



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

FRANCISCA KARLA KELLY DA SILVA LINO

**BENEFÍCIOS AGROBIOECONÔMICOS DA DENSIDADE DE PLANTIO DA  
ALFACE CONSORCIADA COM RABANETE ADUBADA ORGANICAMENTE**

MOSSORÓ

2022

FRANCISCA KARLA KELLY DA SILVA LINO

**BENEFÍCIOS AGROBIOECONÔMICOS DA DENSIDADE DE PLANTIO DA  
ALFACE CONSORCIADA COM RABANETE ADUBADA ORGANICAMENTE**

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

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Orientador: Francisco Bezerra Neto, Prof. Ph.D.

Coorientadora: Elizangela Cabral dos Santos, Prof<sup>a</sup>. DSc.

MOSSORÓ

2022

© 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

735b

Lino, Francisca Karla Kelly da Silva.  
BENEFÍCIOS AGROBIOECONÔMICOS DA DENSIDADE DE  
PLANTIO DA ALFACE CONSORCIADA COM RABANETE  
ADUBADA ORGANICAMENTE / Francisca Karla Kelly da  
Silva Lino. - 2022.  
106 f. : il.

Orientador: Francisco Bezerra Neto.  
Coorientadora: Elizangela Cabral dos Santos.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Federal  
Rural do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em  
Fitotecnia, 2022.

1. Calotropis procera. 2. Merremia aegyptia.  
3. Lactuca sativa. 4. Raphanus sativus. 5.  
consorciação de culturas. I. Bezerra Neto,  
Francisco, orient. II. Santos, Elizangela Cabral  
dos, co-orient. III. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade  
com AACR2 e os dados fornecidos pelo autor(a).

Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência

Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva

CRB: 15/120

FRANCISCA KARLA KELLY DA SILVA LINO

**BENEFÍCIOS AGROBIOECONÔMICOS DA DENSIDADE DE PLANTIO DA  
ALFACE CONSORCIADA COM RABANETE ADUBADA ORGANICAMENTE**

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

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Defendida em: 18 / 02 / 2022.

**BANCA EXAMINADORA**



Ph.D. Francisco Bezerra Neto (UFERSA)  
Presidente



DSc. Elizangela Cabral dos Santos (UFERSA)  
Coorientadora



DSc. Aridênia Peixoto Chaves (Eng<sup>a</sup>. Agrônoma)  
Membro Examinador



DSc. Gardênia Silvana de Oliveira Rodrigues (Eng<sup>a</sup>. Agrônoma)  
Membro Examinador



DSc. Ítalo Nunes Silva (Biolchim do Brasil)  
Membro Examinador

Aos meus pais, Ildene e José Maria,  
meus irmãos, Kelly e Paulo, e  
ao meu esposo, Vitor Abel,  
por acreditarem em mim, e por serem os  
maiores incentivadores dos meus sonhos.

***DEDICO***

## AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus pela vida, sabedoria, determinação, força e saúde para enfrentar os desafios diários, por me permitir continuar, me abençoar e por me permitir ser feliz durante todo percurso.

Aos meus queridos pais, Francisca Ildene da Silva e José Maria da Silva, por serem exemplos de determinação, dedicação e força, e aos meus irmãos, Ane Kelly e Paulo Henrique, por todo o incentivo e amizade. O apoio de vocês foi fundamental para ter alcançado esta e outras conquistas. Sou grata imensamente pelas lições ensinadas, elas me ajudaram a ser quem sou hoje.

Ao meu esposo, Vitor Abel da Silva Lino, por toda a compreensão, apoio e cumplicidade, por sempre estar pronto para me ajudar, por ser minha fortaleza, me deixando mais forte durante a caminhada.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), pela oportunidade de cursar uma Pós-Graduação ofertando-me todas as condições para isso.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pelo aparato dado durante o curso que facilitou os trâmites. Todo o conhecimento adquirido foi e será de grande valia para minha formação.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) e ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), pela concessão da bolsa de estudo.

Ao professor Francisco Bezerra Neto, pela orientação, paciência compreensão e ensinamentos que me amadureceram como pessoa e estudante. Eu os levarei para a vida.

À minha coorientadora, professora Elisangela Cabral dos Santos, por todos os conselhos, apoio e parceria durante o Curso.

Aos membros da banca examinadora: Professores Francisco Bezerra Neto, Elizangela Cabral dos Santos, Aridênia Chaves, Gardênia Silvana de Oliveira Rodrigues e Ítalo Nunes Silva, pela colaboração no aperfeiçoamento deste trabalho.

A todos que fazem parte do grupo de pesquisa “Ciência e Ação” que durante o período de duração do Curso contribuíram na realização deste trabalho: Rose Paula, Isaac Alves, Erivan Alves, Rayanna Campos, Gerlani Alves, Jéssica Paloma, Natan Guerra, Rebeca, Pablo, Gideilson. A ajuda de vocês tornou os fardos mais leves. Obrigada pela inestimável ajuda e companheirismo.

Aos alunos de Mestrado e Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, com quem, mesmo que remotamente, tive a imensurável alegria de trocar experiências e conhecimentos, em especial meus amigos Valdigleza Arruda, Johnny Jean, Nickson Carvalho, pela ajuda e companheirismo. A amizade de vocês foi fundamental.

Aos técnicos de laboratório, secretários e prestadores de serviços da UFERSA, em especial: Cosmildo, Josimar, Josivan (Nanã), Isleique, dentre outros. Obrigada por compartilhar ensinamentos e experiência.

Ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pelos ensinamentos de grande valia que foram repassados neste período.

A todos que contribuíram de forma direta e indireta na realização deste trabalho e na realização de meu sonho. Obrigada por me acompanharem e contribuírem nesta jornada.

**MUITO OBRIGADA A TODOS!**

O sucesso nasce do querer, da determinação e persistência em se chegar a um objetivo. Mesmo não atingindo o alvo, quem busca e vence obstáculos, no mínimo fará coisas admiráveis.

José de Alencar

## RESUMO

LINO, F. K. K. S. **Benefícios agrobioeconômicos da densidade de plantio da alface consorciada com rabanete adubada organicamente**. 2022. 106f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró- RN, 2022.

Nos cultivos consorciados entre hortaliças, os maiores desafios encontrados são os manejos corretos de técnicas como adubação e densidade de plantio. Quando bem manejadas, essas técnicas proporcionam vantagens agroecológicas satisfatórias em sistemas consorciados. O objetivo deste estudo foi avaliar os benefícios e os retornos agrobioeconômicos que o consórcio de rabanete com alface pode proporcionar em diferentes quantidades equitativas de biomassa de jitarana (*Merremia aegyptia*) e flor-de-seda (*Calotropis procera*), em diversas densidades populacionais de alface em ambiente semiárido em dois anos de cultivo. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições. O primeiro fator deste esquema consistiu de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* nas doses de 20, 35, 50 e 65 t ha<sup>-1</sup> em base seca, e o segundo, de densidades populacionais de alface de 150, 200, 250 e 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>. A produção e seus componentes do rabanete e da alface foram avaliados, além dos indicadores agrobioeconômicos como vantagem do consórcio (VC), índice de eficiência produtiva (IEP), escore da variável canônica (Z), índices de superação das culturas (IS<sub>r</sub> e IS<sub>a</sub>), razão competitiva (RC), perda de rendimento real (PRR), renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL). A produtividade comercial máxima otimizada de raízes de rabanete no consórcio foi de 8,45 t ha<sup>-1</sup> na combinação da quantidade de 20 t ha<sup>-1</sup> biomassa das espécies e densidade de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup> da alface, ao passo que a produtividade máxima de folhas da alface otimizada em consórcio foi de 17,72 t ha<sup>-1</sup>, na combinação de 65 t ha<sup>-1</sup> e densidade de 300mil plantas ha<sup>-1</sup>. Os maiores retornos agrobioeconômicos obtidos no consórcio de rabanete com alface foram de: 2,25, 8,03, 3,00, 2,40, 95.456,62 e 52.270,48 R\$ ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para RET, VC, Z, PRR, RB e RL na quantidade de 65 t ha<sup>-1</sup> e densidade de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>; de 0,96 no IEP e 2,61 para RC na quantidade de 65 t ha<sup>-1</sup> e densidade de 150 mil plantas ha<sup>-1</sup>; de 1,09, 2,43 reais por cada real investido e 60,27% para IS<sub>r</sub>, TR e IL na quantidade de 20 t ha<sup>-1</sup> e densidades de alface de 252 e 300 mil planta ha<sup>-1</sup> e de -0,16 para IS<sub>a</sub> na quantidade de 65 t ha<sup>-1</sup> e densidade de 150 mil plantas ha<sup>-1</sup>. A utilização de espécies do bioma Caatinga como adubos verdes é uma técnica viável que promove ganhos na produção de hortaliças em condições semiáridas.

**Palavras-chave:** *Calotropis procera*; *Merremia aegyptia*; *Lactuca sativa*; *Raphanus sativus*; consorciação de culturas; rentabilidade bioeconômica.

## ABSTRACT

**LINO, F. K. K. S. Agro-bioeconomic benefits of lettuce density population intercropped with organically manure radish.** 2022. 106p. Thesis (Master of Science in Plant Science) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2022.

In intercropping between vegetables, the biggest challenges are the correct management of techniques such as manure and density population. When well-managed, it provides satisfactory agro-economic advantages. The objective of this study was to evaluate the agrobioeconomic benefits and returns of lettuce planting density intercropped with radish and organically fertilized with woodrose (*Merremia aegyptia*) and roostertree (*Calotropis procera*) in two years of crop. The experimental design used was in randomized blocks, with treatments arranged in a 4 x 4 factorial, with four repetitions. The first factor consisted of equitable amounts of *M. aegyptia* and *C. procera* biomass at rates of 20, 35, 50 and 65 t ha<sup>-1</sup> on a dry basis, and the second factor of lettuce population densities of 150, 200, 250 and 300 thousand plants ha<sup>-1</sup>. The production of radish and lettuce and their components were evaluated, in addition to agro-bioeconomic indicators such as intercropping advantage (VC), productive efficiency index (PEI), canonical variable score (Z), crop overrun indices (A<sub>r</sub> and A<sub>l</sub>), competitive ratio (CR), loss of real income (PRR), gross income (RB), net income (RL), rate of return (TR) and profitability index (IL). The maximum optimized commercial productivity of radish roots in the intercropping was 8.45 t ha<sup>-1</sup> in the combination of the amount of 20 t ha<sup>-1</sup> of species biomass and density of 300 thousand plants ha<sup>-1</sup> of lettuce, while the maximum productivity of lettuce leaves optimized in intercropping was 17.72 t ha<sup>-1</sup>, in the combination of 65 t ha<sup>-1</sup> and density of 300,000 plants ha<sup>-1</sup>. The highest agro-bioeconomic returns obtained in the intercropping of radish with lettuce were: 2.25, 8.03, 3.00, 2.40, 95,456.62 and 52,270.48 R\$ ha<sup>-1</sup>, respectively, for LER, IA, Z, AYL, GI and NI in the biomass amount of 65 t ha<sup>-1</sup> of green manures and population density of lettuce of 300 thousand plants ha<sup>-1</sup>; of 0.96 and 2.61 for PEI and CR in the amount of 65 t ha<sup>-1</sup> and lettuce density of 150 thousand plants ha<sup>-1</sup>; of 1.09, 2.43 reals for each real invested and 60.27% for A<sub>r</sub>, RR and PM in the amount of 20 t ha<sup>-1</sup> and lettuce densities of 252 and 300 thousand plant ha<sup>-1</sup> and of -0,16 for A<sub>l</sub> in the amount of 65 t ha<sup>-1</sup> and density of 150 thousand plants ha<sup>-1</sup>. The use of species from the Caatinga biome as green manure is an applicable technique that promotes gains in the production of vegetables in semi-arid conditions.

**Keywords:** *Calotropis procera*; *Merremia aegyptia*; *Lactuca sativa*; *Raphanus sativus*; intercropping, bio-economic profitability.

## LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** – Dados climáticos durante os anos de cultivos 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2022..... 41
- Figura 2** – Detalhes das parcelas do cultivo consorciado de rabanete-alface adubadas com quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* nas densidades populacionais de 150 (A), 200 (B), 250 (C), e 300 (D) mil plantas ha<sup>-1</sup> de alface com 500 mil plantas de rabanete. Mossoró-RN, UFERSA, 2022..... 43
- Figura 3** – Detalhes das parcelas do cultivo solteiro da alface (esquerda) e rabanete (direita) nas densidades populacionais de 250 e 500 mil plantas ha<sup>-1</sup> respectivamente. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.....44
- Figura 4** – Altura (A) e diâmetro de plantas (B), número de folhas por planta (C), produtividade de folhas (D) e massa seca da parte aérea (E) de alface consorciada com rabanete em função de diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo e densidades populacionais de alface nos anos de cultivos 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2022. .... 48
- Figura 5** – Altura (A) e diâmetro longitudinal de raízes (B), massa seca da parte aérea (C), massa seca de raízes (D), produtividade comercial (E) e produtividade total de raízes (F) de rabanete consorciado com alface em função de diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo e densidade populacionais de alface nos anos de cultivos 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.....51
- Figura 6** – Índice de produtividade do sistema (A), coeficiente equivalente de terra (B) e razão de equivalência monetária (C) de rabanete consorciado com alface em função de diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo e densidade populacionais de alface nos anos de cultivos 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.....54
- Figura 7** – Dados climáticos durante os anos de cultivos 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.....65
- Figura 8** – Detalhes das parcelas consorciadas do rabanete (🌱) com alface (🌿) na densidade populacional de 500 mil plantas ha<sup>-1</sup> de rabanete consorciado com as densidades populacionais de alface de 150 (A), 200 (B), 250 (C) e 300 (D)

	mil plantas ha <sup>-1</sup> . Mossoró-RN, UFERSA, 2022.....	67
<b>Figura 9</b>	– Detalhes das parcelas dos cultivos solteiros das culturas de alface ( 🍃 ) e de rabanete ( 🍒 ) nas densidades populacionais de 250 (A) e 500 (B) mil plantas por hectare, respectivamente. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.....	68
<b>Figura 10</b>	– Razão equivalente de terra (A), vantagem do consórcio (B), índice de eficiência produtiva (C) e escore da variável canônica Z (D) do consórcio de rabanete com alface em diferentes combinações de quantidades equitativas de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> e densidades populacionais de alface. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.....	75
<b>Figura 11</b>	– Índice de superação do rabanete (A), índice de superação da alface (B), razão competitiva (C) e perda de rendimento real (D) do consórcio de rabanete com alface em diferentes combinações de quantidades equitativas de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> e densidades populacionais de alface nos anos de 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.....	77
<b>Figura 12</b>	– Renda bruta (A), renda líquida (B), taxa de retorno (C) e índice de lucratividade (D) do consórcio de rabanete com alface em diferentes combinações de quantidades equitativas de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> e densidades populacionais de alface. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.....	80

## LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Análises químicas dos solos das áreas onde os experimentos foram implantados antes da incorporação nos anos de 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2022..... 41
- Tabela 2** – Análises químicas dos solos das áreas onde os experimentos foram implantados antes da incorporação nos anos de 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.....45
- Tabela 3** – Valores de F para as características altura de planta (AP), número de folhas por planta (NF), diâmetro transversal (DT), rendimento de massa verde (RMV), massa seca da parte aérea (MSPA) da alface consorciada com rabanete adubada com quantidades equitativas de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo e densidades populacionais de alface nos anos de 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.....87
- Tabela 4** – Valores de F para as características altura de planta (AP), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), diâmetro longitudinal (DL), produtividade comercial de raízes (PCR), produtividade total de raízes (PTR) de rabanete consorciada com alface adubada com quantidades equitativas de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo e densidades populacionais de alface nos anos de 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2022..... 88
- Tabela 5** – Valores de F para índice de produtividade do sistema (IPS), coeficiente equivalente de terra (CET) e razão de equivalência monetária (REM) de rabanete consorciado com alface adubada com quantidades equitativas de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo e densidades populacionais de alface nos anos de 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.....89
- Tabela 6** – Análises químicas dos solos das áreas experimentais antes da instalação de cada experimento nas estações de cultivos de 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.....65
- Tabela 7** – Descrição das densidades populacionais e espaçamentos do rabanete e da alface utilizados nos experimentos dos sistemas consorciados e solteiros. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.....66
- Tabela 8** – Composição química da matéria seca dos adubos verdes *M. aegyptia* e *C. procera* nas estações de cultivos de 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA,

	2022.....	69
<b>Tabela 9</b>	– Valores de F para razão equivalente da terra (RET), vantagem do consórcio (VC), índice de eficiência produtiva (IEP), escore da variável canônica (Z), índice de superação do rabanete sobre a alface (Ar), índice de superação da alface sobre o rabanete (Al), razão competitiva (CR) e perda de rendimento real (PRR) do consórcio de rabanete com alface em diferentes combinações de quantidades equitativas de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> e densidades populacionais da alface nos anos de 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.....	89
<b>Tabela 10</b>	– Renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) do consórcio de rabanete com alface em diferentes combinações de quantidades equitativas de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> e densidades populacionais da alface. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.....	90

## LISTA DE TABELAS DO APÊNDICE

<b>Tabela 1</b>	– Custos de produção por hectare de alface adubada com 20 t ha <sup>-1</sup> de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> em base seca na população de 300 mil plantas ha <sup>-1</sup> . Mossoró, UFERSA, 2022.....	91
<b>Tabela 2</b>	– Custos de produção por hectare de alface adubada com 35 t ha <sup>-1</sup> de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> em base seca na população de 300 mil plantas ha <sup>-1</sup> . Mossoró, UFERSA, 2022.....	92
<b>Tabela 3</b>	– Custos de produção por hectare de alface adubada com 50 t ha <sup>-1</sup> de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> em base seca na população de 300 mil plantas ha <sup>-1</sup> . Mossoró, UFERSA, 2022.....	93
<b>Tabela 4</b>	– Custos de produção por hectare de alface adubada com 65 t ha <sup>-1</sup> de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> em base seca na população de 300 mil plantas ha <sup>-1</sup> . Mossoró, UFERSA, 2022.....	94
<b>Tabela 5</b>	– Custos de produção por hectare de alface adubada com 20 t ha <sup>-1</sup> de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> em base seca na população de 250 mil plantas ha <sup>-1</sup> . Mossoró, UFERSA, 2022.....	95
<b>Tabela 6</b>	– Custos de produção por hectare de alface adubada com 35 t ha <sup>-1</sup> de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> em base seca na população de 250 mil plantas ha <sup>-1</sup> . Mossoró, UFERSA, 2022.....	96
<b>Tabela 7</b>	– Custos de produção por hectare de alface adubada com 50 t ha <sup>-1</sup> de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> em base seca na população de 250 mil plantas ha <sup>-1</sup> . Mossoró, UFERSA, 2022.....	97
<b>Tabela 8</b>	– Custos de produção por hectare de alface adubada com 65 t ha <sup>-1</sup> de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> em base seca na população de 250 mil plantas ha <sup>-1</sup> . Mossoró, UFERSA, 2022.....	98
<b>Tabela 9</b>	– Custos de produção por hectare de alface adubada com 20 t ha <sup>-1</sup> de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> em base seca na população de 200 mil plantas ha <sup>-1</sup> . Mossoró, UFERSA, 2022.....	99
<b>Tabela 10</b>	– Custos de produção por hectare de alface adubada com 35 t ha <sup>-1</sup> de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> em base seca na população de 200 mil plantas ha <sup>-1</sup> . Mossoró, UFERSA, 2022.....	100
<b>Tabela 11</b>	– Custos de produção por hectare de alface adubada com 50 t ha <sup>-1</sup> de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> em base seca na população de 200 mil plantas	

	ha <sup>-1</sup> . Mossoró, UFERSA, 2022.....	101
<b>Tabela 12</b>	– Custos de produção por hectare de alface adubada com 65 t ha <sup>-1</sup> de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> em base seca na população de 200 mil plantas ha <sup>-1</sup> . Mossoró, UFERSA, 2022.....	102
<b>Tabela 13</b>	– Custos de produção por hectare de alface adubada com 20 t ha <sup>-1</sup> de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> em base seca na população de 150 mil plantas ha <sup>-1</sup> . Mossoró, UFERSA, 2022.....	103
<b>Tabela 14</b>	– Custos de produção por hectare de alface adubada com 35 t ha <sup>-1</sup> de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> em base seca na população de 150 mil plantas ha <sup>-1</sup> . Mossoró, UFERSA, 2022.....	104
<b>Tabela 15</b>	– Custos de produção por hectare de alface adubada com 50 t ha <sup>-1</sup> de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> em base seca na população de 150 mil plantas ha <sup>-1</sup> . Mossoró, UFERSA, 2022.....	105
<b>Tabela 16</b>	– Custos de produção por hectare de alface adubada com 65 t ha <sup>-1</sup> de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> em base seca na população de 150 mil plantas ha <sup>-1</sup> . Mossoró, UFERSA, 2022.....	106

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO GERAL.....</b>	<b>21</b>
<b>2</b>	<b>REFERENCIAL TEÓRICO .....</b>	<b>23</b>
2.1	CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS CULTURAS.....	23
2.1.1	<b>Rabanete.....</b>	<b>23</b>
2.1.2	<b>Alface.....</b>	<b>24</b>
2.2	CONSORCIAÇÃO DE TUBEROSAS COM FOLHOSAS.....	25
2.3	UTILIZAÇÃO DE ESPÉCIES ESPONTÂNEAS DA CAATINGA COMO ADUBO VERDE.....	26
2.4	DENSIDADES POPULACIONAIS EM CONSÓRCIO.....	29
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>31</b>
	<b>Capítulo 1- BENEFÍCIOS AGROECONÔMICOS NA MISTURA DE RABANETE E ALFACE SOB ADUBAÇÃO VERDE E DENSIDADE DE PLANTIO OTIMIZADAS.....</b>	<b>37</b>
	<b>RESUMO.....</b>	<b>37</b>
	<b>ABSTRACT.....</b>	<b>38</b>
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>39</b>
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS.....</b>	<b>40</b>
2.1	LOCAL, CLIMA E SOLO.....	40
2.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS .....	42
2.3	MANEJO DOS EXPERIMENTOS E MATERIAIS.....	44
2.4	CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	45
2.5	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	46
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	<b>47</b>
3.1	CULTURA DA ALFACE.....	47
3.2	CULTURA DO RABANETE.....	49
3.3	INDICADORES AGROECONÔMICOS DO SISTEMA CONSORCIADO.	53
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>56</b>
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>57</b>

	<b>CAPÍTULO 2- MAXIMIZAÇÃO DE BENEFÍCIOS AGRO- BIOECONÔMICOS EM SISTEMAS CONSORCIADOS DE RABANETE E ALFACE EM AMBIENTE SEMIÁRIDO.....</b>	60
	<b>RESUMO.....</b>	60
	<b>ABSTRACT.....</b>	61
<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO.....</b>	62
<b>2</b>	<b>MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	64
2.1	LOCAL, CLIMA E SOLO .....	64
2.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS .....	66
2.3	PREPARO DO SOLO, MANEJO E PRÁTICAS CULTURAIS.....	68
2.4	CARACTERÍSTICAS E ÍNDICES AVALIADOS.....	70
2.4.1	<b>Índices agronômicos e de competição.....</b>	70
2.5	INDICADORES DE EFICIÊNCIA ECONÔMICA.....	73
2.6	ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	73
<b>3</b>	<b>RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>	74
3.1	ÍNDICES AGRONÔMICOS E DE COMPETIÇÃO.....	74
3.2	ÍNDICES ECONÔMICOS.....	79
<b>4</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	82
	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	83
	<b>APÊNDICE .....</b>	86

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

A busca por hábitos mais saudáveis induz a população a aumentar o consumo de frutas e hortaliças. Da década de 90 até os dias atuais, diversos trabalhos mostram esse aumento gradual abrangendo diversas espécies vegetais. Dentre os vegetais consumidos estão a folhosa e a tuberosa como alface e rabanete, preferidos por atender e satisfazer as necessidades nutricionais e minerais necessárias na dieta humana.

Um dos motivos que levam a esse aumento no consumo, além da qualidade nutricional, são as características organolépticas e nutracêuticas que eles oferecem (FURLANI; PURQUERIO, 2010; CORREIA, 2017). As folhas da alface são ricas em vitaminas A e C, tiamina e riboflavina, sais minerais, possuindo poucas calorias e muitas fibras. Ainda apresentam propriedades diurética, laxante, depurativa e efeito desintoxicante (ALFREDO et al., 2021; TOSTA, et al., 2009).

O rabanete em sua composição apresenta elevado valor nutricional, cálcio, fosforo, potássio, vitamina C, atividade antioxidante que beneficia o sistema imunológico, impedindo a ação dos radicais livres no organismo e ação diurética, sendo consumido em sucos, pickles ou saladas (LISBÔA, 2021; TRIPATHI et al., 2017).

Habitualmente, o cultivo desses vegetais se dá por sistemas convencionais com o uso de adubação e produtos químicos. Esse método, entretanto, possui custo de produção elevado quando comparado a sistemas orgânicos de produção, além de ocasionar danos ao meio ambiente quando usado de forma indiscriminada (FURLANI; PURQUERIO, 2010). Nesse sentido, o desafio dos produtores é fazer uso de técnicas de manejo que reduzam esses riscos e proporcione aos consumidores maior segurança alimentar, atendendo as exigências do comércio, além de reduzir o desequilíbrio ambiental sem deixar de lado o fator produtivo.

Uma prática de cultivo que tem sido utilizada e tem seus fundamentos em bases agroecológicas é a consorciação de culturas, que promove a diversidade de espécies, com maior aproveitamento da área de cultivo e dos recursos naturais disponíveis com vantagens ambientais, produtivas e econômicas. (BEZERRA NETO et al., 2007; SEDIYAMA et al., 2014; AZEVEDO et al., 2021). Entretanto, a eficiência dessa prática depende diretamente do sistema de produção e das culturas envolvidas (BEZERRA NETO et al., 2003). Quando consorciadas, as culturas são denominadas companheiras, por conseguirem estabelecer relações entre si a fim de aumentar a produtividade de ambas e do sistema (LIRA, 2013). O rabanete e a alface são considerados hortaliças que se complementam (DAMASCENO et al., 2016).

Uma das maneiras para viabilizar o uso do consórcio seria utilizar o manejo adequado dos fatores de produção densidade populacional das culturas componentes e adubação. A densidade populacional é definida como o número de plantas por unidade de área a serem utilizadas no cultivo consorciado. O manejo desse fator favorece a máxima interceptação da radiação solar, otimizando seu uso e potencializando a produtividade das culturas (BEZERRA NETO et al., 2005; RIBEIRO, 2015). Os resultados encontrados nos estudos desses fatores são satisfatórios em culturas como caupi hortaliça (RIBEIRO et al., 2018), rúcula, cenoura e coentro (OLIVEIRA et al., 2017).

Outro fator que em sistema consorciado tem grande importância é a adubação, que pode propiciar alta produtividade ao sistema de cultivo, quando manejado adequadamente. A prática da adubação é caracterizada pela incorporação ao solo de massa vegetal não decomposta de plantas cultivadas no local ou fora dele, a fim de preservar e restaurar os teores de matéria orgânica e nutrientes dos solos, além de promover a conservação, melhorar a estrutura, aeração e absorção de água no solo (CALEGARI et al., 1993; LEAL et al., 2012). Uma opção que vem sendo estudada e analisada no semiárido Nordeste é o uso de espécies espontâneas do bioma Caatinga como adubo verde. Estudos apontam eficiência no uso dessas espécies em hortaliças como beterraba e alface (GUERRA et al., 2021).

Desse modo, o objetivo desse trabalho foi estudar a viabilidade agrobioeconômica de densidades populacionais de alface consorciadas com rabanete adubadas com quantidades equitativas de biomassa de jitirana e flor-de-seda em dois anos de cultivos em ambiente semiárido.

## 2 REFERENCIAL TEORICO

### 2.1 CARACTERÍSTICAS GERAIS DAS CULTURAS

#### 2.1.1 Rabanete

O rabanete (*Raphanus sativus* L.) é uma planta da família das Brassicaceae, originária da região mediterrânea, constituindo uma das hortaliças de cultivo mais antigo. É uma planta de pequeno porte, com média de 30 centímetros de altura, com folhas bem recortadas. Suas raízes têm formato arredondado ou alongado, de cor vermelha escarlate-brilhante ou branca, polpa branca e sabor picante. Seu cultivo é feito por semeadura direta nos canteiros (FILGUEIRA, 2013; CAETANO et al., 2015).

Apesar de ser uma cultura de pequena importância em termos de área plantada, é cultivado em grande número de pequenas propriedades dos cinturões verdes das regiões metropolitanas. Apresenta ciclo produtivo variando de 25 a 35 dias, a depender das condições edafoclimáticas da região, possibilitando retorno financeiro rápido, com obtenção de renda no período entre duas outras culturas de ciclo mais longo (OLIVEIRA et al., 2010; MATOS et al., 2015).

O rabanete, apesar de ser consumido em menor escala quando comparado com outras hortaliças, vem se destacando como uma opção promissora quando se trata de alimentação saudável (REIS et al., 2012). Nutricionalmente, o rabanete é rico em vitaminas A, C, B1, B2 e B6, apresentando significativa atividade antioxidante. Possui ainda minerais como potássio, ácido fólico e cálcio, baixa quantidade de calorias e elevada quantidade de fibras alimentares (CAMARGO et al., 2007). Dessa forma, consumo mais comum é *in natura*, por possuir elementos de grande importância para a saúde.

É uma importante cultura para diversificação dos cultivos em propriedades de agricultura familiar, com o objetivo de aumentar a gama de produtos comercializados (HOFFLAND et al., 1996). Devido ao seu ciclo curto, o retorno financeiro de seu cultivo tende a ser relativamente mais rápido e altamente relevante para produtores da agricultura familiar (CARDOSO; HIRAKI, 2001).

No Brasil, a produção anual dessa cultura é de aproximadamente nove mil toneladas, sendo essa produção em sua maior parte realizada em pequenas propriedades de até cinco hectares (IBGE, 2017). Apesar do rabanete ainda não ser considerado um cultivo de expressão

econômica muito forte, a possibilidade de ser produzido por pequenos e médios produtores se reveste de grande importância social.

### 2.1.2 Alface

A alface (*Lactuca sativa* L.) originária da Europa e da Ásia pertence à família *Asteraceae*. Conhecida desde antigo Egito, chegou ao Brasil no século XVI, por meio dos portugueses. É uma planta anual, herbácea, delicada, com o caule pequeno e sem ramificações. As folhas crescem em forma de roseta, podendo apresentar dois diferentes grupos, as lisas e crespas, folhas recortadas ou não e com ou sem formação de cabeça. Também existem alfaces com folhas roxas e diferentes tons de verde de acordo com cada cultivar (FILGUEIRA, 2008).

O sistema radicular não se aprofunda muito, exigindo solos leves, ricos em matéria orgânica e com quantidade adequada de nutrientes disponíveis para a absorção pela planta. Trata-se de uma hortaliça exigente em condições edafoclimáticas para sua produção, sendo esses fatores produtivos mais limitantes (FILGUEIRA, 2013; MEDEIROS, 2015).

Dentre as folhosas, ela se destaca por ser a mais consumida em todo o mundo (SANTI et al., 2010). São classificadas nos seguintes grupos: Crespa, Lisa, Mimososa, Romana e Americana. Cada grupo apresenta características particulares que os define. O grupo Americana, por exemplo, apresenta folhas crespas, bem consistentes, com nervuras destacadas formando uma cabeça compacta e resistente ao pendoamento precoce (FILGUEIRA, 2008; SAKATA SEED SUDAMERICA, 2020).

Esse grupo é preferido por redes de “fast food” como ingrediente de sanduíches por sua crocância, textura, sabor e resistência ao calor do sanduíche. Esta alface também apresenta melhor conservação pós-colheita e resistência ao transporte e manuseio (HENZ; SUINAGA, 2009).

Com relação à sua composição química, a alface é um dos vegetais com maiores teores de água e suas folhas são ricas em folato e betacaroteno. É uma importante fonte de vitamina A, B1, B2, B6 e C e sais minerais, como o ferro, potássio, fósforo, magnésio e o cálcio, com poucas calorias e muitas fibras (TOSTA et al., 2009). Diante de todos os seus benefícios nutricionais e da intenção da sociedade em progressivamente mudar os hábitos alimentares, a folhosa entra como uma alternativa saudável e de fácil acesso.

Segundo o Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE (2017), no Brasil a produção total de alface chega a 908.186 t ha<sup>-1</sup> por ano, da qual a maior parte dessa produção

é feita principalmente por pequenos agricultores e agricultores familiares, reforçando, assim, a ideia de que a cultura apresenta funções tanto do ponto de vista econômico quanto social (CNA, 2017).

## 2.2 CONSORCIAÇÃO DE TUBEROSAS E FOLHOSAS

O plantio de hortaliças é considerado uma prática tradicional de produção de alimentos. Boa parte da produção de hortaliças está presente em propriedades de pequenos agricultores, seja para fins comerciais ou para subsistência, onde geralmente esses produtores possuem produção variada (MONTEZANO; PEIL, 2006), com o objetivo de melhor utilizar sua área produtiva e fazer uso de técnicas que proporcionem aumento em seus rendimentos. A consorciação de culturas entra como uma ferramenta viável e eficiente.

O cultivo consorciado é caracterizado, segundo Portes (1984), pelo cultivo de duas ou mais espécies vegetais plantadas numa mesma área de terreno, de modo que as culturas convivam uma com a outra, no ciclo todo em parte dele.

É uma prática que incrementa ao sistema de cultivo a diversidade, onde diferentes espécies de plantas podem ser exploradas ao mesmo tempo e no mesmo espaço, demonstrando mais estabilidade em sua produção quando comparado aos sistemas de monocultura, apresentando mecanismos mais eficientes no fornecimento e fixação de nutrientes (BEZERRA NETO et al., 2012).

