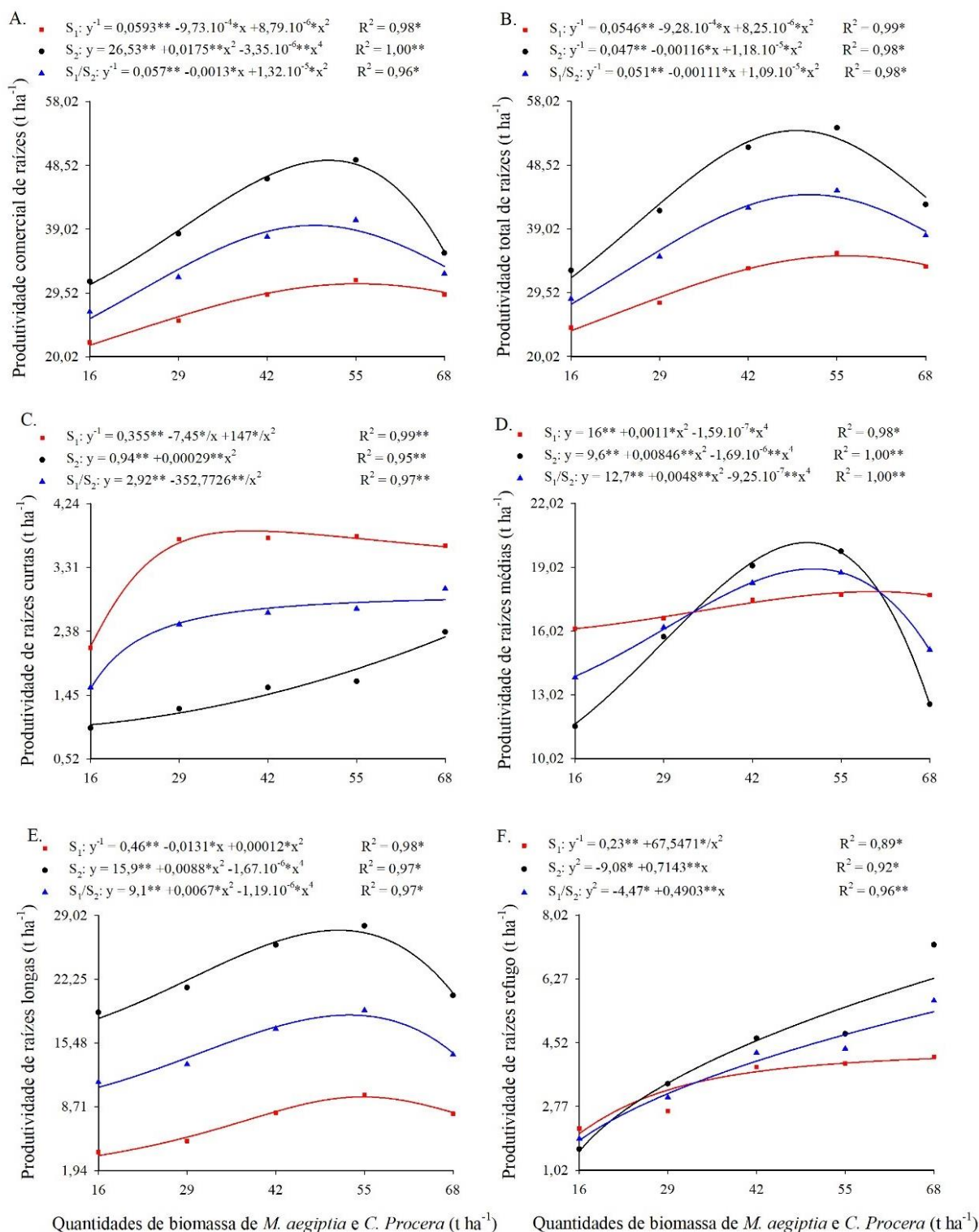


Figura 4 – Produtividade comercial (A) e total (B) de raízes, e produtividades de raízes curtas (C), médias (D), longas (E) e refugo (F) de cenoura em função das quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. proceras* incorporadas ao solo nas estações de cultivo, 2020/2021 (S₁) e 2021/2022 (S₂). Mossoró – RN, UFRSA, 2023. Fonte: Elaboração própria.

Estimando-se a máxima eficiência física das produtividades total e comercial de raízes e das produtividades de raízes longas e médias ao longo das estações (S₁-S₂), observou-se

também comportamento polinomial crescente, em função do aumento das quantidades dos adubos verdes até os valores máximos de 44,96 (em produtividade total), 40,27 (em produtividade comercial), 18,71 (produtividade de raízes longas) e 19,03 t ha⁻¹ (produtividade de raízes médias) nas quantidades dos adubos verdes de 50,69; 48,87, 52,56 e 47,08 t ha⁻¹, diminuindo em seguida até a maior quantidade de adubo verde testada (Figuras 4A a 4D). Para as produtividades de raízes curtas e refugo, comportamento crescente foi observado em função das quantidades estudadas, atingindo os valores máximos de 2,84 e 5,37 t ha⁻¹, respectivamente, na quantidade dos adubos verdes de 68 t ha⁻¹ (Figuras 4E e 4F). Silva et al. (2021), avaliando a eficiência agroeconômica da cenoura na mesma região desta pesquisa em função de diferentes quantidades de *C. procera*, obtiveram produtividades de raízes totais e comerciais de 38,50 e 35,90 t ha⁻¹ e produtividades de raízes longas e médias de 21,06 e 12,46 t ha⁻¹, respectivamente, quando adicionadas ao solo as quantidades de 47,32, 47,60, 53,15 e 48,06 t ha⁻¹ de biomassa de *C. procera*. Esses resultados foram inferiores aos alcançados na pesquisa. Acredita-se que essa diferença se deva à mistura dos adubos verdes utilizados na pesquisa, se mostrando muito mais eficiente quando comparado aos trabalhos apenas com adubos verdes isolados.

Os tipos de modelos polinomiais testados nas características agrônômicas da cenoura e na produtividade de raízes atenderam aos critérios de seleção e ajuste utilizados para expressar o comportamento de cada característica avaliada. Esses critérios foram descritos anteriormente. O comportamento obtido deve-se à maior disponibilidade de nutrientes liberados pelo aumento das quantidades equitativas de *M. aegyptia* e *C. procera* adicionadas ao solo, aumentando, assim, a altura da planta, número de hastes por planta, massa seca por área e produtividade de raízes. Além disso, esse comportamento também depende da sincronia entre a liberação e a absorção de nutrientes pelas plantas de cenoura (SILVA et al., 2021). As quantidades de macronutrientes contidas nos adubos verdes testados atenderam às necessidades nutricionais das plantas de cenoura. Segundo Taiz et al. (2017), a concentração de nitrogênio favorece o crescimento e o desenvolvimento das plantas, aumentando, assim, o peso e o número de hastes por planta. O potássio influencia muito a fotossíntese das plantas e o fósforo afeta a formação das raízes, influenciando diretamente na produtividade, bem como na qualidade dos produtos colhidos.

3.2 PERFORMANCE ECONÔMICA DA CENOURA

Os resultados da análise de variância do desempenho dos indicadores econômicos da cenoura, em termos de renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade estão apresentados na Tabela 5. Interações significativas entre fatores de tratamento, quantidades de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e as estações de cultivo foram registradas para todos os indicadores econômicos.

Tabela 5 - Valores médios do controle (T_{nf}), tratamento de máxima eficiência econômica (MEE), tratamentos fertilizados (T_f) com adubos verdes, para a renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade da cenoura em duas estações de cultivo 2020/2021 (S_1) e 2021/2022 (S_2). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

Comparação entre tratamentos	Renda bruta (R\$ ha ⁻¹)			Renda líquida (R\$ ha ⁻¹)		
	2020	2021	2020-2021	2020	2021	2020-2021
	(S_1)	(S_2)	(S_1/S_2 média)	(S_1)	(S_2)	(S_1/S_2 média)
Controle (sem fertilização, T_{nf})	43143,00Bb	54505,58Ab	48824,29	25226,00Bb	36588,93Ab	33907,47
Tratamento MEE	86029,63Ba	133325,31Aa	108187,55 ⁺	50926,23Ba	97852,51Aa	74324,27 ⁺
Tratamentos fertilizados (T_f)	73769,68Ba	108466,30Aa	91117,99 ⁺	41583,37Ba	76279,97Aa	58931,67 ⁺
CV (%)	8,62	8,97	8,82	15,22	12,81	14,02
	Taxa de retorno			Índice de lucratividade (%)		
	2020	2021	2020-2021	2020	2021	2020-2021
	(S_1)	(S_2)	(S_1/S_2 média)	(S_1)	(S_2)	(S_1/S_2 média)
Controle (sem fertilização, T_{nf})	2,41Bb	3,04Ab	2,73	57,98Bb	66,35Ab	62,17
Tratamento MEE	2,55Ba	3,90Aa	3,21 ⁺	61,02Ba	75,08Aa	67,75 ⁺
Tratamentos fertilizados (T_f)	2,31Bb	3,44Aa	2,88	56,14Ba	69,74Aa	62,94
CV (%)	9,98	10,67	10,33	6,95	5,16	6,10

Fonte: Elaboração própria. *Médias seguidas da mesma letra minúscula na coluna e maiúscula nas linhas, não diferem pelo teste F em $p < 0,05$. ⁺Diferença significativa entre tratamentos fertilizados e tratamento controle (T_{nf}).

Os valores médios de MEE e dos tratamentos que receberam adubação verde (T_f) diferiram do controle (T_{nf}) em todos os indicadores econômicos da cenoura (Tabela 5). Comparando-se as estações de cultivo, foi possível observar que a segunda estação foi superior à primeira estação em todos os tratamentos (controle, MEE e os tratamentos que receberam adubação verde) (Tabela 5).

Observando as quantidades dos adubos verdes dentro de cada estação de cultivo (S), constatou-se aumento na renda bruta, líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade, tanto na primeira (S_1) quanto na segunda (S_2) estação como resultado das quantidades crescentes equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* adicionadas ao solo em um modelo polinomial (Figura 5). Os valores máximos registrados foram de R\$ 86.029,63 (S_1) e R\$ 133.325,31 ha⁻¹ (S_2) na renda bruta, de R\$ 50.926,23 (S_1) e R\$ 97.852,51 ha⁻¹ (S_2) na renda líquida, de 2,55 (S_1) e 3,90 (S_2) para cada real investido na taxa de retorno, e de 61,02 (S_1) e

75,08% (S_2) no índice de lucratividade em função das quantidades de biomassa dos adubos verdes de: 53,20 (S_1) e 51,06 (S_2), 51,43 (S_1) e 48,89 (S_2), 36,76 (S_1) e 41,13 (S_2), bem como 36,25 (S_1) e 40,81 t ha⁻¹ (S_2), respectivamente, diminuindo em seguida até a última quantidade de adubo incorporada (Figuras 5A, 5B, 5C e 5D).

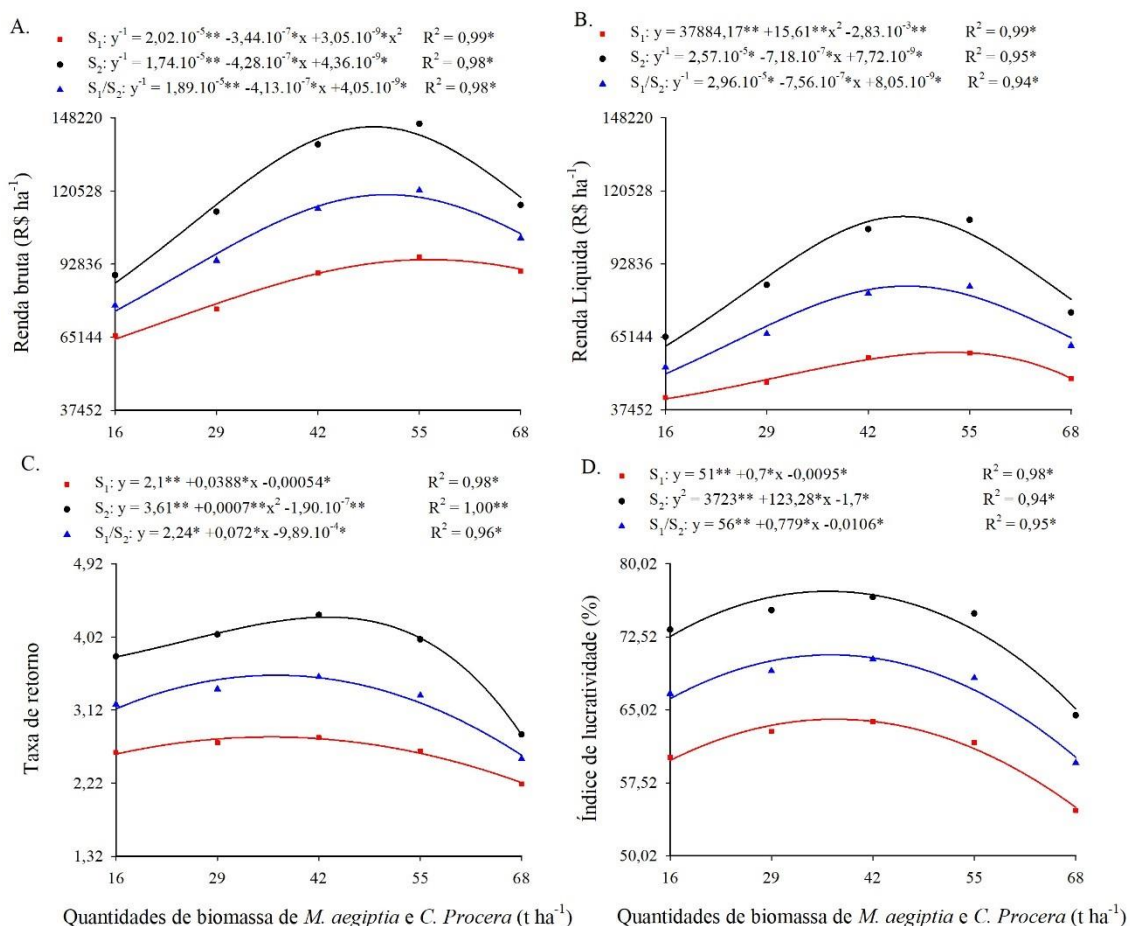


Figura 5 - Renda bruta (A), renda líquida (B), taxa de retorno (C) e índice de lucratividade (D) de cenoura em função das quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. proceras* incorporadas ao solo nas estações de cultivos 2020/2021 (S_1) e 2021/2022 (S_2). Mossoró – RN, UFERSA, 2023. Fonte: Elaboração própria.

Nas máximas eficiências econômicas (MEE) desses indicadores ao longo das estações de cultivo, também foi registrado comportamento polinomial em função das quantidades dos adubos verdes (Figura 5). Os valores máximos foram de R\$ 108.187,55 e R\$ 74.324,27 ha⁻¹ para a renda bruta e renda líquida, respectivamente, e 3,21 e 67,75% para taxa de retorno e índice de lucratividade, respectivamente, nos valores de biomassa dos adubos verdes de 48,87, 49,64, 41,55 e 41,19 t ha⁻¹, respectivamente, diminuindo a partir de então até a maior quantidade de adubo testado (Figuras 5A, 5B, 5C e 5D).

Esses resultados concordam com os obtidos por Silva et al. (2021) ao adubar cenoura com

diferentes quantidades de *C. procera*, obtendo indicadores de eficiência econômica de R\$ 62.704,94 e 33.744,07 ha⁻¹ para renda bruta e renda líquida, e de 2,27 e 56,63% para taxa de retorno e índice de rentabilidade, respectivamente, nas quantidades de 47,60, 42,81, 31,69 e 31,85 t ha⁻¹ de biomassa desse adubo verde. Esses resultados mostram a eficiência da adubação verde no desempenho e desenvolvimento da cenoura.

Essas respostas ascendentes dos indicadores econômicos avaliados na cenoura, com queda após o ponto máximo na forma de modelo polinomial, em função das quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera*, devem-se à boa resposta da cenoura à incorporação dos adubos verdes. Sabe-se, no entanto, que a adubação verde melhora a fertilidade, aumenta o teor de matéria orgânica do solo, diminui as taxas de erosão, aumenta a retenção de água no solo, a atividade microbiana e a disponibilidade de nutrientes no solo, além de reduzir a quantidade de plantas invasoras (GRAHAM; HAYNES, 2006).

A máxima eficiência física (MEF) dos tratamentos de cenoura que receberam adubação verde se traduziu em termos econômicos em todos os indicadores avaliados, proporcionando eficiência econômica otimizada ao longo das estações de cultivo (Tabela 5). Esse comportamento permite ao produtor de cenoura escolher a quantidade ideal dos adubos verdes para incorporação e o indicador econômico mais conveniente em termos de produtividade comercial de raízes. Os resultados encontrados corroboram com pesquisas realizadas por outros autores, como Bezerra Neto et al. (2014), que, utilizando jitirana como adubo verde, encontraram resultados agroeconomicamente promissores que viabilizam a utilização dessa espécie vegetal como alternativa à adubação convencional no monocultivo de cenoura. Da mesma forma, Silva et al. (2021), estudando a utilização de flor-de-seda como adubação verde em região semiárida, encontraram resultados promissores para a utilização dessa espécie espontânea na adubação da cultura da cenoura.

Ressalte-se que essas espécies espontâneas do bioma Caatinga utilizadas como adubos verdes estão prontamente disponíveis na região em grandes populações, devido às suas qualidades como “bons adubos”. Fornecem nutrientes e possuem excelente biomassa com baixa relação C/N, o que proporciona maior rapidez na decomposição e liberação de nutrientes para as plantas (SILVA et al., 2019). *M. aegyptia* pode produzir 36 t ha⁻¹ de biomassa verde ou 4,00 t ha⁻¹ de biomassa seca (LINHARES et al., 2008), contendo em base seca 2,62% N, 0,17% P, 1,20% K, 0,90 Ca e 1,08 mg. *C. procera* pode produzir em média 3 t ha⁻¹ de biomassa seca por corte, com potencial para três cortes por ano (9 t ha⁻¹ de biomassa seca). Em base seca, esta espécie pode conter 1,53% N, 4,0% P, 1,57% K, 0,93% Ca e 0,73% Mg (BEZERRA NETO et

al., 2019). Diante desses valores, essas espécies apresentam enorme potencial para serem utilizadas como adubação verde na produção de culturas, principalmente hortaliças.

4 CONCLUSÕES

O maior desempenho produtivo da cenoura foi de 40,27 t ha⁻¹ de produtividade comercial, alcançado com a incorporação de 48,87 t ha⁻¹ de biomassa seca de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporada ao solo.

A máxima eficiência econômica da cultura da cenoura foi de R\$ 74.324,27 ha⁻¹ de renda líquida obtida adicionando-se ao solo 46,64 t ha⁻¹ de biomassa seca otimizada de *M. aegyptia* e *C. procera*. Por sua vez, a melhor taxa de retorno e o maior índice de lucratividade encontrados na cenoura foram de R\$ 3,21 para cada real investido e 67,70% de índice de lucratividade, nas quantidades de 41,55 e 41,19 t ha⁻¹, respectivamente.

