



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

VITOR ABEL DA SILVA LINO

**DESEMPENHO BIOECONÔMICO DE DENSIDADES POPULACIONAIS DE  
RÚCULA EM BICULTIVO CONSORCIADA COM BETERRABA SOB ADUBAÇÃO  
ORGÂNICA**

MOSSORÓ-RN

2021

VITOR ABEL DA SILVA LINO

**DESEMPENHO BIOECONÔMICO DE DENSIDADES POPULACIONAIS DE  
RÚCULA EM BICULTIVO CONSORCIADA COM BETERRABA SOB ADUBAÇÃO  
ORGÂNICA**

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

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Orientador: Prof. Ph.D. Francisco Bezerra Neto

Coorientadora: Profa. D.Sc. Jailma Suerda Silva de Lima

MOSSORÓ-RN

2021

© 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 tornar-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.

L735d Lino, Vitor Abel da Silva .

Desempenho bio-econômico de densidades populacionais de rúcula em bicultivo consorciada com beterraba sob adubação orgânica / Vitor Abel da Silva Lino. - 2021.

112 f. : il.

Orientador: Francisco Bezerra Neto.

Co-orientadora: Jailma Suerda Silva de Lima.

Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, 2021.

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

VITOR ABEL DA SILVA LINO

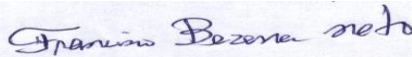
**DESEMPENHO BIOECONÔMICO DE DENSIDADES POPULACIONAIS DE  
RÚCULA EM BICULTIVO CONSORCIADA COM BETERRABA SOB  
ADUBAÇÃO ORGÂNICA**

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

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Defendida em: 10/07/2021.

**BANCA EXAMINADORA**



---

Ph. D. Francisco Bezerra Neto (UFERSA)  
(Orientador/Presidente)



---

D. Sc. Jailma Suerda Silva de Lima (UFERSA)  
(Co-orientadora)



---

D. Sc. Elizangela Cabral dos Santos (UFERSA)  
(Membro Interno)



---

D. Sc. Gardênia Silvana de Oliveira Rodrigues (UFERSA)  
(Membro Interno)



---

D. Sc. Luís Clenio Jário Moreira (IFCE)  
(Membro Externo)

À minha mãe, Maria Verlônia da Silva, e ao meu, Pai José Floriano Lino, pelo exemplo de vida, amor incondicional e valores transmitidos. À minha esposa, Francisca Karla Kelly da Silva Lino, pelo companheirismo, apoio e compreensão.

**DEDICO**

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus pelo dom da vida, pela saúde, sabedoria, humildade, pela força, coragem e persistência ao longo da caminhada, iluminando meus caminhos, sempre tendo como objetivo a felicidade.

Agradeço aos meus amados pais, José Floriano Lino e Maria Verlônia da Silva, por esta e pelas demais conquistas da minha vida. Obrigado por me fazerem quem sou hoje.

À minha esposa, Francisca Karla, uma pessoa ímpar, por ser meu porto seguro e por ser meu apoio durante o Curso, me fortalecendo para superar as intempéries.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), por abrir as portas e pela oportunidade de cursar uma Pós-Graduação desde o Mestrado ao Doutorado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, pela oportunidade de ingresso no Curso, contribuindo 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 de bolsa.

Ao professor Francisco Bezerra Neto pela orientação, ensinamentos, compreensão, paciência e pelas exigências, sempre buscando o aperfeiçoamento e amadurecimento.

Aos membros participantes da banca examinadora – Professores Francisco Bezerra Neto, Jailma Suerda Silva de Lima, Elizangela Cabral dos Santos, Gardênia Silvana de Oliveira Rodrigues e Luís Clenio Jário Moreira, pelas singulares colaborações e contribuições neste trabalho.