A consorciação de tuberosas com folhosas vem sendo estudada por diversos pesquisadores e alcançando boas respostas no que diz respeito à interação e convivência das culturas consorciadas, além de melhorias nos seus índices produtivos e agroeconômicos.

Nesse sistema de cultivo, um dos parâmetros que devem ser levados em consideração é a interação entre as culturas, que pode gerar interferências no crescimento e desenvolvimento das culturas envolvidas durante o período de convivência. No entanto, a eficiência dessa prática depende da complementaridade entre as culturas envolvidas (BEZERRA NETO et al., 2003; BEZERRA NETO et al., 2007).

A complementariedade existente entre as culturas caracteriza as plantas como companheiras, por possuírem a função de estabelecer relações entre si a fim de aumentar a produtividade de ambas e do sistema, em decorrência de suas morfologias e características fisiológicas, de modo a encontrar um equilíbrio na competição entre elas, tanto de forma temporal (quando as utilizações dos recursos produtivos são realizadas em períodos

diferentes) quanto espacial (quando as culturas exploram diferentes espaços em função das diferenças no dossel e na dispersão de raízes das plantas consorciadas) (LIRA, 2013).

Na região Nordeste do Brasil, essa técnica tem sido estudada como uma das formas de ganho de produtividade e lucro por unidade de área. Além de utilizar eficientemente a terra, promove melhor cobertura do solo, devido ao maior adensamento das plantas, reduzindo, conseqüentemente, a incidência de plantas daninhas, pragas, doenças e possibilitando um aumento na renda líquida aos agricultores (BEZERRA NETO et al., 2001; CARRILHO, 2013).

Guerra et al. (2021), estudando os benefícios produtivos e agroeconômicos no consórcio de beterraba-alface sob adubação orgânica e densidades de populacionais, obtiveram resultados de IPS de 32,97 t ha<sup>-1</sup>, CET 0,87, e REM 1,55, comprovando a superioridade econômica do consórcio sobre a monocultura: quanto mais alto for o valor desses índices, mais lucrativo será o sistema de cultivo.

Lino et al. (2021), avaliando o retorno bioeconômico proveniente de adubação verde e população de plantas em consórcio em faixa de beterraba e rúcula, obtiveram RET de 1,87 e VC de 7,44, indicando a eficiência do sistema consorciado em usar os recursos do ambiente em comparação com monocultura.

### 2.3 UTILIZAÇÃO DE ESPÉCIES ESPONTÂNEAS DA CAATINGA COMO ADUBO VERDE

Existem diversas técnicas que são utilizadas na agricultura visando ao aumento produtivo das culturas, desde plantas melhoradas e adaptadas às diversas condições ambientais e climáticas até o aperfeiçoamento de técnicas de cultivo já existentes, para que as culturas possam expressar seu máximo potencial produtivo.

Uma dessas técnicas que podem ser utilizadas na produção de hortaliças é a adubação verde, vista como uma prática que gera contribuições consideráveis no que se refere à redução de gastos, contribuindo para a viabilidade econômica e sustentabilidade dos agroecossistemas, principalmente pelo aporte significativo de N ofertado ao sistema solo-planta (PERIN et al., 2004).

A adubação verde é uma prática agrícola sustentável, caracterizada pela incorporação ao solo de massa vegetal não decomposta de plantas cultivadas no local ou fora dele, com a finalidade de preservar e restaurar os teores de matéria orgânica e nutrientes dos solos (CALEGARI et al., 1993). Segundo Romaniw et al. (2018), a adição de adubos orgânicos ao

solo pode trazer redução no uso de fertilizantes minerais industriais, promover o aumento de matéria orgânica do solo e reciclagem de nutrientes essenciais às plantas, os quais possuem importante papel na produção agrícola e na manutenção da fertilidade do solo.

Com relação aos benefícios proporcionados à microbiota do solo, a incorporação ao solo promove a ciclagem rápida de nutrientes, intensificação da atividade biológica do solo, aumento dos teores de nitrogênio disponíveis para as plantas, controle de pragas, doenças e plantas invasoras, aumento da capacidade de armazenamento de água, diminuição da temperatura, descompactação e aumento do nível de matéria orgânica do solo (PADOVAN, 2010).

Comumente são utilizadas na adubação verde algumas espécies de leguminosas, como Crotalária (*Crotalária juncea*), Feijão-bravo (*Canavalia brasiliensis*), Feijão-mungo (*Vigna radiata*), Amendoim-forrageiro (*Arachis pintoi*), Guandu (*Cajanus cajan*), Mucuna-preta (*Stizolobium aterrimum*), dentre outras, de maneira que a escolha da espécie depende das condições edafoclimáticas da região, visto que apresentam dificuldades de adaptação.

Porém, Linhares (2009) afirma que no bioma Caatinga diversas espécies se apresentam como potencial a ser utilizado na adubação verde, como a jitirana, mata-pasto e flor-de-seda, contribuindo, dessa forma, como fonte alternativa para ser utilizada na produção de hortaliças.

Para que essa técnica seja utilizada com sucesso, é necessário identificar espécies com características favoráveis, como grande produtividade de massa, elevada capacidade de acumular N, rusticidade e facilidade de integração aos sistemas de produção locais (LEAL et al., 2012).

O uso de espécies nativas como adubo verde apresenta-se como alternativa eficiente no intuito de suprir a necessidade nutricional nos solos da região semiárida do Nordeste brasileiro, apresentando inúmeras vantagens diante das espécies exóticas, como menor custo de obtenção, o fato destas espécies já serem adaptadas às condições ambientais e produção de grandes quantidades de biomassa, algumas o ano inteiro (OLIVEIRA et al., 2011; GÓES et al., 2011; ANDRADE FILHO, 2012).

Visando ao potencial de espécies da Caatinga para serem utilizadas como adubo verde, várias pesquisas vêm sendo realizadas em condições semiáridas, visando ao potencial de espécies como a jitirana (*Merremia aegyptia* L.), a flor-de-seda (*Calotropis procera* (Ait.) R. Br), o mata pasto (*Senna uniflora* (P. Mill)) e a malva veludo (*Waltheria indica* L.).

A jitirana é uma espécie espontânea do bioma Caatinga, anual, herbácea, pertencente à família *Convolvulácea*, de hábito trepadora (LINHARES et al., 2012). É uma planta

espontânea nativa do nordeste brasileiro que vem sendo usada na adubação de cultivos de hortaliças e que durante o período chuvoso se apresenta em abundância no estrato herbáceo da Caatinga.

Apresenta rápido crescimento e produtividade de fitomassa verde em torno de 36 t ha<sup>-1</sup>, com teores de nutrientes (em termos de matéria seca) de 15,3 g kg<sup>-1</sup> de nitrogênio, 4,0 g kg<sup>-1</sup> de fósforo e 15,7 g kg<sup>-1</sup> de potássio, 9,3 g kg<sup>-1</sup> de cálcio e 7,03 g kg<sup>-1</sup> de magnésio e relação carbono/nitrogênio de 25:1 (SILVA et al., 2017). Quando os resíduos orgânicos apresentam relação C/N entre 20:1 e 30:1, não há predomínio de imobilização do nitrogênio, o que acarreta rápida decomposição, mineralização e liberação de nutrientes, tornando-os disponíveis às plantas (LINHARES et al., 2008; BEZERRA NETO et al., 2014).

Oliveira et al. (2012) observaram que o melhor desempenho agroeconômico do cultivo da cenoura foi obtido com a adição ao solo de 15,6 t ha<sup>-1</sup> de jirirana. Andrade Filho et al. (2019) obtiveram máxima eficiência agrônômica do policultivo de coentro, beterraba e rúcula com a densidade de 40C-50B-40A com 19 t ha<sup>-1</sup>, e a máxima eficiência econômica foi alcançada com a densidade de 20C-50B-20A com a quantidade de 45 t ha<sup>-1</sup> de jirirana incorporada ao solo.

A flor-de-seda possui ampla distribuição geográfica, espalhando-se pelas regiões tropicais e subtropicais do mundo. Pertencente à família *Apocynaceae*, é nativa da África, Península Arábica e sudoeste da Ásia (SOBRINHO et al., 2013; OLIVEIRA-BENTO et al., 2015). Dentre as espécies nativas e naturalizadas da Caatinga com potencial para serem usadas como adubo verde em agrossistemas tradicionais da região semiárida do Brasil, ocupa posição de destaque por sua capacidade de fornecer fitomassa ao longo do ano, pelo seu caráter de resistência à seca e pelos teores significativos de N em sua composição (CARVALHO, 2016).

A espécie encontra-se disseminada em todo o semiárido, sempre se destacando na paisagem seca dos sertões, por permanecer verde mesmo nos períodos mais críticos. No Nordeste brasileiro, é conhecida vulgarmente como algodão-de-seda, ciúme, ciumenta, flor-de-cera, hortêncica e seda (LINHARES, 2009).

Em pesquisa realizada pela Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande Do Norte - EMPARN (2007), pesquisadores afirmam que a flor-de-seda apresenta grande variação na disponibilidade de matéria seca (MS) por hectare por corte, rendendo 1,0 a 3,0 t MS ha corte aos 135 dias de rebrota. Esses pesquisadores também destacam a perspectiva de três cortes por ano com estimativa total de 9,0 toneladas de MS ha em baixas precipitações anuais.

Apresenta teores de nitrogênio de 22,7g kg<sup>-1</sup>, de fósforo 10,0 g kg<sup>-1</sup> e de potássio 28,9 g kg<sup>-1</sup> (LINHARES et al., 2012; SILVA et al., 2013), possuindo folhas com 94,62 % de matéria seca e 19,46 % de proteína bruta, além de apresentar relação C/N 20-30/1, promovendo equilíbrio entre a mineralização e imobilização do nitrogênio no solo, proporcionando decomposição mais rápida desse material vegetal no solo (LINHARES et al., 2009; SOUSA, 2014).

Apresenta várias características positivas desejáveis, tais como a permanência das folhas durante os períodos mais críticos de estresse hídrico e rebrota vigorosa em resposta aos cortes. Tem grande disponibilidade de sementes, sem qualquer dormência e alta percentagem de germinação, que facilita a produção de mudas ou o plantio direto e tolerância a solos salinos (LIMA; MACIEL, 2006).

Pesquisas realizadas vêm mostrando resultados favoráveis nas características econômicas e agronômicas nas culturas adubadas com a flor-de-seda. No consórcio de alface e rúcula, a adubação com quantidades crescentes de biomassa de flor-de-seda até a quantidade de 37 t ha<sup>-1</sup> obteve incremento significativo na altura das plantas, número de folhas e rendimento de massa verde (ALMEIDA et al., 2015).

Sousa (2014) obteve com a incorporação de flor-de-seda ao solo no cultivo do coentro, uma rentabilidade líquida de R\$ 2.920,00, taxa de retorno de 1,86 e um índice de lucratividade de 46,3 %, indicando que a utilização dessa espécie constitui alternativa viável como adubo verde.

## 2.4 DENSIDADES POPULACIONAIS EM CONSÓRCIO

Vários são os desafios relacionados à consorciação de culturas que podem influenciar negativamente durante o ciclo produtivo das culturas envolvidas, prejudicando a resposta de complementariedade esperada. Dentre eles estão a escolha das cultivares, espaçamento, época de plantio, adubação e densidade populacional, etc.

De acordo com Sedyama et al. (2003), um dos fatores que exercem grande influência no desenvolvimento e produtividade de plantas é a densidade populacional de plantio, ou seja, o número de plantas que ocupam determinada área.

A densidade de plantio está diretamente relacionada a três critérios: o espaçamento entre plantas, o espaçamento entre fileiras de plantio e o número de plantas por cova (ANDRIOLLO, 1999). A melhor adequação aos espaçamentos entre plantas e entre fileiras é importante, pois quanto melhor for a ocupação da área mais serão reduzidas a incidência de

doenças, a competição entre as espécies por luz, água e nutrientes e as interferências no crescimento, produtividade e qualidade da hortaliça (LOPES et al., 2008; NASCIMENTO et al., 2018).

Além disso, esse fator também está diretamente relacionado à distribuição solar, assim como a ventilação ao redor das plantas, exercendo influência sobre a umidade relativa no microclima das plantas e a concentração de gás carbônico entre e dentro das fileiras de plantas (GEISENBERG; STEWART, 1986). Desta forma, aumento muito expressivo na população de plantas pode ocasionar maior sombreamento entre plantas, que se reflete em uma elevação na umidade do microclima, em um ambiente mais propício à ocorrência de doenças (SEDIYAMA et al., 2003).

Em sistemas consorciados, a densidade populacional das culturas componentes influencia diretamente no crescimento, desenvolvimento e produção das culturas e, conseqüentemente, na produtividade do sistema (CHAVES et al., 2020).

De acordo com Molin (2000), com o acréscimo na densidade de plantas e redução do espaçamento entre linhas de semeadura, é possível otimizar a eficiência da interceptação de luz pelo aumento do índice de área foliar, mesmo nos estádios fenológicos iniciais, melhorando o aproveitamento de água e nutrientes, reduzindo, dessa maneira, a competição entre indivíduos da mesma espécie e entre indivíduos de espécies diferentes, favorecendo o aumento da matéria seca.

Ribeiro et al. (2018), estudando o desempenho produtivo da cenoura e feijão-caupi em consórcio sob diferentes arranjos espaciais e densidades populacionais, obtiveram maior performance agroeconômica do sistema na densidade populacional de feijão-caupi de 42% da densidade recomendada para o cultivo solteiro.

Oliveira et al. (2017), utilizando diferentes densidades populacionais em consórcio triplo de rúcula, cenoura e coentro adubadas com jirirana, obtiveram a melhor performance agrônômica na relação de população que utilizou 50% da PRCS de rúcula, cenoura e coentro.

Nota-se, portanto, que essas técnicas, quando bem manejadas, são capazes de proporcionar ganhos em diversos pontos do sistema de cultivo, desde ganhos ambientais até o retorno financeiro, podendo tais vantagens ser notadas em curto e longo prazo, o que é de grande interesse aos horticultores.

## REFERÊNCIAS

- ALFREDO C. et al. Parasitological Assessment of Lettuce Quality in the Maxixe City Markets, Mozambique. **Journal of Bacteriology & Parasitology**, s8, 2021.
- ALMEIDA, A. E. D. S. et al. Eficiência agrônômica do consórcio alface-rúcula fertilizado com flor-de-seda. Mossoró, **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, p.79-85, 2015.
- ANDRADE FILHO, F. C. **Bicultivo de folhosas consorciadas com beterraba em função de adubação com flor-de-seda e densidades populacionais**. 2012. 94 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia: Área de concentração em Práticas Culturais) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.
- ANDRADE FILHO, F. C. et al. Agro-economic viability from two croppings of broadleaf vegetables intercropped with beet fertilized with roostertree in different population densities. **Revista de La Facultad de Ciencias Agrarias**, Mendoza, v. 51, n.1, p.210-224, 2019.
- ANDRIOLLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria, 1999.
- AZEVEDO, I. B. S. et al. Agro-economic efficiency of immature cowpea-radish intercropping systems in semiarid environment. **Pesquisa Agropecuaria Brasileira**, Brasília, v. 56, n. p., 2021.
- BEZERRA NETO, F. et al. Desempenho da cenoura em cultivo solteiro e consorciado com quatro cultivares de alface em dois sistemas de cultivos em faixa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, n. 2, jul. 2001.
- BEZERRA NETO, F. et al. Desempenho agroeconômico do consórcio cenoura x alface lisa em dois sistemas de cultivo em faixa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 635-641, 2003.
- BEZERRA NETO, F. et al. Associação de densidades populacionais de cenoura e alface no desempenho agrônômico da cenoura em cultivo consorciado em faixa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 233-237, 2005.
- BEZERRA NETO, F. et al. Análise multidimensional de consórcios cenoura-alface sob diferentes combinações de densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 12, p. 1697-1704, 2007.
- BEZERRA NETO, F. et al. Assessment of agroeconomic indices in polycultures of lettuce, rocket and carrot through uni-and multivariate approaches in semi-arid Brazil. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 14, n. 1, p. 11-17, 2012.
- BEZERRA NETO, F. et al. Otimização agroeconômica da cenoura fertilizada com diferentes doses de jirirana. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 45, p. 305-311, 2014.
- CAETANO, A. O. Efeito de fontes e doses de nitrogênio na cultura do rabanete. **Revista de Agricultura Neotropical**, Cassilândia, v. 2, n. 4, p. 55-59, 2015.

CALEGARI, A. et al. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTA, M. B. B. (org.). **Adubação verde no sul do Brasil**. 2. ed. Rio de Janeiro, Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa, 1993, p. 1-56.

CAMARGO, G. A. et al. Bebidas naturais de frutas perspectivas de mercado, componentes funcionais e nutricionais. **Revista Brasileira de Engenharia de Biosistemas**, Campinas, v. 1, n. 2, p. 179-205, 2007.

CHAVES, A. P. et al. Cowpea and beet intercropping agro-economic dynamics under spatial arrangement and cowpea population density. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p.192-203, 2020.

CNA. Confederação da Agricultura e Pecuária do Brasil. **Mapeamento e qualificação da cadeia produtiva das hortaliças no Brasil**. Brasília: CNA, 2017.

CARRILHO, A. J. **Produção e análise bromatológica de repolho e rabanete em consórcio**. 2013. 40f. Monografia (Faculdade de Agronomia e Medicina Veterinária) – Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

CARVALHO, M. E. **Viabilidade do consórcio de beterraba e caupi-hortaliça sob adubação com flor-de-seda e arranjos espaciais**. 2016. 78f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2016.

CARDOSO, A.I.I.; HIRAKI, H. Avaliação de doses e épocas de aplicação de nitrato de cálcio em cobertura na cultura do rabanete. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 19, p. 328-331, 2001.

COSTA, R. G. Perspectivas de utilização da flor-de-seda (*calotropis procera*) na produção animal. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n.1, p.276-285, 2009.

CORREIA, C. C. S. A. **Irrigação de cultivares de rabanete e rúcula na região de Viçosa–MG**. 2017. 50f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Agrícola) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 2017.

COLEMAN, D. C., CROSSLEY JR., D.A., HENDRIX, P. F. **Fundamentals of oil Ecology**. Athens: Elsevier Academic Press Inc., 2017.

DAMASCENO, A. S. V. et al Avaliação da produção de alface e rabanete em consórcio. Alta Floresta, **Revista Ciência Agroambientais**, Alta Floresta, v. 14, n. 1, n. p., 2016.

EMPARN. Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. **Armazenamento de forragens para a agricultura familiar**/Empresa de Pesquisa Agropecuária do Rio Grande do Norte. Natal, 2004.

ESPÍNDOLA, J. A. A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L. **Adubação verde: Estratégia para uma agricultura sustentável**. Seropédica: Embrapa-Agrobiologia, (Embrapa-CNPAB. Documentos, 42). 1997. 20p.

FALCÃO, J. I. A. Contribuição ao estudo das espécies brasileiras do gênero *Merremia Dennst.* **Rodriguésia**, Rio de Janeiro, v. 16/17, n. 28/29, 1954. Disponível em: <https://www.jstor.org/stable/23491848>. Acesso em: 10 mar. 2022.

FAVERO, C. et al. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n. 1, p. 171-177, 2000.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 3. ed. Revisada e Ampliada. Viçosa: UFV, 2013.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura**: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. 2. ed. Viçosa-MG: UFV, 2008.

FURLANI, P.R.; PURQUERIO, L.F.V. Avanços e desafios na nutrição de hortaliças. In: MELLO PRADO, R. et al. **Nutrição de Plantas**: diagnose foliar em hortaliças. Jaboticabal: FCAV/CAPES/FUNDUNESP, 2010. p. 45-62.

GEISENBERG, C.; STEWART, K. Field crop management. In: ATHERTON, J. G.; RUDICH, J. (org.). **The Tomato Crop**. London: Chapman e Hall, 1986. p. 511-557.

GÓES, S. B. D. et al. Desempenho produtivo da alface em diferentes quantidades e épocas de decomposição da escarlate seca. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 1036-1042, 2011.

GIACOMINI, S. J. et al. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 325-334. 2003.

GUERRA, N. M. et al. Productive and agro-economic benefits in beet-lettuce intercropping under organic manuring and population densities. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 4, p. e10510413883-e10510413883, 2021.

HENZ, G. P.; SUINAGA, F. Tipos de alface cultivados no Brasil. Brasília, **Comunicado técnico 75**. Embrapa., 2009.

HOFFLAND, E. et al. Relative growth rate correlates negatively with pathogen resistance in radish: the role of plant chemistry. **Plant, Cell and Environment**, v. 19, p. 1281-1290, 1996.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2017**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 06 jan. 2022.

KISSMANN, K.G.; GROTH, D. **Plantas Infestantes e Nocivas**. 2.ed. v.2. São Paulo: Editora BASF, 1999.

LEAL, M. A. A et al. **Feijão-de-porco na Baixada Fluminense: como tirar proveito máximo da sua ação como adubo verde**. Rio de Janeiro, Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 19p. (Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 83), 2012.

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

LINHARES, P. C. F. et al. Velocidade de decomposição da flor-de-seda no desempenho agrônomo da rúcula cv. Cultivada. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 4, n. 2, p. 46-50, 2009.

LINHARES P. C. F et al. Proporções de Jitirana (*Merremia Aegyptia* L.) com Flor-de-Seda (*Calotropis Procera* (AIT.) R. BR.) no rendimento de coentro. **Revista ACSA**, Patos, v. 8, n. 4, p. 44-48, 2012.

LIMA, V. I. et al. Viabilidade agroeconômica do cultivo consorciado de coentro, alface e rúcula sob diferentes arranjos espaciais. Goiânia, **Enciclopédia biosfera, Centro Científico Conhecer**, v. 10, n. 18, p. 3060-3069, 2014.

LIMA, G. F. C.; MACIEL, F. C. Conservação de forrageiras nativas e introduzidas. In: congresso brasileiro de zootecnia 16[...]. **Anais[...]**. 2006 Recife: UFRPE. CDROM. Disponível em: <http://www.emparn.rn.gov.br/links/publicações>. Acesso em: 1º fev. 2022.

LINO, V. A. S. et al. Bio-economic return from the green fertilizing and plant population in strip-intercropping of beet and rocket. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n. 4, p. e20910817112-e20910817112., 2021.

LIRA, J. L. C. B. **Produtividade, índice de equivalência de área e incidência de plantas espontâneas em cultivo consorciado de alface**. 2013. 31p. Monografia (Graduação em Agronomia) - Universidade de Brasília, Brasília, 2013.

LOPES, W. D. A. R. et al. Produtividade de cultivares de cenoura sob diferentes densidades de plantio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 5, p.482-487, 2008.

MEDEIROS, F. B. A. **Produção e qualidade de alface americana em função do espaçamento de plantio**. 2015. 51f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2015.

MOLIN, R. **Espaçamento entre linhas de semeadura na cultura de milho**. Castro, Fundação ABC para Assistência e Divulgação Técnica Agropecuária, 2000.

MONTEZANO E. M; PEIL R. M. N. Sistema de consórcio na produção de hortaliças. **Revista Brasileira de Agrociência**, Pelotas, v. 12, n. 2, n.p., 2006.

MATOS, R.M et al. Partição de assimilados em plantas de rabanete em função da qualidade da água de irrigação. **Journal of Agronomic Sciences**, Umuarama, v. 4, n. 1, p.151-164, 2015.

NASCIMENTO, C. S. et al. Effect of population density of lettuce intercropped with rocket on productivity and land-use efficiency. **Plos One**, Hong Kong, v. 13, p. 1-14, 2018.

OLIVEIRA, F. R. A. D. et al. Interação entre salinidade e fósforo na cultura do rabanete. **Revista Ciência Agrônômica**, Fortaleza, v. 41, n. 4, p. 510-526, 2010.

OLIVEIRA, M. K. T. et al. Desempenho agronômico da cenoura adubada com jitrana antes de sua semeadura. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n.2, p.364-372, 2011.

OLIVEIRA, M. K. T. et al. Desempenho agroecônômico da cenoura adubada com jitrana (*Merremia aegyptia*). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, p. 433-439, 2012.

OLIVEIRA, L. J. et al. Viability of polycultures of arugula-carrot-coriander fertilized with hairy woodrose under different population densities. São Paulo, **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental** [online], v. 21, n. 9, p. 611-617, 2017.

OLIVEIRA-BENTO, S. R. S. Armazenamento de sementes de flor-de-seda [*Calotropis procera* (AITON) W.T. AITON]. Mossoró, **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 1, p. 39-47, 2015.

PERIN, A. et al. Efeito residual da adubação verde no rendimento de brócolo (*Brassica oleraceae* L. var. *Italica*) cultivado em sucessão ao milho (*Zea mays* L.). Santa Maria, **Cienc. Rural**, v. 34, n. 6, p.1739-1745, 2004.

PORTES, T. Aspectos ecofisiológicos do consorcio milho x feijão. Belo Horizonte, Informe **agropecuário**, v. 10, n. 118, n.p. , 1984.

REIS, J. M. R.; RODRIGUES, J. F.; REIS, M. A. Combinações de fertilizantes na produção de rabanete. Goiânia, **Centro científico conhecer**, v. 8, n. 15, p. 438, 2012.

RIBEIRO, G. M. **Vantagens agroecônômica do consorcio de cenoura e caupi-hortaliça sob arranjos espaciais e densidades populacionais**. 2015. 84f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, 2015.

RIBEIRO, G. M. et al. Productive performance of carrot and cowpea intercropping system under different spatial arrangements and population densities. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 1, p.19-37, 2018.

SANTI, A. et al. Ação de material orgânico sobre a produção e características comerciais de cultivares de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 87-90 2010.

SAKATA SEED SUDAMERICA. **Folhosas alfaces**. Bragança Paulista, 2020. Disponível em: <https://www.sakata.com.br/hortalicas/folhosas/alface>. Acesso em 26 set. 2020.

SEDIYAMA, M. A. N.; FONTES, P. C. R.; SILVA, D. J. H. Práticas culturais adequadas ao tomateiro. **Informe Agropecuário**, Belo Horizonte, v. 219, p. 19-25, 2003.

SEDIYAMA, B. L. A.; SANTOS, I.C.; LIMA, P. C. Cultivo de hortaliças no sistema orgânico. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, Suplemento, p. 829-837, 2014.

SILVA, M. L. Produção de cenoura fertilizada com flor-de-seda (*Calotropis procera* (Ait.) R.Br.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 732-740, 2013.

SILVA, A. F. A. Desempenho agrônômico do rabanete adubado com *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. em duas épocas de cultivo. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, p. 328-336, 2017.

SOBRINHO M. S. et al. Reproductive phenological pattern of *Calotropis procera* (Apocynaceae), an invasive species in Brazil: annual in native areas; continuous in invaded areas of Caatinga. **Acta Botânica Brasílica**, Belo Horizonte, v. 27, n. 2, p. 456-459, 2013.

SOUZA, J. L.; REZENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003.

SOUSA, J. S. **Jitirana, flor-de-seda e mata-pasto como fonte de adubo verde na produtividade do coentro**. 2014. 44f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Agroindustriais) – Universidade Federal de Campina Grande, Pombal, 2014.

TRIPATHI, A. K. et al. Effect of Nitrogen Levels and Spacing on Growth and Yield of Radish (*Raphanus sativus* L.) Cv. Kashi Sweta. **International Journal of Pure App.**, Uttar Pradesh, India, **Bioscience**, v. 5, n. 4, p. 1951-1960, 2017.

TOSTA, M. S. et al. Avaliação de quatro variedades de alface para cultivo de outono em Cassilândia-MS. **Agropecuária Científica no Semiárido**, v. 05, n. 1, p.30-35, 2009.

## CAPÍTULO 1– BENEFÍCIOS AGROECONÔMICOS NA MISTURA DE RABANETE E ALFACE SOB ADUBAÇÃO VERDE E DENSIDADE DE PLANTIO OTIMIZADAS

### RESUMO

Um das maiores dificuldades do consórcio de rabanete-alface é obter a dose ideal de adubo verde e a densidade de plantio adequada para as culturas. Diante disso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar os benefícios agroeconômicos em consórcios de rabanete-alface sob influência da adubação verde com *Merremia aegyptia* e *Calotropis procera* e densidades populacionais de alface em ambiente semiárido, em dois anos de cultivos. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições. O primeiro fator deste esquema consistiu de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* nas doses de 20, 35, 50 e 65 t ha<sup>-1</sup> em base seca, e o segundo fator de densidades populacionais de alface consistiu de 150, 200, 250 e 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>. A produção do rabanete e da alface e seus componentes, além dos indicadores agroeconômicos, índice de produtividade do sistema (IPS), coeficiente equivalente de terra (CET) e razão equivalente monetária (REM) foram avaliados. Os maiores benefícios agroeconômicos do consórcio de rabanete-alface foram obtidos com IPS de 15,37 t ha<sup>-1</sup>, CET de 1,27 e REM de 1,30, respectivamente, na combinação de 65 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* com densidade populacional de alface de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>. A produtividade comercial máxima otimizada de raízes de rabanete no consórcio foi de 8,45 t ha<sup>-1</sup> na combinação da quantidade de biomassa de 20 t ha<sup>-1</sup> de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidade populacional de alface de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>, ao passo que a produtividade máxima de folhas de alface otimizada em consorcio foi de 17,72 t ha<sup>-1</sup>, na combinação de quantidade de biomassa dos adubos verdes de 65 t ha<sup>-1</sup> e densidade populacional de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup> de alface.

**Palavras-chave:** *Calotropis procera*, *Lactuca sativa*, *Merremia aegyptia*, *Raphanus sativus*, otimização econômica e produtiva.

## CHAPTER 1- AGRO-ECONOMIC BENEFITS IN RADISH-LETTUCE MIXING UNDER OPTIMIZED GREEN MANURING AND PLANTING DENSITY

### ABSTRACT

One of the biggest difficulties in the intercropping of radish-lettuce is to obtain the perfect dose of green manure and the adequate planting density for the crops. Therefore, the objective of the present work was to evaluate the agro-economic benefits of radish-lettuce intercropping under the influence of green manuring with *Merremia aegyptia* and *Calotropis procera* and lettuce population densities in a semi-arid environment, in two cropping seasons. The experimental design used was randomized blocks, with treatments arranged in a 4 x 4 factorial scheme, with 4 replications. The first factor in this scheme consisted of equitable biomass amounts of *M. aegyptia* and *C. procera* at doses of 20, 35, 50 and 65 t ha<sup>-1</sup> on a dry basis, and the second factor of lettuce population densities consisted of 150, 200, 250 and 300 thousand plants ha<sup>-1</sup>. The production of radish and lettuce and its components, in addition to the agro-economic indicators, system productivity index (SPI), land equivalent coefficient (LEC) and monetary equivalent ratio (MER) were evaluated. The greatest agro-economic benefits of the intercropped radish-lettuce were obtained with SPI of 15.37 t ha<sup>-1</sup>, LEC of 1.27 and MER of 1.30, respectively, in the combination of 65 t ha<sup>-1</sup> of *M. aegyptia* and *C. procera* biomass with the lettuce population density of 300 thousand plants ha<sup>-1</sup>. The maximum commercial productivity of radish roots in the intercropping system was 8.45 t ha<sup>-1</sup> in the combination of the biomass amount of 20 t ha<sup>-1</sup> of *M. aegyptia* and *C. procera* and lettuce population density of 300 thousand plants ha<sup>-1</sup>, while the maximum lettuce leaf productivity optimized in intercropping was 17.72 t ha<sup>-1</sup>, in the combination of green manures biomass amount of 65 t ha<sup>-1</sup> and population density of 300 thousand plants ha<sup>-1</sup> of lettuce.

**Keywords:** *Calotropis procera*, *Lactuca sativa*, *Merremia aegyptia*, *Raphanus sativus*, productive and economic optimization.

## 1 INTRODUÇÃO

Os sistemas de produção de hortaliças na agricultura familiar têm sua produção orientada ao consumo da família e à venda do seu excedente para custear suas despesas essenciais. Esses sistemas de produção têm como característica o cultivo intensivo das culturas, exigindo-se cada vez mais o aprimoramento de técnicas ou práticas para obtenção de alta produtividade e de produtos de melhor qualidade e quantidade (ALVES et al., 2012). Uma dessas práticas usadas é a consorciação de culturas, que consiste em cultivar duas ou mais culturas em proximidade, com o objetivo de produzir um maior rendimento por área, fazendo uso de recursos ambientais que de outra forma não seriam utilizados por uma única cultura. Geralmente, as produções totais por hectare das culturas consorciadas são maiores do que em cultura solteira, mesmo quando a produção de cada componente individualmente é reduzida.

Um dos desafios no sucesso dessa prática tem sido o manejo adequado dos fatores de produção no cultivo das hortaliças, principalmente entre tuberosas e folhosas. Dentre esses fatores de produção estão os tipos de culturas, a densidade populacional de plantio dessas culturas e os tipos de adubos e suas quantidades. Um dos princípios da consorciação de culturas é o da utilização em seus cultivos de plantas companheiras e complementares, proporcionando maior produtividade por área plantada; diversificação biológica do ambiente; mantendo os nutrientes nos alimentos das plantas em equilíbrio; aumentando a umidade do solo devido à maior cobertura e sombreamento da terra; diminuindo as perdas de água pela transpiração das plantas e diminuindo a erosão do solo (MEIRA et al., 2012). O rabanete e a alface satisfazem esse princípio, pois são consideradas culturas companheiras.