A utilização da biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* como adubo verde é uma tecnologia viável para produtores de cenoura no semiárido, tendo em vista o bom desempenho da cultura com o uso desses adubos.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. E. S. et al. Eficiência agrônômica do consórcio alface-rúcula fertilizado com flor-de-seda. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 79-85, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252015v28n309rc>.
- BECK, H. E. et al. Data descriptor: Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. **Scientific Data**, v. 5, n. 180214, p. 1-12, 2018. [10.1038/sdata.2018.214](https://doi.org/10.1038/sdata.2018.214).
- BEZERRA NETO, F. et al. Desempenho agrônômico da alface em diferentes doses e tempos de decomposição de jitrana verde. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 6, n. 2, p. 236-242, 2011. <https://doi.org/10.5039/agraria.v6i2a977>
- BEZERRA NETO, F. et al. Otimização agroeconômica da cenoura fertilizada com diferentes doses de jitrana. **Revista Ciência Agronômica**, v. 45, n. 2, p. 305-311, 2014.
- BEZERRA NETO, F. et al. Productive viability and profitability of carrot-cowpea intercropping using different amounts of *Calotropis procera*. **Revista Caatinga**, v. 32, n. 1, p. 62-71, 2019. <https://doi.org/10.1590/1983-21252019v32n107rc>
- COSTA, J. A. M. A. **Produtividade e qualidade da cenoura e microbiota do solo sob adubação verde associada à solarização**. 2019. 109f. Tese (Doutorado em Fitotecnia: Área de Concentração em Agricultura Tropical) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, RN, 2019.
- FONTANÉTTI, A. et al. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 146-150, 2006. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362006000200004>
- GRAHAM, M. H.; HAYNES, R. J. Organic matter status and the size, activity and metabolic diversity of the soil microbial community in the row and inter-row of sugar cane under burning a trash retention. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 38, n. 1, p. 21-31, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.04.011>
- LABIMC – Laboratório de Instrumentação Meteorologia e Climatologia. **Estação Meteorológica Automática (EMA)**. Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), 2022. Disponível em: <https://siemu.ufersa.edu.br/>. Acesso em: 13 mar. 2022.
- LANA, M. M.; VIEIRA, J. V. **Fisiologia e manuseio pós-colheita de cenoura**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 16 p. (Circular Técnica 21).
- LIMA, C. G. F; MARCIEL, F. C. **Armazenamento de Forragens para a agricultura familiar**. Natal, RN: EMPARN, 2004.
- LINHARES, P. C. F. et al. Doses e tempos de decomposição da jitrana no desempenho agrônômico do coentro. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, p. 243-248, 2012. <https://doi.org/10.1590/S0103-84782012000200010>

LINHARES, P. C. F. et al. Produção de fitomassa e teores de macronutrientes da jitiirana em diferentes estágios fenológicos. **Revista Caatinga**, v. 21, n. 4, p. 72-78, 2008.

NUNES, R. L. C. et al. Agro-economic responsiveness of radish associations with cowpea in the presence of different amounts of *Calotropis procera*, spatial arrangements and agricultural crops. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 42, n. 4, p. 350-363, 2018. <https://doi.org/10.1590/1413-70542018424010318>.

OLIVEIRA, M. K. T. et al. Desempenho agrônômico da cenoura adubada com jitiirana antes de sua semeadura. **Revista Ciência Agronômica**, v. 42, n. 2, p. 364-372, 2011. <https://doi.org/10.1590/S1806-66902011000200015>

PAULA, V. F. S. et al. Production of fertilized lettuce with roostertree in different amounts and incorporation times. **Bulgarian Journal of Agricultural Science**, v. 23, n. 5, p. 799-805, 2017. <https://www.researchgate.net/publication/320864756>

PIMENTEL GOMES, F. **Curso de estatística experimental**. 15 ed. Piracicaba, SP: FEALQ, 2009.

RANGEL, E. S.; NASCIMENTO, M. T. Ocorrência de *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. (Apocynaceae) como espécie invasora de restinga. **Acta Botanica Brasilica**, v. 25, n. 3, p. 657-663, 2011. <https://doi.org/10.1590/S0102-33062011000300019>

RESENDE, G. M.; BRAGA, M. B. **Desempenho de cultivares de cenoura no inverno em sistema orgânico de cultivo no Vale do São Francisco**. Petrolina, PE: Embrapa, 2011. 4p. (Comunicado Técnico).

SANTOS, F. X. et al. Determinação do consumo hídrico de cenoura utilizando lisímetros de drenagem, no agreste pernambucano. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v. 4, n. 3, p. 304-310, 2009. <https://doi.org/10.5039/agraria.v4i3a13>

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Revisada e ampliada. Brasília, DF, Embrapa, 2018.

SAS. SAS Institute Inc. SAS/IML® 14.1 User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc, 2015.

SEDIYAMA, M. A. N. et al. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, v. 61, p. 829-837, 2014. <https://doi.org/10.1590/0034-737x201461000008>

SILVA, I. N. et al. Agro-biological and economic efficiency in a beetroot (*Beta vulgaris* L.) production system fertilized with hairy woodrose (*Merremia aegyptia* (L.) Urb.) as green manure. **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, n. 3, p. 395-402, 2019. [10.21475/ajcs.19.13.03.p1297](https://doi.org/10.21475/ajcs.19.13.03.p1297).

SILVA, M. C. C.; FONTES, P. C. R.; MIRANDA, G. V. Modelos estatísticos para demonstrar a produtividade de batata em função da adubação nitrogenada. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 360-364, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362007000300008>.

SILVA, M. L. et al. Produção de cenoura fertilizada com flor-de-seda (*Calotropis procera* (Ait.) R. Br.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 44, n. 4, p. 732-740, 2013.
<https://doi.org/10.1590/S1806-66902013000400009>.

SILVA, J. N. et al. Agro-economic indicators for carrot under green manure in a semi-arid environment. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 2, p. 257-265, 2021.
<http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252021v34n202rc>.

SYSTAT SOFTWARE. **TableCurve 2D - Curve Fitting Made Fast and Easy**. San Jose: Systat Software Inc., 2022.

TAIZ, L. et al. **Fisiologia e desenvolvimento vegetal**. 6. ed. – Porto Alegre: Artmed, 2017.

VALE, F. R. et al. **Fertilidade do solo: dinâmica e disponibilidade dos nutrientes de plantas**. Lavras, MG: FAEPE, 1997.

CAPITULO 2 – EFICIÊNCIA PRODUTIVA E ECONÔMICA DA BATATA-DOCE SOB ADUBAÇÃO VERDE

RESUMO

Um grande desafio no cultivo da batata-doce no semiárido é otimizar os teores de biomassa da mistura das espécies espontâneas do bioma Caatinga, como a jitirana (*M. aegyptia*) e a flor-de-seda (*C. procera*). Portanto, este trabalho teve como objetivo otimizar agroeconomicamente a produção de raízes de batata-doce adubadas com quantidades equitativas de mistura de biomassa dessas espécies espontâneas, em duas estações de cultivo. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram de cinco quantidades equitativas de biomassa de jitirana e de flor-de-seda nas quantidades de 16, 29, 42, 55 e 68 t ha⁻¹ em base seca. Em cada experimento, um tratamento adicional foi plantado com batata-doce sem adubação (controle) e outro adubado com adubo mineral para fins de comparação com os tratamentos de máxima eficiência física e econômica. A adubação da batata-doce para obtenção da máxima eficiência produtiva otimizada foi possível com a incorporação de 46,97 t ha⁻¹ de biomassa seca de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo. A máxima eficiência agroeconômica otimizada (com base na renda líquida) do cultivo de batata-doce foi obtida com a adição ao solo de 41,55 t ha⁻¹ de biomassa seca de *M. aegyptia* e *C. procera*. A utilização da biomassa dos adubos verdes é uma tecnologia viável para produtores que praticam o monocultivo de batata-doce no semiárido.

Palavras-chave: *Ipomoea batatas*; *Calotropis procera*; *Merremia aegyptia*; Adubação orgânica.

PRODUCTIVE AND ECONOMIC EFFICIENCY OF SWEET POTATO UNDER GREEN FERTILIZATION

ABSTRACT

A major challenge in sweet potato cultivation in the semi-arid region is to optimize the biomass content of the mixture of spontaneous species from the Caatinga biome, such as hairy woodrose (*M. aegyptia*) and roostertree (*C. procera*). Therefore, this work aimed to agroeconomically optimize the production of sweet potato roots, fertilized with equitable amounts of biomass mixture of these spontaneous species, in two growing seasons. The experimental design used was randomized blocks, with five treatments and five replications. The treatments consisted of five equal amounts of scarlet and silk flower biomass in the amounts of 16, 29, 42, 55 and 68 t ha⁻¹ on a dry basis. In each experiment, an additional treatment was planted with sweet potato without fertilization (control) and another fertilized with mineral fertilizer for comparison purposes with treatments of maximum physical and economic efficiency. Sweet potato fertilization to obtain the maximum optimized productive efficiency was possible with the incorporation of 46.97 t ha⁻¹ of dry biomass of *M. aegyptia* and *C. procera* incorporated into the soil. The maximum optimized agroeconomic efficiency (based on net income) of sweet potato cultivation was obtained with the addition of 41.55 t ha⁻¹ of dry biomass of *M. aegyptia* and *C. procera* to the soil. The use of biomass from green manures is a viable technology for producers who practice sweet potato monoculture in the semi-arid region.

Keywords: *Ipomoea batatas*; *Calotropis procera*; *Merremia aegyptia*; Organic fertilization.

A batata-doce, *Ipomoea batatas*, é uma hortaliça tuberosa (raízes) pertencente à família Convolvulaceae, cultivada em todas as regiões brasileiras, com ampla aceitação popular e ampla adaptação, rústica, com alta tolerância à seca e de fácil cultivo. Além disso, é uma das culturas importantes na alimentação da população, sendo rica em carboidratos, proteínas, fibras, nutrientes como potássio (K), fósforo (P), cálcio (Ca), magnésio (Mg), ferro (Fe), manganês (Mn), cobre (Cu) e compostos bioativos. Possui alto potencial produtivo, sendo cultivada na maioria das vezes por produtor familiar em sistemas agrícolas com reduzido uso de insumos (NEIVA et al., 2011).

A batata-doce tem alta capacidade produtiva no Brasil, com área plantada de 61.259 ha¹ e média de produção em torno de 14,25 t ha⁻¹. No estado do Rio Grande do Norte, a área plantada de batata-doce é 4.672 ha⁻¹, com produtividade de 11,59 t ha⁻¹ (IBGE, 2022), mostrando que a produtividade pode ser aumentada pelo manejo adequado do solo, utilizando técnicas de adubação necessárias para garantir alto rendimento da cultura e qualidade do produto obtido (OLIVEIRA et al., 2017). A adubação verde é uma técnica que incorpora biomassa vegetal, produzida no local de origem ou não, para aumentar os teores de matéria orgânica e nutrientes no solo, bem como melhorar sua estrutura, aeração e capacidade de armazenamento de água, contribuindo, assim, para melhorar as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo (SILVA et al., 2020).

Classicamente, as espécies mais utilizadas na adubação verde em geral são as gramíneas e leguminosas devido à sua ótima relação C/N, entre 20 a 30/1. Essa relação carbono nitrogênio é de suma importância para que, no processo de degradação, a mineralização predomine em relação à imobilização do nitrogênio, principal elemento a ser adicionado ao solo. Entre os tipos de adubação verde utilizados estão a jitirana e a flor-de-seda, espécies espontâneas do bioma Caatinga (LINO et al., 2021; LINHARES, 2013). A jitirana é uma espécie herbácea com produção média de fitomassa seca em torno de 4.000 kg ha⁻¹ com teores de nitrogênio e potássio em torno de 19,76 e 34,28 g kg⁻¹ de matéria seca, respectivamente, e com relação C/N na proporção de 25/1 (OLIVEIRA et al., 2017). A flor-de-seda é uma espécie arbustiva com produção média de fitomassa em base seca, em torno de 3.000 kg ha⁻¹ por corte (120 dias), chegando a 9 t ha⁻¹ por ano (COSTA et al., 2009), com teores de nitrogênio e potássio em torno de 18,40 e 24,50 g kg⁻¹ na matéria seca e relação C/N de 25/1 (NUNES et al., 2018).

Essas espécies espontâneas, a jitirana e flor-de-seda, têm sido utilizadas em pesquisas como adubo verde, em culturas tuberosas como a beterraba e o rabanete, com resultados satisfatórios em termos de

produtividade, qualidade do produto e indicadores econômicos. Lino et al. (2021), adubando beterraba e rabanete com diferentes quantidades da mistura de biomassa de jitrana e flor-de-seda, obtiveram rendimentos otimizados de 17,58 e 6,21 t ha⁻¹ dessas hortaliças quando incorporadas as quantidades da mistura de biomassa de 49,87 e 39,43 t ha⁻¹, respectivamente, dos adubos verdes, obtendo taxas de retorno da ordem de R\$ 1,42 e 1,32 para cada real investido. Ferreira et al. (2022), em estudo realizado em condições semiáridas, utilizando quantidades equitativas de biomassa de jitrana e flor-de-seda incorporadas ao solo no monocultivo de coentro, obtiveram valores otimizados para rendimento de massa verde de 4,58 t ha⁻¹ quando incorporada a quantidade de 49,56 t ha⁻¹ dos adubos verdes, além de ter sido obtida taxa de retorno de R\$2,79 por cada real investido, quando incorporada a quantidade de 41,64 t ha⁻¹ dos adubos verdes. Por sua vez, Desravines (2022), avaliando quantidades dos adubos verdes jitrana e flor-de-seda, na cultura do feijão-caupi em condições semiáridas, obteve produtividades otimizadas de vagens verdes e grãos verdes de 3,90 e 4,06 t ha⁻¹, quando incorporou as quantidades de 45,07 e 50,48 t ha⁻¹, respectivamente. A máxima eficiência econômica foi de R\$1,29 para cada real investido, quando aplicada ao solo a quantidade de 37,85 t ha⁻¹ de biomassa dos adubos verdes, mostrando, assim, a potencialidade do uso da *M. aegyptia* e *C. procera* como adubos verdes em hortaliças. Contudo, ainda são insuficientes os estudos acerca do uso dessas espécies como adubo verde em outras culturas, sendo necessário, portanto, um arcabouço maior de informações e estudos.

Tendo em vista a escassez de informações sobre o uso dessas espécies espontâneas como adubos verdes no cultivo da batata-doce em ambiente semiárido, o presente trabalho teve como objetivo otimizar agronomicamente e economicamente a produção da batata-doce e de seus componentes quando adubados com quantidades equitativas de biomassa das espécies espontâneas de jitrana e flor-de-seda, em duas estações de cultivo.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO DO EXPERIMENTO

Experimentos de campo foram realizados no período de outubro de 2021 a março de 2022 e de março a julho de 2022, na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, da Universidade Federal do Semi-Árido (UFERSA), no distrito de Lagoinha, a 20 km do município de Mossoró, RN (5° 03' 37" S, 37° 23' 50" W e altitude de 80 m).

O clima das áreas experimentais, segundo a classificação climática de Köppen Geiger, é 'BSwh', seco e muito quente, com duas estações: uma seca, que ocorre geralmente de junho a janeiro, e uma chuvosa, de fevereiro a maio (BECK et al., 2018). Durante os períodos de desenvolvimento e crescimento da batata-doce, os valores médios registrados para as temperaturas mínima, média e máxima, foram de 24,7; 29,0 e 35,2°C, respectivamente, em 2021/2022 e 23,3; 27,1 e 35,2°C, respectivamente, em 2022. A umidade relativa foi de 67,5 e 79,3%, a precipitação foi de 502,2 e 697,2 mm, a radiação solar foi de 18,8 e 16,5 MJ m² dia⁻¹ e a velocidade do vento foi de 5,0 e 3,6 m s⁻¹ em 2021 e 2022, respectivamente (LABIMC,2022). Os dados de temperatura mínima e máxima média diária e umidade relativa média diária após a semeadura da batata-doce nas duas estações são apresentados na Figura 1.

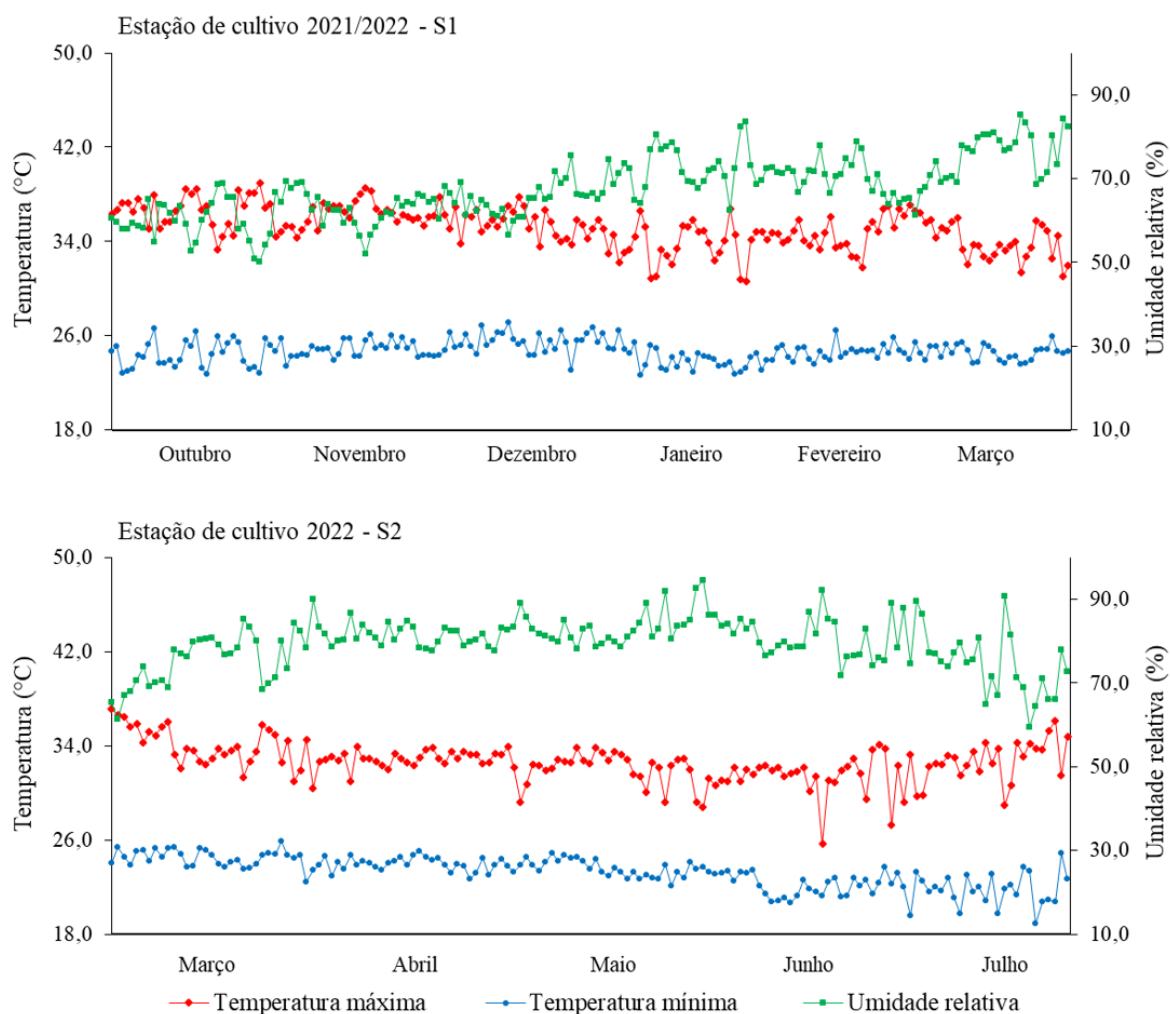


Figura 1 - Dados meteorológicos de temperaturas e umidade relativa do ar durante as estações de cultivo da batata-doce em 2021 (S₁) e 2022 (S₂). Mossoró – RN, UFERSA, 2023. Fonte: Elaboração própria (2023).

Os solos das áreas experimentais foram classificados como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico, de textura franco-arenosa (SANTOS et al., 2018). Em cada área experimental, amostras individuais de solo foram coletadas da camada superficial (0–20 cm) e homogeneizadas para obter amostra composta representativa da área. Seguindo a metodologia da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (TEIXEIRA et al., 2017), as análises químicas dos solos apresentaram os seguintes resultados mostrados na Tabela 1.

Tabela 1 - Análise química dos solos antes da incorporação dos adubos verdes em duas estações de cultivo 2021 (S₁) e 2022 (S₂) na cultura da batata-doce. Mossoró – RN, UFRSA, 2023.