A todos os que fizeram e fazem parte da nossa equipe de pesquisa ao longo de todo o percurso, contribuindo para que esse trabalho se tornasse realidade: Aridênia Peixoto, Natan Guerra, Jolinda Mércia, Joabe, Kariel, Jéssica, Gideilson, Elinaldo, Rebeca, Wesley, Elias, Canindé, Isaac e Rayanna. Esse trabalho não pertence a mim somente, vocês também fazem parte dele, pois sem a colaboração de cada um de vocês nada disso teria sido possível. A todos vocês o meu muito obrigado.

Ao pessoal que presta serviço à UFERSA, em especial: Cosmildo, Josimar, Josivan, Alderi, Sleyk, dentre outros.

A todo o corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pela disponibilidade e pelos valiosos conhecimentos transmitidos durante o Curso.

A todos os funcionários da UFERSA – técnicos de Laboratórios, servidores gerais, secretários e diversos outros, muito obrigado.

Aos alunos de Mestrado e Doutorado do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, com os quais tive a satisfação e a oportunidade de trocar experiências e conhecimento.

Agradeço a todos os professores que me acompanharam durante a graduação, em especial ao meu orientador da graduação, Solerne Caminha Costa, pela confiança depositada e pela inspiração.

A todos as pessoas que compõem o Instituto Federal do Ceará – Campus Limoeiro do Norte, por serem o alicerce da minha formação acadêmica.

A todos os que contribuíram de forma direta ou indiretamente para que este trabalho se concretizasse, fazendo com que o objetivo fosse alcançado.

**OBRIGADO A TODOS!**

## **BIOGRAFIA**

VITOR ABEL DA SILVA LINO, filho de José Floriano Lino e Maria Verlônia da Silva, nasceu em Limoeiro do Norte-CE, em 27 de novembro de 1992. Em 2011, iniciou graduação no curso de Bacharelado em Agronomia, no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará – Campus Limoeiro do Norte, obtendo o título de Engenheiro Agrônomo em fevereiro de 2016. Em março de 2016, iniciou o Curso de Mestrado em Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, concluindo-o em fevereiro de 2018. Em março de 2018, iniciou o Curso de Doutorado em Fitotecnia na mesma Universidade, concluindo-o em julho de 2021.



LINO, Vitor Abel da Silva. **Desempenho bioeconômico de densidades populacionais de rúcula em bicultivo consorciada com beterraba sob adubação orgânica.** 2021. 112f. (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2021.

**RESUMO:** A busca pela qualidade de vida traz consigo uma maior procura por alimentos saudáveis, de forma que a cadeia produtiva precisa fornecer produtos que atendam às exigências. Diante disto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho bioeconômico do consórcio de beterraba e rúcula em bicultivo quando influenciadas pela adubação verde em diferentes quantidades equitativas de biomassa de *Merremia aegyptia* e *Calotropis procera* (20, 35, 50 e 65 t ha<sup>-1</sup> em base seca) e diversas densidades populacionais de rúcula em bicultivo (40, 60, 80 e 100% da densidade recomendada para o cultivo solteiro - DRCS), combinadas com 100% da DRCS da beterraba em dois anos de cultivo. A produção das culturas e seus componentes foram avaliados. Os indicadores agroeconômicos avaliados em cada consórcio foram: índice de produtividade do sistema (IPS), coeficiente equivalente de terra (CET), razão de equivalência monetária (REM), relação equivalente de terra (RET), vantagem do consórcio (VC), perda de rendimento real (PRR), índice de eficiência produtiva (IEP), escore da variável canônica (Z), índices de superação da beterraba sobre a rúcula (IS<sub>b</sub>) e da rúcula sobre a beterraba (IS<sub>r</sub>), razão competitiva (RC), renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL). A produção máxima de raízes comerciais de beterraba no consórcio com a rúcula foi de 23,20 t ha<sup>-1</sup> na quantidade de biomassa de 65 t ha<sup>-1</sup> de *M. aegyptia* e *C. procera* adicionada ao solo e na densidade populacional de rúcula de 100% da DRCS, ao passo que a produção máxima de rúcula em consórcio com a beterraba foi de 9,65 t ha<sup>-1</sup>, na mesma combinação da quantidade equitativa dos adubos verdes e densidade populacional de rúcula. As maiores vantagens agroeconômicas do consórcio de beterraba com rúcula foram alcançadas com um IPS, CET e REM de 53,47 t ha<sup>-1</sup>, 0,84 e 1,56; RET e VC de 1,87 e 7,44; PRR, IEP e Z de 1,90, 0,98 e 2,52; RB e RL de 85.827,79 e 65.425,01 R\$ ha<sup>-1</sup>; TR de R\$ 4,24 para cada real investido e IL de 77,02%, respectivamente, na combinação de 65 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporada ao solo com densidade populacional de rúcula de 100% da DRCS, correspondendo à densidade de 1 milhão de plantas por hectare.