Por outro lado, dentre os tipos de adubos orgânicos, os de origem vegetal que têm se destacado na produção de hortaliças folhosas e tuberosas no Nordeste brasileiro são os adubos verdes, jitirana e flor-de-seda, provenientes de plantas espontâneas do bioma Caatinga (SILVA et al., 2013). Dentre seus efeitos na fertilidade do solo estão o aumento do teor de matéria orgânica, maior disponibilidade de nutrientes e capacidade de troca de cátions efetiva, diminuição dos teores de alumínio e mobilização de nutrientes (SILVA et al., 2016). Pesquisas realizadas no semiárido brasileiro com as espécies espontâneas jitirana e flor-de-seda como adubo verde em cultivos solteiros de alface (GÓES et al., 2011) e rabanete (LINHARES et al., 2011) têm apresentado resultados satisfatórios.

Outro fator de produção que interagem no sistema consorciado é a densidade populacional de plantio das culturas, pois o melhor aproveitamento dos recursos ambientais e

a interação entre as culturas componentes do sistema consorciado conduzirão à maximização da utilização dos fatores de crescimento, obtendo-se com isso vantagens refletidas no aumento da produtividade, produção, proteção do solo, controle de invasoras, utilização mais eficiente de mão de obra, obtenção de duas produções concomitantes e melhoria da distribuição de renda (LIMA et al., 2013).

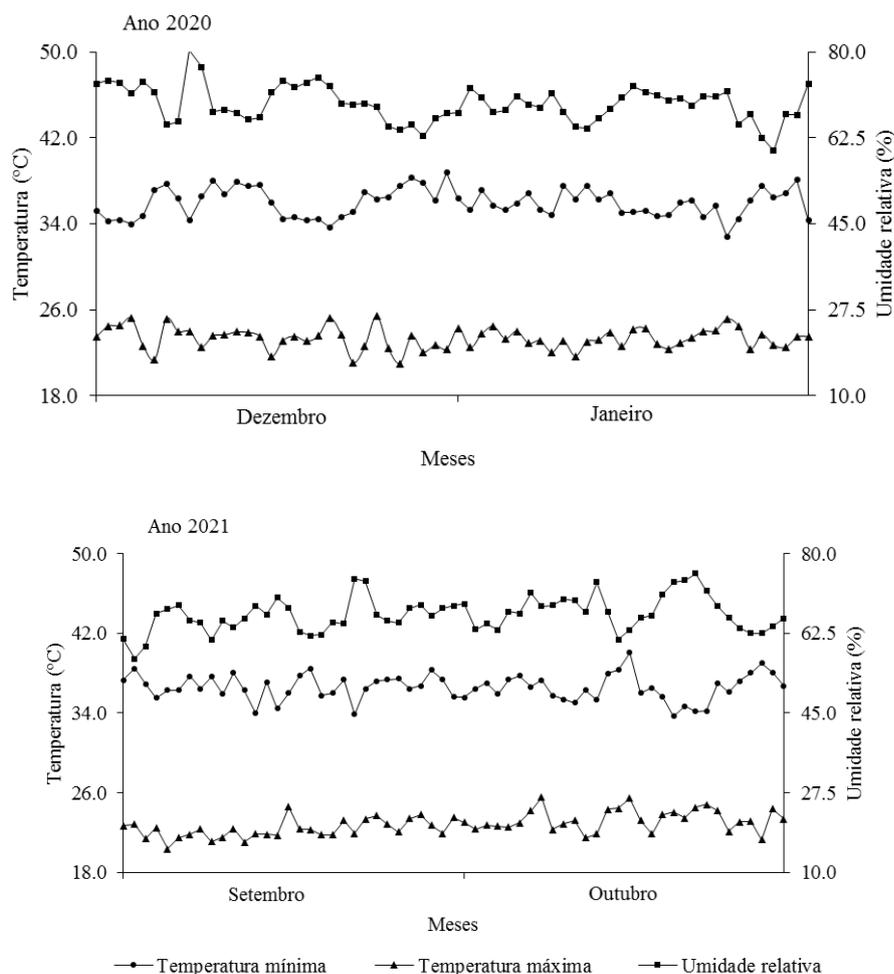
Densidade de plantio é um dos fatores de produção importantes que influenciam no desenvolvimento das plantas. Este fator promove a competição entre indivíduos da mesma espécie e de espécies diferentes por recursos de crescimento como água, luz e nutrientes, podendo afetar a produção e seus componentes (LOPES et al., 2008). A influência da densidade de plantas sobre a qualidade de hortaliças consorciadas é relatada por Bezerra Neto et al. (2005), os quais, avaliando o desempenho agrônômico do consórcio cenoura e alface sob densidades populacionais, verificaram que o aumento na associação das densidades favoreceu a produtividade total e comercial de cenoura, além do aumento da porcentagem de raízes classe curta. Por outro lado, Barros Júnior et al. (2005), estudando a qualidade de raízes de cenoura consorciada com alface sob densidades populacionais, observaram aumento no conteúdo de sólidos solúveis totais e pH à medida que aumentou a densidade populacional de cenoura.

Neste contexto, o presente trabalho tem por objetivo avaliar a viabilidade produtiva e os benefícios agroeconômicos do consórcio rabanete-alface adubado com quantidades balanceadas de adubos verdes em diferentes densidades populacionais de alface em ambiente semiárido em dois anos de cultivos.

## **2 MATERIAL E MÉTODOS**

### **2.1 LOCAL, CLIMA E SOLO**

O trabalho foi desenvolvido em dois anos de cultivos, durante os períodos de outubro a janeiro de 2020 e de julho a outubro de 2021, na fazenda experimental 'Rafael Fernandes', pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), na cidade de Mossoró-RN na latitude 5°03'37" S, 37°23'50" W e 80 m de altitude. O clima da região, segundo a classificação de Köppen-Geiger, é BSh, ou seja, seco e muito quente, com duas estações distintas que incluem a estação seca, de junho a janeiro, e a estação chuvosa, de fevereiro a maio. Durante os períodos experimentais, não foi registrada precipitação pluviométrica. Os dados climáticos de temperatura e umidade reativa estão apresentados na Figura 1.



**Figura 1-** Dados climáticos durante os anos de cultivos 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.

Os solos das áreas experimentais foram classificados como típico Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico com textura franco-arenosa (SANTOS et al., 2018). Em cada área experimental, foram coletadas amostras simples de solo da camada superficial de 0-20 cm, homogeneizadas para obter uma amostra composta representativa da área, cujos resultados estão apresentados na Tabela 1.

**Tabela 1-** Análises químicas dos solos das áreas onde os experimentos foram implantados antes da incorporação nos anos de 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.

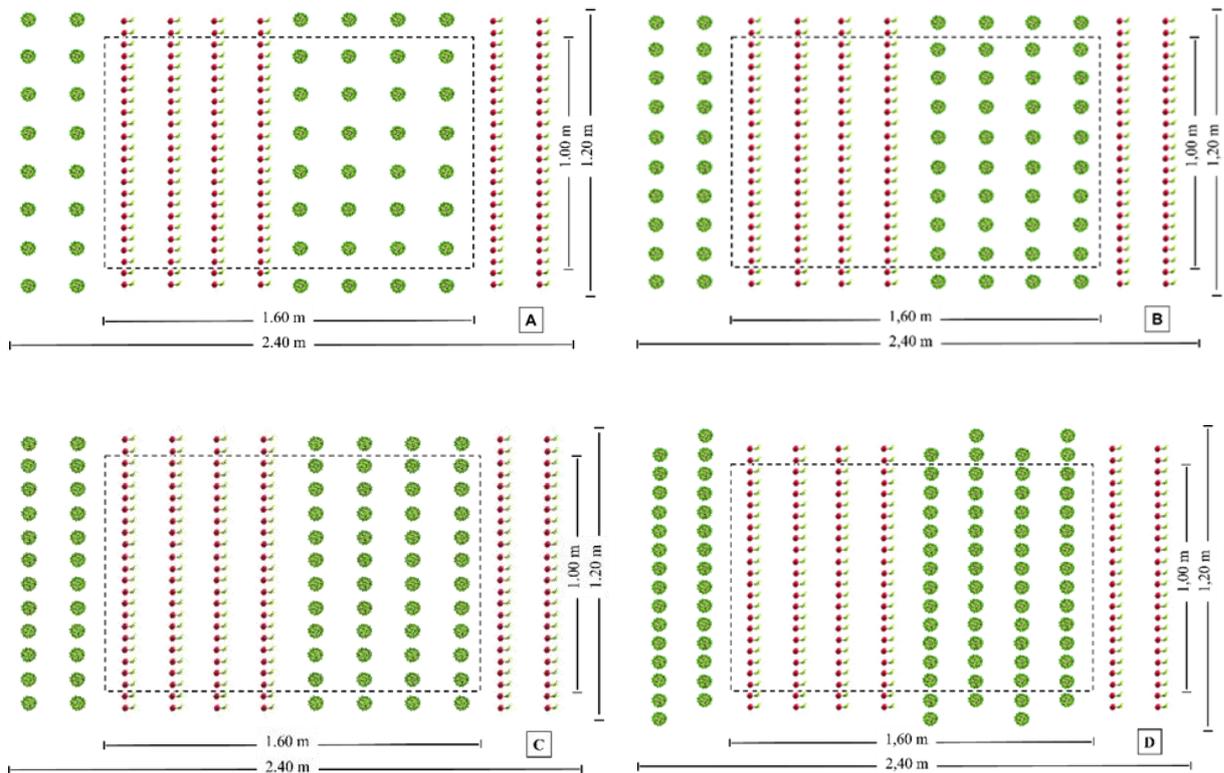
Anos de cultivos	N g kg <sup>-1</sup>	pH (Água)	CE	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
			dS m <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	mmol <sub>c</sub> /dm <sup>3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>	mg dm <sup>-3</sup>		
2020	0,60	6,3	0,44	11,90	24	52,28	1,73	22,5	4,8	0,5	5,7	11,2	3,8
2021	0,65	6,6	0,56	12,97	32	61,27	2,30	23,7	6,5	0,3	4,8	6,1	2,7

## 2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado foi o de blocos completos casualizados em esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições. O primeiro fator consistiu em quantidades equitativas de biomassa dos adubos verdes *M. aegyptia* e *C. procera* de 20, 35, 50 e 65 t ha<sup>-1</sup> em base seca e o segundo fator de densidades populacionais da cultura da alface de 150, 200, 250 e 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>, correspondendo a 60, 80, 100 e 120% da densidade recomendada em cultivo solteiro (DRCS). Para a alface, a recomendação da densidade de plantio em monocultivo na região é de 250 mil plantas ha<sup>-1</sup> e de rabanete 500 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

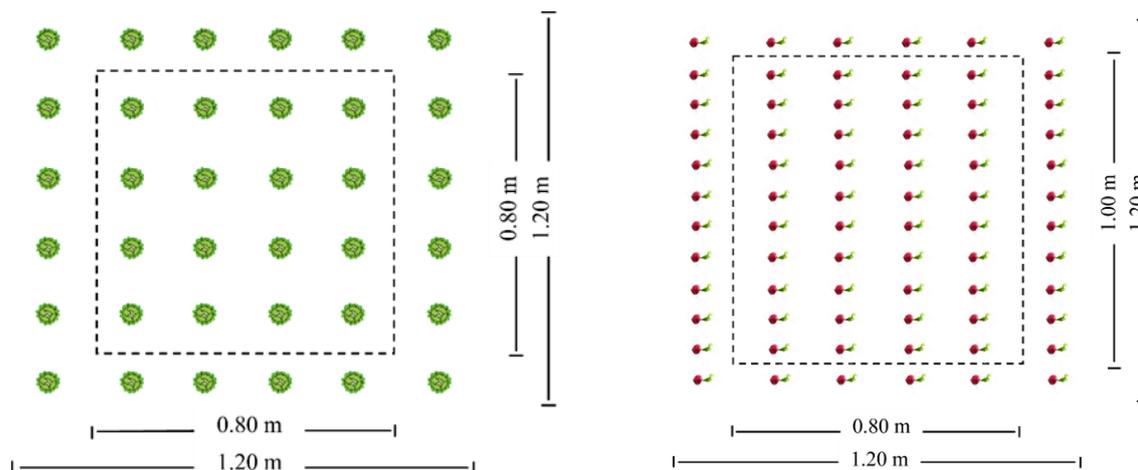
Em cada bloco, parcelas de rabanete e alface foram plantadas em cultivo solteiro e adubadas com quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera*, otimizadas pela pesquisa na região para obtenção dos índices agrônômicos e econômicos dos sistemas consorciados.

O consórcio das hortaliças foi estabelecido em faixas alternadas de quatro fileiras na proporção de 50% da área para o rabanete e 50% da área para a alface. Cada parcela consorciada foi composta por quatro fileiras de rabanete alternadas com quatro fileiras de alface, ladeadas por duas fileiras de cada cultura de cada lado, utilizadas como bordadura como mostra a Figura 2. A área total da parcela foi de 2,88 m<sup>2</sup> (2,40 x 1,20 m), com área de colheita de 1,60 m<sup>2</sup> (1,60 x 1,00 m), composta por duas faixas centrais de fileiras de plantas de cada cultura, excluindo as duas últimas plantas de cada linha também usada como bordadura. O espaçamento do rabanete nos tratamentos consorciados foi de 0,20 x 0,05 m proporcionando uma população de 500 mil plantas por hectare. Os espaçamentos da alface nos tratamentos testados foram 0,20 x 0,15 m, 0,20 x 0,12 m, 0,20 x 0,10 m e 0,20 x 0,08 m, proporcionando uma população de plantas de alface por hectare, respectivamente, de 150, 200, 250 e 300 mil plantas por hectare.



**Figura 2-** Detalhes das parcelas do cultivo consorciado de rabanete e alface adubadas com quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procer*a nas densidades populacionais de 150 (A), 200 (B), 250 (C), e 300 (D) mil plantas  $\text{h}^{-1}$  de alface com 500 mil plantas de rabanete. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.

Os cultivos solteiros das hortaliças foram estabelecidos em uma área total de  $1,44 \text{ m}^2$  ( $1,20 \times 1,20 \text{ m}$ ), com área útil de  $0,80 \text{ m}^2$  ( $0,80 \times 1,00 \text{ m}$ ), com o rabanete plantado no espaçamento de  $0,20 \times 0,10 \text{ m}$  e a alface no espaçamento de  $0,20 \times 0,20 \text{ m}$ , proporcionando as populações de 500 e 250 mil plantas por hectare, respectivamente. A colheita dessas hortaliças foi realizada nas 4 fileiras centrais de cultivo, excluindo as fileiras laterais, bem como as primeiras e últimas plantas de cada fileira de cultivo na área útil, considerada bordadura (Figura 3).



**Figura 3-** Detalhes das parcelas do cultivo solteiro da alface (esquerda) e do rabanete (direita) nas densidades populacionais de 250 e 500 mil plantas  $\text{ha}^{-1}$  respectivamente. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.

### 2.3 MANEJO DOS EXPERIMENTOS E MATERIAIS

Antes da instalação dos experimentos nas áreas experimentais, os solos foram preparados, iniciando-se com a limpeza mecânica das áreas com auxílio de trator com arado acoplado, seguida de aração e gradagem e levantamento mecanizado dos canteiros com rotocanteirador. Posteriormente, foi realizada uma solarização pré-plantio com plástico transparente do tipo Vulca Brilho Bril Flex (30 micras) por 30 dias para combater microrganismos fitopatogênicos presentes no solo que poderiam afetar a produtividade da cultura.

Os materiais utilizados como adubos verdes foram a jitirana (*Merremia aegyptia*) e a flor-de-seda (*Calotropis procera*), coletados de vegetação nativa em diversas áreas rurais do município de Mossoró, RN, antes do início da floração. Após as coletas, as plantas foram trituradas em fragmentos de dois a três centímetros, que foram desidratados em temperatura ambiente até atingir teor de umidade de 10% e posteriormente submetidos a análises laboratoriais, cujas composições químicas estão expostas na Tabela 2.

**Tabela 2-** Análises químicas dos macronutrientes na matéria seca presentes nos adubos verdes *M. aegyptia* e *C. procera* no primeiro e segundo ano de cultivo. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.

Adubos Verdes	N	P	-----g kg <sup>-1</sup> -----		
			K	Mg	Ca
<b>Ano 2020</b>					
<i>M. aegyptia</i>	16,60	2,79	37,80	7,07	19,35
<i>C. procera</i>	21,60	1,92	20,90	9,20	17,00
<b>Ano 2021</b>					
<i>M. aegyptia</i>	15,30	4,00	25,70	7,03	9,30
<i>C. procera</i>	18,40	3,10	24,50	13,50	16,30

A cultivar de rabanete utilizada foi 'Crimson Gigante', semeada em 29 de dezembro de 2020 no primeiro ano e em 28 de setembro de 2021 na segunda safra em covas de aproximadamente 3 cm de profundidade com 2 a 3 sementes por cova e cobertas com uma camada de substrato. O rabanete foi desbastado sete dias após o plantio, deixando-se uma planta por cova. A cultivar de alface utilizada foi a 'Tainá', semeada em bandejas de poliestireno de 200 células com três sementes por célula, em 08 de dezembro de 2020 no primeiro ano e em 07 de setembro de 2021 no segundo ano, as mudas foram produzidas na empresa HortVida Agrícola LTDA-ME. As mudas foram transplantadas para o campo, em covas de 5,0 cm de profundidade nos canteiros, 21 dias após a semeadura (DAS) em 29 de dezembro de 2020 no primeiro ano e em 28 de setembro de 2021 no segundo ano.

Passados sete dias do transplante da cultura da alface, foi realizada uma pulverização com o bioestimulante comercial AgroMos® para fortalecer e ativar a resistência natural das plantas. O controle de plantas daninhas nos experimentos foi realizado sempre que necessário, por meio da capina manual. Não foram utilizados métodos químicos de controle de pragas e doenças. O rabanete foi colhido 30 dias após a semeadura, ao passo que a alface foi colhida 28 dias após o transplante, tanto no primeiro quanto no segundo cultivo.

#### 2.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Na cultura da alface, as características avaliadas foram: altura (cm), número de folhas por planta (t ha<sup>-1</sup>), diâmetro transversal da cabeça (cm), rendimento de massa verde (t ha<sup>-1</sup>) e massa seca da parte aérea (t ha<sup>-1</sup>). Para o rabanete, foram: altura de planta (cm), massa seca da parte aérea (t ha<sup>-1</sup>), massa seca de raízes (t ha<sup>-1</sup>), diâmetro longitudinal (mm), produtividade comercial (t ha<sup>-1</sup>) e produtividade total de raízes (t ha<sup>-1</sup>). Os índices de eficiência agroeconômica utilizados na avaliação dos sistemas consorciados de rabanete e alface foram o

índice de produtividade do sistema (IPS), o coeficiente de equivalência de terra (CET) e a razão de equivalência monetário (REM).

a) O índice de produtividade do sistema foi calculado pela seguinte expressão (CHAVES et al., 2020):  $IPS = \left[ \left( \frac{Y_r}{Y_a} \right) \times Y_{ar} \right] + Y_{ar}$ , em que  $Y_r$  é a produtividade comercial de raízes de rabanete;  $Y_a$  é a produtividade de folhas de alface em cultivo solteiro;  $Y_{ar}$  é a produtividade de folhas de alface consorciadas com rabanete e  $Y_{ra}$  é a produtividade comercial de raízes de rabanete consorciadas com alface. A principal vantagem do IPS expresso em  $t\ ha^{-1}$  é que padroniza a produtividade da cultura secundária (alface) em relação à cultura principal (rabanete).

b) O coeficiente de equivalência de terra foi calculado usando a seguinte expressão (PINTO et al., 2012):  $CET = LER_r \times LER_a$ , em que  $LER_r$  e  $LER_a$  representam as razões parciais de terra equivalente de rabanete e alface. Para o consórcio entre os dois anos, o coeficiente de rendimento mínimo esperado é de 25%, ou seja, a vantagem de rendimento torna-se viável se o valor de CET for superior a 0,25.

c) A razão de equivalência monetário foi determinada pela seguinte expressão (AFE; ATANDA, 2015):  $REM = \frac{GI_{ra} + GI_{ar}}{GI_r}$ , em que  $GI_{ra}$  é a renda bruta do consórcio de rabanete com alface;  $GI_{ar}$  é a renda bruta da alface consorciada com rabanete e  $GI_r$  é a maior renda bruta do rabanete em cultivo solteiro, quando comparado ao da alface. Esse índice mede a superioridade econômica ou não do consórcio sobre a monocultura mais econômica.

## 2.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Análise de variância univariada para delineamento de blocos casualizados em esquema fatorial foi realizada para avaliar a homogeneidade das variâncias entre os cultivos em cada variável analisada. Dada a homogeneidade dessas variâncias, foi calculada uma média dos tratamentos testados. Em seguida, foi realizada uma análise de regressão para cada variável, sendo realizado um procedimento de ajuste da superfície de resposta em função das quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo e das densidades populacionais de alface, por meio do *software* Table Curve 3D. O teste F foi utilizado para verificar se havia diferença significativa entre o sistema consorciado e monocultivo.

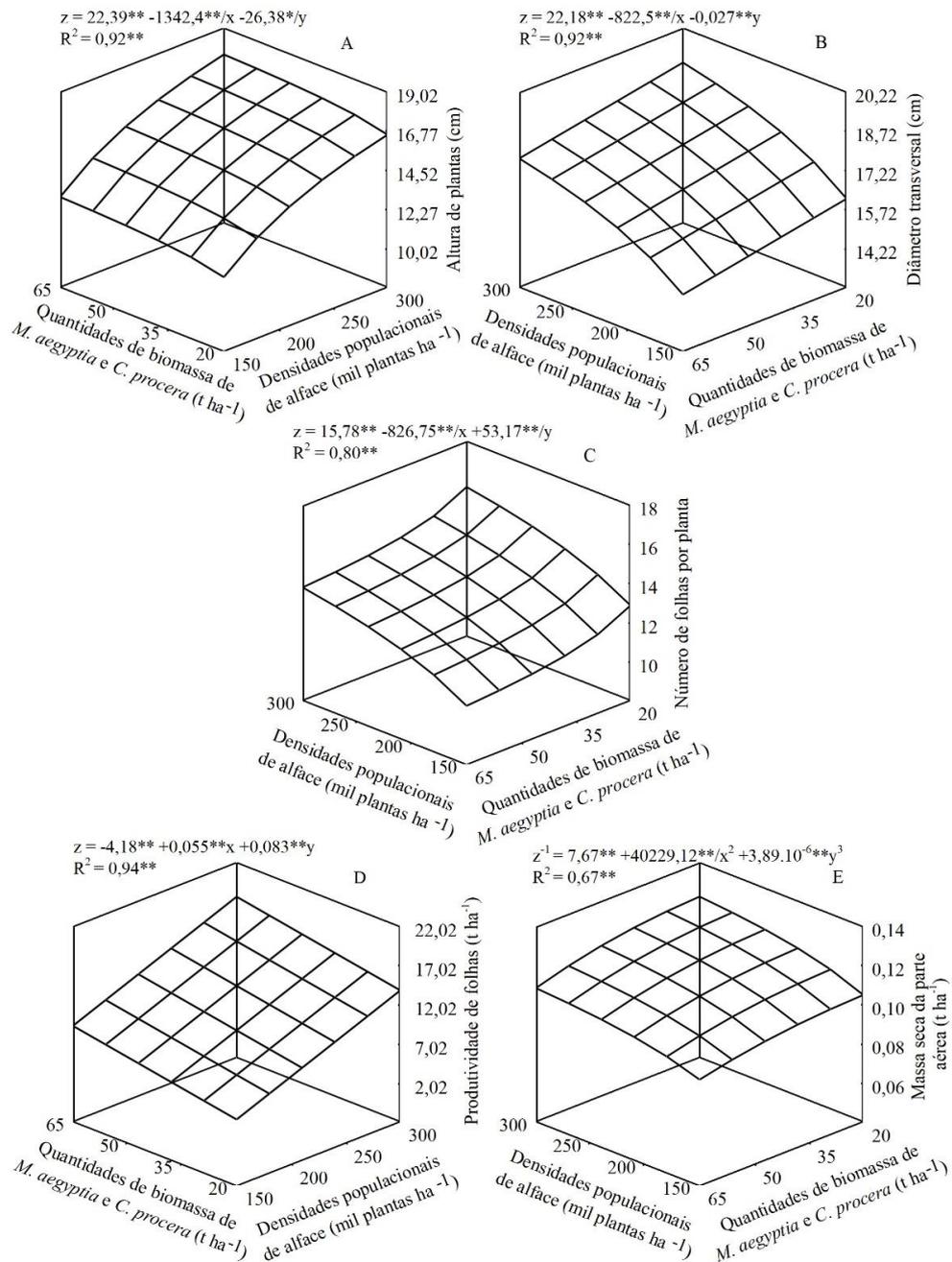
### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 CULTURA DA ALFACE

Os resultados das análises de variância e regressão das características agronômicas avaliadas na alface são apresentados na Tabela 3. Interação significativa entre fatores de produção, quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de alface foi registrada nos parâmetros altura de planta, diâmetro transversal da cabeça, número de folhas por planta e na massa seca da parte aérea da alface. No entanto, não houve interação significativa entre esses fatores de produção na produtividade de folhas de alface (Tabela 3).

Uma superfície de resposta foi ajustada para todas as características da alface em função dos fatores de tratamento testados. Os valores máximos obtidos foram 17,51 e 18,90 cm para a altura de plantas e diâmetro transversal (Figuras 4A e 4B), 15,7 folhas por planta (Figura 4C) e 17,72 e 0,123 t ha<sup>-1</sup> para produtividade de folhas e massa seca da parte aérea (Figuras 4D e 4E) nas combinações de quantidades equitativas de biomassa dos adubos verdes e densidades populacionais de alface de 65 e 300; 20 e 300; 20 e 300; 65 e 300 e 20 t ha<sup>-1</sup> e 300 mil plantas por hectare, respectivamente (Figuras 4A a 4E).

A determinação das doses de adubos e do número de plantas por área é de fundamental importância para obter ganhos na produção em sistemas consorciados quando diferentes espécies são plantadas juntas. Sabe-se que maiores doses de adubos permitem melhor desenvolvimento e crescimento das plantas, e que em associação a altas densidades populacionais de uma das culturas a produtividade do sistema e o crescimento da cultura expresso pela altura da planta podem ser otimizados, em virtude do melhor aproveitamento no sistema consorciado, dos nutrientes disponibilizados pela adubação e dos recursos ambientais envolvidos, otimizando essas variáveis de produção do sistema.



**Figura 4-** Altura (A) e diâmetro da planta (B), número de folhas por planta (C), rendimento de massa verde (D) e massa seca da parte aérea (E) da alface consorciada com rabanete em função de diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procerca* incorporadas ao solo e densidades populacionais de alface nos anos de cultivos 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.

Este fenômeno pode ser observado nos resultados obtidos com altura de plantas e produtividade foliar de alface, tendo a maior quantidade dos adubos verdes interagindo com alta densidade populacional de alface proporcionado os maiores resultados para essas

variáveis. Isso significa que, no sistema consorciado, a alface aproveitou melhor a disponibilidade de nutrientes e recursos ambientais na densidade populacional de 120% DPRCS, minimizando a competição interespecífica e, principalmente, intraespecífica na cultura da alface.

Esses resultados corroboram as observações feitas por Filgueira (2013), ao relatar que a eficiência do uso de adubo orgânico está relacionada ao aumento da brotação e produção de massa verde das plantas devido ao aumento da disponibilidade de nutrientes, favorecendo propriedades físicas e atividades de organismos do solo. Este mesmo autor afirma que em culturas folhosas, o fornecimento de quantidades adequadas de nitrogênio favorece o desenvolvimento vegetativo, ampliando a área fotossintética ativa e aumentando o potencial produtivo. Assim, a combinação das duas espécies (*M. aegyptia* e *C. procera*) que possuem nitrogênio em quantidades satisfatórias atende às necessidades de culturas como a alface em sistema consorciado com alta densidade de plantas.

Batista et al. (2016), estudando a eficiência do consórcio de rúcula e cenoura em diferentes populações, afirmam que o aumento na produção de massa verde da rúcula com o aumento da densidade populacional da hortaliça folhosa se deve ao maior número de plantas por área.

Por outro lado, o diâmetro transversal das folhas, o número de folhas por planta e a massa seca da parte aérea da alface são características que dependem principalmente da densidade populacional da cultura, pois este fator de produção dita o nível de competição entre as culturas consorciadas.

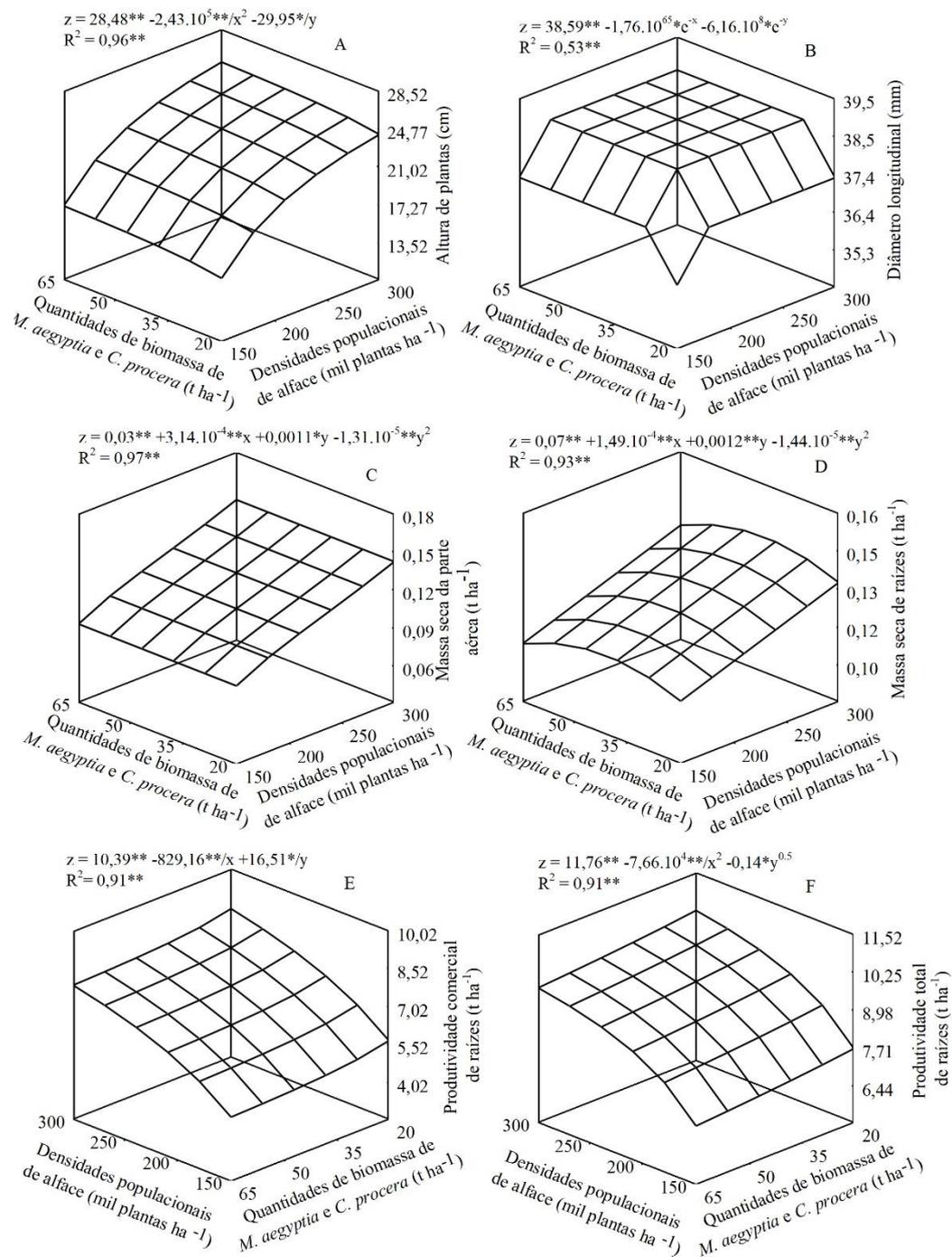
Comparando o sistema consorciado com o monocultivo, observa-se que o monocultivo foi superior ao consórcio em termos de altura de plantas, rendimento de massa verde e massa seca da parte aérea da alface (Tabela 3). Esses resultados se devem à menor competição intraespecífica da alface em monocultivo. Sabe-se que a proximidade das culturas no consórcio predispõe à competição interespecífica, ou seja, maior competição por luz, água e nutrientes, além de oxigênio, gás carbônico e espaço (NASCIMENTO al., 2018). Esse comportamento explica o melhor desempenho da alface em monocultivo em relação ao consórcio neste estudo.

### 3.2 CULTURA DO RABANETE

Os resultados das análises de variância e regressão das características agronômicas avaliadas no rabanete estão apresentados na Tabela 4. Não houve interação significativa entre

fatores de produção, quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de alface nas características altura da planta, massa seca da parte aérea, massa seca das raízes, diâmetro longitudinal das raízes e na produtividade de raízes comerciais e totais de rabanete.

Uma superfície de resposta foi ajustada para todas as características do rabanete em função dos fatores de tratamento testados. Os valores máximos obtidos foram 25,32 cm e 38,59 mm para altura de planta e diâmetro longitudinal de raízes (Figuras 5A e 5B), 0,147 e 0,140 t ha<sup>-1</sup> para massa seca da parte aérea e das raízes (Figuras 5C e 5D) e 8,45 e 10,28 t ha<sup>-1</sup> para a produtividade de raízes comerciais e totais de rabanete (Figuras 5E e 5F) nas combinações de quantidades equitativas de biomassa dos adubos verdes e densidades populacionais de alface de 65 e 300 e 65 e 252; 41 e 300 e 41 e 300; e 20 e 300 e 20 t ha<sup>-1</sup> e 300 mil plantas por hectare, respectivamente (Figuras 5A a 5F).



**Figura 5-** Altura (A) e diâmetro longitudinal de raízes (B), massa seca da parte aérea (C), massa seca de raízes (D), produtividade comercial (E) e produtividade total de raízes (F) de rabanete consorciado com alface em função de diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo e densidade populacionais da alface nos anos de cultivos 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.