Antes da incorporação das espécies espontâneas								
Áreas experimentais	N	C	pH (H ₂ O)	C.E.	M.O.	P	K ⁺	Na ⁺
	g kg ⁻¹	g kg ⁻¹		ds m ⁻¹	g kg ⁻¹	mg dm ³	mg dm ³	mg dm ³
Solo 1	0,70	7,52	6,60	0,56	12,97	32,0	2,59	2,30
Solo 2	0,60	6,90	6,30	0,44	11,90	24,0	2,36	1,73
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Cu	Fe	Mn	Zn	B	
	cmol _c dm ³	cmol _c dm ³		mg dm ³	mg dm ³	mg dm ³	mg dm ³	mg dm ³
Solo 1	23,70	6,50	0,30	4,80	6,10	2,7	0,50	
Solo 2	22,50	4,80	0,50	5,70	11,2	3,8	0,58	

Fonte: Elaboração própria (2023). N: Nitrogênio; C: Carbono; pH: Potencial hidrogeniônico; C.E.: Condutividade elétrica; M.O.: matéria orgânica; P: Fósforo; K⁺: Potássio; Na⁺: Sódio; Ca²⁺: Cálcio; Mg²⁺: Magnésio; Cu: Cobre; Fe: Ferro; Mn: Manganês; Zn: Zinco; B: Boro.

2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

Os experimentos foram instalados em delineamento de blocos ao acaso, com cinco tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram em cinco quantidades equitativas de biomassa de jitirana (*M. aegyptia*) e flor-de-seda (*C. procera*) nas quantidades de 16, 29, 42, 55 e 68 t ha⁻¹ em base seca. Em cada experimento, plantou-se um tratamento com batata-doce sem adubação (controle absoluto) e outro tratamento com adubação mineral (controle) para comparação com o tratamento de máxima eficiência física e econômica.

Cada parcela dos experimentos foi composta por quatro fileiras de batata-doce, com 10 plantas por fileira plantadas em covas com espaçamento de 0,80 m × 0,30 m, perfazendo uma população estimada de 41.667 plantas por hectare (EMBRAPA, 2021). Em cada cova, foram transplantados dois ramos com oito gemas cada, sendo quatro enterrados, totalizando uma população de 40 plantas por parcela experimental (Figura 2). A área total de cada parcela foi de 9,60 m² (3,00 m x 3,20 m), com área de colheita de 3,84 m² (1,60 m x 2,40 m).

A cultivar de batata-doce ‘Paraná’ plantada possui porte de ramador, folhas verde-escuras, com base caular e ápice agudo, raízes arredondadas com periderme e polpa alaranjada, ciclo precoce de 120 dias e excelente adaptação ao semiárido, pois requer baixa necessidade de água e tolera bem o estresse hídrico prolongado (ALBUQUERQUE et al., 2019).

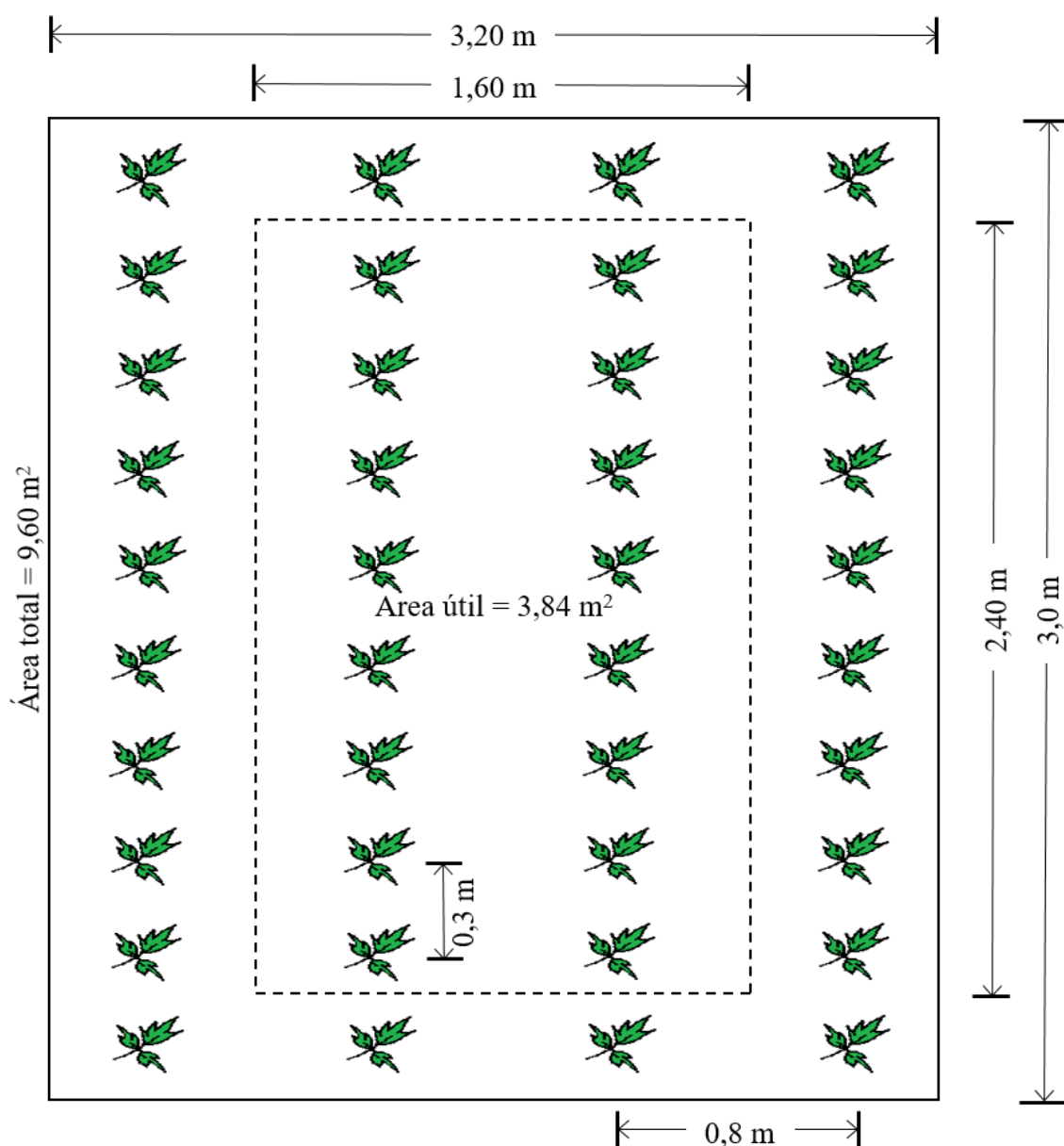


Figura 2 - Detalhe da parcela experimental de batata-doce em monocultivo nas condições de Mossoró – RN, UFERSA, 2023. Fonte: Elaboração própria (2023).

2.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

Antes da instalação dos experimentos, a área foi limpa mecanicamente por meio de um trator com o qual foram realizadas aração e gradagem. Após a limpeza, as leiras foram levantadas com arado de aiveca e corrigidas manualmente com enxada.

Os materiais utilizados como adubação verde na cultura da batata-doce foram a jitirana e a flor-de-seda, coletadas da vegetação nativa em diversas localidades da zona rural do município de Mossoró-RN, antes do início de sua floração. Após as coletas, as plantas foram

trituras em fragmentos de dois a três centímetros, que foram desidratados em temperatura ambiente até atingirem teor de umidade de aproximadamente 10% e posteriormente submetidos a análises laboratoriais cujas composições químicas obtidas são apresentadas na Tabela 2.

Tabela 2 - Análises químicas dos macronutrientes presentes na biomassa seca dos adubos verdes *M. aegyptia* e *C. procera* em duas estações de cultivo 2021 (S₁) e 2022 (S₂) Mossoró-RN, UFERSA, 2022.

Adubo verde	Conteúdo de macronutrientes dos adubos verdes g kg ⁻¹					
	N	P	K	Ca	Mg	C/N
	2021/2022					
<i>M. aegyptia</i>	18,55	1,89	38,68	9,30	7,03	25:1
<i>C. procera</i>	14,09	1,54	22,72	16,30	13,50	27:1

Fonte: Elaboração própria (2023). N: Nitrogênio; P: Fósforo; K: Potássio; Ca: Cálcio; Mg: Magnésio; C/N: Razão Carbono/Nitrogênio.

A incorporação dos adubos verdes a serem testados foi feita no meio das leiras, com auxílio de enxada em 40 cm de profundidade, com posterior fechamento e montagem final das leiras para o plantio. O adubo foi colocado em uma só incorporação, 20 dias antes do plantio. No primeiro ano de cultivo, essa incorporação da matéria orgânica foi realizada em 1º de outubro de 2021, ao passo que no segundo ano a incorporação foi realizada em oito de março de 2022. Posteriormente, as leiras foram irrigadas diariamente por microaspersão durante 20 dias antes do plantio das ramas.

Para a incorporação do adubo mineral, a adubação foi feita em dois momentos. Na fundação, foram feitos sulcos no meio das leiras, com profundidade de 40 cm, sete dias antes do plantio das ramas de batata-doce. Posteriormente, aos 45 dias após o plantio, foi feita uma adubação de cobertura em covas de 15 cm de profundidade, no meio dos sulcos, espaçadas de duas em duas plantas na linha (EMBRAPA, 2021). A adubação de fundação foi realizada na proporção de 20-60-50 kg ha⁻¹, respectivamente, de N-P-K. A adubação de cobertura foi realizada aos 45 dias com 40 e 30 kg ha⁻¹ de N e K (HOLANDA et al., 2017).

O sistema de irrigação utilizado foi o de microaspersão, em dois turnos ao dia durante os primeiros 15 dias (início da manhã e início da tarde), para favorecer o pegamento das ramas, posteriormente a irrigação foi realizada uma vez ao dia (início da manhã), em turnos de rega de quatro dias até 60 dias. Posteriormente, a irrigação foi realizada com turnos de rega de seis dias (início da manhã). Durante todo o cultivo no campo, o tempo de irrigação utilizado foi de 25 minutos.

A semeadura do primeiro experimento foi realizada em 21/10/2021 e a do segundo experimento ocorreu em 29/03/2022. Em ambos os experimentos, o plantio foi realizado em covas com ramas que foram multiplicadas. Quando necessário, foi realizado o replantio, não

tendo havido o pegamento das ramas. Sempre que necessário, foram realizadas capinas manuais para deixar a cultura no limpo. Devido à ausência de doenças, não houve necessidade de controle fitossanitário.

A colheita da batata doce no primeiro ano de cultivo foi realizada aos 122 DAS e no segundo ano de cultivo, aos 120 DAS.

2.4. CARACTERÍSTICAS AVALIADAS NA BATATA-DOCE

As **produtividades total e comercial** foram obtidas por pesagem das raízes de 16 covas na área de colheita de cada talhão, sendo os resultados expressos $t\ ha^{-1}$. Raízes não padronizadas (finas, esverdeadas, rachadas e afetadas por insetos) foram consideradas raízes não comerciais, sendo utilizadas apenas na determinação da produtividade total. A **massa fresca da parte aérea** foi obtida da colheita dos ramos (a 3,0 cm do solo), de uma amostra de quatro covas na área de colheita de cada parcela e expressa em $t\ ha^{-1}$. A **massa seca da parte aérea** foi determinada na mesma amostra de planta, colocada em estufa de circulação forçada de ar a 65°C até peso constante, pesada e expressa em $t\ ha^{-1}$. **Massa seca de raízes**, determinada pela mesma metodologia da massa seca da parte aérea, porém com secagem da massa das raízes, expressa em $t\ ha^{-1}$.

Além dessas características agronômicas, foram quantificados os seguintes indicadores econômicos: **Renda bruta** (RB), expressa em $R\$ ha^{-1}$, foi obtida multiplicando-se a produtividade comercial da batata-doce em cada tratamento pelo valor médio do produto pago ao produtor da região durante o período dos experimentos ($R\$ 2,20$ por quilo). **Renda líquida** (RL) foi obtida subtraindo-se da renda bruta, os custos de produção dos insumos e serviços realizados em cada tratamento, expressos em $R\$ ha^{-1}$. Foram considerados os preços médios de insumos e serviços vigentes nos meses de março e julho de 2022, na cidade de Mossoró-RN. **Taxa de retorno** (TR) por real investido foi obtida por meio da relação entre renda bruta e custos de produção de cada tratamento, e o **índice de lucratividade** (IL) foi obtido a partir da relação entre renda líquida e renda bruta, expressa em porcentagem.

2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Análise de variância univariada para o delineamento de blocos completos casualizados foi realizada em cada estação de cultivo para avaliar as características da cultura e nos indicadores econômicos avaliados, uma vez que os pressupostos de normalidade,

homocedasticidade e aditividade foram satisfeitos. As médias entre os tratamentos testados foram comparadas pelo teste de Tukey ($p < 0,05$), usando o *SAS software* (SAS INSTITUTE, 2015). Posteriormente, também foi realizada análise conjunta das características e indicadores utilizados. Antes de realizar a análise conjunta, foi verificada a suposição se existe homogeneidade dos quadrados médios dos resíduos dos experimentos, a partir da relação entre o maior e o menor quadrado médio, caso seja menor que sete. Diante dos resultados, as variâncias dos experimentos são consideradas homogêneas (PIMENTEL-GOMES, 2009).

Em seguida, foi realizado procedimento de ajuste de curva de regressão utilizando o *software Table Curve 2D* (SYSTAT SOFTWARE, 2022) para estimar o comportamento de cada característica ou indicador em função de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* estudadas, com base nos seguintes critérios: lógica biológica da variável, ou seja, quando se verifica que após certa quantidade de adubo não há aumento da variável; na significância do quadrado médio do resíduo da regressão (QMRR); no maior valor do coeficiente de determinação (R^2); na significância dos parâmetros da equação de regressão e na maximização da variável (SILVA; FONTES; MIRANDA, 2007). O teste F ($p < 0,05$) foi utilizado para comparar os valores médios entre as estações de cultivo, entre o valor médio de máxima eficiência agrônômica e econômica e o valor médio do tratamento controle.

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 PERFORMANCE AGRONÔMICA E DESEMPENHO DA PRODUÇÃO DA BATATA-DOCE

Os resultados da análise de variância das características agronômicas da batata-doce: massa fresca e seca da parte aérea, massa seca de raízes e produtividades total, comercial e refugo estão apresentados na Tabela 3. Foram verificadas interações significativas ($p < 0,05$) entre os fatores-tratamentos, quantidades de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procer*a e as estações de cultivo para todas as características avaliadas na cultura.

Tabela 3 - Valores médios do controle (T_{nf}), tratamento de máxima eficiência física (MEF), tratamentos fertilizados (T_f) com adubos verdes e do tratamento mineral (T_{fm}) fertilizado com adubo químico, na massa fresca e seca da parte aérea, na produtividade total e comercial de raízes, na massa seca de raízes e na produtividade de raízes refugo da batata-doce em duas estações de cultivo 2021 (S_1) e 2022 (S_2). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

Fonte: Elaboração própria (2023). *Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas,

Comparação entre tratamentos	Massa fresca da parte aérea (t ha ⁻¹)			Massa seca da parte aérea (t ha ⁻¹)		
	2021	2022	2021-2022	2021	2022	2021-2022
	(S ₁)	(S ₂)	(S ₁ /S ₂ médias)	(S ₁)	(S ₂)	(S ₁ /S ₂ médias)
Controle (Sem fertilização. T _{nf})	11,77Ab	3,91Bb	7,84	1,86Ab	0,62Bc	1,25
Tratamento de MEF	13,94Aa	7,19Ba	10,64 ⁺	2,07Aa	0,98Ba	1,53 ⁺
Tratamento fertilizado (T _f)	12,73Aa	6,18Ba	9,45 ⁺	1,83Ab	0,83Bb	1,33 ⁺
Tratamento mineral (T _{fm})	10,36Ac	4,72Bb	7,54	1,60Ab	0,73Bc	1,16
CV (%)	10,10	13,86	11,57	10,78	17,43	12,98
Produtividade total de raízes (t ha ⁻¹)			Produtividade comercial de raízes (t ha ⁻¹)			
Controle (Sem fertilização. T _{nf})	11,90Bc	16,46Ab	14,18	8,96Ac	8,85Ab	8,90
Tratamento de MEF	46,57Aa	37,90Ba	41,11 ⁺	43,03Aa	26,91Ba	34,57 ⁺
Tratamento fertilizado (T _f)	38,00Aa	31,62Ba	34,81 ⁺	34,47Aa	21,96Ba	28,21 ⁺
Tratamento mineral (T _{fm})	20,78Ab	19,49Ab	20,14 ⁺	17,64Ab	10,01Bb	13,83 ⁺
CV (%)	7,96	10,48	9,16	9,21	12,18	10,41
Massa seca de raízes (t ha ⁻¹)			Produtividade de raízes refugo (t ha ⁻¹)			
Controle (Sem fertilização. T _{nf})	3,08Ab	1,35Bb	2,22	2,93Bc	7,61Ac	5,27
Tratamento de MEF	8,56Aa	2,63Ba	5,44 ⁺	4,67Ba	10,28Aa	7,40 ⁺
Tratamento fertilizado (T _f)	7,74Aa	2,29Ba	5,02 ⁺	3,54Bb	9,66Ab	6,60 ⁺
Tratamento mineral (T _{fm})	3,96Ab	2,20Ba	3,08 ⁺	3,14Bc	9,48Ab	6,31 ⁺
CV (%)	13,51	10,81	14,87	23,43	19,19	21,78

não diferem pelo teste F em $p < 0,05$. ⁺Diferença significativa entre tratamentos fertilizados e tratamento controle (T_{nf}).

Estudando as estações de cultivo (S) dentro de cada quantidade de adubo verde, observou-se que a primeira estação de cultivo (S_1) foi superior à segunda estação de cultivo (S_2) para massa fresca da parte aérea, massa seca da parte aérea, massa seca de raízes e produtividade comercial de raízes em todos os tratamentos testados nas características agronômicas da batata-doce. Comportamento inverso foi observado para produtividade de raízes refugo, com a estação S_2 superando a estação S_1 .

Na produtividade total, os valores médios de máxima eficiência física (MEF) e dos tratamentos que receberam adubação verde (T_f) foram superiores na primeira estação de cultivo. Por outro lado, comportamento inverso foi verificado no tratamento controle. Para a produtividade total de raízes no tratamento mineral, não houve diferença entre as estações de cultivo, tampouco para a produtividade comercial de raízes no tratamento controle (Tabela 3).

Essa diferença entre as estações se deve às melhores condições de solo e clima da primeira em relação à segunda estação de cultivo. Provavelmente, as condições climáticas como temperaturas mais elevadas, aliadas à menor precipitação pluviométrica na última metade da primeira estação de cultivo e melhor condição nutricional do solo utilizado na S_1 , foram determinantes para o melhor desempenho das características avaliadas no cultivo da batata-doce.

Os valores médios dos tratamentos fertilizados (T_f) com adubos verdes ao longo das estações foram de 1,36, 1,22, 2,90, 3,88, 2,45 e 1,40 vezes os valores médios do tratamento controle (T_{nf}) (Tabela 3). Esses resultados mostram o potencial da adubação verde para aumentar a produção e as características agrônômicas da batata-doce, quando bem realizada.

Albuquerque et al. (2016), avaliando a produtividade da batata-doce submetida à adubação química em diferentes épocas de colheita, obtiveram produtividade inferior àquela encontrada neste trabalho.

Os valores médios de máxima eficiência física (MEF) e dos tratamentos que receberam adubação verde (T_f) foram estatisticamente superiores aos valores observados no controle (T_{nf}) e no tratamento mineral. Comportamento diferente foi observado para a massa seca da parte aérea e na produtividade de raízes refugo, com as maiores médias apenas na máxima eficiência física (MEF), superiores aos demais.

Estudando as quantidades de adubos verdes dentro de cada estação de cultivo (S), observou-se comportamento polinomial crescente tanto na primeira (S_1) quanto na segunda (S_2) estações, até os valores máximos de 13,94 (S_1) e 7,19 (S_2), e de 2,07 (S_1) e 0,98 (S_2) $t\ ha^{-1}$, para a massa fresca e seca da parte aérea, nas quantidades de adubos verdes de 59,40 e 53,12, e de 41,88 e 56,23 $t\ ha^{-1}$, respectivamente. Para a produtividade total e comercial de raízes, os valores máximos foram de 46,57 (S_1) e 37,90 (S_2), e de 43,03 (S_1) e 26,91 (S_2), respectivamente, nas quantidades de adubos verdes de 48,77 e 28,13, e de 49,28 e 32,89 $t\ ha^{-1}$. Para massa seca de raízes e produtividade de raízes residuais, os valores máximos foram de 8,56 e 2,63, e de 4,67; 10,28 $t\ ha^{-1}$, nas quantidades de adubo verde de 49,03 e 27,49, e de 26,80 e 27,10 $t\ ha^{-1}$, respectivamente. Todos esses valores diminuíram até a última quantidade de adubos verdes incorporados ao solo (Figuras 3A a 3F).