**Palavras-chave:** *Beta vulgaris*. *Eruca sativa*. *Merremia aegyptia*. *Calotropis procera*. Rendimento do consórcio.

LINO, Vitor Abel da Silva. **Bioeconomic performance of arugula population densities in biculture intercropped with beet under organic fertilization.** 2021. 112p. (Doctorate in Plant Science) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2021.

**ABSTRACT:** The search for quality of life causes a greater demand for healthy food, thus the production chain needs to provide products that meet the requirements. Therefore, the objective of this work was to evaluate the bioeconomic performance of the intercropping of beet and arugula in biculture when influenced by the green manuring in different equitable amounts of *Merremia aegyptia* and *Calotropis procera* biomass (20, 35, 50 and 65 t ha<sup>-1</sup> on a dry basis) and diverse population densities of arugula in biculture (40, 60, 80 and 100% of the recommended density for single crop - RDSC), combined with 100% of the RDSC of the beet in two cropping years. Crops production and its components were evaluated. The agro-economic indicators assessed in each intercropping were: system productivity index (SPI), land equivalent coefficient (LEC), monetary equivalence ratio (MER), land equivalent ratio (LER), intercropping advantage (IA), actual yield loss (AYL), productive efficiency index (PEI), score of the canonical variable (Z), aggressivity of the beet over the arugula (Ab) and of the arugula over the beet (Aa), competitive ratio (CR), gross income (GI), net income (NI), rate of return (TR) and profit margin (PM). The maximum production of commercial beet roots intercropped with arugula was 23.20 t ha<sup>-1</sup> in the biomass amount of 65 t ha<sup>-1</sup> of *M. aegyptia* and *C. procera* added to the soil and in the arugula population density of 100% of RDSC, while the maximum production of arugula intercropped with beet was 9.65 t ha<sup>-1</sup>, in the same combination of the green manures equitable amount and arugula population density. The greatest agro-economic advantages of the intercropping of beet with arugula were achieved with an SPI, LEC and MER of 53.47 t ha<sup>-1</sup>, 0.84 and 1.56; LER and IA of 1.87 and 7.44; AYL, PEI and Z of 1.90, 0.98 and 2.52; GI and NI of 85,827.79 and 65,425.01 R\$ ha<sup>-1</sup>; RR of R\$ 4.24 for each real invested and PM of 77.02%, respectively, in the combination of 65 t ha<sup>-1</sup> of biomass of *M. aegyptia* and *C. procera* incorporated into the soil with an arugula population density of 100 % of RDSC, corresponding to a density of 1 million plants per hectare.

**Keywords:** *Beta vulgaris*. *Eruca sativa*. *Merremia aegyptia*. *Calotropis procera*. Intercropping yield.

## LISTA DE FIGURAS

### CAPÍTULO 1 - CONSÓRCIO DE BETERRABA COM RÚCULA SOB ADUBAÇÃO VERDE E DENSIDADES POPULACIONAIS LEVAM A VANTAGENS AGROECONÔMICAS EM AMBIENTE SEMIÁRIDO