O resultado obtido no parâmetro altura de plantas de rabanete pode estar associado à intensa competição por luz, proporcionada pela alta densidade populacional da alface, que promoveu o crescimento das plantas de rabanete. Com menos espaço entre as culturas, as plantas cresceram em busca de luz, principal elemento climático que determina seu crescimento, além de água e nutrientes disponíveis na solução do solo, segundo Taiz e Zeiger (2013).

Para a massa seca da parte aérea e das raízes, pode-se inferir que a maior competição imposta pelo elevado número de plantas de alface na área impactou negativamente na fotossíntese das plantas de rabanete e, conseqüentemente, permitiu que a massa seca da parte aérea e raízes do rabanete atingissem o pico em uma população elevada de alface juntamente com quantidades equitativas intermediárias de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera*. Paciullo et al. (2011) afirmam que o sombreamento entre plantas reduz a produção de massa seca, pois causa deficiência na translocação de fotoassimilados, portanto a produção máxima de massa seca foi alcançada nas maiores densidades de alface. Em sistemas consorciados, onde as condições nutricionais do solo são adequadas para o cultivo, a competição por luz pode ser mais intensa, e o uso de altas densidades pode aumentar a competição por esse recurso natural (NASCIMENTO et al., 2018).

Para a produtividade de raízes comerciais e totais de rabanete, o aumento da densidade populacional de alface proporcionou rendimentos máximos na menor quantidade equitativa dos adubos verdes e em alta densidade de alface. Essas respostas se devem à alta densidade de plantas de alface, que proporcionou mudanças na arquitetura do rabanete no consórcio, no seu crescimento, desenvolvimento, absorção e distribuição dos assimilados pelas plantas na menor quantidade de fertilizantes (ADAMS et al., 2019).

A interação entre plantas de uma comunidade induz alterações morfológicas e fisiológicas, importantes para determinar o potencial produtivo das culturas. Sabe-se que a população de plantas em sistemas consorciados depende do tipo e hábito de crescimento das culturas, fertilidade do solo, água e outras necessidades de crescimento (BALASUBRAMANIYAN; PALANIAPPAN, 2001). No caso em estudo, a arquitetura e morfologia das culturas de rabanete e alface são completamente diferentes no que diz respeito à demanda de recursos ambientais, pois demandam em tempos e espaços ocupados diferentes.

Comparando o sistema consorciado de rabanete com alface com seu monocultivo, pode-se observar que não foi registrada diferença significativa entre os valores médios de massa seca e diâmetro longitudinal de raízes, bem como nas produtividades comercial e total de raízes de rabanete (Tabela 4). Por outro lado, observou-se diferença significativa entre os

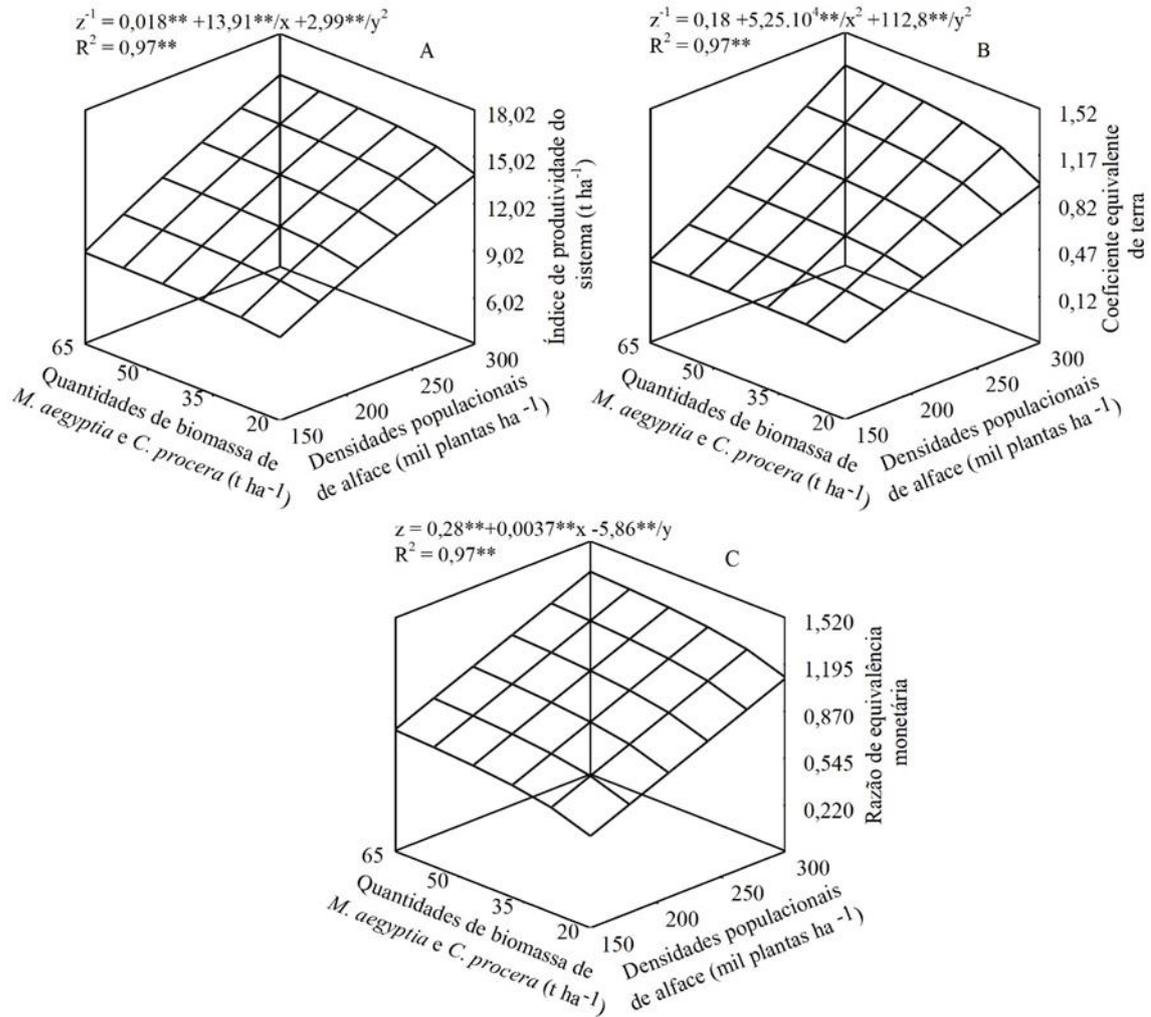
valores médios desses sistemas na altura de plantas e na massa seca da parte aérea do rabanete, com o sistema consorciado superando o monocultivo. Tal comportamento pode estar relacionado à estreita relação C/N existente entre as espécies dos adubos verdes utilizados, garantindo decomposição e rápida mineralização de nutrientes, principalmente nitrogênio (GIACOMINI et al., 2003), em um curto período de tempo entre a adubação e o período de máxima demanda nutricional do rabanete (SILVA et al., 2017). Esta cultura apresenta características como altura da planta e massa seca da parte aérea aumentada com altas doses de adubação nitrogenada (EL-DESUKEI et al., 2005).

### 3.3 INDICADORES AGROECONÔMICOS DO SISTEMA CONSORCIADO

Interações significativas entre os fatores de produção estudados, quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de alface não foram observadas para os índices agroeconômicos: índice de produtividade do sistema (IPS), coeficiente equivalente de terra (CET) e razão de equivalência monetária (REM) (Tabela 5).

No entanto, uma superfície de resposta foi ajustada para cada índice agroeconômico (Figura 6). Os valores máximos alcançados para IPS CET e REM foram 15,37 t ha<sup>-1</sup>, 1,27 e 1,30, nas combinações de quantidades equitativas de biomassa dos adubos verdes e densidades populacionais de alface de 65 t ha<sup>-1</sup> e 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente (Figuras 6A, 6B e 6C). Esses resultados indicam que o uso de alta densidade populacional da cultura da alface (cultura secundária) não resultou em efeito negativo no sistema consorciado com rabanete, principalmente em termos de pressão competitiva por radiação solar, nutrientes e outros recursos ambientais. Balasubramaniyan e Palaniappan (2001) relatam que a população de plantas em sistemas consorciados depende do tipo e hábito de crescimento das culturas, fertilidade do solo, água e outros fatores necessários ao crescimento.

No caso em estudo, a arquitetura e morfologia das culturas de rabanete e alface são completamente diferentes no que diz respeito à demanda de recursos ambientais, pois demandam suas necessidades em diferentes épocas e espaços ocupados.



**Figura 6-** Índice de produtividade do sistema (A), coeficiente equivalente de terra (B) e razão de equivalência monetária (C) de rabanete consorciado com alface em função de diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo e densidade populacionais de alface nos anos de cultivos 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2021.

O alto valor de IPS (15,37 t ha<sup>-1</sup>) obtido na combinação de 65 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de adubo verde com 300 mil plantas de alface ha<sup>-1</sup> demonstra a eficiência agrônômica do sistema consorciado de rabanete com alface nesta combinação em relação ao sistema de monocultivo dessas culturas. Da mesma forma, o alto valor de CET (1,27) obtido expressou a mesma eficiência agrônômica do consórcio dessas duas hortaliças na mesma combinação de fatores de tratamento. Quando o valor de CET é superior a 0,25, o sistema consorciado apresenta vantagem produtiva em relação às monoculturas (PINTO et al., 2012).

Também é possível registrar, com base no valor do REM (1,30), que a eficiência agrônômica do consórcio de rabanete e alface foi traduzida em termos econômicos por meio

do REM. De acordo com Afe e Atanda (2015), quando o REM é maior que 1,0, os sistemas consorciados são considerados mais rentáveis do que os monocultivos. Essa superioridade do REM também pode ser atribuída à natureza complementar das culturas envolvidas. Esses resultados corroboram com os obtidos por Lino et al. (2021), os quais, estudando o consórcio de beterraba e rúcula sob densidades de plantio de adubação verde e rúcula no semiárido do Nordeste, obtiveram um valor de REM de 1,56 com a combinação de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* de 65 t ha<sup>-1</sup> e de 1.000 mil plantas ha<sup>-1</sup> de rúcula, resultado semelhante ao obtido nesta pesquisa.

Esses índices agroeconômicos obtidos em função das quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* devem-se, em parte, ao bom suporte nutricional proporcionado pela mistura de adubos verdes, que foram capazes de atender com eficiência às necessidades das culturas, principalmente quando expressaram seu potencial produtivo em uma situação de alta densidade populacional de uma cultura. Sabe-se que os adubos verdes de biomassa vegetal (regional ou não) aumentam não só a matéria orgânica e o teor de nutrientes do solo, como também melhoram a estrutura do solo, a aeração e a capacidade de armazenamento de água, contribuindo para as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (SILVA et al., 2020). Os adubos verdes também podem fornecer ciclagem de nutrientes no solo, trazendo nutrientes mais profundos para a superfície.

#### 4 CONCLUSÃO

Os maiores benefícios agroeconômicos do consórcio rabanete-alface foram obtidos com IPS de 15,37 t ha<sup>-1</sup>, CET de 1,27 e REM de 1,30, na combinação de 65 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* com densidade populacional de alface de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

A produtividade comercial máxima otimizada de raízes de rabanete no sistema consorciado foi de 8,45 t ha<sup>-1</sup> na combinação de quantidade de biomassa de 20 t ha<sup>-1</sup> de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidade populacional de alface de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>, ao passo que a produtividade máxima de folhas de alface otimizada no consórcio foi de 17,72 t ha<sup>-1</sup>, na combinação da quantidade de biomassa de adubo verde de 65 t ha<sup>-1</sup> e densidade populacional de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup> de alface.

A utilização de espécies espontâneas do bioma Caatinga como adubação verde no consórcio rabanete-alface proporciona benefícios agroeconômicos em ambiente semiárido.

## REFERÊNCIAS

ADAMS, C.; THAPAA, S.; KIMURAB, E. Determination of a plant population density threshold for optimizing cotton lint yield: A synthesis. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 230, p. 11-16, 2019.

AFE, A.I.; ATANDA, S. Percentage yield difference, an index for evaluating intercropping efficiency. **American Journal of Experimental Agriculture**, Nova Delhi, v. 5, p. 278-291 2015.

ALVES, R. F. et al. Desempenho agronômico da rúcula sob diferentes proporções de jitrana e flor-de-seda em sistema orgânico. **Agropecuária Científica do Semiárido**, Campina Grande, v. 8, n.8, p. 107-112, 2012.

BALASUBRAMANIYAN, P.; PALANIAPPAN, S. P. **Principles and practices of agronomy**. Jodhpur, India: Agrobios, p. 486-499, 2001.

BATISTA, T. M. V. et al. Bio-agroeconomic returns from carrot and salad rocket as intercrops using hairy woodrose as green manure in a semi-arid region of Brazil. **Ecological Indicators**, Coimbra, v. 67, p. 458-465, 2016.

BEZERRA NETO, F. et al. Associação de densidades populacionais de cenoura e alface no desempenho agronômico da cenoura em cultivo consorciado em faixa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2 p. 233-237, 2005.

CHAVES, A. P. et al. Cowpea and beet intercropping agro-economic dynamics under spatial arrangement and cowpea population density. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 38, p. 192-203, 2020.

EL-DESUKEI, M. et al. Effect of plant density and nitrogen application on the growth, yield and quality of radish (*Raphanus sativus* L.). **Journal of Agronomy**, Nova Jersey, v. 4, p. 225-229, 2005.

FILGUEIRA, F. A. R. **Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças**. Viçosa, 3. ed. Revisada e Ampliada. UFV, 2013.

GIACOMINI, S. J. et al. Matéria seca, relação C/N e acúmulo de nitrogênio, fósforo e potássio em misturas de plantas de cobertura de solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 27, p. 325-334, 2003.

GÓES, S. B. D. et al. Productive performance of lettuce at different amounts and times of decomposition of dry scarlet starglory. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 4, p. 1036-1042, 2011.

IBGE- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo agropecuário 2017**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br>. Acesso em: 06 jan. 2022.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados meteorológicos**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br>. Acesso em: 20 dez. 2021.

LINHARES, P. C. F. et al. Quantidades e tempos de decomposição da flor-de-seda no desempenho agrônomo do rabanete. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 6, n. 1, n. p., 2011.

LIMA, J. S. S. et al. Produtividade da cenoura, coentro e rucula em função de densidades populacionais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 8, n. 1, n.p., 2013.

LINO, V. A. S. et al. Bio-economic return from the green fertilizing and plant population in strip-intercropping of beet and rocket. **Research, Society and Development**, Vargem Grande Paulista, v. 10, n.8, p. e20910817112-e20910817112, 2021.

LINHARES, P. C. F. **Vegetação espontânea como adubo verde no desempenho agroecológico de hortaliças folhosas**. 2009. 109f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2009.

LISBÔA, P. **Benefícios do rabanete**: Descubra os poderes nutricionais dessa raiz para a saúde. Disponível em: [https://www.conquistesuavida.com.br/noticia/beneficios-do-rabanete-descubra-os-poderes-nutricionais-dessa-raiz-para-a-saude\\_a4055/1](https://www.conquistesuavida.com.br/noticia/beneficios-do-rabanete-descubra-os-poderes-nutricionais-dessa-raiz-para-a-saude_a4055/1). Acesso em: 03 fev. 2021.

MEIRA, A. L.; LEITE, C. D.; MOREIRA, V. R. R. **Plantas companheiras**. São Paulo: Coordenação de Agroecologia - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. v.1 2012.

NASCIMENTO, C. S. et al. Effect of population density of lettuce intercropped with rocket on productivity and land-use efficiency. **Plos One**, Hong Kong, v. 13, n. 4, n. p. 2018.

PACIULLO, D. S. C. et al. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistemas agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, São Paulo, v. 46, p. 1176-1183, 2011.

PINTO, C. M.; PINTO, O. R. O.; PITOMBEIRA, J. B. Mamona e girassol no sistema de consorciação em arranjo de fileiras: habilidade competitiva. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Pombal, v. 2, n.p., 2012.

ROMANIW, J. **Resíduos de abatedouro na dinâmica da matéria orgânica, retenção de água no solo, produtividade das culturas e eficiência e sistema de plantio direto**. 2018. 108f. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Estadual de Ponta Grossa, Ponta Grossa, 2018.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 5. ed. rev. e ampl. Brasília: Embrapa, 2018.

SILVA, M. L. et al. Produção de cenoura fertilizada com flor-de-seda (*Calotropis procera* (Ait.) R. Br.). **Revista Ciência Agrônoma**, Fortaleza, v. 44, n.4, p. 732-740, 2013.

SILVA, A. F. A. et al. Desempenho agrônomo do rabanete adubado com *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. em duas épocas de cultivo. **Revista Ciência Agrônoma**, Fortaleza, v. 48, p. 328-336, 2017.

SILVA, J. N. et al. Production and benefits in carrot and vegetable cowpea associations under green manuring and spatial arrangements. **Revista Ciência. Agronômica**, Fortaleza, v. 51, n. p., 2020.

SILVA, J. N. et al. Eficiência produtiva e econômica do caupi-hortaliça em função de quantidades de adubo verde. In: OLIVEIRA, A. M.; VANCONCELOS, C. B. L.; SILVA, J. F.; MORAIS, M. A.; DIAS, N. S.; CAMACHO, R. G. V.; ALENCAR, R. D.; PORTO, V. C. N. (org.). **Produção orgânica no semiárido**. Mossoró: EDUFERSA. p. 620-630.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 2013.

## CAPÍTULO 2- MAXIMIZAÇÃO DE BENEFÍCIOS AGRO-BIOECONÔMICOS EM SISTEMAS CONSORCIADO DE RABANETE E ALFACE EM AMBIENTE SEMIÁRIDO

### RESUMO

O rabanete e a alface são duas hortaliças passíveis de consorciação porque são culturas companheiras que se complementam. Quando bem manejada em termos de adubação verde e no uso de densidades populacionais de plantio adequadas, pode render benefícios agro-bioeconômicos satisfatórios para o produtor de hortaliças em sistema consorciado. Assim, esse trabalho teve como objetivo avaliar retornos agro-bioeconômicos advindo do consórcio de rabanete com alface em diversas quantidades equitativas de biomassa de jirirana (*Merremia aegyptia*) e flor-de-seda (*Calotropis procera*) em diferentes densidades populacionais de alface, em ambiente semiárido. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições. O primeiro fator deste esquema consistiu de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* nas doses de 20, 35, 50 e 65 t ha<sup>-1</sup> em base seca, e o segundo fator de densidades populacionais de alface de 150, 200, 250 e 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Os índices agrônômicos e de competição e os indicadores econômicos avaliados nos sistemas consorciados foram: razão equivalente de terra (RET), vantagem do consórcio (VC), índice de eficiência produtiva (IEP), escore da variável canônica (Z), índices de superação das culturas (IS<sub>r</sub> e IS<sub>i</sub>), razão competitiva (RC), perda de rendimento real (PRR), renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL). Os maiores retornos agro-bioeconômicos obtidos no consórcio de rabanete com alface foram de: 2,25, 8,03, 3,00, 2,40, 95.456,62 e 52.270,48 R\$ ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para RET, VC, Z, PRR, RB e RL na quantidade de biomassa de 65 t ha<sup>-1</sup> dos adubos verdes e densidade populacional de alface de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>; de 0,96 e 2,61 para IEP e RC na quantidade de 65 t ha<sup>-1</sup> e densidade de alface de 150 mil plantas ha<sup>-1</sup>; de 1,09, 2,43 reais por cada real investido e 60,27% para IS<sub>r</sub>, TR e IL na quantidade de 20 t ha<sup>-1</sup> e densidades de alface de 252 e 300 mil planta ha<sup>-1</sup> e de -0,16 para IS<sub>i</sub> na quantidade de 65 t ha<sup>-1</sup> e densidade 150 mil plantas ha<sup>-1</sup>. A utilização de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* do bioma Caatinga mostrou-se uma tecnologia viável para produtores que praticam o cultivo de rabanete e alface em consórcio em ambiente semiárido.

**Palavras-chave:** *Calotropis procera*; *Lactuca sativa*; *Merremia aegyptia*; *Raphanus sativus*; Viabilidade agro-bioeconômica.

## CHAPTER 2- MAXIMIZING AGRO-BIOECONOMIC BENEFITS IN INTERCROPPED SYSTEMS OF RADISH AND LETTUCE IN SEMI-ARID ENVIRONMENT

### ABSTRACT

Radish and lettuce are two crop vegetables that can be intercropped because they are companion cultures that complement each other. When well managed in terms of green manuring and used in adequate planting population densities, it can yield satisfactory agro-bioeconomic benefits for the vegetable producer in an intercropped system. Thus, this study aimed to evaluate agro-bioeconomic returns arising from the intercropping of radish with lettuce in different equitable amounts of hairy woodrose (*Merremia aegyptia*) and roostertree (*Calotropis procera*) biomass at different population densities of lettuce, in an environment semi-arid. The experimental design used was in randomized blocks, with treatments arranged in a 4 x 4 factorial scheme, with 4 replications. The first factor of this scheme consisted of equitable amounts of *M. aegyptia* and *C. procera* biomass at doses of 20, 35, 50 and 65 t ha<sup>-1</sup> on a dry basis, and the second factor of lettuce population densities consisted of 150, 200, 250 and 300 thousand plants ha<sup>-1</sup>. The agronomic and competition indices and the economic indicators evaluated in the intercropped systems were: land equivalent ratio (LER), intercropping advantage (IA), productive efficiency index (PEI), score of the canonical variable (Z), radish and lettuce crops aggressivity (A<sub>r</sub> and A<sub>l</sub>), competitive ratio (RC), actual yield loss (AYL), gross income (GI), net income (NI), rate of return (RR) and profit margin (PM). The highest agro-bioeconomic returns obtained in the intercropping of radish with lettuce were: 2.25, 8.03, 3.00, 2.40, 95,456.62 and 52,270.48 R\$ ha<sup>-1</sup>, respectively, for LER, IA, Z, AYL, GI and NI in the biomass amount of 65 t ha<sup>-1</sup> of green manures and population density of lettuce of 300 thousand plants ha<sup>-1</sup>; of 0.96 and 2.61 for PEI and CR in the amount of 65 t ha<sup>-1</sup> and lettuce density of 150 thousand plants ha<sup>-1</sup>; of 1.09, 2.43 reais for each real invested and 60.27% for A<sub>r</sub>, RR and PM in the amount of 20 t ha<sup>-1</sup> and lettuce densities of 252 and 300 thousand plant ha<sup>-1</sup> and of -0,16 for A<sub>l</sub> in the amount of 65 t ha<sup>-1</sup> and density of 150 thousand plants ha<sup>-1</sup>. The use of *M. aegyptia* and *C. procera* biomass from the Caatinga biome proved to be a viable technology for producers who practice the cultivation of radish and lettuce in intercropping in semi-arid environment.

**Keywords:** *Calotropis procera*; *Lactuca sativa*; *Merremia aegyptia*; *Raphanus sativus*; agro-bioeconomic feasibility.

## 1 INTRODUÇÃO

Uma das práticas de cultivo usadas nos sistemas de produção hortaliças é a consorciação de culturas, que consiste em cultivar duas ou mais culturas em proximidade, com o objetivo de produzir maior rendimento por área, fazendo uso de recursos ambientais que de outra forma não seriam utilizados por uma única cultura. No entanto, o sucesso da prática depende diretamente das culturas envolvidas, havendo a necessidade de complementação entre elas, pois essa complementariedade irá proporcionar maior produtividade por área plantada; diversificação biológica do ambiente; manutenção dos nutrientes nos alimentos das plantas em equilíbrio; aumento da umidade do solo, diminuição das perdas de água e da erosão do solo (MEIRA et al., 2012). O rabanete e a alface são hortaliças que se enquadram nessa exigência de eficiência do sistema consorciado, pois são culturas companheiras e que se complementam (DAMASCENO et al., 2016).

Outra exigência desta prática de cultivo que também proporciona vantagens é o manejo adequado dos fatores de produção, tipos e quantidade de adubos, além da densidade de plantio das culturas componentes. Dentre os tipos de adubos que se destacam no cultivo de hortaliças tuberosas e folhosas em ambiente semiárido estão os adubos verdes, jitirana e flor-de-seda, provenientes de espécies espontâneas do bioma Caatinga (SÁ et al., 2021; LINO et al., 2021).

Essas espécies, segundo Linhares et al. (2012), contêm boa oferta de nutrientes, produção de biomassa adequada e baixa relação C/N, o que proporciona a decomposição e liberação mais rápida de nutrientes para as plantas. A jitirana pode produzir 36 t ha<sup>-1</sup> de biomassa verde contendo em base seca 2,62% N, 0,17% P, 1,20% K, 0,90 Ca e 1,08 Mg. Por outro lado, a flor-de-seda pode produzir 51 t ha<sup>-1</sup> de biomassa verde contendo em base seca 1,53% N, 4,0% P, 1,57% K, 0,93% Ca e 0,73% de Mg (BEZERRA NETO et al., 2019).

Um dos grandes desafios no uso dessas espécies como adubo verde em sistemas consorciados de hortaliças tem sido o de determinar a(s) quantidade(s) que otimize (m) a produtividade e os indicadores agrobioeconômicos do sistema, a fim de alcançar a máxima eficiência agrônômica, biológica e econômica em seus cultivos. Outro fator de considerável relevância no sucesso de um sistema consorciado é a população de plantas, que influencia diretamente no crescimento e desenvolvimento das culturas e na produtividade do sistema, a partir das competições intra e interespecífica por recursos ambientais (CHAVES et al., 2020).

Estudos sobre populações de plantas em associações de culturas geralmente são projetados em parte para melhorar a produtividade do sistema e fornecer uma racionalização

dos tratamentos necessários às culturas. No entanto, as culturas aumentam sua produtividade até certa densidade: depois de atingir o limite, as interações competitivas por área e nutrientes se intensificam, podendo gerar resultados negativos com redução das taxas fotossintéticas e concentrações de nutrientes, comprometendo o crescimento das plantas e produtividade das culturas, como também pela qualidade dos produtos (STRASSBURGER et al., 2010; RIBEIRO et al., 2017).

Algumas pesquisas realizadas no semiárido brasileiro com as espécies espontâneas jitirana e flor-de-seda como adubos verdes em cultivos consorciados de tuberosas e folhosas têm apresentado resultados satisfatórios. Lino et al. (2021), estudando o retorno bioeconômico do consórcio de beterraba e rúcula em diversas quantidades equitativas de biomassa de jitirana e flor-de-seda em diferentes populações de rúcula, obtiveram retorno bioeconômico do sistema consorciado de beterraba e rúcula de: 1,87; 7,44; 1,90; 0,98; 2,52; 85.827,79 e 65.425,01 R\$ ha<sup>-1</sup>; R\$ 4,24 para cada real investido e 77,02%, respectivamente, para RET, VC, PRR, IEP, Z, RB, RL, TR e ML na quantidade equitativa de biomassa de 65 t ha<sup>-1</sup> de jitirana e flor-de-seda, na população de 1 milhão de plantas por hectare.

Por sua vez, Sá et al. (2021), avaliando a viabilidade agroeconômica do consórcio rabanete-rúcula, em distintas quantidades biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e em diversas densidades populacionais de rúcula, obtiveram as maiores vantagens agroeconômicas do consórcio rabanete-rúcula com a RET de 1,64, IEP de 0,86, Z de 1,54, RB de R\$ 45.543,92 ha<sup>-1</sup>, RL de R\$ 24.662,31 ha<sup>-1</sup>, TR de R\$ 2,20 para cada real investido e IL de 56,37%, respectivamente, na combinação de 65 t ha<sup>-1</sup> de biomassa das espécies e densidade populacional de rúcula de 100% do DRCS, correspondente à densidade de 1 milhão de plantas por hectare.

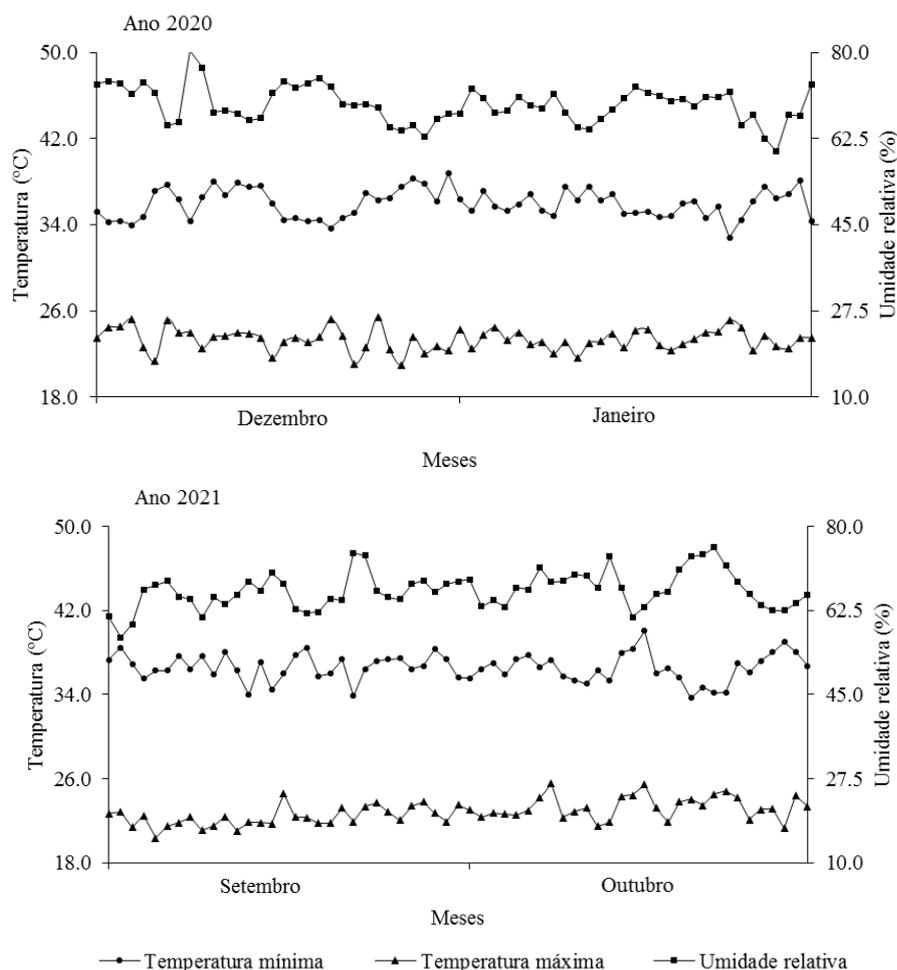
Buscando propor aos produtores das hortaliças rabanete e alface em sistema consorciado vantagens agrobioeconômicas em seu sistema de produção, o presente trabalho teve como objetivo avaliar o retorno agrobioeconômico advindo do consórcio de rabanete com alface em diversas quantidades equitativas de biomassa de jitirana e flor-de-seda em diferentes densidades populacionais de alface, em ambiente semiárido.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 LOCAL, CLIMA E SOLO

Experimentos de campo foram conduzidos de outubro de 2020 a janeiro de 2021 e de julho a novembro de 2021 na Fazenda Experimental ‘Rafael Fernandes’, pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada no distrito de Alagoinha, aproximadamente 20 km de Mossoró-RN, sob a latitude de 5° 03’ 37” S e longitude de 37° 23’ 50” W e altitude de 80 m.

O clima da região, pela classificação de Köppen, é BSh, ou seja, seco e muito quente com duas estações: uma seca começando em junho indo até janeiro e a outra chuvosa começando em fevereiro indo até maio (ALVARES et al., 2014). Durante o período de realização dos experimentos em campo, não foram registrados precipitação pluviométrica. Os dados diários das temperaturas mínimas e máximas e da umidade relativa em cada período de realização dos experimentos estão apresentados na Figura 7.



**Figura 7-** Dados climáticos durante os anos de cultivos 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2022. Mossoró-RN, UFERSA, 2021.

Os solos das áreas experimentais foram classificados como Argissolo Vermelho distrófico típico (SANTOS et al., 2018). Antes da instalação de cada experimento, amostras de solos foram retiradas na camada de 0-20 cm e homogeneizadas para se obter uma amostra composta representativa de toda a área. Essa amostra composta foi analisada e os resultados obtidos estão apresentados na Tabela 6.

**Tabela 6-** Análises químicas dos solos das áreas experimentais antes da instalação de cada experimento nas estações de cultivos de 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2021.