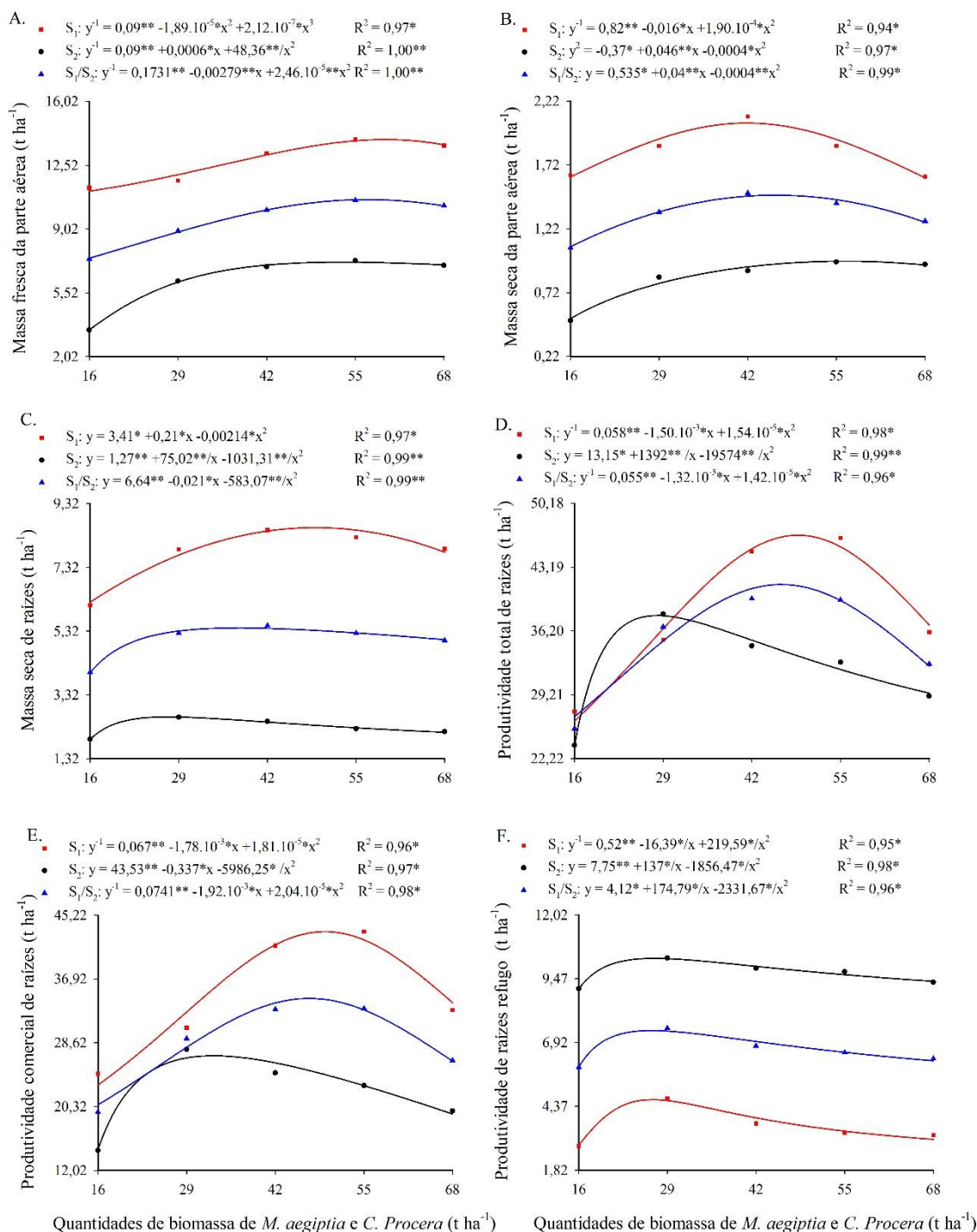


Figura 3 - Massa fresca (A) e seca (B) da parte aérea, massa seca de raízes (C), produtividade total (D) e comercial (E) de raízes e produtividade de raízes refugio (F) de batata-doce em função das quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo nas estações de cultivos 2021 (S_1) e 2022 (S_2). Mossoró – RN, UFERSA, 2023. Fonte: Elaboração própria.

Estimando-se as máximas eficiências físicas dessas características agrônômicas e na produção de batata-doce ao longo das estações de cultivo, 2021 (S_1) e 2022 (S_2), observou-se

também comportamento polinomial crescente, em função do aumento das quantidades de adubos verdes até os valores máximos de 10,64 e 1,53 t ha⁻¹ na massa fresca e seca da parte aérea nas quantidades de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo de 56,70 e 46,12 t ha⁻¹; de 41,11 e 34,57 t ha⁻¹ na produtividade total e comercial de raízes nas quantidades de adubos de 46,32 e 46,97 t ha⁻¹, e de 5,44 e 7,40 t ha⁻¹ na massa seca de raízes e produtividade de raízes refugo, respectivamente, nas quantidades de adubos verdes de 37,86 e 26,68 t ha⁻¹, diminuindo a partir daí até a maior quantidade de adubos testada (Figuras 3A a 3F).

Esses resultados otimizados das características agronômicas e de produção da batata-doce, na forma de um modelo polinomial, podem ser atribuídos à lei do máximo, onde o excesso de um nutriente no solo fornecido pelas quantidades equitativas de *M. aegyptia* e *C. procera* pode ter tido efeito tóxico e/ou reduzido a eficácia de outros elementos, resultando na redução dessas características em análise após o ponto máximo (ALMEIDA et al., 2015). No entanto, sabe-se que maiores aplicações de adubos não necessariamente produzem maiores rendimentos, pois o excesso tende a reduzir a eficácia de outros elementos e a capacidade de crescimento e amadurecimento das plantas. Além disso, o comportamento dessas características pode estar relacionado ao comportamento da cultura tuberosa, da sincronia adequada entre a decomposição e mineralização da mistura dos adubos verdes adicionados ao solo e à época de maior demanda nutricional da cultura (FONTANÉTTI et al., 2006).

Santos et al. (2006), avaliando o efeito da adubação orgânica na produção total e comercial de raízes de batata-doce no semiárido paraibano nas quantidades de 0; 10; 20; 30; 40 e 50 t ha⁻¹ de esterco bovino, obtiveram comportamento polinomial entre a produção e as quantidades testadas, com a maior produção total e comercial de raízes otimizadas de 18,5 e 14,2 t ha⁻¹ obtidas nas quantidades de adubos bovinos de 32 e 30 t ha⁻¹, respectivamente. Esses resultados foram inferiores aos obtidos na pesquisa, onde produtividades totais e comerciais de raízes de 41,11 e 34,57 t ha⁻¹ foram obtidas nas quantidades de adubos verdes de 46,32; 46,97 t ha⁻¹, incorporadas ao solo. Estas diferenças devem-se essencialmente ao tipo de adubo orgânico utilizado.

Desravines et al. (2022), trabalhando com adubação verde com as espécies *M. aegyptia* e *C. procera* na produção e características agronômicas do feijão-caupi, também obtiveram efeito benéfico desta adubação verde nestas características, obtendo modelos polinomiais na otimização da altura da planta, do comprimento da vagem verde, do número de grãos por vagem e da produção de vagens verdes. A quantidade de nutrientes oferecida pelos adubos jitrana e flor-de-seda foi suficiente para otimizar as características agronômicas da batata-doce.

Segundo Fontanét et al. (2006), a absorção dos nutrientes da mineralização dos adubos verdes pelas hortaliças depende, em grande parte, da sincronia entre a decomposição e mineralização dos resíduos vegetais e da época de maior demanda da cultura. Dessa forma, a lenta decomposição dos adubos verdes pode apresentar sincronia entre a disponibilidade de nutrientes como fósforo e nitrogênio em períodos sensíveis para a cultura, favorecendo seu desenvolvimento satisfatório.

3.2 PERFORMANCE ECONÔMICA DA BATATA-DOCE

Os resultados da análise de variância dos indicadores econômicos da batata-doce, em termos de renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade são apresentados na Tabela 4. Interações significativas ($p < 0,05$) entre os fatores de tratamento, quantidades de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e estações de cultivo foram registradas, para todos os indicadores econômicos. Estudando estações de cultivo (S) dentro de cada tratamento (do controle (T_{nf}), tratamento de máxima eficiência econômica (MEE), tratamentos fertilizados (T_f) com adubos verdes e do tratamento mineral (T_{fm}) fertilizado com adubo químico), observou-se diferença significativa entre as estações de cultivo, com a primeira estação de cultivo (S_1) superior à segunda estação (S_2) para esses indicadores. Apenas para o controle não foi observada diferença significativa entre as estações de plantio.

Os valores médios de MEE, dos tratamentos que receberam adubação verde e adubação mineral e do tratamento controle (T_{nf}), diferiram estatisticamente entre si. Pode-se observar que os tratamentos com o MEE e os que receberam adubação verde foram os que obtiveram maiores médias que os demais, sendo estatisticamente superiores (Tabela 4).

Tabela 4 - Valores médios do controle (T_{nf}), tratamento de máxima eficiência econômica (MEE), tratamentos fertilizados (T_f) com adubos verdes e do tratamento mineral (T_{fm}) fertilizado com adubo químico, na renda bruta, na renda líquida, na taxa de retorno e no índice

de lucratividade da batata-doce em duas estações de cultivo 2021 (S₁) e 2022 (S₂). Mossoró – RN, UFRSA, 2023.

Comparação entre tratamentos	Renda bruta (R\$ ha ⁻¹)			Renda líquida (R\$ ha ⁻¹)		
	2021	2022	2021-2022	2021	2022	2021-2022
	(S ₁)	(S ₂)	(S ₁ /S ₂ médias)	(S ₁)	(S ₂)	(S ₁ /S ₂ médias)
Controle (Sem fertilização. T _{nf})	19714,00Ac	19465,00Ab	19589,00	4348,00Ac	4099,00Ac	4224,00
Tratamento de MEE	95271,28Aa	59223,97Ba	75542,52 ⁺	66126,75Aa	33666,90Ba	44352,89 ⁺
Tratamento fertilizado (T _f)	75826,35Aa	48316,45Ba	62071,40 ⁺	46695,97Aa	19186,07Bb	32941,00 ⁺
Tratamento mineral (T _{fm})	38821,00Ab	22020,00Bb	30420,00 ⁺	19177,00Ab	2376,00Bc	10776,00 ⁺
CV (%)	9,22	12,18	10,41	15,69	33,67	20,88
	Taxa de retorno			Índice de lucratividade (%)		
	2021	2022	2021-2022	2021	2022	2021-2022
	(S ₁)	(S ₂)	(S ₁ /S ₂ médias)	(S ₁)	(S ₂)	(S ₁ /S ₂ médias)
Controle (Sem fertilização. T _{nf})	1,28Ac	1,27Ac	1,27	20,85Ac	20,44Ac	20,65
Tratamento de MEE	3,04Aa	2,50Ba	2,60 ⁺	67,33Aa	58,17Ba	59,67 ⁺
Tratamentos fertilizados (T _f)	2,64Ab	1,71Bb	2,17 ⁺	60,82Aa	37,14Bb	48,98 ⁺
Tratamento mineral (T _{fm})	1,97Ac	1,12Bc	1,55 ⁺	49,19Ab	9,23Bd	29,21 ⁺
CV (%)	9,48	12,18	10,59	9,76	28,46	17,10

Fonte: Elaboração própria (2023). *Médias seguidas da mesma letra minúscula nas colunas e maiúscula nas linhas, não diferem pelo teste de F em p<0,05. ⁺Diferença significativa entre tratamentos fertilizados e tratamento controle (T_{nf}).

Estudando as quantidades de adubo verde dentro de cada estação de cultivo (S), observou-se aumento na renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade, tanto na primeira (S₁) quanto na segunda (S₂) estação de cultivo, em função das quantidades crescentes de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo, seguindo um modelo polinomial (Figura 4). Os valores máximos registrados foram de R\$ 95.271,28 (S₁) e R\$ 59.223,97 ha⁻¹ (S₂) na renda bruta, de R\$ 66.126,75 (S₁) e R\$ 33.666,90 ha⁻¹ (S₂) na renda líquida, de 3,04 (S₁) e 2,50 (S₂) reais para cada real investido na taxa de retorno, e de 67,33 (S₁) e 58,17% (S₂) no índice de lucratividade registrados nas quantidades de biomassa dos adubos verdes de 49,28 (S₁) e 32,89 (S₂), 48,57 (S₁) e 29,14 (S₂), 44,63 (S₁) e 24,56 (S₂), bem como 43,73 (S₁) e 27,47 t ha⁻¹ (S₂), respectivamente, diminuindo os valores até a última quantidade incorporada (Figuras 4A, 4B, 4C e 4D).

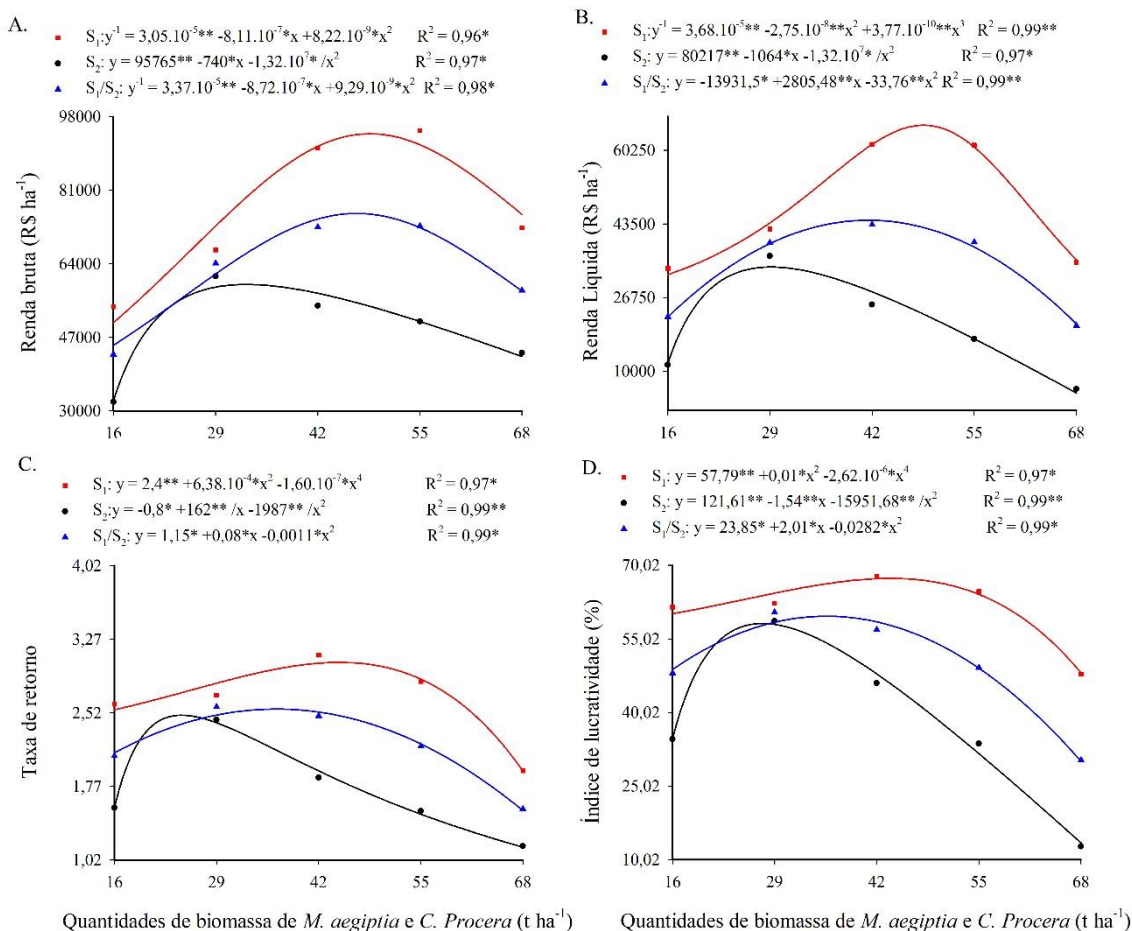


Figura 4 - Renda bruta (A), renda líquida (B), taxa de retorno (C) e índice de lucratividade (D) para a cultura da batata-doce, em função das quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo nas estações de cultivos de 2021 (S_1) e 2022 (S_2). Mossoró – RN, UFERSA, 2023. Fonte: Elaboração própria (2023).

Estimando-se as eficiências econômicas máximas (MEE) desses indicadores ao longo das estações, também foi registrado um comportamento polinomial em função das quantidades dos adubos verdes (Figura 4). Os valores máximos foram de R\$ 75.542,52 e R\$ 44.352,89 ha⁻¹ para renda bruta e líquida, respectivamente, de 2,60 e 59,67% para taxa de retorno e índice de lucratividade, registrados nas quantidades de biomassa dos adubos verdes de 46,97, 41,55, 36,61 e 35,63 t ha⁻¹, respectivamente, diminuindo posteriormente até a maior quantidade de adubo testada (Figuras 4A, 4B, 4C e 4D). Esses resultados concordam parcialmente com os obtidos por Silva et al. (2021) quando adubaram a cultura tuberosa da cenoura com diferentes quantidades dos adubos verdes, *C. procera*, obtendo indicadores de eficiência econômica de R\$ 62.704,94 e 33.744,07 ha⁻¹ para renda bruta e renda líquida, e de 2,27 e 56,63% para a taxa de retorno e índice de lucratividade, respectivamente, nos valores de 47,60, 42,81, 31,69 e 31,85 t ha⁻¹ de biomassa desses adubos verdes. Esses resultados mostram a eficiência econômica de adubos verdes no desempenho e desenvolvimento de culturas tuberosas como a cenoura.

Essas respostas ascendentes dos indicadores econômicos avaliados em batata-doce, com queda após o ponto de máximo na forma de modelo polinomial, em função das quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera*, podem ser explicadas pela responsividade da batata-doce à incorporação dos adubos verdes. A batata doce foi favorecida pelas inúmeras contribuições dos adubos verdes, em função de suas contribuições, quando eles melhoram a fertilidade do solo, aumentam o teor de matéria orgânica do solo, diminuem as taxas de erosão, aumentam a retenção de água no solo, a atividade microbiana e a disponibilidade de nutrientes do solo, além de reduzirem a quantidade de plantas invasoras (GRAHAM; HAYNES, 2006).

A máxima eficiência física (MEF) obtida nas características produtivas da batata-doce que recebeu adubação verde foi traduzida em termos econômicos em todos os indicadores avaliados, proporcionando, assim, eficiência econômica otimizada ao longo das estações. Esses resultados permitem ao produtor de batata-doce escolher a quantidade ideal de adubos verdes para incorporação e o indicador econômico que mais lhe convém em termos de produtividade comercial de raízes.

Diante dos resultados obtidos, é possível verificar que o cultivo da batata-doce a partir da mistura de adubos verdes, *M. aegyptia* e *C. procera*, proporciona retorno financeiro compatível com o capital investido, tornando-se uma alternativa viável, principalmente para o produtor familiar, que pode não dispor de capital elevado para implementação de grandes áreas produtivas.

4 CONCLUSÕES

O maior desempenho produtivo da batata doce (34,57 t ha⁻¹) foi alcançado com a incorporação de 46,97 t ha⁻¹ de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo.

A máxima eficiência econômica otimizada (baseada na renda líquida de R\$ 44.352,89 ha⁻¹) foi obtida adicionando-se ao solo a quantidade de 41,55 t ha⁻¹ de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera*. A taxa de retorno e o índice de lucratividade obtido para o cultivo da batata-doce foram de R\$ 2,60 para cada real investido e 59,67%, nas quantidades de 36,61 e 35,63 t ha⁻¹ de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera*, respectivamente.