- Figura 1.** Dados climáticos durante o período experimental nos anos agrícolas de 2018 e 2019.....27
- Figura 2.** Detalhe de uma parcela experimental do consórcio entre beterraba e rúcula.....29
- Figura 3.** Altura de plantas (A e B), número de folhas por planta (C), rendimento de massa verde (D) e massa seca da parte aérea (E) de rúcula em bicultivo consorciada com beterraba em diferentes combinações de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de rúcula nos anos agrícolas de 2018 e 2019.....35
- Figura 4.** Altura de plantas (A e B), produtividade comercial de raízes (C e D) e massa seca da parte aérea (E e F) de beterraba consorciada com rúcula em bicultivo em diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de rúcula nos anos agrícolas de 2018 e 2019.....40
- Figura 5.** Produtividade de raízes graúdas (A e B), extra AA (C), extra A (D) e extra (E e F) de beterraba consorciada com rúcula em bicultivo em diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de rúcula nos anos agrícolas de 2018 e 2019.....42
- Figura 6.** Índice de produtividade do sistema (A), coeficiente equivalente de terra (B) e razão de equivalência monetária (C) de beterraba consorciada com rúcula em bicultivo em função de diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de rúcula.....45

## CAPÍTULO 2 - RETORNO BIOECONÔMICO EM CONSÓRCIO DE BETERRABA E RÚCULA SOB ADUBAÇÃO VERDE E DENSIDADE POPULACIONAL EM AMBIENTE SEMIÁRIDO

- Figura 7.** Dados climáticos provenientes do Instituto Nacional de Meteorologia durante o período experimental nos anos agrícolas de 2018 e 2019.....58
- Figura 8.** Representação das parcelas experimentais do consórcio de beterraba na população de 500 mil plantas ha<sup>-1</sup> consorciada com rúcula nas densidades populacionais de 40, 60, 80 e 100% da DRCS.....60
- Figura 9.** Representação das parcelas experimentais do monocultivo nas densidades de 500.000 (A) e 1.000.000 (B) de plantas por hectare para beterraba e rúcula.....60
- Figura 10.** Relação equivalente de terra (A), vantagem do consórcio (B), perda de rendimento real (C), índice de eficiência produtiva (D) e escore da variável canônica (E) da beterraba e rúcula em consórcio em função de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporada no solo e densidades populacionais de rúcula.....68
- Figura 11.** Índice de superação da beterraba (A), índice de superação da rúcula (B) e razão competitiva (C) da beterraba e rúcula em consórcio em função de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporada ao solo e densidades populacionais de rúcula.....71
- Figura 12.** Renda bruta (A), renda líquida (B), taxa de retorno (C) e índice de lucratividade (D) de beterraba e rúcula em consórcio em função de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporada ao solo e densidades populacionais de rúcula.....74

## LISTA DE TABELAS

### CAPÍTULO 1 - CONSÓRCIO DE BETERRABA COM RÚCULA SOB ADUBAÇÃO VERDE E DENSIDADES POPULACIONAIS LEVAM A VANTAGENS AGROECONÔMICAS EM AMBIENTE SEMIÁRIDO

- Tabela 1.** Análises químicas dos solos das áreas experimentais antes da incorporação dos adubos verdes nos anos de cultivos de 2018 e 2019.....27
- Tabela 2.** Descrição das densidades populacionais e espaçamentos da beterraba e da rúcula utilizados no experimento em sistema consorciado e em monocultivo.....28
- Tabela 3.** Análise química de macronutrientes presentes na matéria seca dos adubos verdes *M. aegyptia* e *C. procera* no primeiro e segundo ano de cultivo.....30
- Tabela 4.** Valores de F de altura de planta (AP), número de folhas por planta (NF), rendimento de massa verde (RMV) e massa seca da parte aérea (MSPA) de rúcula em bicultivo consorciada com beterraba em diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de rúcula nos anos agrícolas de 2018 e 2019.....33
- Tabela 5.** Valores de F para altura de plantas (AP), matéria seca da parte aérea (MSPA), produtividade comercial de raízes (PC) e produtividade de raízes graúdas (PG), extra AA (PEAA), extra A (PEA) e extra (PE) de beterraba consorciada com rúcula em diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de rúcula nos anos agrícolas de 2018 e 2019.....38
- Tabela 6.** Valores de F para índice de produtividade do sistema (IPS), coeficiente equivalente de terra (CET) e razão de equivalência monetária (REM) de beterraba consorciada com rúcula em diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de rúcula.....44