Anos de cultivos	N g kg <sup>-1</sup>	pH (Água)	CE	M.O.	P	K	Na	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn
			dS m <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>			mmol/dm <sup>3</sup>					
2020	0,60	6,3	0,44	11,90	24	52,28	1,73	22,5	4,8	0,5	5,7	11,2	3,8
2021	0,65	6,6	0,56	12,97	32	61,27	2,30	23,7	6,5	0,3	4,8	6,1	2,7

## 2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

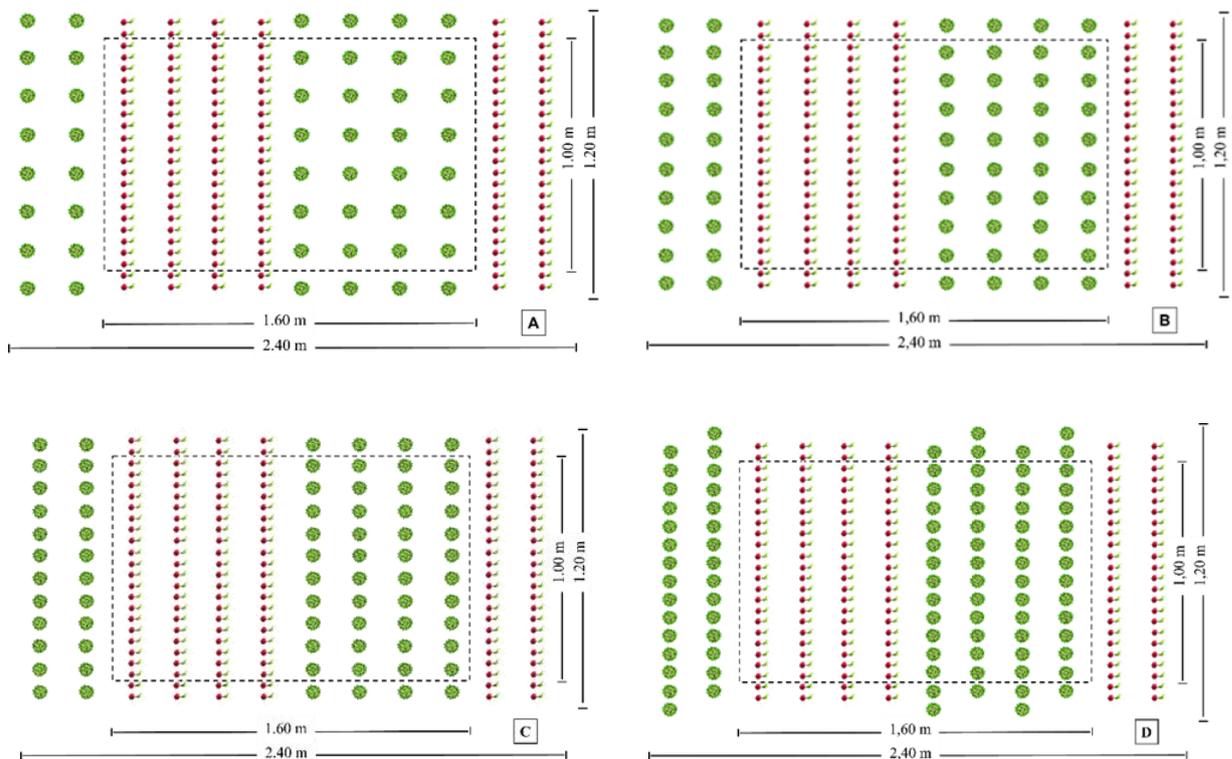
O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos ao acaso, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 4, com quatro repetições. O primeiro fator a ser testado consistiu de quantidades equitativas dos adubos verdes de *M. aegyptia* e *C. procera* (20, 35, 50 e 65 t ha<sup>-1</sup> em base seca) e o segundo consistiu das seguintes densidades populacionais de alface (150, 200, 250 e 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>, correspondente a 60%, 80%, 100% e 120% da densidade recomendada para o cultivo solteiro da alface - DRCS). As densidades populacionais recomendadas para os cultivos solteiros de rabanete e alface são de 500 e 250 mil plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente (NUNES et al., 2018; ALMEIDA et al., 2015).

Em cada bloco, foram plantadas parcelas solteiras de rabanete e alface com quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* otimizadas pela pesquisa (40 t ha<sup>-1</sup> para o rabanete e 48 t ha<sup>-1</sup> para a alface) para obtenção dos índices agrônômicos, de competição e econômicos dos sistemas consorciados. Os espaçamentos usados em cada densidade populacional estão descritos na Tabela 7.

**Tabela 7-** Descrição das densidades populacionais e espaçamentos do rabanete e da alface utilizados nos experimentos dos sistemas consorciados e solteiros. Mossoró-RN, UFERSA, 2021.

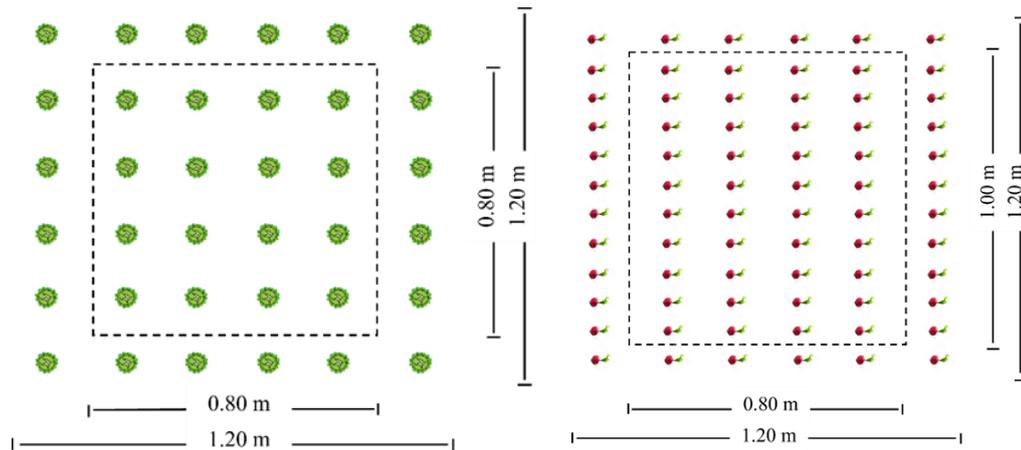
Densidades populacionais das culturas no sistema consorciado (mil plantas ha <sup>-1</sup> )		Espaçamentos (m)	
Rabanete	Alface	Rabanete	Alface
500	150	0,20 x 0,05	0,20 x 0,15
500	200	0,20 x 0,05	0,20 x 0,12
500	250	0,20 x 0,05	0,20 x 0,10
500	300	0,20 x 0,05	0,20 x 0,08
Densidades populacionais das culturas em cultivo solteiro (mil plantas ha <sup>-1</sup> )			
Rabanete	500	0,20 x 0,10	
Alface	250		0,20 x 0,20

O cultivo consorciado foi estabelecido em faixas alternadas das culturas, na proporção de 50% da área para a alface e 50% da área para o rabanete. Cada parcela foi composta por quatro fileiras de alface intercaladas com quatro fileiras de rabanete, ladeadas por duas fileiras de cada cultura utilizadas como bordadura. A área total de cada parcela consorciada foi de 2,88 m<sup>2</sup> (2,40 x 1,20 m), com uma área útil de 1,60 m<sup>2</sup> (1,60 x 1,00 m). A área útil foi constituída das duas faixas centrais de plantas, excluindo-se as duas fileiras externas de cada lado e as duas últimas plantas de cada fileira, usadas como bordadura (Figura 8).



**Figura 8-** Detalhes das parcelas consorciadas do rabanete (•) com alface (•) na densidade populacional de 500 mil plantas  $ha^{-1}$  de rabanete consorciada com as densidades populacionais de alface de 150 (A), 200 (B), 250 (C) e 300 (D) mil plantas  $ha^{-1}$ . Mossoró-RN, UFERSA, 2021.

O cultivo solteiro de cada hortaliça foi composto por seis fileiras por parcela, com área total de  $1,44 m^2$  ( $1,20 \times 1,20 m$ ) e área útil de  $0,64 m^2$  ( $0,80 \times 0,80 m$ ) para a cultura da alface e área útil de  $0,80 m^2$  ( $0,80 \times 1,00 m$ ) para a cultura do rabanete. Essas áreas úteis foram constituídas das quatro fileiras centrais de cultivo, excluindo as linhas laterais a essas, bem como as primeiras e as últimas plantas de cada linha, consideradas como bordaduras (Figura 9).



**Figura 9-** Detalhes das parcelas em cultivo solteiro para as culturas da alface ( 🍃 ) e do rabanete ( 🍆 ) nas densidades populacionais de 250 (A) e 500 (B) mil plantas por hectare, respectivamente. Mossoró-RN, UFERSA, 2021.

### 2.3 PREPARO DO SOLO, MANEJO E PRÁTICAS CULTURAIS

Antes da instalação dos experimentos, foi feita limpeza nas áreas experimentais utilizando um trator com arado acoplado, seguida de gradagem e levantamento dos canteiros utilizando uma rotocanteirador. Posteriormente, foi realizada uma solarização pré-plantio nos canteiros com plástico transparente do tipo Vulca Brilho Bril Flex (30 micras) por 30 dias para combater os microorganismos fitopatogênicos do solo na camada 0-20 cm.

Os materiais usados como adubos verdes nos experimentos foram a jitirana (*M. aegyptia*) e flor-de-seda (*C. procera*), coletados na vegetação nativa em diversas áreas rurais nas proximidades do município de Mossoró, RN. Após a coleta, esses materiais foram triturados em máquina forrageira convencional obtendo-se partículas fragmentadas em torno de 2,0 a 3,0 cm, desidratadas sob a luz do sol até atingir o teor de umidade em torno de 10%. Amostras desses materiais foram submetidas à análise química em laboratório cujas composições são mostradas na Tabela 8.

**Tabela 8-** Composição química da matéria seca dos adubos verdes *M. aegyptia* e *C. procera* nas estações de cultivos de 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2021.

Adubos Verdes	N	-----g kg <sup>-1</sup> -----			Ca
		P	K	Mg	
<b>Estação de cultivo de 2020</b>					
<i>M. aegyptia</i>	16,60	2,79	37,80	7,07	19,35
<i>C. procera</i>	21,60	1,92	20,90	9,20	17,00
<b>Estação de cultivo de 2021</b>					
<i>M. aegyptia</i>	15,30	4,00	25,70	7,03	9,30
<i>C. procera</i>	18,40	3,10	24,50	13,50	16,30

Após a solarização, as quantidades de biomassa dos adubos verdes foram incorporadas ao solo 15 dias antes da semeadura dos cultivos. Na primeira estação de cultivo, a incorporação foi realizada dia nove de dezembro de 2020; a segunda ocorreu no dia 13 de setembro de 2021, com o auxílio de enxadas. Irrigações foram realizadas diariamente pelo sistema de microaspersão, com turno de rega dividido em duas aplicações (manhã e tarde), proporcionando lâmina d'água de aproximadamente 8 mm dia<sup>-1</sup>. Essa lâmina de irrigação foi determinada a partir do Kc médio da cultura do rabanete. O Kc inicial usado foi de 0,45, o Kc médio foi de 0,95 e o Kc final foi de 0,65.

As cultivares de alface americana e de rabanete plantadas foram a 'Tainá' e a 'Crimson Gigante', respectivamente. Essas cultivares são as recomendadas pela pesquisa para cultivo em ambiente semiárido, por possuírem boa adaptabilidade às condições edafoclimáticas da região.

As sementes da alface para a produção de mudas foram semeadas pela empresa HortVida Agrícola LTDA-ME, em bandejas de polietileno com 200 células, colocando-se duas a três sementes por célula, no dia oito de dezembro de 2020 na primeira estação de cultivo e no dia sete de setembro de 2021 na segunda estação. Sete dias após a semeadura, realizou-se o desbaste, deixando apenas uma planta por célula. Passados 21 dias após a semeadura (DAS), as plantas foram transplantadas aos canteiros em covas de aproximadamente 5 cm, no dia 29 de dezembro de 2020 na primeira estação de cultivo e no dia 28 de setembro na segunda estação. Aos oito dias após transplântio (DAT) da alface, foi realizada uma amontoa nas plântulas com o intuito de prevenir o tombamento, seguida da aplicação do bioestimulante foliar Agromos<sup>®</sup> com o intuito de fortalecer e ativar a resistência natural das plantas.

As sementes de rabanete foram semeadas no dia 29 de dezembro de 2020 na primeira estação de cultivo e no dia 28 de setembro na segunda estação, em covas de aproximadamente 3 cm de profundidade, com três a quatro sementes por cova e cobertas com uma camada de

substrato orgânico. Após sete dias da semeadura, foi realizado o desbaste deixando apenas uma planta por cova, e aos 15 DAS foi realizada uma amontoa no intuito de proteger as raízes das plantas para prevenir rachaduras.

Durante a condução dos experimentos em campo, sempre que necessário foram feitas capinas manuais para o controle de plantas daninhas. Não foi utilizado nenhum método de controle químico. A colheita da alface foi realizada aos 28 dias após o transplante, tanto na primeira quanto na segunda estação de cultivo. A colheita do rabanete foi realizada aos 30 dias após a semeadura.

## 2.4 CARACTERÍSTICAS E ÍNDICES AVALIADOS

As características avaliadas nos sistemas consorciados foram: produtividade comercial de raízes de rabanete – quantificada pela massa fresca de raízes das plantas da área útil com tamanho mínimo de 20 mm, livre de rachaduras ou deformações e não isoporizada (SOUZA et al., 2020), expressa em  $t\ ha^{-1}$  – e produtividade de folhas de alface, quantificada pela massa fresca da parte aérea das plantas da área útil e expressa em  $t\ ha^{-1}$ .

A eficiência agrobioeconômica dos sistemas consorciados de rabanete e alface foi determinada usando os índices agronômicos e de competição e os indicadores econômicos:

### 2.4.1 Índices agronômicos e de competição

a) A razão equivalente de terra (RET) foi calculada pela expressão usada por BEZERRA NETO et al. (2019).  $RET = \frac{Y_{ra}}{Y_r} + \frac{Y_{ar}}{y_a}$ , em que  $Y_{ra}$  é a produtividade de raízes comerciais de rabanete consorciadas com a alface;  $Y_r$  é a produtividade de raízes comerciais de rabanete em cultivo solteiro;  $Y_{ar}$  é a produtividade de folhas de alface consorciadas com rabanete;  $Y_a$  é a produtividade de folhas de alface em cultivo solteiro. Esse índice agronômico é definido como a área relativa de terra em condições de cultivo solteiro exigida para proporcionar as produtividades alcançadas no cultivo consorciado. Quando o valor de RET é maior que 1, o consórcio favorece o desenvolvimento, crescimento e a produtividade das culturas componentes. Por outro lado, quando RET é menor que 1, o consórcio entre as culturas componentes é afetado negativamente, prejudicando o desenvolvimento, crescimento e produtividade das culturas.

b) A vantagem do consórcio (VC) foi determinada pela expressão usada por Gebru

(2015):  $VC = VC_r + VC_a$ , em que  $VC_r$  é a vantagem do consórcio de rabanete com alface;  $VC_a$  é a vantagem do consórcio da alface com rabanete;  $VC_r = PRR_r \times P_r$  e  $VC_a = PRR_a \times P_a$ , onde  $PRR_r$  e  $PRR_a$  estão definidos na descrição da perda de rendimento real (PRR).  $P_r$  é o preço do rabanete em R\$ kg<sup>-1</sup> e  $P_a$  é o preço da alface em R\$ kg<sup>-1</sup>. Os preços médios pagos ao produtor no mês de janeiro e dezembro de 2021 foram de R\$ 2,70 kg<sup>-1</sup> e R\$ 4,83 kg<sup>-1</sup> para a alface e o rabanete, respectivamente. Quanto mais alto for o valor do VC, mais vantajoso agronomicamente e lucrativo será o sistema consorciado.

c) O Índice de eficiência produtiva (IEP) foi calculado para cada tratamento, por meio do modelo DEA (*Data Envelopment Analysis*), com retornos constantes à escala, por não ter evidências de diferenças de escala significativas. O modelo DEA tem a seguinte formulação matemática:  $\text{Max } z = \sum_{j=1}^r \mu_j x_{jo}$ , sujeito às restrições  $\sum_{i=1}^s v_i w_{io} = 1$ ;  $\sum_{j=1}^r \mu_j x_{jk} - \sum_{i=1}^s v_i w_{ik} \leq 0$ ,  $k = 1 \dots n$ ;  $\mu_j, v_i \geq 0$ ,  $i = 1 \dots s$ ,  $j = 1 \dots r$ , em que  $w_{ik}$  é o valor da entrada (input)  $i$  ( $i = 1 \dots s$ ), para o tratamento  $k$  ( $k = 1 \dots n$ );  $y_{jk}$ : o valor da saída (output)  $j$  ( $j = 1 \dots r$ ), para o tratamento  $k$ ;  $v_i$  e  $\mu_j$ : os pesos atribuídos às entradas e saídas, respectivamente;  $o$ : o tratamento em análise (COOPER et al., 2004; BEZERRA NETO et al., 2012). Para medir a eficiência de cada parcela experimental (tratamento), foram assumidos insumos unitários para todas as unidades.

Os tratamentos (consórcios) foram usados como unidades de avaliação, dezesseis no total. Como *outputs* (saídas), foram utilizadas as produtividades de folhas da alface e a produtividade comercial do rabanete. Para avaliar o desempenho ou rendimento de cada parcela, considerou-se que cada uma utiliza um único recurso com nível unitário, já que os *outputs* incorporaram os possíveis *inputs*. Assim, quanto mais próximo de 1 for o valor de PEI, mais vantajoso agronomicamente será o sistema consorciado testado.

d) A eficiência do sistema consorciado também foi avaliada pelo índice agrônomo, escore da variável canônica (Z), obtida pela análise bivariada de variância (BEZERRA NETO et al., 2007) das produtividades de folhas da alface e de raízes comerciais do rabanete. Quanto mais alto e positivo for o valor de Z, mais eficiente agronomicamente será o sistema consorciado avaliado.

Os índices de competição avaliados nos sistemas consorciados foram: os índices de superação das culturas ( $IS_r$  e  $IS_a$ ), a razão competitiva (RC) e a perda de rendimento real do sistema (PRR).

e) O índice de superação (IS) é um índice que indica quanto do aumento relativo na produção da cultura componente  $r$  (neste caso o rabanete) é superior à produção da

componente *a* (alface) em um sistema de consórcio. Esse índice foi determinado pelas seguintes expressões usadas por Cecílio Filho et al. (2015),  $IS_r = \left(\frac{Y_{ra}}{Y_r Z_{ra}}\right) - \left(\frac{Y_{ar}}{Y_a Z_{ar}}\right)$

e  $IS_a = \left(\frac{Y_{ar}}{Y_r Z_{ar}}\right) - \left(\frac{Y_{ra}}{Y_r Z_{ra}}\right)$ , em que:  $IS_r$  e  $IS_a$  são os índices de superação do rabanete e da

alface em consórcio;  $Y_{ra}$  é a produtividade comercial de raízes de rabanete consorciadas com a alface;  $Y_r$  é a produtividade comercial do rabanete em cultivo solteiro;  $Z_{ra}$  a proporção da área de plantio do rabanete em consórcio com a alface;  $Y_{ar}$  é a produtividade de folhas da alface consorciada com o rabanete;  $Y_a$  é a produtividade de folhas da alface em cultivo solteiro;  $Z_{ar}$  é a proporção da área de plantio da alface em consórcio com o rabanete. Se  $IS$  for positivo, a cultura componente com sinal positivo será a dominante e a de sinal negativo será a cultura dominada. Se o valor de  $IS$  for zero, as culturas serão igualmente competitivas.

f) A razão competitiva ( $RC$ ) do sistema consorciado foi obtida também pela fórmula usada por Cecílio Filho et al. (2015), onde  $RC = RC_r + RC_a$ . A  $RC_r = \left[\left(\frac{RET_r}{RET_a}\right) \times \frac{Z_{ar}}{Z_{ra}}\right]$  e a

$RC_a = \left[\left(\frac{RET_a}{RET_r}\right) \times \frac{Z_{rl}}{Z_{ar}}\right]$ .  $RC_r$  é a razão competitiva do rabanete no consórcio com a alface e  $RC_a$

é a razão competitiva da alface no consórcio com o rabanete. Os termos  $RET_r$ ,  $RET_a$ ,  $Z_{ar}$  e  $Z_{ra}$  estão definidos anteriormente. A razão competitiva fornece o grau exato de competição ao indicar o número de vezes em que a espécie dominante é mais competitiva do que a espécie dominada (ESKANDARI ; GHANBARI, 2010; EGBE et al., 2010). A cultura com maior  $RC$  aproveita melhor os recursos ambientais.

g) A perda de rendimento real ( $PRR$ ) do sistema consorciado foi determinada pela expressão usada por SILVA et al. (2021):  $PRR = PRR_r + PRR_a$ ;  $PRR_r = \left[\left\{\frac{\left(\frac{Y_{ra}}{Z_{ra}}\right)}{\left(\frac{Y_r}{Z_r}\right)}\right\} - 1\right]$  e

$AYL_a = \left[\left\{\frac{\left(\frac{Y_{ar}}{Z_{ar}}\right)}{\left(\frac{Y_a}{Z_a}\right)}\right\} - 1\right]$ , em que  $PRR_r$  é a perda de rendimento real do rabanete,  $PRR_a$  é a

perda de rendimento real da alface;  $Y_{ra}$  é a produtividade de raízes comerciais do rabanete em consórcio com alface,  $Z_{ra}$  é a proporção de plantio do rabanete no consórcio com a alface;  $Y_r$  é a produtividade de raízes comerciais de rabanete em cultivo solteiro;  $Z_r$  é a proporção de plantio do rabanete em cultivo solteiro,  $Y_{ar}$  é a produtividade de folha da alface consorciada com rabanete,  $Z_{ar}$  é a proporção de plantio da alface consorciada com rabanete;  $Y_a$  é a produtividade de folhas da alface em cultivo solteiro e  $Z_a$  é a proporção de plantio da alface

em cultivo solteiro.  $PRR > 0$  indica vantagem do consórcio em relação ao monocultivo, a passo que  $PRR < 0$  indica desvantagem do sistema consorciado.

## 2.5 INDICADORES DE EFICIÊNCIA ECONÔMICA

Os indicadores de eficiência econômica avaliados nos sistemas consorciados foram: renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL).

A renda bruta (RB) foi calculada a partir do valor da produção das culturas combinadas envolvidas no sistema consorciado, sem levar em consideração os custos totais (CT) de produção dos produtos envolvidos de insumos e serviços (FEIDEN, 2001).

A renda bruta (RB) foi determinada pelo produto das produtividades das culturas por hectare pelo preço pago ao produtor em nível de mercado da região, no mes de dezembro de 2021. Os preços médios pagos foram de 2,70 R\$ kg<sup>-1</sup> para a alface e 4,79 R\$ kg<sup>-1</sup> para o rabanete. O cálculo desse indicador não leva em consideração os custos totais (CT) de produção dos produtos envolvidos (FEIDEN, 2001).

Os custos totais de produção de um sistema consorciado, segundo Cecílio Filho et al. (2010), são obtidos a partir dos gastos totais (custos totais) por hectare com as culturas componentes do sistema em nível experimental, que cobre os serviços prestados pelo capital estável (depreciação, mão de obra fixa e custos associados a capital de giro), preços de insumos e valor dos custos alternativos (também chamados de custos de oportunidade).

A renda líquida (RL) foi calculada subtraindo-se da renda bruta (RB) os custos totais de produção (CT) do sistema por hectare.

A taxa de retorno (TR) foi obtida pela relação entre a renda bruta (RB) e os custos totais (CT), ou seja,  $TR = \frac{RB}{CT}$ , correspondendo a quantos reais são obtidos para cada real investido na aplicação do tratamento do cultivo consorciado de rabanete e alface. O índice de lucratividade (IL) foi obtido pela relação entre a renda líquida (RL) e a renda bruta (RB), expressa em porcentagem.

## 2.6 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Análise de variância univariada foi realizada em todos os índices e indicadores avaliados por meio do *software* SISVAR (FERREIRA, 2011). Devido à homogeneidade das variâncias entre os anos de cultivos, foi calculada uma média entre esses anos para cada tratamento. Posteriormente, foi feita uma análise de regressão em cada índice ou indicador e,

em seguida, uma superfície de resposta foi ajustada em função das quantidades equitativas de biomassa de jitirana e flor-de-seda incorporada ao solo e das densidades populacionais de plantas de alface, usando-se o *software* Table Curve 3D (SYSTAT SOFTWARE, 2021).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

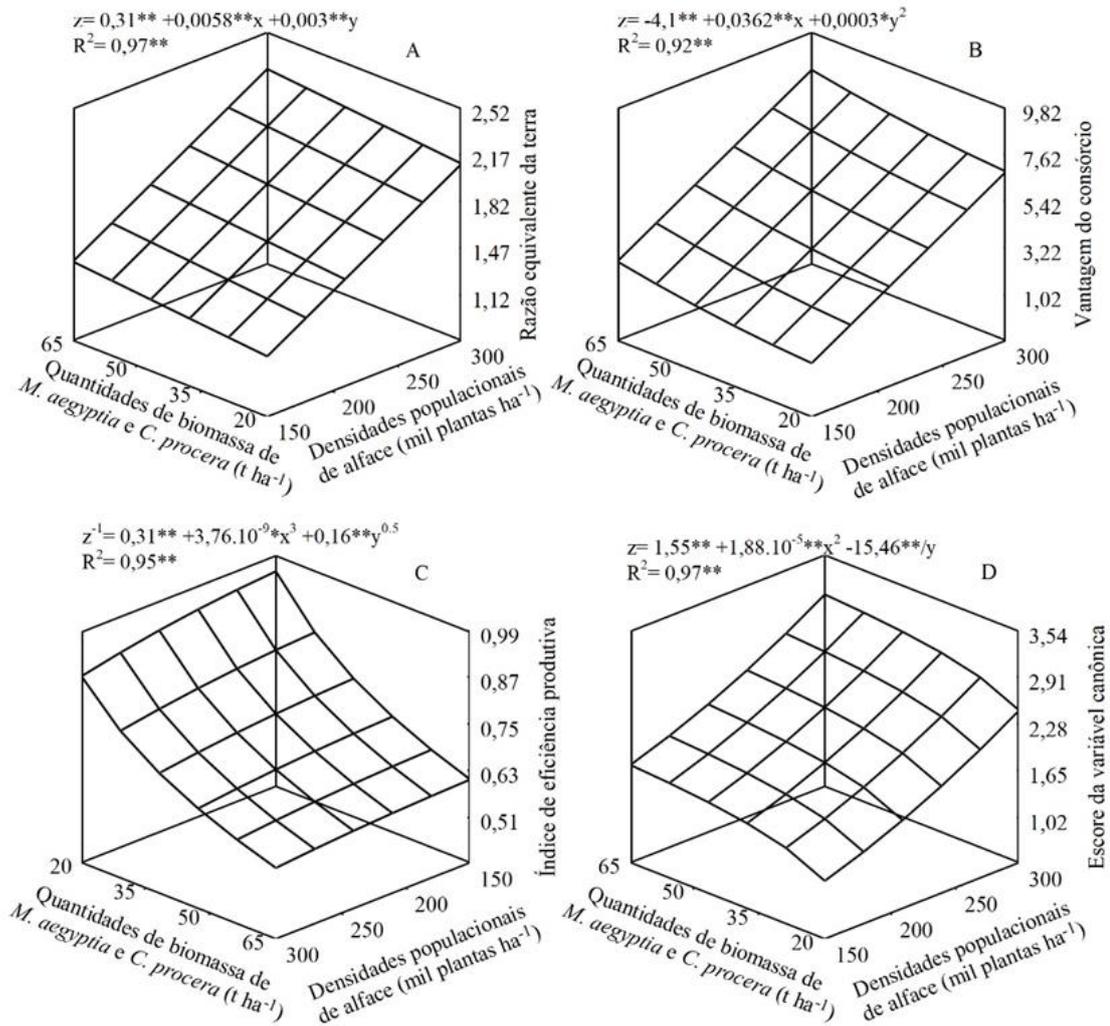
#### 3.1 ÍNDICES AGRONÔMICOS E DE COMPETIÇÃO

Interação significativa entre os fatores-tratamentos, quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo e densidades populacionais de alface foi registrada para a vantagem do consórcio (VC), índice de eficiência produtiva (IEP) e para razão competitiva (RC) do consórcio rabanete-alface (Tabela 9).

Não foi registrada nenhuma interação significativa entre os fatores-tratamentos testados para o índice de uso eficiente da terra (RET), escore da variável canônica (Z), índice de superação do rabanete sobre a alface ( $IS_r$ ), índice de superação da alface sobre o rabanete ( $IS_a$ ) e perda de rendimento real (PRR) dos sistemas consorciados de rabanete e alface (Tabela 9).

No entanto, uma superfície de resposta foi ajustada para todos esses índices agronômicos e de competição dos sistemas consorciados em função dos fatores-tratamentos, quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de plantas de alface consorciadas com rabanete. Os valores de RET, VC e Z cresceram com o aumento nas quantidades dos adubos verdes e nas densidades populacionais de alface, onde os valores máximos desses índices agronômicos foram de 2,25, 8,03 e 3,00, respectivamente, na combinação de 65 t ha<sup>-1</sup> dos adubos verdes incorporadas ao solo com a densidade populacional de 300 mil plantas de alface por hectare (Figuras 10A, 10B e 10D).

Para o IEP, o comportamento foi inverso, pois ele cresceu com o decréscimo das quantidades dos adubos verdes e das densidades populacionais de alface, proporcionando o valor máximo de 0,96 na combinação de 20 t ha<sup>-1</sup> dos adubos verdes colocadas no solo com a densidade de 150 mil plantas de alface por hectare (Figura 10C).



**Figura 10-** Razão equivalente de terra (A), vantagem do consórcio (B), índice de eficiência produtiva (C) e escore da variável canônica Z (D) do consórcio de rabanete com alface em diferentes combinações de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais da alface. Mossoró-RN, UFERSA, 2021.

Todos os valores máximos obtidos com esses índices agrônômicos RET (2,25), VC (8,03), IEP (0,96) e Z (3,00) mostram que os sistemas consorciados de rabanete e alface testados foram vantajosos, determinados pelo grau de complementaridade do uso dos recursos ambientais entre as culturas componentes (CECÍLIO FILHO et al., 2015) com a possibilidade de que essas vantagens sejam convertidas em lucros para o produtor.

Quando o valor de RET é maior que 1, o consórcio favorece o desenvolvimento, crescimento e a produtividade das culturas componentes. Por outro lado, quanto mais próximo de 1 for o valor de IEP, mais vantajoso agronomicamente será o sistema consorciado testado, e quanto mais altos e positivos forem os valores de VC e Z, mais vantajosos em termos

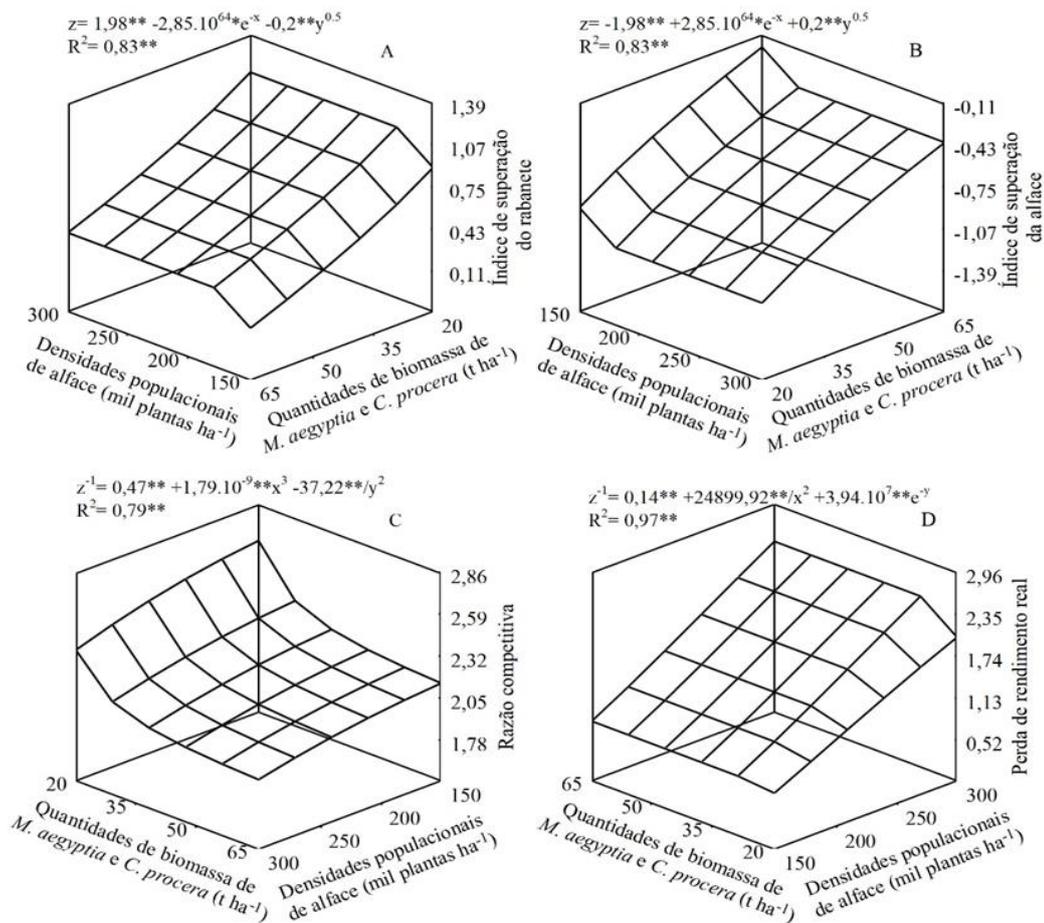
agronômicos será o sistema consorciado. O valor de VC, além de indicar vantagem agronômica, pode ser considerado como um indicador de viabilidade econômica dos sistemas consorciados (DHIMA et al., 2007). Os resultados obtidos com esses índices neste estudo indicaram que todos os sistemas consorciados testados foram vantajosos.

Assim, esses índices agronômicos em função dos fatores-tratamentos testados comprovam que a adubação orgânica feita com os adubos verdes *M. aegyptia* e *C. procera*, independentemente da densidade populacional das culturas componentes, melhorou as propriedades químicas solo e contribuiu para a obtenção de maiores rendimentos dos sistemas consorciados. De acordo com Kumar et al. (2014) e Kiran et al. (2016), a adubação orgânica melhora o crescimento e a produtividade do rabanete.

Por outro lado, sabe-se também que a adubação orgânica traz alguns benefícios ao solo, como aumentar a penetração e retenção de água; melhorar a estrutura, aeração e porosidade; aumento da vida microbiana; aumento da disponibilidade e absorção de nutrientes para atender à demanda da cultura (LANNA et al., 2018).