A utilização da biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* como adubos verdes é uma tecnologia viável para produtores de batata-doce no semiárido, tendo em vista o bom desempenho da cultura com o uso desses adubos verdes.

REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, J. R. T. et al. Sweet potato cultivars grown and harvested at different times in semiarid Brazil. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 46, p. 4810-4818, 2016. <https://doi.org/10.5897/AJAR2016.11761>

ALBUQUERQUE, J. R. T. et al. Agro-economic profitability of sweet potato cultivars as a function of the harvest age and times of cultivation in the semi-arid. **Bioscience Journal**, v. 35, n. 5, p. 1315-1327, 2019. <http://dx.doi.org/10.14393/BJ-v35n5a2019-42176>

ALMEIDA, A. E. S. et al. Eficiência agronômica do consórcio alface-rúcula fertilizada com flor-de-seda. **Revista Caatinga**, v. 28, n. 3, p. 79-85, 2015. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252015v28n309rc>

BECK, H. E. et al. Data descriptor: Present and future Köppen-Geiger climate classification maps at 1-km resolution. **Scientific Data**, v. 5, n. 180214, p. 1-12, 2018. 10.1038/sdata.2018.214.

COSTA, R. G. et al. Perspectivas de utilização da flor-de-seda (*Calotropis procera*) na produção animal. **Revista Caatinga**, v. 22, n. 1, p. 1-9, 2009.

DESRAVINES, R. P. et al. Optimized production of immature cowpea under green manuring in a semi-arid environment. **Revista Caatinga**, v. 35, n. 3, p. 606-617, 2022. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252022v35n311rc>

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Cultivo da batata-doce (Ipomoea batatas (L.) Lam**, v. 9, Brasília: Centro Nacional de Pesquisa de Hortalças, 2021. https://www.spo.cnptia.embrapa.br/conteudo?ppid=conteudoportletWARsistemasdeproducao1f6_1ga1ceportlet&p_p_lifecycle=0&p_p_state=normal&p_p_mode=view&p_p_col_id=column1&p_p_col_count=1&p_r_p_76293187_sistemaProducaoId=10301&p_r_p_-996514994_topicoId=1309

FERREIRA, R. C. et al. Biomass use of *Merremia aegyptia* and *Calotropis procera* in coriander cultivation in semiarid environment. **Revista Caatinga**, v. 35, p. 595-605, 2022.

FERNANDES, A. M. et al. Yield and nitrogen use efficiency of sweet potato in response to cover crop and nitrogen management. **Agronomy Journal**, v. 110, n. 5, p. 2004-2015, 2018.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortalças. 3. Eds. Revisada e ampliada. Viçosa: UFV, 2013.

FONTANÉTTI, A. et al. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 146-150, 2006. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362006000200004>

GRAHAM, M. H.; HAYNES, R. J. Organic matter status and the size, activity and metabolic diversity of the soil microbial community in the row and inter-row of sugar cane under burning a trash retention. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 38, n. 1, p. 21-31, 2006. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2005.04.011>

HOLANDA, J. S. et al. **Indicações para adubação de culturas em solos do Rio Grande do Norte**. Parnamirim: EMPARN, v. 46, 2017.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Sistema IBGE de recuperação automática**, SIDRA, 2022. <https://sidra.ibge.gov.br/Table/1612>

LABIMC - LABORATÓRIO DE INSTRUMENTAÇÃO METEOROLOGIA E CLIMATOLOGIA. **Estação Meteorológica Automática (EMA)**, Mossoró: UFERSA, 2022. Available from: <https://siemu.ufersa.edu.br/>

LINHARES, P.C.F. Adubação verde como condicionadora do solo. **Revista Campo e negócios**, v. 11, n. 127, p. 22-23, 2013.

LINO, V. A. S. et al. Beet-arugula intercropping under green manuring and planting density induce to agro-economic advantages. **Horticultura Brasileira**, v. 39, n. 4, p. 432-443, 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/s0102-0536-20210413>

NEIVA, I. P. et al. Caracterização morfológica de acessos de batata-doce do banco de germoplasma da UFVJM, Diamantina. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 4, p. 537-541, 2011.

NUNES, R. L. C. et al. Agro-economic responsiveness of radish associations with cowpea in the presence of different amounts of *Calotropis procera*, spatial arrangements and agricultural crops. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 42, n. 4, p. 350-363, 2018. <https://doi.org/10.1590/1413-70542018424010318>

OLIVEIRA, L. J. et al. Viability of polycultures of arugula-carrot-coriander fertilized with hairy woodrose under different population densities. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 9, p. 611-617, 2017. <http://dx.doi.org/10.1590/1807-1929/agriambi.v21n9p611-617>

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de estatística experimental**, Piracicaba, SP: FEALQ, 2009.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. Revisada e ampliada. Brasília, Embrapa, 2018.

SANTOS, J. F. et al. Produção de batata-doce adubada com esterco bovino em solo com baixo teor de matéria orgânica. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 1, p. 103-106, 2006.

SAS. SAS Institute Inc. **SAS/IML® 14.1** User's Guide. Cary, NC: SAS Institute Inc, 2015.

SILVA, J. N. et al. Agro-economic indicators for carrot under green manure in a semi-arid environment. **Revista Caatinga**, v. 34, n. 2, p. 257-265, 2021. <http://dx.doi.org/10.1590/1983-21252021v34n202rc>

SILVA, J. N. et al. Production and benefits in carrot and vegetable cowpea associations under green manuring and spatial arrangements. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 4, p. 1-11, 2020. <https://doi.org/10.5935/1806-6690.20200064>

SILVA, M. C. C.; FONTES, P. C. R.; MIRANDA, G. V. Modelos estatísticos para demonstrar a produtividade de batata em função da adubação nitrogenada. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 360-364, 2007. <https://doi.org/10.1590/S0102-05362007000300008>

SYSTAT SOFTWARE. **TableCurve 2D - Curve Fitting Made Fast and Easy**. San Jose: Systat Software Inc., 2022.

TEIXEIRA, P. C. et al. **Manual de métodos de análise de solo**. 3 ed. Revisada e ampliada. Brasília: Embrapa, 2017.

CONCLUSÃO GERAL

Os valores de máxima eficiência para a produtividade comercial de raízes para as culturas da cenoura e batata-doce foram de 40,27 e 34,57 t ha⁻¹, respectivamente. Esses valores de produtividade foram alcançados com a incorporação ao solo das quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* de 48,87 e 46,97 t ha⁻¹, respectivamente.

As máximas eficiências econômicas otimizadas nas culturas da cenoura e da batata-doce foram alcançados valores de renda líquida de 74.324,27 e 44.352,89 R\$ t ha⁻¹ e nas taxas de retornos de 3,21 e 2,60 reais, respectivamente, por cada real investido nos cultivos dessas culturas, nas quantidades da mistura equitativa de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* de 49,64 e 41,55 t ha⁻¹ e de 41,55 e 36,61 t ha⁻¹, respectivamente.

A utilização de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* no bioma Caatinga é uma tecnologia viável para produtores que praticam o monocultivo de cenoura e batata-doce, em ambiente semiárido.

APÊNDICE

Tabela 1 - Valores de “F” para altura de plantas (AP), número de hastes por planta (NHP), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), produtividade total de raízes (PTR), produtividade comercial de raízes (PCR), produtividade de raízes longas (PRL), produtividade de raízes médias (PRM), produtividade de raízes curtas (PRC), produtividade de raízes refugo (PRR), renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) da cenoura em função de diferentes quantidades de misturas equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo nos anos de cultivo de 2020/2021 (S₁) e 2021/2022 (S₂). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

Fonte de variação	AP	NHP	MSPA	MSR
Cultivos (C)	0,39 ^{ns}	168,52 ^{**}	199,13 ^{**}	223,17 ^{**}
Blocos (Cultivos)	1,04 ^{ns}	0,34 ^{ns}	2,47 [*]	2,82 [*]
Biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> (Q)	24,49 ^{**}	22,86 ^{**}	76,30 ^{**}	35,84 ^{**}
C x Q	6,57 ^{**}	8,84 ^{**}	1,72 ^{**}	4,71 ^{**}
Controle vs Fatorial	84,76 ^{**}	41,26 ^{**}	280,48 ^{**}	109,33 ^{**}
CV (%)	6,03	7,33	10,84	9,26
Fonte de variação	PTR	PCR	PRL	PRM
Cultivos (C)	243,98 ^{**}	227,59 ^{**}	817,81 ^{**}	3,11 ^{ns}
Blocos (Cultivos)	0,78 ^{ns}	0,69 ^{ns}	2,86 [*]	1,56 ^{ns}
Biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> (Q)	106,88 ^{**}	80,84 ^{**}	94,74 ^{**}	17,80 ^{**}
C x Q	13,37 ^{**}	14,25 ^{**}	29,63 ^{**}	3,22 ^{**}
Controle vs Fatorial	364,95 ^{**}	276,67 ^{**}	243,90 ^{**}	51,72 ^{**}
CV (%)	8,43	8,90	14,95	13,95
Fonte de variação	PRC	PRR	RB	RL
Cultivos (C)	48,01 ^{**}	12,29 ^{**}	227,60 ^{**}	227,60 ^{**}
Blocos (Cultivos)	1,01 ^{ns}	1,05 ^{ns}	0,69 ^{ns}	0,69 ^{ns}
Biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> (Q)	26,85 ^{**}	39,36 ^{**}	80,85 ^{**}	49,08 ^{**}
C x Q	1,61 ^{ns}	3,81 ^{**}	14,23 ^{**}	14,23 ^{**}
Controle vs Fatorial	2,46 ^{ns}	93,64 ^{**}	276,69 ^{**}	121,48 ^{**}
CV (%)	32,49	30,28	8,90	14,16
Fonte de variação	TR	IL		
Cultivos (C)	173,39 ^{**}	144,04 ^{**}		
Blocos (Cultivos)	0,44 ^{ns}	0,84 ^{ns}		
Biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> (Q)	26,88 ^{**}	30,29 ^{**}		
C x Q	9,03 ^{**}	5,39 ^{**}		
Controle vs Fatorial	2,41 ^{ns}	0,34 ^{ns}		
CV (%)	10,42	6,24		

Fonte: Autor (2023). ** = P < 0,01; * = P < 0,05; ns = P > 0,05.

MÉDIAS E CUSTOS DE PRODUÇÃO DE CENOURA

Tabela 2 - Médias das variáveis agrônômicas da cenoura em duas estações de cultivo 2020/2021 (S₁) e 2021/2022 (S₂). Mossoró – RN, UFRSA, 2023.

QUANT IDADES	APS1	APS2	APS1S2	NHPS 1	NHPS 2	NHPS1 S2	MSPA S1	MSP AS2	MSPAS1 S2
16 t ha ⁻¹	55,48	48,71	52,10	8,44	10,90	9,67	2,66	5,16	3,91
29 t ha ⁻¹	56,20	52,74	54,47	9,13	11,00	10,07	3,39	5,33	4,36
42 t ha ⁻¹	57,25	55,89	56,57	9,52	11,73	10,62	4,01	5,76	4,88
55 t ha ⁻¹	57,70	59,37	58,54	10,11	13,68	11,90	4,12	5,91	5,02
68 t ha ⁻¹	53,35	62,99	58,17	9,48	14,06	11,77	3,98	5,45	4,72
0 (Test.)	47,25	44,16	45,71	8,13	10,09	9,11	1,80	2,41	2,11
QUANT IDADES	MSRS 1	MSRS 2	MSRS1 S2	PTRS 1	PTRS 2	PTRS1 S2	PCRS 1	PCR S2	PCRS1S 2
16 t ha ⁻¹	2,82	4,59	3,70	22,06	32,83	27,45	19,90	31,23	25,57
29 t ha ⁻¹	3,40	4,75	4,07	28,05	41,73	34,89	25,40	38,34	31,87
42 t ha ⁻¹	3,70	5,46	4,58	34,39	51,16	42,77	30,54	46,52	38,53
55 t ha ⁻¹	4,28	5,74	5,01	35,42	54,07	44,75	31,47	49,32	40,39
68 t ha ⁻¹	3,73	5,35	4,54	33,43	42,66	38,05	29,30	35,46	32,38
0 (Test.)	2,46	3,58	3,02	16,50	21,19	18,84	15,98	20,19	18,08
QUANT IDADES	PRLS 1	PRLS 2	PRLS1S 2	PRMS 1	PRMS 2	PCMS1 S2			
16 t ha ⁻¹	3,90	18,72	11,31	13,86	11,54	12,70			
29 t ha ⁻¹	5,06	21,34	13,20	16,62	15,75	16,19			
42 t ha ⁻¹	8,48	25,87	17,18	17,90	19,09	18,50			
55 t ha ⁻¹	9,96	27,89	18,93	17,74	19,77	18,76			
68 t ha ⁻¹	7,95	20,51	14,23	17,72	12,58	15,15			
0 (Test.)	2,78	7,64	5,21	10,60	11,16	10,88			
QUANT IDADES	PRCS 1	PRCS 2	PRCS1S 2	PRR S1	PRRS2	PRRS 1S2			
16 t ha ⁻¹	2,14	0,97	1,56	2,16	1,60	1,88			
29 t ha ⁻¹	3,72	1,25	2,48	2,65	3,39	3,02			
42 t ha ⁻¹	4,15	1,56	2,86	3,85	4,64	4,24			
55 t ha ⁻¹	3,77	1,65	2,71	3,95	4,76	4,35			
68 t ha ⁻¹	3,63	2,37	3,00	4,13	7,20	5,67			
0 (Test.)	2,60	1,38	1,99	0,52	1,00	0,76			

AP=Altura de plantas; NHP=Número de hastes por planta; MSPA=Massa seca da parte aérea; MSR=Massa seca de raízes; PTR=Produtividade total de raízes; PCR=Produtividade comercial de raízes; PRL=Produtividade de raízes longas; PRM=Produtividade de raízes médias; PRC=Produtividade de raízes curtas; PRR= Produtividade de raízes refugo; Test.=Controle (sem adubação).

Tabela 3 - Médias dos índices econômicos da cenoura em duas estações de cultivo 2020/2021 (S₁) e 2021/2022 (S₂). Mossoró – RN, UFRSA, 2023.

QUANTIDADES	RBS1	RBS2	RBS1S2	RLS1	RLS2	RLS1S2
-------------	------	------	--------	------	------	--------

16 t ha⁻¹	53735,88	84332,60	69034,24	30262,60	60859,33	45560,97
29 t ha⁻¹	68572,95	103512,65	86042,80	40725,99	75665,70	58195,84
42 t ha⁻¹	82461,17	125600,25	104030,71	50250,62	93389,70	71820,16
55 t ha⁻¹	84973,21	133154,12	109063,67	48409,17	96590,09	72499,63
68 t ha⁻¹	79105,20	95731,76	87418,48	38268,48	54895,04	46581,76
0 (Test.)	43142,79	54505,58	48824,18	25226,14	36588,93	30907,54
QUANTIDADES	TRS1	TRS2	TRS1S2	ILS1	ILS2	ILS1S2
16 t ha⁻¹	2,29	3,59	2,94	56,13	71,80	63,97
29 t ha⁻¹	2,46	3,72	3,09	58,78	72,99	65,88
42 t ha⁻¹	2,56	3,90	3,23	60,69	74,27	67,48
55 t ha⁻¹	2,32	3,64	2,98	56,82	72,48	64,65
68 t ha⁻¹	1,94	2,34	2,14	48,30	57,16	52,73
0 (Test.)	2,41	3,04	2,73	57,98	66,35	62,17

RB=Renda bruta; RL=Renda líquida; TR=Taxa de retorno; IL=Índice de lucratividade; Test. =Controle (sem adubação).

Tabela 4 - Custos de produção por hectare da cenoura adubada com 16 t ha⁻¹ de mistura equitativa de jitrana e flor-de-seda. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

COMPONENTES	Un.	Qtd	Preço (R\$)
-------------	-----	-----	-------------

					Un.	TOTAL	% sobre CT
A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)					R\$	12.174,11	51,86
A.1. Insumos					R\$	3.000,00	12,78
Sementes	kg	15	R\$	200,00	R\$	3.000,00	12,78
A.2. Mão de obra					R\$	8.040,00	34,25
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)					R\$	2.560,00	10,91
Corte (8 t ha)	d/h*	46	R\$	40,00	R\$	1.840,00	7,84
Transporte	Frete	2	R\$	50,00	R\$	100,00	0,43
Trituração	d/h*	8	R\$	40,00	R\$	320,00	1,36
Secagem	d/h*	4	R\$	40,00	R\$	160,00	0,68
Ensacamento	d/h*	4	R\$	40,00	R\$	140,00	0,60
A.2.2 Custos com adubo verde (Jitirana)					R\$	2.500,00	10,65
Corte (8 t ha)	d/h*	46	R\$	40,00	R\$	1.840,00	7,84
Transporte	Frete	2	R\$	50,00	R\$	100,00	0,43
Trituração	d/h*	6	R\$	40,00	R\$	240,00	1,02
Secagem	d/h*	4	R\$	40,00	R\$	160,00	0,68
Ensacamento	d/h*	4	R\$	40,00	R\$	160,00	0,68
A.2.3 Custos com demais serviços					R\$	2.980,00	12,70
Limpeza do terreno	h/t**	1	R\$	60,00	R\$	60,00	0,26
Aração	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120,00	0,51
Gradagem	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120,00	0,51
Confecção de canteiros	h/t**	6	R\$	60,00	R\$	360,00	1,53
Solarização dos canteiros	d/h*	7	R\$	40,00	R\$	280,00	1,19
Retirada dos plásticos	d/h*	2	R\$	40,00	R\$	80,00	0,34
Distribuição e incorporação dos adubos	d/h*	3	R\$	40,00	R\$	120,00	0,51
Semeadura	d/h*	10	R\$	40,00	R\$	400,00	1,70
Desbaste	d/h*	6	R\$	40,00	R\$	240,00	1,02
Capina manual	d/h*	16	R\$	40,00	R\$	640,00	2,05
Colheita	d/h*	14	R\$	40,00	R\$	560,00	1,71
Transporte	d/h*	8	R\$	40,00	R\$	320,00	1,37
A.3. Energia elétrica					R\$	123,09	0,52
Forrageira	Kw/h	232,7 2	R\$	0,43	R\$	98,93	0,42
Bombeamento da água de irrigação	Kw/h	56,84	R\$	0,43	R\$	24,16	0,10
A.4. Outras despesas					R\$	111,63	0,48
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	R\$	11.163,09	R\$	111,63	0,48
A.5. Manutenção e Conservação					R\$	899,40	3,83
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	R\$	10.000,00	R\$	100,00	0,43

5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	R\$	1.970,00	R\$	98,50	0,42
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	R\$	10.012,80	R\$	700,90	2,99
	Vida útil (Mês)	Meses		Valor (R\$)		Depreciação	% sobre CT
B. CUSTOS FIXOS (CF)					R\$	9.880,19	42,09
B.1. Depreciação					R\$	8.770,19	37,36
Bobina de plástico	48	5	R\$	75.504,00	R\$	7.865,00	33,51
Forrageira	120	0,5	R\$	1.970,00	R\$	8,21	0,03
Bomba submersa	60	5	R\$	457,00	R\$	38,08	0,16
Tubos 2"	120	5	R\$	498,00	R\$	20,75	0,09
Poço	600	5	R\$	5.000,00	R\$	41,67	0,18
Mangueiras	60	5	R\$	4.820,00	R\$	401,67	1,71
Microaspersores	60	5	R\$	3.847,80	R\$	320,65	1,37
Conexões	60	5	R\$	390,00	R\$	32,50	0,14
Galpão	600	5	R\$	5.000,00	R\$	41,67	0,18
B.2. Impostos e taxas					R\$	10,00	0,04
Imposto Territorial rural	ha	1	R\$	10,00	R\$	10,00	0,04
B.3. Mão de obra fixa					R\$	1.100,00	4,69
Aux. Administração	Salário	1	R\$	1.100,00	R\$	1.100,00	4,69
C. Custos Operacionais Totais (COT)					R\$	22.054,30	
C.1. (A) + (B)					R\$	22.054,30	93,95
D. Custos de Oportunidade (CO)					R\$	1.418,97	6,05
D.1. Remuneração da terra					R\$	100,00	0,43
Arrendamento	ha	1	R\$	100,00	R\$	100,00	0,43
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)					R\$	1.318,97	5,62
Infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	R\$	21.982,80	R\$	1.318,97	5,62
E. CUSTOS TOTAIS					R\$	23.473,27	100
E.1. CV + CF + CO					R\$	23.473,27	100
*d/h=dia/homem							
**h/t=hora/trator							