## CAPÍTULO 2 - RETORNO BIOECONÔMICO EM CONSÓRCIO DE BETERRABA E RÚCULA SOB ADUBAÇÃO VERDE E DENSIDADE POPULACIONAL EM AMBIENTE SEMIÁRIDO

- Tabela 7.** Resultado das análises químicas dos solos nas áreas experimentais antes da incorporação dos adubos verdes nos anos de 2018 e 2019.....58
- Tabela 8.** Descrição das densidades populacionais de beterraba e rúcula usadas no consórcio e no monocultivo, com seus respectivos espaçamentos.....60
- Tabela 9.** Composição química de macronutrientes presentes na matéria seca dos adubos verdes *M. aegyptia* e *C. procera* nos anos de cultivos de 2018 e 2019.....61
- Tabela 10.** Valores de F para a relação equivalente de terra (RET), vantagem do consórcio (VC), perda de rendimento real (PRR), índice de eficiência produtiva (IEP), escore da variável canônica (Z), índice de superação da beterraba sobre a rúcula ( $IS_b$ ), índice de superação da rúcula sobre a beterraba ( $IS_r$ ) e razão competitiva (RC) de beterraba em consórcio com rúcula em função de diferentes quantidades de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de rúcula.....66
- Tabela 11.** Valores de F para a renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) de beterraba consorciada com rúcula em função de diferentes quantidades de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de rúcula.....72

## LISTA DE TABELAS DO APÊNDICE

- Tabela 1.** Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 20 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 100% da DRCS de rúcula.....81
- Tabela 2.** Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 20 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 80% da DRCS de rúcula.....83
- Tabela 3.** Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 20 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 60% da DRCS de rúcula.....85
- Tabela 4.** Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 20 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 40% da DRCS de rúcula.....87
- Tabela 5.** Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 35 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 100% da DRCS de rúcula.....89
- Tabela 6.** Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 35 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 80% da DRCS de rúcula.....91
- Tabela 7.** Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 35 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 60% da DRCS de rúcula.....93
- Tabela 8.** Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 35 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 40% da DRCS de rúcula.....95
- Tabela 9.** Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 50 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 100% da DRCS de rúcula.....97
- Tabela 10.** Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 50 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 80% da DRCS de rúcula.....99
- Tabela 11.** Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 50 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 60% da DRCS de rúcula.....101
- Tabela 12.** Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 50 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 40% da DRCS de rúcula.....103

<b>Tabela 13.</b> Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado 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 100% da DRCS de rúcula.....	105
<b>Tabela 14.</b> Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado 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 80% da DRCS de rúcula.....	107
<b>Tabela 15.</b> Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado 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 60% da DRCS de rúcula.....	109
<b>Tabela 16.</b> Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado 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 40% da DRCS de rúcula.....	111



## SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO GERAL.....	19
2	REFERÊNCIAS .....	20
<b>CAPÍTULO 1 - CONSÓRCIO DE BETERRABA COM RÚCULA SOB ADUBAÇÃO VERDE E DENSIDADES POPULACIONAIS LEVAM A VANTAGENS AGROECONÔMICAS EM AMBIENTE SEMIÁRIDO .....</b>		
1	INTRODUÇÃO .....	24
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	26
2.1	LOCAL, CLIMA E SOLO .....	26
2.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS .....	28
2.3	MANEJO DOS EXPERIMENTOS E MATERIAIS .....	29
2.4	CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	31
2.5	ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	32
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	33
3.1	CULTURA DA RÚCULA .....	33
3.2	CULTURA DA BETERRABA.....	37
3.3	ÍNDICES AGROECONÔMICOS .....	43
4	CONCLUSÃO .....	47
5	REFERÊNCIAS .....	48
<b>CAPÍTULO 2 - RETORNO BIOECONÔMICO EM CONSÓRCIO DE BETERRABA E RÚCULA SOB DENSIDADE POPULACIONAL E ADUBAÇÃO VERDE EM AMBIENTE SEMIÁRIDO .....</b>		
1	INTRODUÇÃO .....	55
2	MATERIAL E MÉTODOS.....	57
2.1	LOCALIZAÇÃO, CLIMA E SOLO .....	57
2.2	DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS .....	58
2.3	CONDUÇÃO DE EXPERIMENTOS E MATERIAIS.....	61
2.4	CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	62
2.5	ANÁLISES ESTATÍSTICAS .....	65
3	RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	66
3.1	ÍNDICES BIOLÓGICOS .....	66
3.2	INDICADORES ECONÔMICOS .....	72