Diante disso, os resultados obtidos de máxima eficiência agronômica desses índices permitem ao produtor de rabanete e alface escolher a quantidade ideal dos adubos verdes para incorporação em combinação com a densidade de plantio ideal das culturas componentes baseados no indicador agronômico que melhor lhe convém em termos de rendimento agronômico do sistema consorciado.

O índice de superação do rabanete sobre a alface ( $IS_r$ ) cresceu com o aumento nas densidades populacionais de alface e decréscimo nas quantidades dos adubos verdes aplicadas, alcançando o valor máximo de 1,09 na combinação de 252 mil plantas de alface por  $h^{-1}$  e 20  $t\ ha^{-1}$  dos adubos verdes incorporados ao solo (Figura 11A). Para o índice de superação da alface sobre o rabanete ( $IS_a$ ), o comportamento foi inverso, pois ele cresceu com o aumento nas quantidades dos adubos verdes aplicadas e houve decréscimo nas densidades populacionais de alface, alcançando o valor máximo de -0,16 na combinação de 65  $t\ ha^{-1}$  dos adubos verdes incorporados ao solo e 150 mil plantas de alface por hectare (Figura 11B).



**Figura 11-** Índice de superação do rabanete, índice de superação da alface (B), razão competitiva (C) e perda de rendimento real (D) do consórcio de rabanete com alface em diferentes combinações de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais da alface nos anos de 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFRSA, 2021.

Os valores positivos do índice de superação do rabanete sobre a alface no consórcio indicam que esta tuberosa foi a cultura dominante no sistema e mais competitiva na medida em que a densidade de plantio da alface aumentou e a quantidade dos adubos verdes diminuiu. Esse comportamento pode ser atribuído a fatores relacionados à morfologia, fisiologia e necessidades nutricionais da cultura. Segundo Passos et al. (2019), a competitividade das culturas é proporcional ao aumento da população de plantas na área plantada. Portanto, com o aumento da população de alface e diminuição da quantidade dos adubos verdes, observou-se que a capacidade competitiva do rabanete aumentou e a da cultura da alface diminuiu.

Os valores negativos do índice de superação da alface sobre o rabanete indicam que esta folhosa foi a cultura dominada na medida em que a quantidade dos adubos verdes

aumentou e a densidade da alface diminuiu. Esses resultados também indicam que a alface possui menor capacidade de competição interespecífica na comparação com o rabanete, independentemente do número de plantas na área. Em geral, a densidade de plantas e a proporção relativa das culturas componentes são importantes para determinar a eficiência dos sistemas consorciados. Segundo Willey e Osiru (1972), quando a proporção das culturas componentes é aproximadamente igual, a eficiência e a produtividade parecem ser determinadas pela cultura mais agressiva do sistema.

A razão competitiva (RC) do sistema consorciado cresceu com o decréscimo nas quantidades dos adubos verdes aplicadas e nas densidades populacionais de alface, alcançando o valor máximo de 2,61 na combinação de 20 t ha<sup>-1</sup> dos adubos verdes incorporados ao solo e 150 mil plantas de alface por hectare (Figura 11C). Esses valores decrescentes de RC registrados com o aumento das quantidades dos adubos verdes e com o aumento das densidades populacionais de alface sugerem redução no grau de competição entre as espécies, proporcionando aumento na eficiência do consórcio, em virtude do melhor aproveitamento dos recursos ambientais. Esse efeito pode ser atribuído à agressividade da espécie dominante, o rabanete, e a fatores relacionados à morfologia, fisiologia e necessidades nutricionais das plantas.

Segundo Zang et al. (2015), a diferença na arquitetura das plantas, principalmente nas raízes, determina como elas acessam e usam os nutrientes do solo. Assim, pode-se inferir que a redução da razão competitiva do consórcio de rabanete e alface pode estar relacionada à complementaridade entre as culturas componentes em função das diferenças na arquitetura dessas culturas e na forma como utilizam os recursos naturais. A competição é um dos principais fatores que impactam significativamente na taxa de crescimento e produtividade das culturas utilizadas no consórcio quando comparadas às monoculturas.

Comportamento inverso foi registrado para a perda de rendimento real (PRR), que cresceu com o aumento nas quantidades dos adubos verdes aplicadas e nas densidades populacionais de alface, alcançando o valor máximo de 2,40 na combinação de 65 t ha<sup>-1</sup> dos adubos verdes incorporados ao solo e 300 mil plantas de alface por hectare (Figura 11D). Esse valor de PRR muito superior a 1 decorre do aumento nas quantidades dos adubos verdes e nas densidades populacionais da alface influenciou positivamente a competição intra e interespecífica das culturas do rabanete e da alface, resultante do melhor uso dos recursos ambientais, proporcionando consórcio mais vantajoso do que o monocultivo. É importante ressaltar que o valor de PRR fornece informações muito precisas sobre a competição entre as

culturas componentes nos sistemas consorciados, tanto intra quanto interespecífica (DHIMA et al., 2007).

Os valores obtidos nas relações competitivas mostram a capacidade de utilização mais eficiente dos recursos como luz, nutriente e água (NUNES et al., 2018). A partir desses índices é possível obter o grau adequado de competitividade entre as espécies, indicando o número de vezes que a espécie dominante é mais eficiente do que a cultura dominada no uso desses recursos ambientais disponíveis.

Um dos desafios de consorciar uma hortaliça tuberosa com uma folhosa é reconhecer se há vantagem agrônômica e biológica (decorrente da competição) nessa associação. Sá et al. (2021), estudando o consórcio entre rabanete e rúcula em ambiente semiárido adubadas com biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* sob diferentes densidades populacionais de rúcula, obtiveram maiores valores dos índices agrônômicos RET (1,64), VC (5,16), IEP (0,86) e Z (1,54) na densidade populacional de plantas de rúcula de 100% da densidade recomendada para cultivo solteiro, adubadas com 65 t ha<sup>-1</sup> de biomassa dos adubos verdes incorporada ao solo. Nos índices de superação do rabanete sobre a rúcula ( $A_r$ ) e RC, os maiores valores obtidos pelos autores foram de 0,19 e 2,75 alcançados na dose 20 t ha<sup>-1</sup> e densidade populacional de 40% da DRCS da rúcula, e para os índices de superação da rúcula sobre o rabanete ( $A_a$ ) e PRR obtiveram -0,03 e 1,31 na dose de 65 t ha<sup>-1</sup> e densidade populacional de 100% da DRCS da rúcula. Esses valores alcançados corroboram com os obtidos nesta investigação, demonstrando que a associação de quantidades de adubos verdes com densidades populacionais de plantio de culturas folhosas é de grande utilidade no uso eficiente dos recursos ambientais, resultando em vantagens agrônômicas e biológicas para sistemas consorciados de hortaliças tuberosa e folhosa.

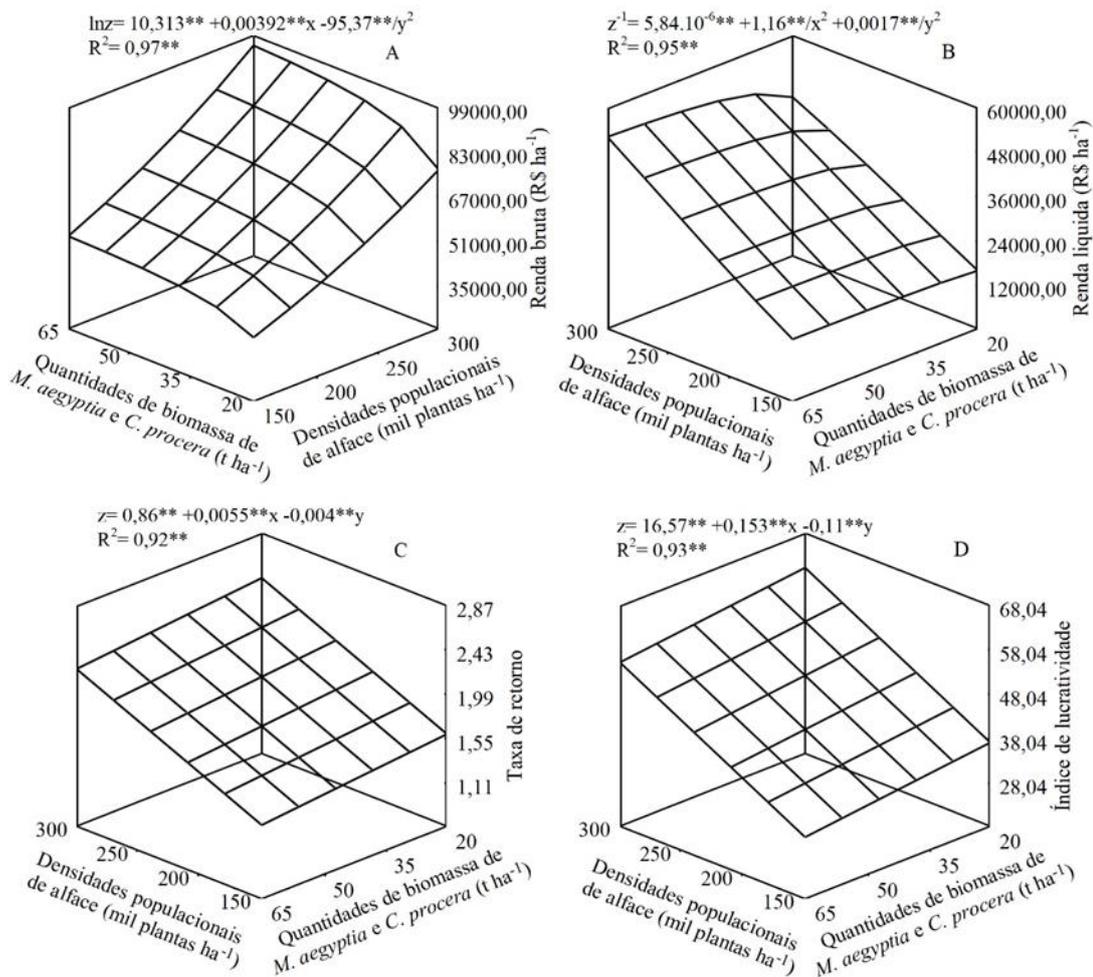
### 3.2 ÍNDICES ECONÔMICOS

Não foi observada nenhuma interação significativa entre os fatores-tratamentos, quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo e densidades populacionais de alface na renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) dos sistemas consorciados (Tabela 10).

Entretanto, uma superfície de resposta foi ajustada para todos esses indicadores econômicos dos sistemas consorciados em função dos fatores-tratamentos, quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de plantas de alface consorciadas com rabanete, tendo os valores máximos de RB e RL de 95.456,62 e

52.270,48 R\$ ha<sup>-1</sup> sido obtidos combinando uma quantidade equitativa de biomassa de 65 t ha<sup>-1</sup> dos adubos verdes com uma densidade populacional de alface de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup> (Figuras 12A e 12B).

Para TR e IL, o valor máximo de 2,43 reais por cada real investido é de 60,27 %, obtido combinando a quantidade equitativa de biomassa de 20 t ha<sup>-1</sup> dos adubos verdes com a densidade populacional de alface de 300 mil plantas h<sup>-1</sup> (Figuras 12C e 12D). Como se pode observar, os valores de RB cresceram com o aumento nas quantidades dos adubos verdes e nas densidades populacionais de alface (Figura 12A), ao passo que os valores de RL, TR e IL cresceram com o aumento nas densidades populacionais de alface e decréscimo nas quantidades dos adubos verdes aplicadas ao solo (Figuras 12B, 12C e 12D). Provavelmente essa diferença de comportamento se deve aos custos totais de produção de cada tratamento testado.



**Figura 12-** Renda bruta (A), renda líquida (B), taxa de retorno (C) e índice de lucratividade (D) do consórcio de rabanete com alface em diferentes combinações de quantidades

equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais da alface. Mossoró-RN, UFERSA, 2021.

Sá et al. (2021), avaliando o consórcio de rabanete com rúcula em função do aumento de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo e de densidades populacionais de rúcula, obtiveram valores de RB e RL de 45.543,92 e 24.662,31 R\$ ha<sup>-1</sup>, de TR de 2,20 reais para cada real investido e de IL de 56,37%. Essas diferenças entre os dois estudos devem-se principalmente ao tipo de consórcio da hortaliça tuberosa rabanete com as diferentes folhosas (rúcula e alface), conseqüentemente também pelas diferenças de custos totais de produção das culturas componentes dos sistemas consorciados.

Sabe-se que a análise econômica em sistemas de cultivos consorciados tem o objetivo de complementar à avaliação e análise dos índices agrônômicos e de competição, pois ela leva em consideração, além da produção física das culturas componentes dos sistemas consorciados, o preço dos produtos com base em sua classificação comercial, qualidade e estação de cultivo.

Ela pode ser uma ferramenta importante que o produtor de hortaliças tuberosas e folhosas pode considerar no momento de implementação de seus sistemas de cultivos consorciados. Assim, a avaliação e análise dos indicadores econômicos constituem técnica valiosa para subsidiar as decisões do produtor de hortaliças nos procedimentos de cultivos de seus sistemas.

A renda bruta é um indicador que pode ser usado. Ela expressa o valor da produção conjunta das culturas em cada sistema associado, desconsiderando os custos totais de produção. Depende exatamente do preço pelo qual a produção do sistema é comercializada. Por outro lado, os indicadores econômicos, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade dependem dos custos totais de produção, pois eles são padronizados e estimados em função dos custos totais. Quanto maiores seus valores, maiores serão os benefícios agrobioeconômicos apresentados pelos sistemas consorciados avaliados.

Os resultados obtidos neste estudo para os indicadores econômicos apontam que o consórcio entre as hortaliças rabanete e alface, quando adubadas com as espécies espontâneas do bioma Caatinga *M. aegyptia* e *C. procera*, é promissor para a região semiárida, porque converte benefícios bioagrônômicos em eficiência econômica. Assim, este consórcio está sendo visto como um sistema de produção eficiente e mais econômico, por não apenas aumentar a produção por unidade de área e tempo, como também por melhorar a eficiência no uso de recursos ambientais.

#### 4 CONCLUSÃO

Os maiores retornos agrobioeconômicos obtidos no consórcio de rabanete com alface foram de 2,25, 8,03, 3,00, 2,40, 95.456,62 e 52.270,48 R\$ ha<sup>-1</sup>, respectivamente, para RET, VC, Z, PRR, RB e RL na quantidade de biomassa de 65 t ha<sup>-1</sup> dos adubos verdes e densidade populacional de alface de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>; de 0,96 e 2,61 para IEP e RC na quantidade de 65 t ha<sup>-1</sup> e densidade de alface de 150 mil plantas ha<sup>-1</sup>; de 1,09, 2,43 reais por cada real investido e 60,27% para IS<sub>r</sub>, TR e IL na quantidade de 20 t ha<sup>-1</sup> e densidades de alface de 252 e 300 mil planta ha<sup>-1</sup> e de -0,16 para IS<sub>i</sub> na quantidade de 65 t ha<sup>-1</sup> e densidade de 150 mil plantas ha<sup>-1</sup>.

A utilização de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* do bioma Caatinga mostrou-se uma tecnologia viável para produtores que praticam o cultivo de rabanete e alface em consórcio em ambiente semiárido.

## REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. E. et al. Eficiência agrônômica do consórcio alface-rúcula fertilizado com flor-de-seda. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 3, p. 79-85, 2015.
- ALVARES, C. A. et al. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, Stuttgart, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.
- BEZERRA NETO, F. et al. Desempenho de sistemas consorciados de cenoura e alface avaliados através de métodos uni e multivariados. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p. 514-520, 2007.
- BEZERRA NETO, F. et al. Assessment of agroeconomic indices in polycultures of lettuce, rocket and carrot through uni-and multivariate approaches in semi-arid Brazil. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v.14, n. 1, p. 11-17, 2012.
- BEZERRA NETO, F. et al. Productive viability and profitability of carrot-cowpea intercropping using different amounts of *Calotropis procera*. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 32, n. 1, p. 062-071, 2019.
- CECÍLIO FILHO, A. B. et al. Indices of bio-agroeconomic efficiency in intercropping systems of cucumber and lettuce in greenhouse. **Australian Journal of Crop Science**, Melbourne, v. 9, n. 12, p. 1154-1164, 2015.
- CECÍLIO FILHO, A. B., REZENDE, B. L. A.; COSTA, C. C. Economic analysis of the intercropping of lettuce and tomato in different seasons under protected cultivation. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 326-336, 2010.
- CHAVES, A. P. Cowpea and beet intercropping agro-economic dynamics under spatial arrangement and cowpea population density. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 2, p. 192-203, 2020.
- COOPER, W. W.; SEIFORD, L. M.; ZHU, J. **Handbook on Data Envelopment Analysis**. Boston: Kluwer Academic Publishers, 2004.
- DAMASCENO, A. S. V. et al. Avaliação da produção de alface e rabanete em consórcio. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v. 14, n. 1, n. p., 2016.
- DHIMA, K. V. et al. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. **Field Crops Research**, Amsterdam, v. 100, n. 2/3, p. 249-256, 2007.
- EGBE, O. M.; ALIBO, S. E.; NWUEZE, I. Evaluation of some extra-early- and early-maturing cowpea varieties for intercropping with maize in southern Guinea Savanna of Nigeria. **Agriculture and Biology Journal of North America**, Makurdiv. 1, n. 5, p. 845-858, 2010.
- ESKANDARI, H.; GHANBARI, A. Environmental resource consumption in wheat (*Triticum aestivum*) and bean (*Vicia faba*) intercropping: Comparison of nutrient uptake and light interception. **Notulae Scientia Biologicae**, Transylvania, v. 2, n. 3, p. 100-103, 2010.

FEIDEN, A. **Metodologia para Análise Econômica em Sistemas Agroecológicos - 1ª Aproximação: Análise de Culturas Individuais**. Seropédica: Embrapa Agrobiologia, 2001. 30p. (Embrapa Agrobiologia. Documentos, 141).

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.

GEBRU, H. A review on the comparative advantages of intercropping to mono-cropping system. **Journal of Biology, Agriculture and Healthcare**, Hong Kong, v. 5, n. 9, p. 1-13 2015.

KIRAN, M. et al. Effect of organic manures and inorganic fertilizers on growth and yield of radish (*Raphanus sativus*). **Pakistan Journal of Agricultural Research**, Islamabad, v. 29, n. 4, p. 364-372, 2016.

KUMAR, S. et al. Efficacy of organic manures on growth and yield of radish. **International Journal of Plant Science**, Muzaffarnagar, v. 9, n. 1, p.57-60, 2014.

LANNA, N. B. L. et al. Residual effect of organic fertilization on radish production. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 1, p. 47-53, 2018.

LINHARES, P. C. F. et al. Quantidades e tempos de decomposição da jirirana no desempenho agrônomo do coentro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 42, n. 2, p. 243-248, 2012.

LINO, V. A. S. et al. Beet-arugula intercropping under green manuring and planting density induce to agro-economic advantages. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 39, n. 4, p. 432-443, 2021.

MEIRA, A. L.; LEITE, C. D.; MOREIRA, V. R. R. **Plantas companheiras**. São Paulo: Coordenação de Agroecologia - Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2012. (Produção Vegetal 4).

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**, Lavras, v. 42, n. 4, p. 350-363, 2018.

PASSOS, F. D. A. et al. Produtividade de milho em diferentes populações de plantio. **Revista Cultivando o Saber**, Cascavel, v. 12, p. 1-11, 2019.

RIBEIRO, G. M. et al. Agro-economic efficiency of the intercropping of carrot x cowpea-vegetable under different spatial arrangements and population densities. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 4, p. 847-854, 2017.

SÁ, J. M. et al. Agro-economic efficiency in radish-arugula intercropping as a function of green manuring and population density. **Research, Society and Development**, Vagem Grande, v. 10, n. 5, p. e5310514867-e5310514867, 2021.

SANTOS, H. G. et al. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 2018.

SILVA, J. N. et al. Sustainability of carrot-cowpea intercropping systems through optimization of green manuring and spatial arrangements. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 51, n. 1, n. p., 2021.

SOUZA, L. G. S. et al. Desempenho de cultivares de rabanete em sistema orgânico no Acre. **Scientia Naturalis**, Rio Branco, v. 2, n. 2, p. 536-542, 2020.

STRASSBURGER, A. S. et al. Crescimento e produtividade de cultivares de morangueiro de “dia neutro” em diferentes densidades de plantio em sistema de cultivo orgânico. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 623-630, 2010.

SYSTAT SOFTWARE INC. **Table curve 3D Academic Edition**. San Jose: Systat Software Inc., 2021.

WILLEY, R. W.; OSIRU, D. S. Studies on mixtures of maize and beans (*Phaseolus vulgaris*) with particular reference to plant population. **The Journal of Agricultural Science**, Cambridge, v. 79, n. 3, p. 517-529, 1972.

ZHANG, W. et al. Temporal and spatial distribution of roots as affected by interspecific interactions in a young walnut/wheat alley cropping system in northwest China. **Agroforestry Systems**, Berlin, v. 89, n. 2, p. 327-343 2015.

**APÊNDICE**

**Tabela 3-** Valores de F para as características altura de planta (AP), número de folhas por planta (NFP), diâmetro transversal (DT), rendimento de massa verde (RMV), massa seca da parte aérea (MSPA) da alface consorciada com rabanete adubada com quantidades equitativas de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo e densidades populacionais de alface nos anos de 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.

Fontes de variação	GL	AP	NFP	DT	RMV	MSPA
Blocos	3	2,29 <sup>ns</sup>	4,09*	3,08*	0,53 <sup>ns</sup>	0,67 <sup>ns</sup>
Quantidades de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> (Q)	3	8,28**	17,41**	21,52**	40,36**	10,02**†
Densidade populacional de alface (D)	3	171,00**	33,66**	97,31**	182,39**	14,59**
A x D	9	4,37**	3,40*	1,85 <sup>ns</sup>	1,96 <sup>ns</sup>	3,19*
Monocultivo (M) x Consórcio (C)	1	5,33*	0,10 <sup>ns</sup>	8,78**	83,06**	0,02 <sup>ns</sup>
Regressão	2	79,95**	26,24**	74,20**	104,11**	13,43**
Erro	13	0,2965	0,4807	0,1367	0,8728	0,000034
<b>Sistemas de cultivos</b>						
Consortiado		15,26b	13,36a	17,14b	11,70b	0,11a
Monocultivo		15,97a	13,35a	17,88a	16,69a	0,11a
CV (%)		3,89	6,39	3,34	9,11	8,47

† \*\* = P < 0,01; \* = P < 0,05; ns = P > 0,05. \* Médias seguidas por diferentes letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 4-** Valores de F para as características altura de plantas (AP), massa seca da parte aérea (MSPA), massa seca de raízes (MSR), diâmetro longitudinal (DL), produtividade comercial de raízes (PCR), produtividade total de raízes (PTR) de rabanete consorciada com alface adubada com quantidades equitativas de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo e densidades populacionais de alface nos anos de 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFRSA, 2022.

Fontes de variação	GL	AP	MSPA	MSR	DL	PCR	PTR
Blocos	3	0,13 <sup>ns</sup>	2,94*	1,18 <sup>ns</sup>	1,55 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>	0,12 <sup>ns</sup>
Quantidades de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> (Q)	3	0,95 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	3,24*	7,54**	4,89**	2,77 <sup>ns</sup>
Densidade populacional de alface (D)	3	55,18**	45,81**	14,44**	9,39**	43,37**	36,88** <sup>†</sup>
Q x D	9	0,52 <sup>ns</sup>	0,37 <sup>ns</sup>	0,15 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>	0,22 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>
Monocultivo (M) x Consórcio (C)	1	6,98**	5,01*	0,40 <sup>ns</sup>	1,06 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>
Regressão	2	171,56**	114,38**	52,63**	7,34**	65,63**	66,33**
Erro	13	0,4540	0,000014	0,0000081	0,6546	0,1380	0,1193
<b>Sistemas de cultivos</b>							
Consoiciado		21,76a	0,119a	0,124a	37,96a	6,92a	8,98a
Monocultivo		19,13a	0,104b	0,121a	38,54a	6,66a	8,87a
CV (%)		8,94	10,51	8,07	2,87	10,66	8,27

<sup>†</sup> \*\* = P < 0.01; \* = P < 0.05; ns = P > 0.05. \* Médias seguidas por diferentes letras minúsculas na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste F ao nível de 5% de probabilidade.

**Tabela 5-** Valores de F para índice de produtividade do sistema (IPS), coeficiente equivalente de terra (CET) e razão de equivalência monetária (REM) de rabanete consorciado com alface adubada com quantidades equitativas de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo e densidades populacionais de alface nos anos de 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2022.

Fatores de variação	GL	IPS	CET	REM
Blocos	3	0,07 <sup>ns</sup>	0,06 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>
Quantidades de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> (Q)	3	4,85 <sup>**</sup>	9,34 <sup>**</sup>	32,00 <sup>**</sup>
Densidade populacional de alface (D)	3	124,73 <sup>**</sup>	144,64 <sup>**</sup>	232,02 <sup>**</sup>
Q x D	9	0,84 <sup>ns</sup>	1,17 <sup>ns</sup>	1,50 <sup>ns</sup>
Monocultivo (M) x Consórcio (C)	2	190,19 <sup>**</sup>	199,86 <sup>**</sup>	190,02 <sup>**</sup>
Regressão	13	0,2233	0,003624	0,002101
Erro		7,89	14,88	6,72

† \*\* = P < 0.01; ns = P > 0.05.

**Tabela 9-** Valores de F para razão equivalente da terra (RET), vantagem do consórcio (VC), índice de eficiência produtiva (IEP), escore da variável canônica (Z), índice de superação do rabanete sobre a alface (IS<sub>r</sub>), índice de superação da alface sobre o rabanete (IS<sub>a</sub>), razão competitiva (RC) e perda de rendimento real (PRR) do consórcio de rabanete com alface em diferentes combinações de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais da alface nos anos de 2020 e 2021. Mossoró-RN, UFERSA, 2021.

Fatores de variação	GL	RET	VC	IEP	Z	IS <sub>r</sub>	IS <sub>l</sub>	RC	PRR
Blocos	3	0,03 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	0,42 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>
Quantidades de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> (Q)	3	4,30 <sup>**</sup>	18,24 <sup>**</sup>	15,04 <sup>**</sup>	45,98 <sup>**</sup>	51,25 <sup>**</sup>	51,25 <sup>**</sup>	43,78 <sup>**</sup>	2,78 <sup>*</sup>
Densidade populacional de alface (D)	3	126,91 <sup>**</sup>	266,52 <sup>*</sup>	1,53 <sup>**</sup>	250,55 <sup>*</sup>	13,14 <sup>**</sup>	13,14 <sup>**</sup>	14,32 <sup>**</sup>	130,17 <sup>*</sup>
Q x D	9	0,64 <sup>ns</sup>	4,70 <sup>**</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	1,53 <sup>ns</sup>	1,13 <sup>ns</sup>	1,13 <sup>ns</sup>	2,92 <sup>**</sup>	1,20 <sup>ns</sup>
Regressão (superfície de resposta)	2	200,41 <sup>**</sup>	71,35 <sup>**</sup>	130,12 <sup>*</sup>	202,46 <sup>*</sup>	31,77 <sup>**</sup>	31,77 <sup>**</sup>	24,99 <sup>**</sup>	237,89
Erro	13	0,00430	0,48084	0,00092	0,01063	0,01918	0,01918	0,01040	0,01136
CV (%)		7,65	12,34	9,95	6,60	24,87	-24,87	5,22	15,14

\* P < 0,05; \*\* = P < 0,01; ns = P > 0,05.

**Tabela 10-** Valores de F para renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) do consórcio de rabanete com alface em diferentes combinações de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais da alface. Mossoró-RN, UFERSA, 2021.

Fatores de variação	GL	RB	RL	TR	IL
Blocos	3	0,08 <sup>ns</sup>	0,08 <sup>ns</sup>	0,17 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>
Quantidades de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> (Q)	3	32,10 <sup>**</sup>	5,43 <sup>**</sup>	10,54 <sup>**</sup>	8,90 <sup>**</sup>
Densidade populacional de alface (D)	3	229,97 <sup>**</sup>	168,72 <sup>**</sup>	126,45 <sup>**</sup>	125,88 <sup>**</sup>
Q x D	9	1,55 <sup>ns</sup>	1,58 <sup>ns</sup>	1,65 <sup>ns</sup>	1,22 <sup>ns</sup>
Regressão (Superfície de resposta)	2	222,54 <sup>**</sup>	124,21 <sup>**</sup>	71,53 <sup>**</sup>	89,40
Erro	13	9149899,7	9835714,1	0,011068	6,849305
CV (%)		6,74	14,04	6,65	7,79

\*\* = P < 0,01; ns = P > 0,05.

**Tabela 1** - Custos de produção por hectare de alface adubada com 20 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Mossoró, UFRSA, 2022.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>30005,99</b>	<b>92,37</b>
<b>A.1. Insumos</b>				<b>18543,60</b>	<b>57,08</b>
Sementes de rabanete (Crimson Gigante)	250g	4,00	45,60	182,40	0,56
Mudas de alface (Tainá) (Cultivo 1 e 2)	Bandejas	1155,00	10,00	11550,00	35,56
Bobina de plástico	m	2064,00	3,30	6811,20	20,97
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				<b>10263,00</b>	<b>31,59</b>
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				2244,50	6,91
Corte (10 t ha)	d/h*	26,55	60,00	1593,00	4,90
Transporte	Frete	1,25	70,00	87,50	0,27
Trituração	d/h*	4,80	60,00	288,00	0,89
Secagem	d/h*	2,50	60,00	150,00	0,46
Ensacamento	d/h*	2,10	60,00	<b>126,00</b>	<b>0,39</b>
Custos com Adubo verde (jitirana)				2418,50	7,45
Corte (10 t ha)	d/h*	28,10	60,00	1686,00	5,19
Transporte	Frete	1,25	70,00	87,50	0,27
Trituração	d/h*	6,25	60,00	375,00	1,15
Secagem	d/h*	2,50	60,00	150,00	0,46
<b>Ensacamento</b>	<b>d/h*</b>	<b>2</b>	<b>60,00</b>	<b>120,00</b>	<b>0,37</b>
A.2.2 Custos com demais serviços				5600,00	17,24
Limpeza do terreno	h/t**	1	70,00	70,00	0,22
Aração	h/t**	2	70,00	140,00	0,43
Gradagem	h/t**	2	70,00	140,00	0,43
Confecção de canteiros	d/h*	40	30,00	1200,00	3,69
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	7	30,00	210,00	0,65
Plantio rabanete					
Plantio alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	10	60,00	600,00	1,85
Desbaste rabanete					
Desbaste alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	6	60,00	360,00	1,11
Capina manual (colheita 1 e 2)	d/h*	25	60,00	1500,00	4,62
Colheita (cultivo 1 e 2)	d/h*	15	60,00	900,00	2,77
<b>Transporte</b>	<b>d/h*</b>	<b>8</b>	<b>60,00</b>	<b>480,00</b>	<b>1,48</b>
A.3. Energia elétrica				216,04	0,67
<b>Bombeamento da água de irrigação</b>	<b>Kw/h</b>	<b>981,99</b>	<b>0,22</b>	<b>216,04</b>	<b>0,67</b>
A.4. Outras despesas				120,60	0,37
<b>1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)</b>	<b>%</b>	<b>0,01</b>	<b>12060,48</b>	<b>120,60</b>	<b>0,37</b>
A.5. Manutenção e Conservação				86,75	2,66
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000,00	100,00	0,31
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	5000,00	250,00	0,77
<b>7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação</b>	<b>%</b>	<b>0,07</b>	<b>7325,00</b>	<b>512,75</b>	<b>1,58</b>
	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	<b>Depreciação</b>	<b>% sobre CT</b>
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>1378,75</b>	<b>4,24</b>
B.1. Depreciação				370,75	1,14
Bomba submersa	60	2776,00	3,00	138,80	0,43
Tubos 2"	120	498,00	3,00	12,45	0,04
Poço	600	5000,00	3,00	25,00	0,08
Microaspersores	60	2600,00	3,00	130,00	0,40
Conexões	60	790,00	3,00	39,50	0,12
<b>Galpão</b>	<b>600</b>	<b>5000</b>	<b>3,00</b>	<b>25,00</b>	<b>0,08</b>
B.2. Impostos e taxas				10,00	0,03
<b>Imposto Territorial rural</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	<b>0,03</b>
B.3. Mão-de-obra fixa				998,00	3,07
<b>Aux. Administração</b>	<b>Salário</b>	<b>1</b>	<b>998,00</b>	<b>998,00</b>	<b>3,07</b>
C. Custos Operacionais Totais (COT)				31384,74	
<b>C.1. (A) + (B)</b>				<b>31384,74</b>	<b>96,61</b>
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>1099,84</b>	<b>3,39</b>
D.1. Remuneração da terra				100,00	0,31
<b>Arrendamento</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>0,31</b>
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				999,84	3,08
<b>Infra-estrutura, máquinas e equipamentos</b>	<b>%</b>	<b>0,06</b>	<b>16664,00</b>	<b>999,84</b>	<b>3,08</b>
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>32484,58</b>	<b>100</b>
E.1. CV + CF + CO				32484,58	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator

**Tabela 2-** Custos de produção por hectare de alface adubada com 35 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Mossoró, UFRSA, 2022