Tabela 5 - Custos de produção por hectare da cenoura adubada com 29 t ha⁻¹ de mistura equitativa de jitrana e flor-de-seda. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

COMPONENTES	Un.	Qtd	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	

A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)					R\$	16.547,80	59,42
A.1. Insumos					R\$	3.000,00	10,77
Sementes	kg	15	R\$	200,00	R\$	3.000,00	10,77
A.2. Mão de obra					R\$	12.290,00	44,13
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)					R\$	4.615,00	16,57
Corte (14,5 t ha)	d/h*	84	R\$	40,00	R\$	3.340,00	11,99
Transporte	Frete	4	R\$	50,00	R\$	175,00	0,63
Trituração	d/h*	14	R\$	40,00	R\$	560,00	2,01
Secagem	d/h*	8	R\$	40,00	R\$	300,00	1,08
Ensacamento	d/h*	6	R\$	40,00	R\$	240,00	0,86
A.2.2 Custos com adubo verde (Jitirana)					R\$	4.615,00	16,57
Corte (14,5 t ha)	d/h*	84	R\$	40,00	R\$	3.340,00	11,99
Transporte	Frete	4	R\$	50,00	R\$	175,00	0,63
Trituração	d/h*	14	R\$	40,00	R\$	560,00	2,01
Secagem	d/h*	8	R\$	40,00	R\$	300,00	1,08
Ensacamento	d/h*	6	R\$	40,00	R\$	240,00	0,86
A.2.3 Custos com demais serviços					R\$	3.060,00	10,99
Limpeza do terreno	h/t**	1	R\$	60,00	R\$	60,00	0,22
Aração	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120,00	0,43
Gradagem	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120,00	0,43
Confecção de canteiros	h/t**	6	R\$	60,00	R\$	360,00	1,29
Solarização dos canteiros	d/h*	7	R\$	40,00	R\$	280,00	1,01
Retirada dos plásticos	d/h*	2	R\$	40,00	R\$	80,00	0,29
Distribuição e incorporação dos adubos	d/h*	5	R\$	40,00	R\$	200,00	0,72
Semeadura	d/h*	10	R\$	40,00	R\$	400,00	1,44
Desbaste	d/h*	6	R\$	40,00	R\$	240,00	0,86
Capina manual	d/h*	16	R\$	40,00	R\$	640,00	1,70
Colheita	d/h*	14	R\$	40,00	R\$	560,00	1,41
Transporte	d/h*	8	R\$	40,00	R\$	320,00	1,20
A.3. Energia elétrica					R\$	203,47	0,73
Forrageira	Kw/h	421,81	R\$	0,43	R\$	179,31	0,64
Bombeamento da água de irrigação	Kw/h	56,84	R\$	0,43	R\$	24,16	0,09
A.4. Outras despesas					R\$	154,93	0,56
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	R\$	15.493,47	R\$	154,93	0,56
A.5. Manutenção e Conservação					R\$	899,40	3,23
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	R\$	10.000,00	R\$	100,00	0,36
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	R\$	1.970,00	R\$	98,50	0,35
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	R\$	10.012,80	R\$	700,90	2,52

	Vida útil (Mês)	Meses	Valor (R\$)	Depreciação	% sobre CT
B. CUSTOS FIXOS (CF)				R\$ 9.880,19	35,48
B.1. Depreciação				R\$ 8.770,19	31,49
Bobina de plástico	48	5	R\$ 75.504,00	R\$ 7.865,00	28,24
Forrageira	120	0,5	R\$ 1.970,00	R\$ 8,21	0,03
Bomba submersa	60	5	R\$ 457,00	R\$ 38,08	0,14
Tubos 2"	120	5	R\$ 498,00	R\$ 20,75	0,07
Poço	600	5	R\$ 5.000,00	R\$ 41,67	0,15
Mangueiras	60	5	R\$ 4.820,00	R\$ 401,67	1,44
Microaspersores	60	5	R\$ 3.847,80	R\$ 320,65	1,15
Conexões	60	5	R\$ 390,00	R\$ 32,50	0,12
Galpão	600	5	R\$ 5.000,00	R\$ 41,67	0,15
B.2. Impostos e taxas				R\$ 10,00	0,04
Imposto Territorial rural	ha	1	R\$ 10,00	R\$ 10,00	0,04
B.3. Mão de obra fixa				R\$ 1.100,00	3,95
Aux. Administração	Salário	1	R\$ 1.100,00	R\$ 1.100,00	3,95
C. Custos Operacionais Totais (COT)				R\$ 26.427,99	
C.1. (A) + (B)				R\$ 26.427,99	94,90
D. Custos de Oportunidade (CO)				R\$ 1.418,97	5,10
D.1. Remuneração da terra				R\$ 100,00	0,36
Arrendamento	ha	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00	0,36
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				R\$ 1.318,97	4,74
Infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	R\$ 21.982,80	R\$ 1.318,97	4,74
E. CUSTOS TOTAIS				R\$ 27.846,96	100
E.1. CV + CF + CO				R\$ 27.846,96	100

*d/h=dia/homem
**h/t=hora/trator

Tabela 6 - Custos de produção por hectare da cenoura adubada com 42 t ha⁻¹ de mistura equitativa de jirirana e flor-de-seda. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

COMPONENTES	Un.	Qtd	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	

A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)					R\$	20.911,39	64,92
A.1. Insumos					R\$	3.000,00	9,31
Sementes	kg	15	R\$	200,00	R\$	3.000,00	9,31
A.2. Mão de obra					R\$	16.530,00	51,32
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)					R\$	6.695,00	20,79
Corte (21 t ha)	d/h*	121	R\$	40,00	R\$	4.840,00	15,03
Transporte	Frete	6	R\$	50,00	R\$	275,00	0,85
Trituração	d/h*	20	R\$	40,00	R\$	800,00	2,48
Secagem	d/h*	11	R\$	40,00	R\$	420,00	1,30
Ensacamento	d/h*	9	R\$	40,00	R\$	360,00	1,12
A.2.2 Custos com adubo verde (Jitirana)					R\$	6.695,00	20,79
Corte (21 t ha)	d/h*	121	R\$	40,00	R\$	4.840,00	15,03
Transporte	Frete	6	R\$	50,00	R\$	275,00	0,85
Trituração	d/h*	20	R\$	40,00	R\$	800,00	2,48
Secagem	d/h*	11	R\$	40,00	R\$	420,00	1,30
Ensacamento	d/h*	9	R\$	40,00	R\$	360,00	1,12
A.2.3 Custos com demais serviços					R\$	3.140,00	9,75
Limpeza do terreno	h/t**	1	R\$	60,00	R\$	60,00	0,19
Aração	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120,00	0,37
Gradagem	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120,00	0,37
Confecção de canteiros	h/t**	6	R\$	60,00	R\$	360,00	1,12
Solarização dos canteiros	d/h*	7	R\$	40,00	R\$	280,00	0,87
Retirada dos plásticos	d/h*	2	R\$	40,00	R\$	80,00	0,25
Distribuição e incorporação dos adubos	d/h*	7	R\$	40,00	R\$	280,00	0,87
Semeadura	d/h*	10	R\$	40,00	R\$	400,00	1,24
Desbaste	d/h*	6	R\$	40,00	R\$	240,00	0,75
Capina manual	d/h*	16	R\$	40,00	R\$	640,00	1,59
Colheita	d/h*	14	R\$	40,00	R\$	560,00	1,34
Transporte	d/h*	8	R\$	40,00	R\$	320,00	0,70
A.3. Energia elétrica					R\$	283,85	0,88
Forrageira	Kw/h	610,91	R\$	0,43	R\$	259,70	0,81
Bombeamento da água de irrigação	Kw/h	56,84	R\$	0,43	R\$	24,16	0,07
A.4. Outras despesas					R\$	198,14	0,62
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	R\$	19.813,85	R\$	198,14	0,62
A.5. Manutenção e Conservação					R\$	899,40	2,79
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	R\$	10.000,00	R\$	100,00	0,31
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	R\$	1.970,00	R\$	98,50	0,31
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	R\$	10.012,80	R\$	700,90	2,18

	Vida útil (Mês)	Meses	Valor (R\$)	Depreciação	% sobre CT
B. CUSTOS FIXOS (CF)				R\$ 9.880,19	30,67
B.1. Depreciação				R\$ 8.770,19	27,23
Bobina de plástico	48	5	R\$ 75.504,00	R\$ 7.865,00	24,42
Forrageira	120	0,5	R\$ 1.970,00	R\$ 8,21	0,03
Bomba submersa	60	5	R\$ 457,00	R\$ 38,08	0,12
Tubos 2"	120	5	R\$ 498,00	R\$ 20,75	0,06
Poço	600	5	R\$ 5.000,00	R\$ 41,67	0,13
Mangueiras	60	5	R\$ 4.820,00	R\$ 401,67	1,25
Microaspersores	60	5	R\$ 3.847,80	R\$ 320,65	1,00
Conexões	60	5	R\$ 390,00	R\$ 32,50	0,10
Galpão	600	5	R\$ 5.000,00	R\$ 41,67	0,13
B.2. Impostos e taxas				R\$ 10,00	0,03
Imposto Territorial rural	ha	1	R\$ 10,00	R\$ 10,00	0,03
B.3. Mão de obra fixa				R\$ 1.100,00	3,42
Aux. Administração	Salário	1	R\$ 1.100,00	R\$ 1.100,00	3,42
C. Custos Operacionais Totais (COT)				R\$ 30.791,58	
C.1. (A) + (B)				R\$ 30.791,58	95,59
D. Custos de Oportunidade (CO)				R\$ 1.418,97	4,41
D.1. Remuneração da terra				R\$ 100,00	0,31
Arrendamento	ha	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00	0,31
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				R\$ 1.318,97	4,09
Infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	R\$ 21.982,80	R\$ 1.318,97	4,09
E. CUSTOS TOTAIS				R\$ 32.210,55	100
E.1. CV + CF + CO				R\$ 32.210,55	100

*d/h=dia/homem
 **h/t=hora/trator

Tabela 7 - Custos de produção por hectare da cenoura adubada com 55 t ha⁻¹ de mistura equitativa de jitrana e flor-de-seda. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

COMPONENTES	Un.	Qtd	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	

A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)					R\$	25.264,88	69,10
A.1. Insumos					R\$	3.000,00	8,20
Sementes	kg	15	R\$	200,00	R\$	3.000,00	8,20
A.2. Mão de obra					R\$	20.760,00	56,78
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)					R\$	8.770,00	23,99
Corte (27,5 t ha)	d/h*	159	R\$	40,00	R\$	6.340,00	17,34
Transporte	Frete	7	R\$	50,00	R\$	350,00	0,96
Trituração	d/h*	27	R\$	40,00	R\$	1.060,00	2,90
Secagem	d/h*	14	R\$	40,00	R\$	560,00	1,53
Ensacamento	d/h*	12	R\$	40,00	R\$	460,00	1,26
A.2.2 Custos com adubo verde (Jitirana)					R\$	8.770,00	23,99
Corte (27,5 t ha)	d/h*	159	R\$	40,00	R\$	6.340,00	17,34
Transporte	Frete	7	R\$	50,00	R\$	350,00	0,96
Trituração	d/h*	27	R\$	40,00	R\$	1.060,00	2,90
Secagem	d/h*	14	R\$	40,00	R\$	560,00	1,53
Ensacamento	d/h*	12	R\$	40,00	R\$	460,00	1,26
A.2.3 Custos com demais serviços					R\$	3.220,00	8,81
Limpeza do terreno	h/t**	1	R\$	60,00	R\$	60,00	0,16
Aração	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120,00	0,33
Gradagem	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120,00	0,33
Confecção de canteiros	h/t**	6	R\$	60,00	R\$	360,00	0,98
Solarização dos canteiros	d/h*	7	R\$	40,00	R\$	280,00	0,77
Retirada dos plásticos	d/h*	2	R\$	40,00	R\$	80,00	0,22
Distribuição e incorporação dos adubos	d/h*	9	R\$	40,00	R\$	360,00	0,98
Semeadura	d/h*	10	R\$	40,00	R\$	400,00	1,09
Desbaste	d/h*	6	R\$	40,00	R\$	240,00	0,66
Capina manual	d/h*	16	R\$	40,00	R\$	640,00	1,17
Colheita	d/h*	14	R\$	40,00	R\$	560,00	1,07
Transporte	d/h*	8	R\$	40,00	R\$	320,00	0,60
A.3. Energia elétrica					R\$	364,24	1,00
Forrageira	Kw/h	800,00	R\$	0,43	R\$	340,08	0,93
Bombeamento da água de irrigação	Kw/h	56,84	R\$	0,43	R\$	24,16	0,07
A.4. Outras despesas					R\$	241,24	0,66
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	R\$	24.124,24	R\$	241,24	0,66
A.5. Manutenção e Conservação					R\$	899,40	2,46
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	R\$	10.000,00	R\$	100,00	0,27
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	R\$	1.970,00	R\$	98,50	0,27
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	R\$	10.012,80	R\$	700,90	1,92

	Vida útil (Mês)	Meses	Valor (R\$)	Depreciação	% sobre CT
B. CUSTOS FIXOS (CF)				R\$ 9.880,19	27,02
B.1. Depreciação				R\$ 8.770,19	23,99
Bobina de plástico	48	5	R\$ 75.504,00	R\$ 7.865,00	21,51
Forrageira	120	0,5	R\$ 1.970,00	R\$ 8,21	0,02
Bomba submersa	60	5	R\$ 457,00	R\$ 38,08	0,10
Tubos 2"	120	5	R\$ 498,00	R\$ 20,75	0,06
Poço	600	5	R\$ 5.000,00	R\$ 41,67	0,11
Mangueiras	60	5	R\$ 4.820,00	R\$ 401,67	1,10
Microaspersores	60	5	R\$ 3.847,80	R\$ 320,65	0,88
Conexões	60	5	R\$ 390,00	R\$ 32,50	0,09
Galpão	600	5	R\$ 5.000,00	R\$ 41,67	0,11
B.2. Impostos e taxas				R\$ 10,00	0,03
Imposto Territorial rural	ha	1	R\$ 10,00	R\$ 10,00	0,03
B.3. Mão de obra fixa				R\$ 1.100,00	3,01
Aux. Administração	Salário	1	R\$ 1.100,00	R\$ 1.100,00	3,01
C. Custos Operacionais Totais (COT)				R\$ 35.145,07	
C.1. (A) + (B)				R\$ 35.145,07	96,12
D. Custos de Oportunidade (CO)				R\$ 1.418,97	3,88
D.1. Remuneração da terra				R\$ 100,00	0,27
Arrendamento	ha	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00	0,27
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				R\$ 1.318,97	3,61
Infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	R\$ 21.982,80	R\$ 1.318,97	3,61
E. CUSTOS TOTAIS				R\$ 36.564,04	100
E.1. CV + CF + CO				R\$ 36.564,04	100

*d/h=dia/homem
 **h/t=hora/trator

Tabela 8 - Custos de produção por hectare da cenoura adubada com 68 t ha⁻¹ de mistura equitativa de jitrana e flor-de-seda. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

COMPONENTES	Un.	Qtd	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	

A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)					R\$	29.537,56	72,33
A.1. Insumos					R\$	3.000,00	7,35
Sementes	kg	15	R\$	200,00	R\$	3.000,00	7,35
A.2. Mão de obra					R\$	24.910,00	61,00
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)					R\$	10.805,00	26,46
Corte (34 t ha)	d/h*	196	R\$	40,00	R\$	7.840,00	19,20
Transporte	Frete	9	R\$	50,00	R\$	425,00	1,04
Trituração	d/h*	33	R\$	40,00	R\$	1.300,00	3,18
Secagem	d/h*	17	R\$	40,00	R\$	680,00	1,67
Ensacamento	d/h*	14	R\$	40,00	R\$	560,00	1,37
A.2.2 Custos com adubo verde (Jitirana)					R\$	10.805,00	26,46
Corte (34 t ha)	d/h*	196	R\$	40,00	R\$	7.840,00	19,20
Transporte	Frete	9	R\$	50,00	R\$	425,00	1,04
Trituração	d/h*	33	R\$	40,00	R\$	1.300,00	3,18
Secagem	d/h*	17	R\$	40,00	R\$	680,00	1,67
Ensacamento	d/h*	14	R\$	40,00	R\$	560,00	1,37
A.2.3 Custos com demais serviços					R\$	3.300,00	8,08
Limpeza do terreno	h/t**	1	R\$	60,00	R\$	60,00	0,15
Aração	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120,00	0,29
Gradagem	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120,00	0,29
Confecção de canteiros	h/t**	6	R\$	60,00	R\$	360,00	0,88
Solarização dos canteiros	d/h*	7	R\$	40,00	R\$	280,00	0,69
Retirada dos plásticos	d/h*	2	R\$	40,00	R\$	80,00	0,20
Distribuição e incorporação dos adubos	d/h*	11	R\$	40,00	R\$	440,00	1,08
Semeadura	d/h*	10	R\$	40,00	R\$	400,00	0,98
Desbaste	d/h*	6	R\$	40,00	R\$	240,00	0,59
Capina manual	d/h*	16	R\$	40,00	R\$	640,00	1,17
Colheita	d/h*	14	R\$	40,00	R\$	560,00	1,07
Transporte	d/h*	8	R\$	40,00	R\$	320,00	0,60
A.3. Energia elétrica					R\$	444,61	1,09
Forrageira	Kw/h	989,1	R\$	0,43	R\$	420,46	1,03
Bombeamento da água de irrigação	Kw/h	56,84	R\$	0,43	R\$	24,16	0,06
A.4. Outras despesas					R\$	283,55	0,69
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	R\$	28.354,61	R\$	283,55	0,69
A.5. Manutenção e Conservação					R\$	899,40	2,20
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	R\$	10.000,00	R\$	100,00	0,24
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	R\$	1.970,00	R\$	98,50	0,24
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	R\$	10.012,80	R\$	700,90	1,72

	Vida útil (Mês)	Meses	Valor (R\$)	Depreciação	% sobre CT
B. CUSTOS FIXOS (CF)				R\$ 9.880,19	24,19
B.1. Depreciação				R\$ 8.770,19	21,48
Bobina de plástico	48	5	R\$ 75.504,00	R\$ 7.865,00	19,26
Forrageira	120	0,5	R\$ 1.970,00	R\$ 8,21	0,02
Bomba submersa	60	5	R\$ 457,00	R\$ 38,08	0,09
Tubos 2"	120	5	R\$ 498,00	R\$ 20,75	0,05
Poço	600	5	R\$ 5.000,00	R\$ 41,67	0,10
Mangueiras	60	5	R\$ 4.820,00	R\$ 401,67	0,98
Microaspersores	60	5	R\$ 3.847,80	R\$ 320,65	0,79
Conexões	60	5	R\$ 390,00	R\$ 32,50	0,08
Galpão	600	5	R\$ 5.000,00	R\$ 41,67	0,10
B.2. Impostos e taxas				R\$ 10,00	0,02
Imposto Territorial rural	ha	1	R\$ 10,00	R\$ 10,00	0,02
B.3. Mão de obra fixa				R\$ 1.100,00	2,69
Aux. Administração	Salário	1	R\$ 1.100,00	R\$ 1.100,00	2,69
C. Custos Operacionais Totais (COT)				R\$ 39.417,75	
C.1. (A) + (B)				R\$ 39.417,75	96,53
D. Custos de Oportunidade (CO)				R\$ 1.418,97	3,47
D.1. Remuneração da terra				R\$ 100,00	0,24
Arrendamento	ha	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00	0,24
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				R\$ 1.318,97	3,23
Infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	R\$ 21.982,80	R\$ 1.318,97	3,23
E. CUSTOS TOTAIS				R\$ 40.836,72	100
E.1. CV + CF + CO				R\$ 40.836,72	100

*d/h=dia/homem
**h/t=hora/trator

Tabela 9 - Custos de produção por hectare de cenoura sem adubação. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

COMPONENTES	Un.	Qtd	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	

A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)					R\$	6.743,89	37,64
A.1. Insumos					R\$	3.000,00	16,74
Sementes	kg	15	R\$	200,00	R\$	3.000,00	16,74
A.2 Custos com demais serviços					R\$	2.860,00	15,96
Limpeza do terreno	h/t**	1	R\$	60,00	R\$	60,00	0,33
Aração	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120,00	0,67
Gradagem	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120,00	0,67
Confecção de canteiros	h/t**	6	R\$	60,00	R\$	360,00	2,01
Solarização dos canteiros	d/h*	7	R\$	40,00	R\$	280,00	1,56
Retirada dos plásticos	d/h*	2	R\$	40,00	R\$	80,00	0,45
Semeadura	d/h*	10	R\$	40,00	R\$	400,00	2,23
Desbaste	d/h*	6	R\$	40,00	R\$	240,00	1,34
Capina manual	d/h*	16	R\$	40,00	R\$	640,00	3,57
Colheita	d/h*	14	R\$	40,00	R\$	560,00	3,13
Transporte	d/h*	8	R\$	40,00	R\$	320,00	0,00
A.3. Energia elétrica					R\$	24,16	0,13
Bombeamento da água de irrigação	Kw/h	56,84	R\$	0,43	R\$	24,16	0,13
A.4. Outras despesas					R\$	58,84	0,33
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	R\$	5.884,16	R\$	58,84	0,33
A.5. Manutenção e Conservação					R\$	800,90	4,47
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	R\$	10.000,00	R\$	100,00	0,56
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	R\$	10.012,80	R\$	700,90	3,91
	Vida útil (Mês)	Meses		Valor (R\$)		Depreciação	% sobre CT
B. CUSTOS FIXOS (CF)					R\$	9.871,98	55,10
B.1. Depreciação					R\$	8.761,98	48,90
Bobina de plástico	48	5	R\$	75.504,00	R\$	7.865,00	43,90
Bomba submersa	60	5	R\$	457,00	R\$	38,08	0,21
Tubos 2"	120	5	R\$	498,00	R\$	20,75	0,12
Poço	600	5	R\$	5.000,00	R\$	41,67	0,23
Mangueiras	60	5	R\$	4.820,00	R\$	401,67	2,24
Microaspersores	60	5	R\$	3.847,80	R\$	320,65	1,79
Conexões	60	5	R\$	390,00	R\$	32,50	0,18
Galpão	600	5	R\$	5.000,00	R\$	41,67	0,23
B.2. Impostos e taxas					R\$	10,00	0,06
Imposto Territorial rural	ha	1	R\$	10,00	R\$	10,00	0,06
B.3. Mão de obra fixa					R\$	1.100,00	6,14
Aux. Administração	Salário	1	R\$	1.100,00	R\$	1.100,00	6,14
C. Custos Operacionais Totais (COT)					R\$	16.615,88	
C.1. (A) + (B)					R\$	16.615,88	92,74

D. Custos de Oportunidade (CO)					R\$	1.300,77	7,26
D.1. Remuneração da terra					R\$	100,00	0,56
Arrendamento	ha	1	R\$	100,00	R\$	100,00	0,56
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)					R\$	1.200,77	6,70
Infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	R\$	20.012,80	R\$	1.200,77	6,70
E. CUSTOS TOTAIS					R\$	17.916,65	100
E.1. CV + CF + CO					R\$	17.916,65	100

*d/h=dia/homem

**h/t=hora/trator

Tabela 10 - Valores de “F” para massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), produtividade total de raízes (PTR), produtividade comercial de raízes (PCR), produtividade de raízes refugo (PRR), renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) da batata-doce em função de diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo nos anos de cultivo de 2021 (S₁) e 2022 (S₂). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

Fonte de variação	MFPA	MSPA	MSR	PTR
-------------------	------	------	-----	-----

Cultivos (C)	713,12 ^{**}	642,24 ^{**}	808,44 ^{**}	27,88 ^{**}
Blocos (Cultivos)	1,86 ^{ns}	1,24 ^{ns}	0,81 ^{ns}	1,36 ^{ns}
de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> (Q)	17,87 ^{**}	7,57 ^{**}	38,89 ^{**}	126,62 ^{**}
C x Q	2,06 ^{ns}	3,65 ^{**}	21,84 ^{**}	11,23 ^{**}
Controle vs Fatorial	20,23 ^{**}	1,96 ^{ns}	157,04 ^{**}	456,51 ^{**}
CV (%)	11,57	12,98	14,87	9,26
Fonte de variação	PCR	PRR	RB	RL
Cultivos (C)	259,77 ^{**}	321,89 ^{**}	259,87 ^{**}	259,87 ^{**}
Blocos (Cultivos)	1,12 ^{ns}	0,81 ^{ns}	1,13 ^{ns}	1,13 ^{ns}
de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> (Q)	141,24 ^{**}	2,49 ^{**}	141,26 ^{**}	74,84 ^{**}
C x Q	16,56 ^{**}	0,50 ^{ns}	16,56 ^{**}	16,56 ^{**}
Controle vs Fatorial	499,01 ^{**}	7,62 ^{**}	499,11 ^{**}	222,82 ^{**}
CV (%)	10,56	21,78	10,56	21,48
Fonte de variação	TR	IL		
Cultivos (C)	226,69 ^{**}	163,81 ^{**}		
Blocos (Cultivos)	1,19 ^{ns}	0,46 ^{ns}		
de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> (Q)	57,78 ^{**}	44,21 ^{**}		
C x Q	11,98 ^{**}	10,78 ^{**}		
Controle vs Fatorial	146,68 ^{**}	124,64 ^{**}		
CV (%)	10,76	17,26		

Fonte: Autor (2023). ** = P < 0,01; * = P < 0,05; ns = P > 0,05.

MÉDIAS E CUSTOS DE PRODUÇÃO DE BATATA-DOCE

Tabela 11 - Médias das variáveis agrônômicas da batata-doce em duas estações de cultivo 2021 (S₁) e 2022 (S₂). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

QUANTI DADES	MFPAS S1	MFPAS 2	MFPAS S1S2	MSPA S1	MSPAS 2	MSPA S1S2	MSR S1	MSRS2	MSRS 1S2
16 t ha ⁻¹	11,29	3,47	7,38	1,64	0,50	1,07	6,13	1,93	4,03

29 t ha⁻¹	11,68	6,16	8,92	1,87	0,84	1,35	7,89	2,62	5,26
42 t ha⁻¹	13,17	6,95	10,06	2,10	0,89	1,50	8,49	2,49	5,49
55 t ha⁻¹	13,92	7,29	10,60	1,87	0,96	1,42	8,26	2,26	5,26
68 t ha⁻¹	13,60	7,02	10,31	1,63	0,94	1,29	7,90	2,17	5,03
0 (Test.)	11,77	3,91	7,84	1,87	0,62	1,25	3,08	1,35	2,21
Químico	10,36	4,72	7,54	1,60	0,73	1,16	3,96	2,20	3,08
QUANTIDADES	PTRS1	PTRS2	PTRS1 S2	PRCS1	PRCS2	PRCS1 S2	PRR S1	PRRS2	PRRS1 S2
16 t ha⁻¹	27,36	23,66	25,51	24,58	14,60	19,59	2,78	9,06	5,92
29 t ha⁻¹	35,24	38,05	36,65	30,55	27,76	29,16	4,69	10,29	7,49
42 t ha⁻¹	44,92	34,55	39,74	41,24	24,67	32,96	3,68	9,88	6,78
55 t ha⁻¹	46,40	32,77	39,58	43,09	23,04	33,06	3,31	9,74	6,52
68 t ha⁻¹	36,09	29,06	32,58	32,88	19,74	26,31	3,22	9,32	6,27
0 (Test.)	11,90	16,46	14,18	8,96	8,85	8,90	2,93	7,61	5,27
Químico	20,78	19,49	20,14	17,65	10,01	13,83	3,14	9,48	6,31

AP=Altura de plantas; NHP=Número de hastes por planta; MSPA=Massa seca da parte aérea; MSR=Massa seca de raízes; PTR=Produtividade total de raízes; PCR=Produtividade comercial de raízes; PRL=Produtividade de raízes longas; PRM=Produtividade de raízes médias; PRC=Produtividade de raízes curtas; PRR= Produtividade de raízes refugo; Test.=Controle (sem adubação).

Tabela 12 - Médias dos índices econômicos da batata-doce em duas estações de cultivo 2021 (S₁) e 2022 (S₂). Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

QUANTIDADES	RBS1	RBS2	RBS1S2	RLS1	RLS2	RLS1S2
16 t ha⁻¹	54066,15	32109,52	43087,83	33353,77	11397,15	22375,46
29 t ha⁻¹	67214,58	61077,50	64146,04	42312,20	36175,12	39243,66
42 t ha⁻¹	90738,54	54279,76	72509,15	61596,16	25137,38	43366,77
55 t ha⁻¹	94787,46	50678,57	72733,01	61415,08	17306,19	39360,63

68 t ha⁻¹	72325,00	43436,90	57880,95	34802,62	5914,52	20358,57
0 (Test.)	19714,06	19464,76	19589,41	4348,39	4099,09	4223,74
Químico	38820,83	22019,64	30420,24	19176,88	2375,69	10776,29
QUANTIDADES	TRS1	TRS2	TRS1S2	ILS1	ILS2	ILS1S2
16 t ha⁻¹	2,61	1,55	2,08	61,48	34,61	48,04
29 t ha⁻¹	2,70	2,45	2,58	62,25	58,67	60,46
42 t ha⁻¹	3,11	1,86	2,49	67,81	46,01	56,91
55 t ha⁻¹	2,84	1,52	2,18	64,69	33,67	49,18
68 t ha⁻¹	1,93	1,16	1,54	47,86	12,74	30,30
0 (Test.)	1,28	1,27	1,27	20,85	20,44	20,65
Químico	1,98	1,12	1,55	49,20	9,23	29,21

RB=Renda bruta; RL=Renda líquida; TR=Taxa de retorno; IL=Índice de lucratividade; Test. =Controle (sem adubação).

Tabela 13 - Custos de produção por hectare da batata-doce adubada com 16 t ha⁻¹ de mistura equitativa de jitrana e flor-de-seda. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

COMPONENTES	Un.	Qtd	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)			R\$	17.369,41	83,86

A.1. Insumos					R\$	8.333,40	40,23
Sementes	muda	41667	R\$	0,20	R\$	8.333,40	40,23
A.2. Mão de obra					R\$	8.180,00	39,49
A.2.1 Custos com adubo verde (Jitirana)					R\$	2.560,00	12,36
Corte (8 t ha)	d/h*	46	R\$	40,00	R\$	1.840,00	8,88
Transporte	Frete	2	R\$	50,00	R\$	100,00	0,48
Trituração	d/h*	8	R\$	40,00	R\$	320,00	1,54
Secagem	d/h*	4	R\$	40,00	R\$	160,00	0,77
Ensacamento	d/h*	4	R\$	40,00	R\$	140,00	0,68
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)					R\$	2.560,00	12,36
Corte (8 t ha)	d/h*	46	R\$	40,00	R\$	1.840,00	8,88
Transporte	Frete	2	R\$	50,00	R\$	100,00	0,48
Trituração	d/h*	8	R\$	40,00	R\$	320,00	1,54
Secagem	d/h*	4	R\$	40,00	R\$	160,00	0,77
Ensacamento	d/h*	4	R\$	40,00	R\$	140,00	0,68
A.2.2 Custos com demais serviços					R\$	3.060,00	14,77
Limpeza do terreno	h/t**	1	R\$	60,00	R\$	60,00	0,29
Aração	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120,00	0,58
Gradagem	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120,00	0,58
Confecção das leiras	h/t**	6	R\$	60,00	R\$	360,00	1,74
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	3	R\$	40,00	R\$	120,00	0,58
Plantio	d/h*	10	R\$	40,00	R\$	400,00	1,93
Replanteio	d/h*	6	R\$	40,00	R\$	240,00	1,16
Capina manual	d/h*	16	R\$	40,00	R\$	640,00	3,09
Colheita	d/h*	14	R\$	40,00	R\$	560,00	2,70
Transporte	d/h*	11	R\$	40,00	R\$	440,00	2,12
A.3. Energia elétrica					R\$	24,16	0,12
Forrageira	Kw/h	232,72	R\$	0,43	R\$	98,93	0,48
Bombeamento da água de irrigação	Kw/h	56,84	R\$	0,43	R\$	24,16	0,12
A.4. Outras despesas					R\$	120,60	0,58
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	R\$	12.060,48	R\$	120,60	0,58
A.5. Manutenção e Conservação					R\$	711,25	3,43
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	R\$	10.000,00	R\$	100,00	0,48
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	R\$	1.970,00	R\$	98,50	0,48
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	R\$	7.325,00	R\$	512,75	2,48

	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação	% sobre CT
B. CUSTOS FIXOS (CF)				R\$ 2.243,13	10,83
B.1. Depreciação				R\$ 1.026,13	4,95
Forrageira	120	R\$ 1.970,00	0,5	R\$ 8,21	0,04
Bomba submersa	60	R\$ 457,00	5	R\$ 38,08	0,18
Tubos 2"	120	R\$ 498,00	5	R\$ 20,75	0,10
Poço	600	R\$ 5.000,00	5	R\$ 41,67	0,20
Mangueiras	60	R\$ 4.820,00	5	R\$ 401,67	1,94
Microaspersores	60	R\$ 5.299,00	5	R\$ 441,58	2,13
Conexões	60	R\$ 390,00	5	R\$ 32,50	0,16
Galpão	600	R\$ 5.000,00	5	R\$ 41,67	0,20
B.2. Impostos e taxas				R\$ 5,00	0,02
Imposto Territorial rural	ha	1	5	R\$ 5,00	0,02
B.3. Mão de obra fixa				R\$ 1.212,00	5,85
Aux. Administração	Salário	1	R\$ 1.212,00	R\$ 1.212,00	5,85
C. Custos Operacionais Totais (COT)				R\$ 19.612,54	
C.1. (A) + (B)				R\$ 19.612,54	94,69
D. Custos de Oportunidade (CO)				R\$ 1.099,84	5,31
D.1. Remuneração da terra				R\$ 100,00	0,48
Arrendamento	ha	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00	0,48
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				R\$ 999,84	4,83
Infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,6	R\$ 16.664,00	R\$ 999,84	4,83
E. CUSTOS TOTAIS				R\$ 20.712,38	100
E.1. CV + CF + CO				R\$ 20.712,38	100
*d/h=dia/homem					
**h/t=hora/trator					

Tabela 14 - Custos de produção por hectare da batata-doce adubada com 29 t ha⁻¹ de mistura equitativa de jitrana e flor-de-seda. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

COMPONENTES	Un.	Qtd	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)			R\$	21.559,42	86,58
A.1. Insumos			R\$	8.333,40	33,46

Sementes	muda	41.667	R\$	0,20	R\$	8.333,40	33,46
A.2. Mão de obra					R\$	12.370,00	49,67
A.2.1 Custos com adubo verde (Jitirana)					R\$	4.615,00	18,53
Corte (14.5 t ha)	d/h*	84	R\$	40,00	R\$	3.340,00	13,41
Transporte	Frete	4	R\$	50,00	R\$	175,00	0,70
Trituração	d/h*	14	R\$	40,00	R\$	560,00	2,25
Secagem	d/h*	8	R\$	40,00	R\$	300,00	1,20
Ensacamento	d/h*	6	R\$	40,00	R\$	240,00	0,96
A.2.2 Custos com adubo verde (Flor-de-seda)					R\$	4.615,00	18,53
Corte (14.5 t ha)	Frete	84	R\$	40,00	R\$	3.340,00	13,41
Transporte	d/h*	4	R\$	50,00	R\$	175,00	0,70
Trituração	d/h*	14	R\$	40,00	R\$	560,00	2,25
Secagem	d/h*	8	R\$	40,00	R\$	300,00	1,20
Ensacamento	h/t**	6	R\$	40,00	R\$	240,00	0,96
A.2.3 Custos com demais serviços					R\$	3.140,00	12,61
Limpeza do terreno	h/t**	1	R\$	60,00	R\$	60,00	0,24
Aração	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120,00	0,48
Gradagem	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120,00	0,48
Confecção das leiras	h/t**	6	R\$	60,00	R\$	360,00	1,45
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	5	R\$	40,00	R\$	200,00	0,80
Plantio	d/h*	10	R\$	40,00	R\$	400,00	1,61
Replantio	d/h*	6	R\$	40,00	R\$	240,00	0,96
Capina manual	d/h*	16	R\$	40,00	R\$	640,00	2,57
Colheita	d/h*	14	R\$	40,00	R\$	560,00	2,25
Transporte	d/h*	11	R\$	40,00	R\$	440,00	1,77
A.3. Energia elétrica					R\$	24,16	0,10
Forrageira	Kw/h	421,81	R\$	0,43	R\$	179,31	0,72
Bombeamento da água de irrigação	Kw/h	56,84	R\$	0,43	R\$	24,16	0,10
A.4. Outras despesas					R\$	120,60	0,48
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	R\$	12.060,48	R\$	120,60	0,48
A.5. Manutenção e Conservação					R\$	711,25	2,86
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	R\$	10.000,00	R\$	100,00	0,40
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	R\$	1.970,00	R\$	98,50	0,40
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	R\$	7.325,00	R\$	512,75	2,06

	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação	% sobre CT
--	------------------------	--------------------	--------------	--------------------	-------------------

B. CUSTOS FIXOS (CF)					R\$	2.243,13	9,01
B.1. Depreciação					R\$	1.026,13	4,12
Forrageira	120	R\$	1.970,00	0,5	R\$	8,21	0,03
Bomba submersa	60	R\$	457,00	5	R\$	38,08	0,15
Tubos 2"	120	R\$	498,00	5	R\$	20,75	0,08
Poço	600	R\$	5.000,00	5	R\$	41,67	0,17
Mangueiras	60	R\$	390,00	5	R\$	32,50	0,13
Microaspersores	60	R\$	4.820,00	5	R\$	401,67	1,61
Conexões	60	R\$	5.299,00	5	R\$	441,58	1,77
Galpão	600	R\$	5.000,00	5	R\$	41,67	0,17
B.2. Impostos e taxas					R\$	5,00	0,02
Imposto Territorial rural	ha		1	5	R\$	5,00	0,02
B.3. Mão de obra fixa					R\$	1.212,00	4,87
Aux. Administração	Salário		1	R\$ 1.212,00	R\$	1.212,00	4,87
C. Custos Operacionais Totais (COT)					R\$	23.802,54	
C.1. (A) + (B)					R\$	23.802,54	95,58
D. Custos de Oportunidade (CO)					R\$	1.099,84	4,42
D.1. Remuneração da terra					R\$	100,00	0,40
Arrendamento	ha		1	R\$ 100,00	R\$	100,00	0,40
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)					R\$	999,84	4,02
Infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%		0,6	R\$ 16.664,00	R\$	999,84	4,02
E. CUSTOS TOTAIS					R\$	24.902,38	100
E.1. CV + CF + CO					R\$	24.902,38	100

*d/h=dia/homem

**h/t=hora/trator

Tabela 15 - Custos de produção por hectare da batata-doce adubada com 42 t ha⁻¹ de mistura equitativa de jitrana e flor-de-seda. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

COMPONENTES	Un.	Qtd	Preço (R\$)		% sobre CT		
			Un.	TOTAL			
A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)				R\$	25.799,42	88,53	
A.1. Insumos				R\$	8.333,40	28,60	
Sementes	Muda	41667	R\$	0,20	R\$	8.333,40	28,60