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>33950,84</b>	<b>93,20</b>
<b>A.1. Insumos</b>				<b>18841,20</b>	<b>51,72</b>
Sementes de rabanete (Crimson Gigante)	250g	4,00	120,00	480,00	1,32
Mudas de alface (Tainá) (Cultivo 1 e 2)	Bandejas	1155,00	10,00	11550,00	31,71
Bobina de plástico	m	2064,00	3,30	6811,20	18,70
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				<b>13910,25</b>	<b>38,18</b>
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				3927,88	10,78
Corte (17,5 t ha)	d/h*	46,46	60,00	2787,75	7,65
Transporte	Frete	2,19	70,00	153,13	0,42
Trituração	d/h*	8,40	60,00	504,00	1,38
Secagem	d/h*	4,38	60,00	262,50	0,72
Ensacamento	d/h*	3,68	60,00	<b>220,50</b>	<b>0,61</b>
Custos com Adubo verde (jitirana)				4232,38	11,62
Corte (17,5 t ha)	d/h*	49,18	60,00	2950,50	8,10
Transporte	Frete	2,19	70,00	153,13	0,42
Trituração	d/h*	10,94	60,00	656,25	1,80
Secagem	d/h*	4,38	60,00	262,50	0,72
<b>Ensacamento</b>	<b>d/h*</b>	<b>3,5</b>	<b>60,00</b>	<b>210,00</b>	<b>0,58</b>
A.2.2 Custos com demais serviços				5750,00	15,78
Limpeza do terreno	h/t**	1	70,00	70,00	0,19
Aração	h/t**	2	70,00	140,00	0,38
Gradagem	h/t**	2	70,00	140,00	0,38
Confecção de canteiros	d/h*	40	30,00	1200,00	3,29
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	12	30,00	360,00	0,99
Plantio rabanete					
Plantio alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	10	60,00	600,00	1,65
Desbaste rabanete					
Desbaste alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	6	60,00	360,00	0,99
Capina manual (colheita 1 e 2)	d/h*	25	60,00	1500,00	4,12
Colheita (cultivo 1 e 2)	d/h*	15	60,00	900,00	2,47
<b>Transporte</b>	<b>d/h*</b>	<b>8</b>	<b>60,00</b>	<b>480,00</b>	<b>1,32</b>
A.3. Energia elétrica				216,04	0,59
<b>Bombeamento da água de irrigação</b>	<b>Kw/h</b>	<b>981,99</b>	<b>0,22</b>	<b>216,04</b>	<b>0,59</b>
A.4. Outras despesas				120,60	0,33
<b>1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)</b>	<b>%</b>	<b>0,01</b>	<b>12060,48</b>	<b>120,60</b>	<b>0,33</b>
A.5. Manutenção e Conservação				862,75	2,37
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000,00	100,00	0,27
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	5000,00	250,00	0,69
<b>7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação</b>	<b>%</b>	<b>0,07</b>	<b>7325,00</b>	<b>512,75</b>	<b>1,41</b>
	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	<b>Depreciação</b>	<b>% sobre CT</b>
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>1378,75</b>	<b>3,78</b>
B.1. Depreciação				370,75	1,02
bomba submersa	60	2776,00	3,00	138,80	0,38
Tubos 2"	120	498,00	3,00	12,45	0,03
Poço	600	5000,00	3,00	25,00	0,07
Microaspersores	60	2600,00	3,00	130,00	0,36
Conexões	60	790,00	3,00	39,50	0,11
<b>Galpão</b>	<b>600</b>	<b>5000</b>	<b>3,00</b>	<b>25,00</b>	<b>0,07</b>
B.2. Impostos e taxas				10,00	0,03
<b>Imposto Territorial rural</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	<b>0,03</b>
B.3. Mão-de-obra fixa				998,00	2,74
<b>Aux. Administração</b>	<b>Salário</b>	<b>1</b>	<b>998,00</b>	<b>998,00</b>	<b>2,74</b>
C. Custos Operacionais Totais (COT)				35329,59	
<b>C.1. (A) + (B)</b>				<b>35329,59</b>	<b>96,98</b>
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>1099,84</b>	<b>3,02</b>
D.1. Remuneração da terra				100,00	0,27
<b>Arrendamento</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>0,27</b>
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				999,84	2,74
<b>Infra-estrutura, máquinas e equipamentos</b>	<b>%</b>	<b>0,06</b>	<b>16664,00</b>	<b>999,84</b>	<b>2,74</b>
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>36429,43</b>	<b>100</b>
E.1. CV + CF + CO				36429,43	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator

**Tabela 3** - Custos de produção por hectare de alface adubada com 50 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procer*a em base seca na população de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Mossoró, UFRSA, 2022.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>37598,09</b>	<b>93,82</b>
<b>A.1. Insumos</b>				<b>18841,20</b>	<b>47,01</b>
Sementes de rabanete (Crimson Gigante)	250g	4,00	120,00	480,00	1,20
Mudas de alface (Tainá) (Cultivo 1 e 2)	Bandejas	1155,00	10,00	11550,00	28,82
Bobina de plástico	m	2064,00	3,30	6811,20	17,00
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				<b>17557,50</b>	<b>43,81</b>
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				5611,25	14,00
Corte (25 t ha)	d/h*	66,38	60,00	3982,50	9,94
Transporte	Frete	3,13	70,00	218,75	0,55
Trituração	d/h*	12,00	60,00	720,00	1,80
Secagem	d/h*	6,25	60,00	375,00	0,94
Ensaçamento	d/h*	5,25	60,00	<b>315,00</b>	<b>0,79</b>
Custos com Adubo verde (jitirana)				6046,25	15,09
Corte (25 t ha)	d/h*	70,25	60,00	4215,00	10,52
Transporte	Frete	3,13	70,00	218,75	0,55
Trituração	d/h*	15,63	60,00	937,50	2,34
Secagem	d/h*	6,25	60,00	375,00	0,94
<b>Ensaçamento</b>	<b>d/h*</b>	<b>5</b>	<b>60,00</b>	<b>300,00</b>	<b>0,75</b>
A.2.2 Custos com demais serviços				5900,00	14,72
Limpeza do terreno	h/t**	1	70,00	70,00	0,17
Aração	h/t**	2	70,00	140,00	0,35
Gradagem	h/t**	2	70,00	140,00	0,35
Confecção de canteiros	d/h*	40	30,00	1200,00	2,99
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	17	30,00	510,00	1,27
Plantio rabanete					
Plantio alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	10	60,00	600,00	1,50
Desbaste rabanete					
Desbaste alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	6	60,00	360,00	0,90
Capina manual (colheita 1 e 2)	d/h*	25	60,00	1500,00	3,74
Colheita (cultivo 1 e 2)	d/h*	15	60,00	900,00	2,25
<b>Transporte</b>	<b>d/h*</b>	<b>8</b>	<b>60,00</b>	<b>480,00</b>	<b>1,20</b>
A.3. Energia elétrica				216,04	0,54
<b>Bombeamento da água de irrigação</b>	<b>Kw/h</b>	<b>981,99</b>	<b>0,22</b>	<b>216,04</b>	<b>0,54</b>
A.4. Outras despesas				120,60	0,30
<b>1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)</b>	<b>%</b>	<b>0,01</b>	<b>12060,48</b>	<b>120,60</b>	<b>0,30</b>
A.5. Manutenção e Conservação				862,75	2,15
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000,00	100,00	0,25
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	5000,00	250,00	0,62
<b>7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação</b>	<b>%</b>	<b>0,07</b>	<b>7325,00</b>	<b>512,75</b>	<b>1,28</b>
	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	<b>Depreciação</b>	<b>% sobre CT</b>
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>1378,75</b>	<b>3,44</b>
B.1. Depreciação				370,75	0,93
bomba submersa	60	2776,00	3,00	138,80	0,35
Tubos 2"	120	498,00	3,00	12,45	0,03
Poço	600	5000,00	3,00	25,00	0,06
Microaspersores	60	2600,00	3,00	130,00	0,32
Conexões	60	790,00	3,00	39,50	0,10
<b>Galpão</b>	<b>600</b>	<b>5000</b>	<b>3,00</b>	<b>25,00</b>	<b>0,06</b>
B.2. Impostos e taxas				10,00	0,02
<b>Imposto Territorial rural</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	<b>0,02</b>
B.3. Mão-de-obra fixa				998,00	2,49
<b>Aux. Administração</b>	<b>Salário</b>	<b>1</b>	<b>998,00</b>	<b>998,00</b>	<b>2,49</b>
C. Custos Operacionais Totais (COT)				38976,84	
<b>C.1. (A) + (B)</b>				<b>38976,84</b>	<b>97,26</b>
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>1099,84</b>	<b>2,74</b>
D.1. Remuneração da terra				100,00	0,25
<b>Arrendamento</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>0,25</b>
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				999,84	2,49
<b>Infra-estrutura, máquinas e equipamentos</b>	<b>%</b>	<b>0,06</b>	<b>16664,00</b>	<b>999,84</b>	<b>2,49</b>
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>40076,68</b>	<b>100</b>
E.1. CV + CF + CO				40076,68	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator

**Tabela 4** - Custos de produção por hectare de alface adubada com 65 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 300 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Mossoró, UFERSA, 2022.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>41275,34</b>	<b>94,34</b>
<b>A.1. Insumos</b>				<b>18841,20</b>	<b>43,06</b>
Sementes de rabanete (Crimson Gigante)	250g	4,00	120,00	480,00	1,10
Mudas de alface (Tainá) (Cultivo 1 e 2)	bandejas	1155,00	10,00	11550,00	26,40
Bobina de plástico	m	2064,00	3,30	6811,20	15,57
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				<b>21234,75</b>	<b>48,53</b>
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				7294,63	16,67
Corte (32,5 t ha)	d/h*	86,29	60,00	5177,25	11,83
Transporte	Frete	4,06	70,00	284,38	0,65
Trituração	d/h*	15,60	60,00	936,00	2,14
Secagem	d/h*	8,13	60,00	487,50	1,11
Ensaçamento	d/h*	6,83	60,00	<b>409,50</b>	<b>0,94</b>
Custos com Adubo verde (jitirana)				7860,13	17,96
Corte (32,5 t ha)	d/h*	91,33	60,00	5479,50	12,52
Transporte	Frete	4,06	70,00	284,38	0,65
Trituração	d/h*	20,31	60,00	1218,75	2,79
Secagem	d/h*	8,13	60,00	487,50	1,11
<b>Ensaçamento</b>	<b>d/h*</b>	<b>6,5</b>	<b>60,00</b>	<b>390,00</b>	<b>0,89</b>
A.2.2 Custos com demais serviços				6080,00	13,90
Limpeza do terreno	h/t**	1	70,00	70,00	0,16
Aração	h/t**	2	70,00	140,00	0,32
Gradagem	h/t**	2	70,00	140,00	0,32
Confecção de canteiros	d/h*	40	30,00	1200,00	2,74
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	23	30,00	690,00	1,58
Plantio rabanete					
Plantio alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	10	60,00	600,00	1,37
Desbaste rabanete					
Desbaste alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	6	60,00	360,00	0,82
Capina manual (colheita 1 e 2)	d/h*	25	60,00	1500,00	3,43
Colheita (cultivo 1 e 2)	d/h*	15	60,00	900,00	2,06
<b>Transporte</b>	<b>d/h*</b>	<b>8</b>	<b>60,00</b>	<b>480,00</b>	<b>1,10</b>
A.3. Energia elétrica				216,04	0,49
<b>Bombeamento da água de irrigação</b>	<b>Kw/h</b>	<b>981,99</b>	<b>0,22</b>	<b>216,04</b>	<b>0,49</b>
A.4. Outras despesas				120,60	0,28
<b>1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)</b>	<b>%</b>	<b>0,01</b>	<b>12060,48</b>	<b>120,60</b>	<b>0,28</b>
A.5. Manutenção e Conservação				862,75	1,97
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000,00	100,00	0,23
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	5000,00	250,00	0,57
<b>7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação</b>	<b>%</b>	<b>0,07</b>	<b>7325,00</b>	<b>512,75</b>	<b>1,17</b>
	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	<b>Depreciação</b>	<b>% sobre CT</b>
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>1378,75</b>	<b>3,15</b>
B.1. Depreciação				370,75	0,85
bomba submersa	60	2776,00	3,00	138,80	0,32
Tubos 2"	120	498,00	3,00	12,45	0,03
Poço	600	5000,00	3,00	25,00	0,06
Microaspersores	60	2600,00	3,00	130,00	0,30
Conexões	60	790,00	3,00	39,50	0,09
<b>Galpão</b>	<b>600</b>	<b>5000</b>	<b>3,00</b>	<b>25,00</b>	<b>0,06</b>
B.2. Impostos e taxas				10,00	0,02
<b>Imposto Territorial rural</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	<b>0,02</b>
B.3. Mão-de-obra fixa				998,00	2,28
<b>Aux. Administração</b>	<b>Salário</b>	<b>1</b>	<b>998,00</b>	<b>998,00</b>	<b>2,28</b>
C. Custos Operacionais Totais (COT)				42654,09	
<b>C.1. (A) + (B)</b>				<b>42654,09</b>	<b>97,49</b>
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>1099,84</b>	<b>2,51</b>
D.1. Remuneração da terra				100,00	0,23
<b>Arrendamento</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>0,23</b>
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				999,84	2,29
<b>Infra-estrutura, máquinas e equipamentos</b>	<b>%</b>	<b>0,06</b>	<b>16664,00</b>	<b>999,84</b>	<b>2,29</b>
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>43753,93</b>	<b>100</b>
E.1. CV + CF + CO				43753,93	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator

**Tabela 5** - Custos de produção por hectare de alfaca adubada com 20 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procer*a em base seca na população de 250 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Mossoró, UFRSA, 2022.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>28160,99</b>	<b>91,91</b>
<b>A.1. Insumos</b>				<b>16618,60</b>	<b>54,24</b>
Sementes de rabanete (Crimson Gigante)	250g	4,00	45,60	182,40	0,60
Mudas de alfaca (Tainá) (Cultivo 1 e 2)	Bandejas	962,50	10,00	9625,00	31,41
Bobina de plástico	m	2064,00	3,30	6811,20	22,23
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				<b>10343,00</b>	<b>33,76</b>
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				2244,50	7,33
Corte (10 t ha)	d/h*	26,55	60,00	1593,00	5,20
Transporte	Frete	1,25	70,00	87,50	0,29
Trituração	d/h*	4,80	60,00	288,00	0,94
Secagem	d/h*	2,50	60,00	150,00	0,49
Ensaçamento	d/h*	2,10	60,00	<b>126,00</b>	<b>0,41</b>
Custos com Adubo verde (jitirana)				2418,50	7,89
Corte (10 t ha)	d/h*	28,10	60,00	1686,00	5,50
Transporte	Frete	1,25	70,00	87,50	0,29
Trituração	d/h*	6,25	60,00	375,00	1,22
Secagem	d/h*	2,50	60,00	150,00	0,49
<b>Ensaçamento</b>	<b>d/h*</b>	<b>2</b>	<b>60,00</b>	<b>120,00</b>	<b>0,39</b>
A.2.2 Custos com demais serviços				5680,00	18,54
Limpeza do terreno	h/t**	1	70,00	70,00	0,23
Aração	h/t**	2	70,00	140,00	0,46
Gradagem	h/t**	2	70,00	140,00	0,46
Confecção de canteiros	d/h*	40	30,00	1200,00	3,92
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	7	30,00	210,00	0,69
Plantio rabanete					
Plantio alfaca (cultivo 1 e 2)	d/h*	10	60,00	600,00	1,96
Desbaste rabanete					
Desbaste alfaca (cultivo 1 e 2)	d/h*	6	60,00	360,00	1,17
Capina manual (colheita 1 e 2)	d/h*	25	60,00	1500,00	4,90
Colheita (cultivo 1 e 2)	d/h*	15	60,00	900,00	2,94
<b>Transporte</b>	<b>d/h*</b>	<b>8</b>	<b>70,00</b>	<b>560,00</b>	<b>1,83</b>
A.3. Energia elétrica				216,04	0,71
<b>Bombeamento da água de irrigação</b>	<b>Kw/h</b>	<b>981,99</b>	<b>0,22</b>	<b>216,04</b>	<b>0,71</b>
A.4. Outras despesas				120,60	0,39
<b>1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)</b>	<b>%</b>	<b>0,01</b>	<b>12060,48</b>	<b>120,60</b>	<b>0,39</b>
A.5. Manutenção e Conservação				862,75	2,82
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000,00	100,00	0,33
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	5000,00	250,00	0,82
<b>7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação</b>	<b>%</b>	<b>0,07</b>	<b>7325,00</b>	<b>512,75</b>	<b>1,67</b>
	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	<b>Depreciação</b>	<b>% sobre CT</b>
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>1378,75</b>	<b>4,50</b>
B.1. Depreciação				370,75	1,21
bomba submersa	60	2776,00	3,00	138,80	0,45
Tubos 2"	120	498,00	3,00	12,45	0,04
Poço	600	5000,00	3,00	25,00	0,08
Microaspersores	60	2600,00	3,00	130,00	0,42
Conexões	60	790,00	3,00	39,50	0,13
<b>Galpão</b>	<b>600</b>	<b>5000</b>	<b>3,00</b>	<b>25,00</b>	<b>0,08</b>
B.2. Impostos e taxas				10,00	0,03
<b>Imposto Territorial rural</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	<b>0,03</b>
B.3. Mão-de-obra fixa				998,00	3,26
<b>Aux. Administração</b>	<b>Salário</b>	<b>1</b>	<b>998,00</b>	<b>998,00</b>	<b>3,26</b>
C. Custos Operacionais Totais (COT)				29539,74	
<b>C.1. (A) + (B)</b>				<b>29539,74</b>	<b>96,41</b>
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>1099,84</b>	<b>3,59</b>
D.1. Remuneração da terra				100,00	0,33
<b>Arrendamento</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>0,33</b>
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				999,84	3,26
<b>Infra-estrutura, máquinas e equipamentos</b>	<b>%</b>	<b>0,06</b>	<b>16664,00</b>	<b>999,84</b>	<b>3,26</b>
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>30639,58</b>	<b>100</b>
E.1. CV + CF + CO				30639,58	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator

**Tabela 6** - Custos de produção por hectare de alface adubada com 35 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 250 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Mossoró, UFERSA, 2022.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>32025,84</b>	<b>92,82</b>
<b>A.1. Insumos</b>				<b>16916,20</b>	<b>49,03</b>
Sementes de rabanete (Crimson Gigante)	250g	4,00	120,00	480,00	1,39
Mudas de alface (Tainá) (Cultivo 1 e 2)	Bandejas	962,50	10,00	9625,00	27,89
Bobina de plástico	m	2064,00	3,30	6811,20	19,74
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				<b>13910,25</b>	<b>40,31</b>
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				3927,88	11,38
Corte (17,5 t ha)	d/h*	46,46	60,00	2787,75	8,08
Transporte	Frete	2,19	70,00	153,13	0,44
Trituração	d/h*	8,40	60,00	504,00	1,46
Secagem	d/h*	4,38	60,00	262,50	0,76
Ensaçamento	d/h*	3,68	60,00	<b>220,50</b>	<b>0,64</b>
Custos com Adubo verde (jitirana)				4232,38	12,27
Corte (17,5 t ha)	d/h*	49,18	60,00	2950,50	8,55
Transporte	Frete	2,19	70,00	153,13	0,44
Trituração	d/h*	10,94	60,00	656,25	1,90
Secagem	d/h*	4,38	60,00	262,50	0,76
<b>Ensaçamento</b>	<b>d/h*</b>	<b>3,5</b>	<b>60,00</b>	<b>210,00</b>	<b>0,61</b>
A.2.2 Custos com demais serviços				5750,00	16,66
Limpeza do terreno	h/t**	1	70,00	70,00	0,20
Aração	h/t**	2	70,00	140,00	0,41
Gradagem	h/t**	2	70,00	140,00	0,41
Confecção de canteiros	d/h*	40	30,00	1200,00	3,48
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	12	30,00	360,00	1,04
Plantio rabanete					
Plantio alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	10	60,00	600,00	1,74
Desbaste rabanete					
Desbaste alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	6	60,00	360,00	1,04
Capina manual (colheita 1 e 2)	d/h*	25	60,00	1500,00	4,35
Colheita (cultivo 1 e 2)	d/h*	15	60,00	900,00	2,61
<b>Transporte</b>	<b>d/h*</b>	<b>8</b>	<b>60,00</b>	<b>480,00</b>	<b>1,39</b>
A.3. Energia elétrica				216,04	0,63
<b>Bombeamento da água de irrigação</b>	<b>Kw/h</b>	<b>981,99</b>	<b>0,22</b>	<b>216,04</b>	<b>0,63</b>
A.4. Outras despesas				120,60	0,35
<b>1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)</b>	<b>%</b>	<b>0,01</b>	<b>12060,48</b>	<b>120,60</b>	<b>0,35</b>
A.5. Manutenção e Conservação				862,75	2,50
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000,00	100,00	0,29
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	5000,00	250,00	0,72
<b>7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação</b>	<b>%</b>	<b>0,07</b>	<b>7325,00</b>	<b>512,75</b>	<b>1,49</b>
	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	<b>Depreciação</b>	<b>% sobre CT</b>
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>1378,75</b>	<b>4,00</b>
B.1. Depreciação				370,75	1,07
bomba submersa	60	2776,00	3,00	138,80	0,40
Tubos 2"	120	498,00	3,00	12,45	0,04
Poço	600	5000,00	3,00	25,00	0,07
Microaspersores	60	2600,00	3,00	130,00	0,38
Conexões	60	790,00	3,00	39,50	0,11
<b>Galpão</b>	<b>600</b>	<b>5000</b>	<b>3,00</b>	<b>25,00</b>	<b>0,07</b>
B.2. Impostos e taxas				10,00	0,03
<b>Imposto Territorial rural</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	<b>0,03</b>
B.3. Mão-de-obra fixa				998,00	2,89
<b>Aux. Administração</b>	<b>Salário</b>	<b>1</b>	<b>998,00</b>	<b>998,00</b>	<b>2,89</b>
C. Custos Operacionais Totais (COT)				33404,59	
<b>C.1. (A) + (B)</b>				<b>33404,59</b>	<b>96,81</b>
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>1099,84</b>	<b>3,19</b>
D.1. Remuneração da terra				100,00	0,29
<b>Arrendamento</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>0,29</b>
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				999,84	2,90
<b>Infra-estrutura, máquinas e equipamentos</b>	<b>%</b>	<b>0,06</b>	<b>16664,00</b>	<b>999,84</b>	<b>2,90</b>
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>34504,43</b>	<b>100</b>
E.1. CV + CF + CO				34504,43	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator

**Tabela 7-** Custos de produção por hectare de alface adubada com 50 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procer*a em base seca na população de 250 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Mossoró, UFRSA, 2022.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>35673,09</b>	<b>93,50</b>
<b>A.1. Insumos</b>				<b>16916,20</b>	<b>44,34</b>
Sementes de rabanete (Crimson Gigante)	250g	4,00	120,00	480,00	1,26
Mudas de alface (Tainá) (Cultivo 1 e 2)	Bandejas	962,50	10,00	9625,00	25,23
Bobina de plástico	m	2064,00	3,30	6811,20	17,85
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				<b>17557,50</b>	<b>46,02</b>
<b>A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)</b>				5611,25	14,71
Corte (25 t ha)	d/h*	66,38	60,00	3982,50	10,44
Transporte	Frete	3,13	70,00	218,75	0,57
Trituração	d/h*	12,00	60,00	720,00	1,89
Secagem	d/h*	6,25	60,00	375,00	0,98
Ensacamento	d/h*	5,25	60,00	<b>315,00</b>	<b>0,83</b>
Custos com Adubo verde (jitirana)				6046,25	15,85
Corte (25 t ha)	d/h*	70,25	60,00	4215,00	11,05
Transporte	Frete	3,13	70,00	218,75	0,57
Trituração	d/h*	15,63	60,00	937,50	2,46
Secagem	d/h*	6,25	60,00	375,00	0,98
<b>Ensacamento</b>	<b>d/h*</b>	<b>5</b>	<b>60,00</b>	<b>300,00</b>	<b>0,79</b>
<b>A.2.2 Custos com demais serviços</b>				5900,00	15,46
Limpeza do terreno	h/t**	1	70,00	70,00	0,18
Aração	h/t**	2	70,00	140,00	0,37
Gradagem	h/t**	2	70,00	140,00	0,37
Confecção de canteiros	d/h*	40	30,00	1200,00	3,15
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	17	30,00	510,00	1,34
Plantio rabanete					
Plantio alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	10	60,00	600,00	1,57
Desbaste rabanete					
Desbaste alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	6	60,00	360,00	0,94
Capina manual (colheita 1 e 2)	d/h*	25	60,00	1500,00	3,93
Colheita (cultivo 1 e 2)	d/h*	15	60,00	900,00	2,36
<b>Transporte</b>	<b>d/h*</b>	<b>8</b>	<b>60,00</b>	<b>480,00</b>	<b>1,26</b>
<b>A.3. Energia elétrica</b>				216,04	0,57
<b>Bombeamento da água de irrigação</b>	<b>Kw/h</b>	<b>981,99</b>	<b>0,22</b>	<b>216,04</b>	<b>0,57</b>
<b>A.4. Outras despesas</b>				120,60	0,32
<b>1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)</b>	<b>%</b>	<b>0,01</b>	<b>12060,48</b>	<b>120,60</b>	<b>0,32</b>
<b>A.5. Manutenção e Conservação</b>				862,75	2,26
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000,00	100,00	0,26
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	5000,00	250,00	0,66
<b>7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação</b>	<b>%</b>	<b>0,07</b>	<b>7325,00</b>	<b>512,75</b>	<b>1,34</b>
	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	<b>Depreciação</b>	<b>% sobre CT</b>
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>1378,75</b>	<b>3,61</b>
<b>B.1. Depreciação</b>				370,75	0,97
bomba submersa	60	2776,00	3,00	138,80	0,36
Tubos 2"	120	498,00	3,00	12,45	0,03
Poço	600	5000,00	3,00	25,00	0,07
Microaspersores	60	2600,00	3,00	130,00	0,34
Conexões	60	790,00	3,00	39,50	0,10
<b>Galpão</b>	<b>600</b>	<b>5000</b>	<b>3,00</b>	<b>25,00</b>	<b>0,07</b>
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				10,00	0,03
<b>Imposto Territorial rural</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	<b>0,03</b>
<b>B.3. Mão-de-obra fixa</b>				998,00	2,62
<b>Aux. Administração</b>	<b>Salário</b>	<b>1</b>	<b>998,00</b>	<b>998,00</b>	<b>2,62</b>
<b>C. Custos Operacionais Totais (COT)</b>				37051,84	
<b>C.1. (A) + (B)</b>				<b>37051,84</b>	<b>97,12</b>
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>1099,84</b>	<b>2,88</b>
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				100,00	0,26
<b>Arrendamento</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>0,26</b>
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				999,84	2,62
<b>Infra-estrutura, máquinas e equipamentos</b>	<b>%</b>	<b>0,06</b>	<b>16664,00</b>	<b>999,84</b>	<b>2,62</b>
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>38151,68</b>	<b>100</b>
E.1. CV + CF + CO				38151,68	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator

**Tabela 8** - Custos de produção por hectare de alface adubada com 65 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procer*a em base seca na população de 250 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Mossoró, UFRSA, 2022.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>39350,34</b>	<b>94,07</b>
<b>A.1. Insumos</b>				<b>16916,20</b>	<b>40,44</b>
Sementes de rabanete (Crimson Gigante)	250g	4,00	120,00	480,00	1,15
Mudas de alface (Tainá) (Cultivo 1 e 2)	bandejas	962,50	10,00	9625,00	23,01
Bobina de plástico	m	2064,00	3,30	6811,20	16,28
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				<b>21234,75</b>	<b>50,77</b>
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				7294,63	17,44
Corte (32,5 t ha)	d/h*	86,29	60,00	5177,25	12,38
Transporte	Frete	4,06	70,00	284,38	0,68
Trituração	d/h*	15,60	60,00	936,00	2,24
Secagem	d/h*	8,13	60,00	487,50	1,17
Ensaçamento	d/h*	6,83	60,00	<b>409,50</b>	<b>0,98</b>
Custos com Adubo verde (jitirana)				7860,13	18,79
Corte (32,5 t ha)	d/h*	91,33	60,00	5479,50	13,10
Transporte	Frete	4,06	70,00	284,38	0,68
Trituração	d/h*	20,31	60,00	1218,75	2,91
Secagem	d/h*	8,13	60,00	487,50	1,17
<b>Ensaçamento</b>	<b>d/h*</b>	<b>6,5</b>	<b>60,00</b>	<b>390,00</b>	<b>0,93</b>
A.2.2 Custos com demais serviços				6080,00	14,54
Limpeza do terreno	h/t**	1	70,00	70,00	0,17
Aração	h/t**	2	70,00	140,00	0,33
Gradagem	h/t**	2	70,00	140,00	0,33
Confecção de canteiros	d/h*	40	30,00	1200,00	2,87
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	23	30,00	690,00	1,65
Plantio rabanete					
Plantio alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	10	60,00	600,00	1,43
Desbaste rabanete					
Desbaste alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	6	60,00	360,00	0,86
Capina manual (colheita 1 e 2)	d/h*	25	60,00	1500,00	3,59
Colheita (cultivo 1 e 2)	d/h*	15	60,00	900,00	2,15
<b>Transporte</b>	<b>d/h*</b>	<b>8</b>	<b>60,00</b>	<b>480,00</b>	<b>1,15</b>
A.3. Energia elétrica				216,04	0,52
<b>Bombeamento da água de irrigação</b>	<b>Kw/h</b>	<b>981,99</b>	<b>0,22</b>	<b>216,04</b>	<b>0,52</b>
A.4. Outras despesas				120,60	0,29
<b>1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)</b>	<b>%</b>	<b>0,01</b>	<b>12060,48</b>	<b>120,60</b>	<b>0,29</b>
A.5. Manutenção e Conservação				862,75	2,06
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000,00	100,00	0,24
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	5000,00	250,00	0,60
<b>7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação</b>	<b>%</b>	<b>0,07</b>	<b>7325,00</b>	<b>512,75</b>	<b>1,23</b>
	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	<b>Depreciação</b>	<b>% sobre CT</b>
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>1378,75</b>	<b>3,30</b>
B.1. Depreciação				370,75	0,89
bomba submersa	60	2776,00	3,00	138,80	0,33
Tubos 2"	120	498,00	3,00	12,45	0,03
Poço	600	5000,00	3,00	25,00	0,06
Microaspersores	60	2600,00	3,00	130,00	0,31
Conexões	60	790,00	3,00	39,50	0,09
<b>Galpão</b>	<b>600</b>	<b>5000</b>	<b>3,00</b>	<b>25,00</b>	<b>0,06</b>
B.2. Impostos e taxas				10,00	0,02
<b>Imposto Territorial rural</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	<b>0,02</b>
B.3. Mão-de-obra fixa				998,00	2,39
<b>Aux. Administração</b>	<b>Salário</b>	<b>1</b>	<b>998,00</b>	<b>998,00</b>	<b>2,39</b>
C. Custos Operacionais Totais (COT)				40729,09	
<b>C.1. (A) + (B)</b>				<b>40729,09</b>	<b>97,37</b>
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>1099,84</b>	<b>2,63</b>
D.1. Remuneração da terra				100,00	0,24
<b>Arrendamento</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>0,24</b>
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				999,84	2,39
<b>Infra-estrutura, máquinas e equipamentos</b>	<b>%</b>	<b>0,06</b>	<b>16664,00</b>	<b>999,84</b>	<b>2,39</b>
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>41828,93</b>	<b>100</b>
E.1. CV + CF + CO				41828,93	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator

**Tabela 9** - Custos de produção por hectare de alface adubada com 20 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 200 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Mossoró, UFRSA, 2022.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>26155,99</b>	<b>91,34</b>
<b>A.1. Insumos</b>				<b>14693,60</b>	<b>51,31</b>
Sementes de rabanete (Crimson Gigante)	250g	4,00	45,60	182,40	0,64
Mudas de alface (Tainá) (Cultivo 1 e 2)	Bandejas	770,00	10,00	7700,00	26,89
Bobina de plástico	m	2064,00	3,30	6811,20	23,79
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				<b>10263,00</b>	<b>35,84</b>
<b>A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)</b>				2244,50	7,84
Corte (10 t ha)	d/h*	26,55	60,00	1593,00	5,56
Transporte	Frete	1,25	70,00	87,50	0,31
Trituração	d/h*	4,80	60,00	288,00	1,01
Secagem	d/h*	2,50	60,00	150,00	0,52
Ensaçamento	d/h*	2,10	60,00	<b>126,00</b>	<b>0,44</b>
Custos com Adubo verde (jitirana)				2418,50	8,45
Corte (10 t ha)	d/h*	28,10	60,00	1686,00	5,89
Transporte	Frete	1,25	70,00	87,50	0,31
Trituração	d/h*	6,25	60,00	375,00	1,31
Secagem	d/h*	2,50	60,00	150,00	0,52
<b>Ensaçamento</b>	<b>d/h*</b>	<b>2</b>	<b>60,00</b>	<b>120,00</b>	<b>0,42</b>
<b>A.2.2 Custos com demais serviços</b>				5600,00	19,56
Limpeza do terreno	h/t**	1	70,00	70,00	0,24
Aração	h/t**	2	70,00	140,00	0,49
Gradagem	h/t**	2	70,00	140,00	0,49
Confecção de canteiros	d/h*	40	30,00	1200,00	4,19
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	7	30,00	210,00	0,73
Plantio rabanete					
Plantio alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	10	60,00	600,00	2,10
Desbaste rabanete					
Desbaste alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	6	60,00	360,00	1,26
Capina manual (colheita 1 e 2)	d/h*	25	60,00	1500,00	5,24
Colheita (cultivo 1 e 2)	d/h*	15	60,00	900,00	3,14
<b>Transporte</b>	<b>d/h*</b>	<b>8</b>	<b>60,00</b>	<b>480,00</b>	<b>1,68</b>
A.3. Energia elétrica				216,04	0,75
<b>Bombeamento da água de irrigação</b>	<b>Kw/h</b>	<b>981,99</b>	<b>0,22</b>	<b>216,04</b>	<b>0,75</b>
A.4. Outras despesas				120,60	0,42
<b>1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)</b>	<b>%</b>	<b>0,01</b>	<b>12060,48</b>	<b>120,60</b>	<b>0,42</b>
A.5. Manutenção e Conservação				862,75	3,01
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000,00	100,00	0,35
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	5000,00	250,00	0,87
<b>7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação</b>	<b>%</b>	<b>0,07</b>	<b>7325,00</b>	<b>512,75</b>	<b>1,79</b>
	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	<b>Depreciação</b>	<b>% sobre CT</b>
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>1378,75</b>	<b>4,81</b>
<b>B.1. Depreciação</b>				370,75	1,29
bomba submersa	60	2776,00	3,00	138,80	0,48
Tubos 2"	120	498,00	3,00	12,45	0,04
Poço	600	5000,00	3,00	25,00	0,09
Microaspersores	60	2600,00	3,00	130,00	0,45
Conexões	60	790,00	3,00	39,50	0,14
<b>Galpão</b>	<b>600</b>	<b>5000</b>	<b>3,00</b>	<b>25,00</b>	<b>0,09</b>
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				10,00	0,03
<b>Imposto Territorial rural</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	<b>0,03</b>
<b>B.3. Mão-de-obra fixa</b>				998,00	3,49
<b>Aux. Administração</b>	<b>Salário</b>	<b>1</b>	<b>998,00</b>	<b>998,00</b>	<b>3,49</b>
<b>C. Custos Operacionais Totais (COT)</b>				27534,74	
<b>C.1. (A) + (B)</b>				<b>27534,74</b>	<b>96,16</b>
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>1099,84</b>	<b>3,84</b>
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				100,00	0,35
<b>Arrendamento</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>0,35</b>
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				999,84	3,49
<b>Infra-estrutura, máquinas e equipamentos</b>	<b>%</b>	<b>0,06</b>	<b>16664,00</b>	<b>999,84</b>	<b>3,49</b>
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				28634,58	100
E.1. CV + CF + CO				28634,58	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator

**Tabela 10** - Custos de produção por hectare de alface adubada com 35 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 200 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Mossoró, UFRSA, 2022.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>30100,84</b>	<b>92,39</b>
<b>A.1. Insumos</b>				<b>14991,20</b>	<b>46,01</b>
Sementes de rabanete (Crimson Gigante)	250g	4,00	120,00	480,00	1,47
Mudas de alface (Tainá) (Cultivo 1 e 2)	Bandejas	770,00	10,00	7700,00	23,63
Bobina de plástico	m	2064,00	3,30	6811,20	20,91
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				<b>13910,25</b>	<b>42,70</b>
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				3927,88	12,06
Corte (17,5 t ha)	d/h*	46,46	60,00	2787,75	8,56
Transporte	Frete	2,19	70,00	153,13	0,47
Trituração	d/h*	8,40	60,00	504,00	1,55
Secagem	d/h*	4,38	60,00	262,50	0,81
Ensaçamento	d/h*	3,68	60,00	<b>220,50</b>	<b>0,68</b>
Custos com Adubo verde (jitirana)				4232,38	12,99
Corte (17,5 t ha)	d/h*	49,18	60,00	2950,50	9,06
Transporte	Frete	2,19	70,00	153,13	0,47
Trituração	d/h*	10,94	60,00	656,25	2,01
Secagem	d/h*	4,38	60,00	262,50	0,81
<b>Ensaçamento</b>	<b>d/h*</b>	<b>3,5</b>	<b>60,00</b>	<b>210,00</b>	<b>0,64</b>
A.2.2 Custos com demais serviços				5750,00	17,65
Limpeza do terreno	h/t**	1	70,00	70,00	0,21
Aração	h/t**	2	70,00	140,00	0,43
Gradagem	h/t**	2	70,00	140,00	0,43
Confecção de canteiros	d/h*	40	30,00	1200,00	3,68
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	12	30,00	360,00	1,10
Plantio rabanete					
Plantio alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	10	60,00	600,00	1,84
Desbaste rabanete					
Desbaste alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	6	60,00	360,00	1,10
Capina manual (colheita 1 e 2)	d/h*	25	60,00	1500,00	4,60
Colheita (cultivo 1 e 2)	d/h*	15	60,00	900,00	2,76
<b>Transporte</b>	<b>d/h*</b>	<b>8</b>	<b>60,00</b>	<b>480,00</b>	<b>1,47</b>
A.3. Energia elétrica				216,04	0,66
<b>Bombeamento da água de irrigação</b>	<b>Kw/h</b>	<b>981,99</b>	<b>0,22</b>	<b>216,04</b>	<b>0,66</b>
A.4. Outras despesas				120,60	0,37
<b>1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)</b>	<b>%</b>	<b>0,01</b>	<b>12060,48</b>	<b>120,60</b>	<b>0,37</b>
A.5. Manutenção e Conservação				862,75	2,65
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000,00	100,00	0,31
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	5000,00	250,00	0,77
<b>7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação</b>	<b>%</b>	<b>0,07</b>	<b>7325,00</b>	<b>512,75</b>	<b>1,57</b>
	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	<b>Depreciação</b>	<b>% sobre CT</b>
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>1378,75</b>	<b>4,23</b>
B.1. Depreciação				370,75	1,14
bomba submersa	60	2776,00	3,00	138,80	0,43
Tubos 2"	120	498,00	3,00	12,45	0,04
Poço	600	5000,00	3,00	25,00	0,08
Microaspersores	60	2600,00	3,00	130,00	0,40
Conexões	60	790,00	3,00	39,50	0,12
<b>Galpão</b>	<b>600</b>	<b>5000</b>	<b>3,00</b>	<b>25,00</b>	<b>0,08</b>
B.2. Impostos e taxas				10,00	0,03
<b>Imposto Territorial rural</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	<b>0,03</b>
B.3. Mão-de-obra fixa				998,00	3,06
<b>Aux. Administração</b>	<b>Salário</b>	<b>1</b>	<b>998,00</b>	<b>998,00</b>	<b>3,06</b>
C. Custos Operacionais Totais (COT)				31479,59	
<b>C.1. (A) + (B)</b>				<b>31479,59</b>	<b>96,62</b>
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>1099,84</b>	<b>3,38</b>
D.1. Remuneração da terra				100,00	0,31
<b>Arrendamento</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>0,31</b>
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				999,84	3,07
<b>Infra-estrutura, máquinas e equipamentos</b>	<b>%</b>	<b>0,06</b>	<b>16664,00</b>	<b>999,84</b>	<b>3,07</b>
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>32579,43</b>	<b>100</b>
E.1. CV + CF + CO				32579,43	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator

**Tabela 11-** Custos de produção por hectare de alface adubada com 50 t ha<sup>-1</sup> biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 200 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Mossoró, UFRSA, 2022.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>33748,09</b>	<b>93,16</b>
<b>A.1. Insumos</b>				<b>14991,20</b>	<b>41,38</b>
Sementes de rabanete (Crimson Gigante)	250g	4,00	120,00	480,00	1,32
Mudas de alface (Tainá) (Cultivo 1 e 2)	Bandejas	770,00	10,00	7700,00	21,26
Bobina de plástico	m	2064,00	3,30	6811,20	18,80
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				<b>17557,50</b>	<b>48,47</b>
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				5611,25	15,49
Corte (25 t ha)	d/h*	66,38	60,00	3982,50	10,99
Transporte	Frete	3,13	70,00	218,75	0,60
Trituração	d/h*	12,00	60,00	720,00	1,99
Secagem	d/h*	6,25	60,00	375,00	1,04
Ensaçamento	d/h*	5,25	60,00	<b>315,00</b>	<b>0,87</b>
Custos com Adubo verde (jitirana)				6046,25	16,69
Corte (25 t ha)	d/h*	70,25	60,00	4215,00	11,64
Transporte	Frete	3,13	70,00	218,75	0,60
Trituração	d/h*	15,63	60,00	937,50	2,59
Secagem	d/h*	6,25	60,00	375,00	1,04
<b>Ensaçamento</b>	<b>d/h*</b>	<b>5</b>	<b>60,00</b>	<b>300,00</b>	<b>0,83</b>
A.2.2 Custos com demais serviços				5900,00	16,29
Limpeza do terreno	h/t**	1	70,00	70,00	0,19
Aração	h/t**	2	70,00	140,00	0,39
Gradagem	h/t**	2	70,00	140,00	0,39
Confecção de canteiros	d/h*	40	30,00	1200,00	3,31
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	17	30,00	510,00	1,41
Plantio rabanete					
Plantio alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	10	60,00	600,00	1,66
Desbaste rabanete					
Desbaste alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	6	60,00	360,00	0,99
Capina manual (colheita 1 e 2)	d/h*	25	60,00	1500,00	4,14
Colheita (cultivo 1 e 2)	d/h*	15	60,00	900,00	2,48
<b>Transporte</b>	<b>d/h*</b>	<b>8</b>	<b>60,00</b>	<b>480,00</b>	<b>1,32</b>
A.3. Energia elétrica				216,04	0,60
<b>Bombeamento da água de irrigação</b>	<b>Kw/h</b>	<b>981,99</b>	<b>0,22</b>	<b>216,04</b>	<b>0,60</b>
A.4. Outras despesas				120,60	0,33
<b>1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)</b>	<b>%</b>	<b>0,01</b>	<b>12060,48</b>	<b>120,60</b>	<b>0,33</b>
A.5. Manutenção e Conservação				862,75	2,38
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000,00	100,00	0,28
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	5000,00	250,00	0,69
<b>7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação</b>	<b>%</b>	<b>0,07</b>	<b>7325,00</b>	<b>512,75</b>	<b>1,42</b>
	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	<b>Depreciação</b>	<b>% sobre CT</b>
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>1378,75</b>	<b>3,81</b>
B.1. Depreciação				370,75	1,02
bomba submersa	60	2776,00	3,00	138,80	0,38
Tubos 2"	120	498,00	3,00	12,45	0,03
Poço	600	5000,00	3,00	25,00	0,07
Microaspressores	60	2600,00	3,00	130,00	0,36
Conexões	60	790,00	3,00	39,50	0,11
<b>Galpão</b>	<b>600</b>	<b>5000</b>	<b>3,00</b>	<b>25,00</b>	<b>0,07</b>
B.2. Impostos e taxas				10,00	0,03
<b>Imposto Territorial rural</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	<b>0,03</b>
B.3. Mão-de-obra fixa				998,00	2,75
<b>Aux. Administração</b>	<b>Salário</b>	<b>1</b>	<b>998,00</b>	<b>998,00</b>	<b>2,75</b>
C. Custos Operacionais Totais (COT)				35126,84	
<b>C.1. (A) + (B)</b>				<b>35126,84</b>	<b>96,96</b>
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>1099,84</b>	<b>3,04</b>
D.1. Remuneração da terra				100,00	0,28
<b>Arrendamento</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>0,28</b>
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				999,84	2,76
<b>Infra-estrutura, máquinas e equipamentos</b>	<b>%</b>	<b>0,06</b>	<b>16664,00</b>	<b>999,84</b>	<b>2,76</b>
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>36226,68</b>	<b>100</b>
E.1. CV + CF + CO				36226,68	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator

**Tabela 12** - Custos de produção por hectare de alface adubada com 65 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 200 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Mossoró, UFRSA, 2022.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>37425,34</b>	<b>93,79</b>
<b>A.1. Insumos</b>				<b>14991,20</b>	<b>37,57</b>
Sementes de rabanete (Crimson Gigante)	250g	4,00	120,00	480,00	1,20
Mudas de alface (Tainá) (Cultivo 1 e 2)	bandejas	770,00	10,00	7700,00	19,30
Bobina de plástico	m	2064,00	3,30	6811,20	17,07
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				<b>21234,75</b>	<b>53,21</b>
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				7294,63	18,28
Corte (32,5 t ha)	d/h*	86,29	60,00	5177,25	12,97
Transporte	Frete	4,06	70,00	284,38	0,71
Trituração	d/h*	15,60	60,00	936,00	2,35
Secagem	d/h*	8,13	60,00	487,50	1,22
Ensaçamento	d/h*	6,83	60,00	<b>409,50</b>	<b>1,03</b>
Custos com Adubo verde (jitirana)				7860,13	19,70
Corte (32,5 t ha)	d/h*	91,33	60,00	5479,50	13,73
Transporte	Frete	4,06	70,00	284,38	0,71
Trituração	d/h*	20,31	60,00	1218,75	3,05
Secagem	d/h*	8,13	60,00	487,50	1,22
<b>Ensaçamento</b>	<b>d/h*</b>	<b>6,5</b>	<b>60,00</b>	<b>390,00</b>	<b>0,98</b>
A.2.2 Custos com demais serviços				6080,00	15,24
Limpeza do terreno	h/t**	1	70,00	70,00	0,18
Aração	h/t**	2	70,00	140,00	0,35
Gradagem	h/t**	2	70,00	140,00	0,35
Confecção de canteiros	d/h*	40	30,00	1200,00	3,01
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	23	30,00	690,00	1,73
Plantio rabanete					
Plantio alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	10	60,00	600,00	1,50
Desbaste rabanete					
Desbaste alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	6	60,00	360,00	0,90
Capina manual (colheita 1 e 2)	d/h*	25	60,00	1500,00	3,76
Colheita (cultivo 1 e 2)	d/h*	15	60,00	900,00	2,26
<b>Transporte</b>	<b>d/h*</b>	<b>8</b>	<b>60,00</b>	<b>480,00</b>	<b>1,20</b>
A.3. Energia elétrica				216,04	0,54
<b>Bombeamento da água de irrigação</b>	<b>Kw/h</b>	<b>981,99</b>	<b>0,22</b>	<b>216,04</b>	<b>0,54</b>
A.4. Outras despesas				120,60	0,30
<b>1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)</b>	<b>%</b>	<b>0,01</b>	<b>12060,48</b>	<b>120,60</b>	<b>0,30</b>
A.5. Manutenção e Conservação				862,75	2,16
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000,00	100,00	0,25
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	5000,00	250,00	0,63
<b>7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação</b>	<b>%</b>	<b>0,07</b>	<b>7325,00</b>	<b>512,75</b>	<b>1,28</b>
	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	<b>Depreciação</b>	<b>% sobre CT</b>
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>1378,75</b>	<b>3,46</b>
B.1. Depreciação				370,75	0,93
bomba submersa	60	2776,00	3,00	138,80	0,35
Tubos 2"	120	498,00	3,00	12,45	0,03
Poço	600	5000,00	3,00	25,00	0,06
Microaspersores	60	2600,00	3,00	130,00	0,33
Conexões	60	790,00	3,00	39,50	0,10
<b>Galpão</b>	<b>600</b>	<b>5000</b>	<b>3,00</b>	<b>25,00</b>	<b>0,06</b>
B.2. Impostos e taxas				10,00	0,03
<b>Imposto Territorial rural</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	<b>0,03</b>
B.3. Mão-de-obra fixa				998,00	2,50
<b>Aux. Administração</b>	<b>Salário</b>	<b>1</b>	<b>998,00</b>	<b>998,00</b>	<b>2,50</b>
C. Custos Operacionais Totais (COT)				38804,09	
<b>C.1. (A) + (B)</b>				<b>38804,09</b>	<b>97,24</b>
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>1099,84</b>	<b>2,76</b>
D.1. Remuneração da terra				100,00	0,25
<b>Arrendamento</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>0,25</b>
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				999,84	2,51
<b>Infra-estrutura, máquinas e equipamentos</b>	<b>%</b>	<b>0,06</b>	<b>16664,00</b>	<b>999,84</b>	<b>2,51</b>
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>39903,93</b>	<b>100</b>
E.1. CV + CF + CO				39903,93	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator

**Tabela 13** - Custos de produção por hectare de alface adubada com 20 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 150 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Mossoró, UFRS, 2022.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>24230,99</b>	<b>90,72</b>
<b>A.1. Insumos</b>				<b>12768,60</b>	<b>47,81</b>
Sementes de rabanete (Crimson Gigante)	250g	4,00	45,60	182,40	0,68
Mudas de alface (Tainá) (Cultivo 1 e 2)	Bandejas	577,50	10,00	5775,00	21,62
Bobina de plástico	m	2064,00	3,30	6811,20	25,50
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				<b>10263,00</b>	<b>38,42</b>
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				2244,50	8,40
Corte (10 t ha)	d/h*	26,55	60,00	1593,00	5,96
Transporte	Frete	1,25	70,00	87,50	0,33
Trituração	d/h*	4,80	60,00	288,00	1,08
Secagem	d/h*	2,50	60,00	150,00	0,56
Ensaçamento	d/h*	2,10	60,00	<b>126,00</b>	<b>0,47</b>
Custos com Adubo verde (jitirana)				2418,50	9,05
Corte (10 t ha)	d/h*	28,10	60,00	1686,00	6,31
Transporte	Frete	1,25	70,00	87,50	0,33
Trituração	d/h*	6,25	60,00	375,00	1,40
Secagem	d/h*	2,50	60,00	150,00	0,56
<b>Ensaçamento</b>	<b>d/h*</b>	<b>2</b>	<b>60,00</b>	<b>120,00</b>	<b>0,45</b>
A.2.2 Custos com demais serviços				5600,00	20,97
Limpeza do terreno	h/t**	1	70,00	70,00	0,26
Aração	h/t**	2	70,00	140,00	0,52
Gradagem	h/t**	2	70,00	140,00	0,52
Confecção de canteiros	d/h*	40	30,00	1200,00	4,49
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	7	30,00	210,00	0,79
Plantio rabanete					
Plantio alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	10	60,00	600,00	2,25
Desbaste rabanete					
Desbaste alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	6	60,00	360,00	1,35
Capina manual (colheita 1 e 2)	d/h*	25	60,00	1500,00	5,62
Colheita (cultivo 1 e 2)	d/h*	15	60,00	900,00	3,37
<b>Transporte</b>	<b>d/h*</b>	<b>8</b>	<b>60,00</b>	<b>480,00</b>	<b>1,80</b>
A.3. Energia elétrica				216,04	0,81
<b>Bombeamento da água de irrigação</b>	<b>Kw/h</b>	<b>981,99</b>	<b>0,22</b>	<b>216,04</b>	<b>0,81</b>
A.4. Outras despesas				120,60	0,45
<b>1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)</b>	<b>%</b>	<b>0,01</b>	<b>12060,48</b>	<b>120,60</b>	<b>0,45</b>
A.5. Manutenção e Conservação				862,75	3,23
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000,00	100,00	0,37
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	5000,00	250,00	0,94
<b>7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação</b>	<b>%</b>	<b>0,07</b>	<b>7325,00</b>	<b>512,75</b>	<b>1,92</b>
	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	<b>Depreciação</b>	<b>% sobre CT</b>
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>1378,75</b>	<b>5,16</b>
B.1. Depreciação				370,75	1,39
bomba submersa	60	2776,00	3,00	138,80	0,52
Tubos 2"	120	498,00	3,00	12,45	0,05
Poço	600	5000,00	3,00	25,00	0,09
Microaspersores	60	2600,00	3,00	130,00	0,49
Conexões	60	790,00	3,00	39,50	0,15
<b>Galpão</b>	<b>600</b>	<b>5000</b>	<b>3,00</b>	<b>25,00</b>	<b>0,09</b>
B.2. Impostos e taxas				10,00	0,04
<b>Imposto Territorial rural</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	<b>0,04</b>
B.3. Mão-de-obra fixa				998,00	3,74
<b>Aux. Administração</b>	<b>Salário</b>	<b>1</b>	<b>998,00</b>	<b>998,00</b>	<b>3,74</b>
C. Custos Operacionais Totais (COT)				25609,74	
<b>C.1. (A) + (B)</b>				<b>25609,74</b>	<b>95,88</b>
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>1099,84</b>	<b>4,12</b>
D.1. Remuneração da terra				100,00	0,37
<b>Arrendamento</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>0,37</b>
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				999,84	3,74
<b>Infra-estrutura, máquinas e equipamentos</b>	<b>%</b>	<b>0,06</b>	<b>16664,00</b>	<b>999,84</b>	<b>3,74</b>
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>26709,58</b>	<b>100</b>
E.1. CV + CF + CO				26709,58	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator

**Tabela 14** - Custos de produção por hectare de alface adubada com 35 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 150 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Mossoró, UFRSA, 2022.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>28175,84</b>	<b>91,91</b>
<b>A.1. Insumos</b>				<b>13066,20</b>	<b>42,62</b>
Sementes de rabanete (Crimson Gigante)	250g	4,00	120,00	480,00	1,57
Mudas de alface (Tainá) (Cultivo 1 e 2)	Bandejas	577,50	10,00	5775,00	18,84
Bobina de plástico	m	2064,00	3,30	6811,20	22,22
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				<b>13910,25</b>	<b>45,38</b>
<b>A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)</b>				3927,88	12,81
Corte (17,5 t ha)	d/h*	46,46	60,00	2787,75	9,09
Transporte	Frete	2,19	70,00	153,13	0,50
Trituração	d/h*	8,40	60,00	504,00	1,64
Secagem	d/h*	4,38	60,00	262,50	0,86
Ensaçamento	d/h*	3,68	60,00	<b>220,50</b>	<b>0,72</b>
<b>Custos com Adubo verde (jitirana)</b>				4232,38	13,81
Corte (17,5 t ha)	d/h*	49,18	60,00	2950,50	9,63
Transporte	Frete	2,19	70,00	153,13	0,50
Trituração	d/h*	10,94	60,00	656,25	2,14
Secagem	d/h*	4,38	60,00	262,50	0,86
<b>Ensaçamento</b>	<b>d/h*</b>	<b>3,5</b>	<b>60,00</b>	<b>210,00</b>	<b>0,69</b>
<b>A.2.2 Custos com demais serviços</b>				5750,00	18,76
Limpeza do terreno	h/t**	1	70,00	70,00	0,23
Aração	h/t**	2	70,00	140,00	0,46
Gradagem	h/t**	2	70,00	140,00	0,46
Confecção de canteiros	d/h*	40	30,00	1200,00	3,91
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	12	30,00	360,00	1,17
Plantio rabanete					
Plantio alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	10	60,00	600,00	1,96
Desbaste rabanete					
Desbaste alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	6	60,00	360,00	1,17
Capina manual (colheita 1 e 2)	d/h*	25	60,00	1500,00	4,89
Colheita (cultivo 1 e 2)	d/h*	15	60,00	900,00	2,94
<b>Transporte</b>	<b>d/h*</b>	<b>8</b>	<b>60,00</b>	<b>480,00</b>	<b>1,57</b>
<b>A.3. Energia elétrica</b>				216,04	0,70
<b>Bombeamento da água de irrigação</b>	<b>Kw/h</b>	<b>981,99</b>	<b>0,22</b>	<b>216,04</b>	<b>0,70</b>
<b>A.4. Outras despesas</b>				120,60	0,39
<b>1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)</b>	<b>%</b>	<b>0,01</b>	<b>12060,48</b>	<b>120,60</b>	<b>0,39</b>
<b>A.5. Manutenção e Conservação</b>				862,75	2,81
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000,00	100,00	0,33
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	5000,00	250,00	0,82
<b>7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação</b>	<b>%</b>	<b>0,07</b>	<b>7325,00</b>	<b>512,75</b>	<b>1,67</b>
	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	<b>Depreciação</b>	<b>% sobre CT</b>
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>1378,75</b>	<b>4,50</b>
<b>B.1. Depreciação</b>				370,75	1,21
bomba submersa	60	2776,00	3,00	138,80	0,45
Tubos 2"	120	498,00	3,00	12,45	0,04
Poço	600	5000,00	3,00	25,00	0,08
Microaspersores	60	2600,00	3,00	130,00	0,42
Conexões	60	790,00	3,00	39,50	0,13
<b>Galpão</b>	<b>600</b>	<b>5000</b>	<b>3,00</b>	<b>25,00</b>	<b>0,08</b>
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				10,00	0,03
<b>Imposto Territorial rural</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	<b>0,03</b>
<b>B.3. Mão-de-obra fixa</b>				998,00	3,26
<b>Aux. Administração</b>	<b>Salário</b>	<b>1</b>	<b>998,00</b>	<b>998,00</b>	<b>3,26</b>
<b>C. Custos Operacionais Totais (COT)</b>				29554,59	
<b>C.1. (A) + (B)</b>				<b>29554,59</b>	<b>96,41</b>
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>1099,84</b>	<b>3,59</b>
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				100,00	0,33
<b>Arrendamento</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>0,33</b>
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				999,84	3,26
<b>Infra-estrutura, máquinas e equipamentos</b>	<b>%</b>	<b>0,06</b>	<b>16664,00</b>	<b>999,84</b>	<b>3,26</b>
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>30654,43</b>	<b>100</b>
E.1. CV + CF + CO				30654,43	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator

**Tabela 15** - Custos de produção por hectare de alface adubada com 50 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 150 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Mossoró, UFRSA, 2022.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>31823,09</b>	<b>92,77</b>
<b>A.1. Insumos</b>				<b>13066,20</b>	<b>38,09</b>
Sementes de rabanete (Crimson Gigante)	250g	4,00	120,00	480,00	1,40
Mudas de alface (Tainá) (Cultivo 1 e 2)	Bandejas	577,50	10,00	5775,00	16,84
Bobina de plástico	m	2064,00	3,30	6811,20	19,86
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				<b>17557,50</b>	<b>51,19</b>
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				5611,25	16,36
Corte (25 t ha)	d/h*	66,38	60,00	3982,50	11,61
Transporte	Frete	3,13	70,00	218,75	0,64
Trituração	d/h*	12,00	60,00	720,00	2,10
Secagem	d/h*	6,25	60,00	375,00	1,09
Ensaçamento	d/h*	5,25	60,00	<b>315,00</b>	<b>0,92</b>
Custos com Adubo verde (jitirana)				6046,25	17,63
Corte (25 t ha)	d/h*	70,25	60,00	4215,00	12,29
Transporte	Frete	3,13	70,00	218,75	0,64
Trituração	d/h*	15,63	60,00	937,50	2,73
Secagem	d/h*	6,25	60,00	375,00	1,09
<b>Ensaçamento</b>	<b>d/h*</b>	<b>5</b>	<b>60,00</b>	<b>300,00</b>	<b>0,87</b>
A.2.2 Custos com demais serviços				5900,00	17,20
Limpeza do terreno	h/t**	1	70,00	70,00	0,20
Aração	h/t**	2	70,00	140,00	0,41
Gradagem	h/t**	2	70,00	140,00	0,41
Confecção de canteiros	d/h*	40	30,00	1200,00	3,50
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	17	30,00	510,00	1,49
Plantio rabanete					
Plantio alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	10	60,00	600,00	1,75
Desbaste rabanete					
Desbaste alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	6	60,00	360,00	1,05
Capina manual (colheita 1 e 2)	d/h*	25	60,00	1500,00	4,37
Colheita (cultivo 1 e 2)	d/h*	15	60,00	900,00	2,62
<b>Transporte</b>	<b>d/h*</b>	<b>8</b>	<b>60,00</b>	<b>480,00</b>	<b>1,40</b>
A.3. Energia elétrica				216,04	0,63
<b>Bombeamento da água de irrigação</b>	<b>Kw/h</b>	<b>981,99</b>	<b>0,22</b>	<b>216,04</b>	<b>0,63</b>
A.4. Outras despesas				120,60	0,35
<b>1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)</b>	<b>%</b>	<b>0,01</b>	<b>12060,48</b>	<b>120,60</b>	<b>0,35</b>
A.5. Manutenção e Conservação				862,75	2,52
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000,00	100,00	0,29
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	5000,00	250,00	0,73
<b>7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação</b>	<b>%</b>	<b>0,07</b>	<b>7325,00</b>	<b>512,75</b>	<b>1,49</b>
	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	<b>Depreciação</b>	<b>% sobre CT</b>
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>1378,75</b>	<b>4,02</b>
B.1. Depreciação				370,75	1,08
bomba submersa	60	2776,00	3,00	138,80	0,40
Tubos 2"	120	498,00	3,00	12,45	0,04
Poço	600	5000,00	3,00	25,00	0,07
Microaspersores	60	2600,00	3,00	130,00	0,38
Conexões	60	790,00	3,00	39,50	0,12
<b>Galpão</b>	<b>600</b>	<b>5000</b>	<b>3,00</b>	<b>25,00</b>	<b>0,07</b>
B.2. Impostos e taxas				10,00	0,03
<b>Imposto Territorial rural</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	<b>0,03</b>
B.3. Mão-de-obra fixa				998,00	2,91
<b>Aux. Administração</b>	<b>Salário</b>	<b>1</b>	<b>998,00</b>	<b>998,00</b>	<b>2,91</b>
C. Custos Operacionais Totais (COT)				33201,84	
<b>C.1. (A) + (B)</b>				<b>33201,84</b>	<b>96,79</b>
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>1099,84</b>	<b>3,21</b>
D.1. Remuneração da terra				100,00	0,29
<b>Arrendamento</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>0,29</b>
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				999,84	2,91
<b>Infra-estrutura, máquinas e equipamentos</b>	<b>%</b>	<b>0,06</b>	<b>16664,00</b>	<b>999,84</b>	<b>2,91</b>
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>34301,68</b>	<b>100</b>
E.1. CV + CF + CO				34301,68	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator

**Tabela 16** - Custos de produção por hectare de alface adubada com 65 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 150 mil plantas ha<sup>-1</sup>. Mossoró, UFRSA, 2022.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>35500,34</b>	<b>93,47</b>
<b>A.1. Insumos</b>				<b>13066,20</b>	<b>34,40</b>
Sementes de rabanete (Crimson Gigante)	250g	4,00	120,00	480,00	1,26
Mudas de alface (Tainá) (Cultivo 1 e 2)	bandejas	577,50	10,00	5775,00	15,21
Bobina de plástico	m	2064,00	3,30	6811,20	17,93
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				<b>21234,75</b>	<b>55,91</b>
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				7294,63	19,21
Corte (32,5 t ha)	d/h*	86,29	60,00	5177,25	13,63
Transporte	Frete	4,06	70,00	284,38	0,75
Trituração	d/h*	15,60	60,00	936,00	2,46
Secagem	d/h*	8,13	60,00	487,50	1,28
Ensaçamento	d/h*	6,83	60,00	<b>409,50</b>	<b>1,08</b>
Custos com Adubo verde (jitirana)				7860,13	20,70
Corte (32,5 t ha)	d/h*	91,33	60,00	5479,50	14,43
Transporte	Frete	4,06	70,00	284,38	0,75
Trituração	d/h*	20,31	60,00	1218,75	3,21
Secagem	d/h*	8,13	60,00	487,50	1,28
<b>Ensaçamento</b>	<b>d/h*</b>	<b>6,5</b>	<b>60,00</b>	<b>390,00</b>	<b>1,03</b>
A.2.2 Custos com demais serviços				6080,00	16,01
Limpeza do terreno	h/t**	1	70,00	70,00	0,18
Aração	h/t**	2	70,00	140,00	0,37
Gradagem	h/t**	2	70,00	140,00	0,37
Confecção de canteiros	d/h*	40	30,00	1200,00	3,16
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	23	30,00	690,00	1,82
Plantio rabanete					
Plantio alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	10	60,00	600,00	1,58
Desbaste rabanete					
Desbaste alface (cultivo 1 e 2)	d/h*	6	60,00	360,00	0,95
Capina manual (colheita 1 e 2)	d/h*	25	60,00	1500,00	3,95
Colheita (cultivo 1 e 2)	d/h*	15	60,00	900,00	2,37
<b>Transporte</b>	<b>d/h*</b>	<b>8</b>	<b>60,00</b>	<b>480,00</b>	<b>1,26</b>
A.3. Energia elétrica				216,04	0,57
<b>Bombeamento da água de irrigação</b>	<b>Kw/h</b>	<b>981,99</b>	<b>0,22</b>	<b>216,04</b>	<b>0,57</b>
A.4. Outras despesas				120,60	0,32
<b>1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)</b>	<b>%</b>	<b>0,01</b>	<b>12060,48</b>	<b>120,60</b>	<b>0,32</b>
A.5. Manutenção e Conservação				862,75	2,27
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000,00	100,00	0,26
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	5000,00	250,00	0,66
<b>7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação</b>	<b>%</b>	<b>0,07</b>	<b>7325,00</b>	<b>512,75</b>	<b>1,35</b>
	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	<b>Depreciação</b>	<b>% sobre CT</b>
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>1378,75</b>	<b>3,63</b>
B.1. Depreciação				370,75	0,98
bomba submersa	60	2776,00	3,00	138,80	0,37
Tubos 2"	120	498,00	3,00	12,45	0,03
Poço	600	5000,00	3,00	25,00	0,07
Microaspersores	60	2600,00	3,00	130,00	0,34
Conexões	60	790,00	3,00	39,50	0,10
<b>Galpão</b>	<b>600</b>	<b>5000</b>	<b>3,00</b>	<b>25,00</b>	<b>0,07</b>
B.2. Impostos e taxas				10,00	0,03
<b>Imposto Territorial rural</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>10,00</b>	<b>10,00</b>	<b>0,03</b>
B.3. Mão-de-obra fixa				998,00	2,63
<b>Aux. Administração</b>	<b>Salário</b>	<b>1</b>	<b>998,00</b>	<b>998,00</b>	<b>2,63</b>
C. Custos Operacionais Totais (COT)				36879,09	
<b>C.1. (A) + (B)</b>				<b>36879,09</b>	<b>97,10</b>
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>1099,84</b>	<b>2,90</b>
D.1. Remuneração da terra				100,00	0,26
<b>Arrendamento</b>	<b>ha</b>	<b>1</b>	<b>100,00</b>	<b>100,00</b>	<b>0,26</b>
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				999,84	2,63
<b>Infra-estrutura, máquinas e equipamentos</b>	<b>%</b>	<b>0,06</b>	<b>16664,00</b>	<b>999,84</b>	<b>2,63</b>
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>37978,93</b>	<b>100</b>
E.1. CV + CF + CO				37978,93	100

\*d/h=dia/homem

\*\*h/t=hora/trator