A.2. Mão de obra					R\$	16.610,00	57,00
A.2.1 Custos com adubo verde (Jitirana)					R\$	6.695,00	22,97
Corte (21 t ha)	d/h*	121	R\$	40,00	R\$	4.840,00	16,61
Transporte	Frete	6	R\$	50,00	R\$	275,00	0,94
Trituração	d/h*	20	R\$	40,00	R\$	800,00	2,75
Secagem	d/h*	11	R\$	40,00	R\$	420,00	1,44
Ensacamento	d/h*	9	R\$	40,00	R\$	360,00	1,24
A.2.2 Custos com adubo verde (flor-de-seda)					R\$	6.695,00	22,97
Corte (21 t ha)	d/h*	121	R\$	40,00	R\$	4.840,00	16,61
Transporte	Frete	6	R\$	50,00	R\$	275,00	0,94
Trituração	d/h*	20	R\$	40,00	R\$	800,00	2,75
Secagem	d/h*	11	R\$	40,00	R\$	420,00	1,44
Ensacamento	d/h*	9	R\$	40,00	R\$	360,00	1,24
A.2.3 Custos com demais serviços					R\$	3.220,00	11,05
Limpeza do terreno	h/t**	1	R\$	60,00	R\$	60,00	0,21
Aração	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120,00	0,41
Gradagem	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120,00	0,41
Confecção das leiras	h/t**	6	R\$	60,00	R\$	360,00	1,24
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	7	R\$	40,00	R\$	280,00	0,96
Plantio	d/h*	10	R\$	40,00	R\$	400,00	1,37
Replantio	d/h*	6	R\$	40,00	R\$	240,00	0,82
Capina manual	d/h*	16	R\$	40,00	R\$	640,00	2,20
Colheita	d/h*	14	R\$	40,00	R\$	560,00	1,92
Transporte	d/h*	11	R\$	40,00	R\$	440,00	1,51
A.3. Energia elétrica					R\$	24,16	0,08
Forrageira	Kw/h	610,91	R\$	0,43	R\$	259,70	0,89
Bombeamento da água de irrigação	Kw/h	56,84	R\$	0,43	R\$	24,16	0,08
A.4. Outras despesas					R\$	120,60	0,41
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	R\$	12.060,48	R\$	120,60	0,41
A.5. Manutenção e Conservação					R\$	711,25	2,44
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	R\$	10.000,00	R\$	100,00	0,34
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	R\$	1.970,00	R\$	98,50	0,34
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	R\$	7.325,00	R\$	512,75	1,76

Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação	% sobre CT
-----------------	-------------	-------	-------------	------------

B. CUSTOS FIXOS (CF)					R\$	2.243,13	7,70
B.1. Depreciação					R\$	1.026,13	3,52
Forrageira	120	R\$	1.970,00	0,5	R\$	8,21	0,03
Bomba submersa	60	R\$	457,00	5	R\$	38,08	0,13
Tubos 2"	120	R\$	498,00	5	R\$	20,75	0,07
Poço	600	R\$	5.000,00	5	R\$	41,67	0,14
Mangueiras	60	R\$	4.820,00	5	R\$	401,67	1,38
Microaspersores	60	R\$	5.299,00	5	R\$	441,58	1,52
Conexões	60	R\$	390,00	5	R\$	32,50	0,11
Galpão	600	R\$	5.000,00	5	R\$	41,67	0,14
B.2. Impostos e taxas					R\$	5,00	0,02
Imposto Territorial rural	ha		1	5	R\$	5,00	0,02
B.3. Mão de obra fixa					R\$	1.212,00	4,16
Aux. Administração	Salário		1	R\$ 1.212,00	R\$	1.212,00	4,16
C. Custos Operacionais Totais (COT)					R\$	28.042,54	
C.1. (A) + (B)					R\$	28.042,54	96,23
D. Custos de Oportunidade (CO)					R\$	1.099,84	3,77
D.1. Remuneração da terra					R\$	100,00	0,34
Arrendamento	ha		1	R\$ 100,00	R\$	100,00	0,34
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)					R\$	999,84	3,43
Infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%		0,6	R\$ 16.664,00	R\$	999,84	3,43
E. CUSTOS TOTAIS					R\$	29.142,38	100
E.1. CV + CF + CO					R\$	29.142,38	100

*d/h=dia/homem

**h/t=hora/trator

Tabela 16 - Custos de produção por hectare da batata-doce adubada com 55 t ha⁻¹ de mistura equitativa de jitrana e flor-de-seda. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

COMPONENTES	Un.	Qtd	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)				R\$ 30.029,42	89,98
A.1. Insumos				R\$ 8.333,40	24,97
Sementes	muda	41667	R\$ 0,20	R\$ 8.333,40	24,97

A.2. Mão de obra				R\$	20.840,00	62,45
A.2.1 Custos com adubo verde (Jitirana)				R\$	8.770,00	26,28
Corte (27.5 t ha)	d/h*	158	R\$ 40,00	R\$ 6.300,00	18,88	
Transporte	Frete	7	R\$ 50,00	R\$ 350,00	1,05	
Trituração	d/h*	27	R\$ 40,00	R\$ 1.080,00	3,24	
Secagem	d/h*	14	R\$ 40,00	R\$ 560,00	1,68	
Ensacamento	d/h*	12	R\$ 40,00	R\$ 480,00	1,44	
A.2.2 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				R\$	8.770,00	
Corte (27.5 t ha)	d/h*	158	R\$ 40,00	R\$ 6.300,00	18,88	
Transporte	Frete	7	R\$ 50,00	R\$ 350,00	1,05	
Trituração	d/h*	27	R\$ 40,00	R\$ 1.080,00	3,24	
Secagem	d/h*	14	R\$ 40,00	R\$ 560,00	1,68	
Ensacamento	d/h*	12	R\$ 40,00	R\$ 480,00	1,44	
A.2.3 Custos com demais serviços				R\$	3.300,00	9,89
Limpeza do terreno	h/t**	1	R\$ 60,00	R\$ 60,00	0,18	
Aração	h/t**	2	R\$ 60,00	R\$ 120,00	0,36	
Gradagem	h/t**	2	R\$ 60,00	R\$ 120,00	0,36	
Confecção das leiras	h/t**	6	R\$ 60,00	R\$ 360,00	1,08	
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	9	R\$ 40,00	R\$ 360,00	1,08	
Plantio	d/h*	10	R\$ 40,00	R\$ 400,00	1,20	
Replantio	d/h*	6	R\$ 40,00	R\$ 240,00	0,72	
Capina manual	d/h*	16	R\$ 40,00	R\$ 640,00	1,92	
Colheita	d/h*	14	R\$ 40,00	R\$ 560,00	1,68	
Transporte	d/h*	11	R\$ 40,00	R\$ 440,00	1,32	
A.3. Energia elétrica				R\$	24,16	0,07
Forrageira	Kw/h	800,00	R\$ 0,43	R\$ 340,08	1,02	
Bombeamento da água de irrigação	Kw/h	56,84	R\$ 0,43	R\$ 24,16	0,07	
A.4. Outras despesas				R\$	120,60	0,36
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	R\$ 12.060,48	R\$ 120,60	0,36	
A.5. Manutenção e Conservação				R\$	711,25	2,13
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	R\$ 10.000,00	R\$ 100,00	0,30	
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	R\$ 1.970,00	R\$ 98,50	0,30	
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	R\$ 7.325,00	R\$ 512,75	1,54	

	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação		% sobre CT
B. CUSTOS FIXOS (CF)				R\$	2.243,13	6,72
B.1. Depreciação				R\$	1.026,13	3,07
Forrageira	120	R\$ 1.970,00	0,5	R\$	8,21	0,02
Bomba submersa	60	R\$ 457,00	5	R\$	38,08	0,11
Tubos 2"	120	R\$ 498,00	5	R\$	20,75	0,06
Poço	600	R\$ 5.000,00	5	R\$	41,67	0,12
Mangueiras	60	R\$ 4.820,00	5	R\$	401,67	1,20
Microaspersores	60	R\$ 5.299,00	5	R\$	441,58	1,32
Conexões	60	R\$ 390,00	5	R\$	32,50	0,10
Galpão	600	R\$ 5.000,00	5	R\$	41,67	0,12
B.2. Impostos e taxas				R\$	5,00	0,01
Imposto Territorial rural	ha	1	5	R\$	5,00	0,01
B.3. Mão de obra fixa				R\$	1.212,00	3,63
Aux. Administração	Salário	1	R\$ 1.212,00	R\$	1.212,00	3,63
C. Custos Operacionais Totais (COT)				R\$	32.272,54	
C.1. (A) + (B)				R\$	32.272,54	96,70
D. Custos de Oportunidade (CO)				R\$	1.099,84	3,30
D.1. Remuneração da terra				R\$	100,00	0,30
Arrendamento	ha	1	R\$ 100,00	R\$	100,00	0,30
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				R\$	999,84	3,00
Infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	R\$ 16.664,00	R\$	999,84	3,00
E. CUSTOS TOTAIS				R\$	33.372,38	100
E.1. CV + CF + CO				R\$	33.372,38	100

*d/h=dia/homem

**h/t=hora/trator

Tabela 17 - Custos de produção por hectare da batata-doce adubada com 68 t ha⁻¹ de mistura equitativa de jitrana e flor-de-seda. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

COMPONENTE S	Un.	Qtd	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)				R\$ 34.179,42	91,09
A.1. Insumos				R\$ 8.333,40	22,21

Sementes	muda	41667	R\$	0,20	R\$	8.333,40	22,21
A.2. Mão de obra					R\$	24.990,00	66,60
A.2.1 Custos com adubo verde (Jitirana)					R\$	10.805,00	28,80
Corte (34 t ha)	d/h*	196	R\$	40,00	R\$	7.840,00	20,89
Transporte	Frete	9	R\$	50,00	R\$	425,00	1,13
Trituração	d/h*	33	R\$	40,00	R\$	1.300,00	3,46
Secagem	d/h*	17	R\$	40,00	R\$	680,00	1,81
Ensacamento	d/h*	14	R\$	40,00	R\$	560,00	1,49
A.2.2 Custos com adubo verde (flor-de-seda)					R\$	10.805,00	28,80
Corte (34 t ha)	d/h*	196	R\$	40,00	R\$	7.840,00	20,89
Transporte	Frete	9	R\$	50,00	R\$	425,00	1,13
Trituração	d/h*	33	R\$	40,00	R\$	1.300,00	3,46
Secagem	d/h*	17	R\$	40,00	R\$	680,00	1,81
Ensacamento	d/h*	14	R\$	40,00	R\$	560,00	1,49
A.2.3 Custos com demais serviços					R\$	3.380,00	9,01
Limpeza do terreno	h/t**	1	R\$	60,00	R\$	60,00	0,16
Aração	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120,00	0,32
Gradagem	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120,00	0,32
Confecção das leiras	h/t**	6	R\$	60,00	R\$	360,00	0,96
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	11	R\$	40,00	R\$	440,00	1,17
Plantio	d/h*	10	R\$	40,00	R\$	400,00	1,07
Replantio	d/h*	6	R\$	40,00	R\$	240,00	0,64
Capina manual	d/h*	16	R\$	40,00	R\$	640,00	1,71
Colheita	d/h*	14	R\$	40,00	R\$	560,00	1,49
Transporte	d/h*	11	R\$	40,00	R\$	440,00	1,17
A.3. Energia elétrica					R\$	24,16	0,06
Forrageira	Kw/h	989,08	R\$	0,43	R\$	420,46	1,12
Bombeamento da água de irrigação	Kw/h	56,84	R\$	0,43	R\$	24,16	0,06
A.4. Outras despesas					R\$	120,60	0,32
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	R\$	12.060,48	R\$	120,60	0,32
A.5. Manutenção e Conservação					R\$	711,25	1,90
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	R\$	10.000,00	R\$	100,00	0,27
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	R\$	1.970,00	R\$	98,50	0,26
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	R\$	7.325,00	R\$	512,75	1,37

	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação	% sobre CT
B. CUSTOS FIXOS (CF)				R\$ 2.243,13	5,98
B.1. Depreciação				R\$ 1.026,13	2,73
Forrageira	120	R\$ 1.970,00	0,5	R\$ 8,21	0,02
Bomba submersa	60	R\$ 457,00	5	R\$ 38,08	0,10
Tubos 2"	120	R\$ 498,00	5	R\$ 20,75	0,06
Poço	600	R\$ 5.000,00	5	R\$ 41,67	0,11
Mangueiras	60	R\$ 4.820,00	5	R\$ 401,67	1,07
Microaspersores	60	R\$ 5.299,00	5	R\$ 441,58	1,18
Conexões	60	R\$ 390,00	5	R\$ 32,50	0,09
Galpão	600	R\$ 5.000,00	5	R\$ 41,67	0,11
B.2. Impostos e taxas				R\$ 5,00	0,01
Imposto Territorial rural	ha	1	5	R\$ 5,00	0,01
B.3. Mão de obra fixa				R\$ 1.212,00	3,23
Aux. Administração	Salário	1	R\$ 1.212,00	R\$ 1.212,00	3,23
C. Custos Operacionais Totais (COT)				R\$ 36.422,54	
C.1. (A) + (B)				R\$ 36.422,54	97,07
D. Custos de Oportunidade (CO)				R\$ 1.099,84	2,93
D.1. Remuneração da terra				R\$ 100,00	0,27
Arrendamento	ha	1	R\$ 100,00	R\$ 100,00	0,27
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				R\$ 999,84	2,66
Infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,6	R\$ 16.664,00	R\$ 999,84	2,66
E. CUSTOS TOTAIS				R\$ 37.522,38	100
E.1. CV + CF + CO				R\$ 37.522,38	100

*d/h=dia/homem

**h/t=hora/trator

Tabela 18 - Custos de produção por hectare, da batata-doce sem adubação. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

COMPONENTES	Un.	Qtd	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)				R\$ 12.030,91	78,30
A.1. Insumos				R\$ 8.333,40	54,23

Sementes	kg	41667	R\$	0,20	R\$	8.333,40	54,23
A.2. Mão de obra					R\$	2.940,00	19,13
Limpeza do terreno	h/t**	1	R\$	60,00	R\$	60,00	0,39
Aração	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120,00	0,78
Gradagem	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120,00	0,78
Confecção das leiras	h/t**	6	R\$	60,00	R\$	360,00	2,34
A.2.1 Custos com demais serviços							
Plantio	d/h*	10	R\$	40,00	R\$	400,00	2,60
Replantio	d/h*	6	R\$	40,00	R\$	240,00	1,56
Capina manual	d/h*	16	R\$	40,00	R\$	640,00	4,17
Colheita	d/h*	14	R\$	40,00	R\$	560,00	3,64
Transporte	d/h*	11	R\$	40,00	R\$	440,00	2,86
A.3. Energia elétrica					R\$	24,16	0,16
Bombeamento da água de irrigação	Kw/h	56,84	R\$	0,43	R\$	24,16	0,16
A.4. Outras despesas					R\$	120,60	0,78
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	R\$	12.060,48	R\$	120,60	0,78
A.5. Manutenção e Conservação					R\$	612,75	3,99
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	R\$	10.000,00	R\$	100,00	0,65
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	R\$	7.325,00	R\$	512,75	3,34
	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)		Meses		Depreciação	% sobre CT
B. CUSTOS FIXOS (CF)					R\$	2.234,92	14,54
B.1. Depreciação					R\$	1.017,92	6,62
Bomba submersa	60	R\$ 457,00		5	R\$	38,08	0,25
Tubos 2"	120	R\$ 498,00		5	R\$	20,75	0,14
Poço	600	R\$ 5.000,00		5	R\$	41,67	0,27
Mangueiras	60	R\$ 4.820,00		5	R\$	401,67	2,61
Microaspersores	60	R\$ 5.299,00		5	R\$	441,58	2,87
Conexões	60	R\$ 390,00		5	R\$	32,50	0,21
Galpão	600	R\$ 5.000,00		5	R\$	41,67	0,27
B.2. Impostos e taxas					R\$	5,00	0,03
Imposto Territorial rural	ha	1		5	R\$	5,00	0,03
B.3. Mão de obra fixa					R\$	1.212,00	7,89
Aux. Administração	Salário	1	R\$	1.212,00	R\$	1.212,00	7,89

C. Custos Operacionais Totais (COT)					R\$	14.265,83	
C.1. (A) + (B)					R\$	14.265,83	92,84
D. Custos de Oportunidade (CO)					R\$	1.099,84	7,16
D.1. Remuneração da terra					R\$	100,00	0,65
Arrendamento	ha	1	R\$	100,00	R\$	100,00	0,65
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)					R\$	999,84	6,51
Infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	R\$	16.664,00	R\$	999,84	6,51
E. CUSTOS TOTAIS					R\$	15.365,67	100
E.1. CV + CF + CO					R\$	15.365,67	100

*d/h=dia/homem

**h/t=hora/trator

Tabela 19 - Custos de produção por hectare da batata-doce com adubação mineral. Mossoró – RN, UFERSA, 2023.

COMPONENTES	Un.	Qtd	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)			R\$	16.309.19	83,02
A.1. Insumos			R\$	12.611.68	64,20
Sementes	muda	41667	R\$	0,20 R\$ 8.333.40	42,42

Ureia	kg	133	R\$	7,00	R\$	931.00	4,74
Cloreto de potássio	kg	138	R\$	10,26	R\$	1.415.88	7,21
Superfosfato simples	kg	333	R\$	5,80	R\$	1.931.40	9,83
A.2. Mão de obra					R\$	2.940.00	14,97
A.2.1 Custos com adubo mineral					R\$	580.00	2,95
Adubação de fundação	d/h*	10	R\$	40,00	R\$	400.00	2,04
Adubação de cobertura	d/h*	10	R\$	40,00	R\$	400.00	2,04
Limpeza do terreno	h/t**	1	R\$	60,00	R\$	60.00	0,31
Aração	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120.00	0,61
Gradagem	h/t**	2	R\$	60,00	R\$	120.00	0,61
Confecção de leiras	h/t**	6	R\$	60,00	R\$	360.00	1,83
A.2.1 Custos com demais serviços							
Plantio	d/h*	10	R\$	40,00	R\$	400.00	2,04
Desbaste	d/h*	6	R\$	40,00	R\$	240.00	1,22
Capina manual	d/h*	16	R\$	40,00	R\$	640.00	3,26
Colheita	d/h*	14	R\$	40,00	R\$	560.00	2,85
Transporte	d/h*	11	R\$	40,00	R\$	440.00	2,24
A.3. Energia elétrica					R\$	24.16	0,12
Bombeamento da água de irrigação	Kw/h	56,84	R\$	0,43	R\$	24.16	0,12
A.4. Outras despesas					R\$	120.60	0,61
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	R\$	12.060,48	R\$	120.60	0,61
A.5. Manutenção e Conservação					R\$	612.75	3,12
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	R\$	10.000,00	R\$	100.00	0,51
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	R\$	7.325,00	R\$	512.75	2,61
		Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação		% sobre CT
B. CUSTOS FIXOS (CF)					R\$	2.234,92	11,38
B.1. Depreciação					R\$	1.017,92	5,18
Bomba submersa	60	R\$	457,00	5	R\$	38,08	0,19
Tubos 2"	120	R\$	498,00	5	R\$	20,75	0,11

Poço	600	R\$	5.000,00	5	R\$	41,67	0,21
Mangueiras	60	R\$	4.820,00	5	R\$	401,67	2,04
Microaspersores	60	R\$	5.299,00	5	R\$	441,58	2,25
Conexões	60	R\$	390,00	5	R\$	32,50	0,17
Galpão	600	R\$	5.000,00	5	R\$	41,67	0,21
B.2. Impostos e taxas					R\$	5,00	0,03
Imposto Territorial rural	ha		1	5	R\$	5,00	0,03
B.3. Mão de obra fixa					R\$	1.212,00	6,17
Aux. Administração	Salário		1	R\$ 1.212,00	R\$	1.212,00	6,17
C. Custos Operacionais Totais (COT)					R\$	18.544,11	
C.1. (A) + (B)					R\$	18.544,11	94,40
D. Custos de Oportunidade (CO)					R\$	1.099,84	5,60
D.1. Remuneração da terra					R\$	100,00	0,51
Arrendamento	ha		1	R\$ 100,00	R\$	100,00	0,51
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)					R\$	999,84	5,09
Infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%		0,06	R\$ 16.664,00	R\$	999,84	5,09
E. CUSTOS TOTAIS					R\$	19.643,95	100
E.1. CV + CF + CO					R\$	19.643,95	100

*d/h=dia/homem

**h/t=hora/trator