<b>4</b>	<b>CONCLUSÕES .....</b>	<b>76</b>
<b>5</b>	<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>77</b>
	<b>APÊNDICE .....</b>	<b>81</b>

## 1 INTRODUÇÃO GERAL

Diante da crescente preocupação da população com a alimentação, a busca por alimentos saudáveis está em evidência, tendo em vista uma mudança de hábitos para uma rotina mais saudável ou pela atenção ao meio ambiente. Dessa forma, a produção de alimentos que se adaptam às exigências do comércio usa alternativas sustentáveis para a produção destes.

As hortaliças estão entre as primeiras opções no topo da cadeia alimentar quando se menciona alimentação saudável. No Brasil, a produção de beterraba e rúcula em 2017 foi de 134.969 e 40.527 toneladas, respectivamente (SIDRA, 2021). Essas hortaliças estão em pleno crescimento, tanto em cultivo quanto no consumo, na região semiárida, apesar de ainda se apresentar um número baixo. Como forma de atender a demanda cada vez maior dos consumidores, é necessário aperfeiçoar os sistemas de produção, por meio de informações técnicas e científicas, adequando-os ao que exige o mercado.

O sistema de produção com essas hortaliças no semiárido tem empregado o cultivo em associação, denominado consorciação de culturas, onde as culturas conseguem conviver juntas de maneira eficiente, de forma a aumentar a produção por unidade de insumo, garantir perdas de safras e flutuações de mercado, atender preferências alimentares e/ou demandas culturais e aumentar a renda do produtor (GEBRU, 2015). A prática do cultivo consorciado permite melhor aproveitamento quanto ao uso dos recursos naturais disponíveis, como água, radiação solar, nutrientes, pois as culturas componentes que compõem o sistema possuem diferentes ciclos e exigências. O uso de culturas folhosas e tuberosas em consórcio tem sido evidenciado pela eficiência bioeconômica obtida em pesquisas realizadas no semiárido nordestino (CARVALHO, 2011; GUERRA, 2021; SÁ, 2021).

Um meio de atender à demanda nutricional das culturas em consórcio é a utilização da adubação verde. Essa adubação pode ser realizada utilizando biomassa de espécies espontâneas do bioma Caatinga, como *M. aegyptia* e *C. procera*. Essas espécies, segundo Linhares et al. (2012), possuem qualidades de “bom adubo verde” na medida em que apresentam bom suprimento de nutrientes, excelente produção de biomassa e baixa relação C/N, o que possibilita decomposição e liberação de nutrientes para as plantas de forma mais rápida.

Outro fator importante para o sucesso do sistema consorciado é a densidade populacional das culturas componentes, que influencia diretamente no crescimento, desenvolvimento e produção das culturas e, conseqüentemente, na produtividade do sistema (CHAVES et al., 2020).

Assim, com o intuito de verificar se há viabilidade agroeconômica no consórcio de beterraba com rúcula em bicultivo, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo e bioeconômico desse consórcio quando submetido a diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e diversas densidades populacionais de rúcula em dois anos de cultivos em ambiente semiárido.

## 2 REFERÊNCIAS

CARVALHO, F. W. A. **Tamanho de parcela e viabilidade agroeconômica do consórcio cenoura e rúcula**. 2011. 79f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró – RN.

CHAVES, A. P.; BEZERRA NETO, F.; LIMA, J. S. S.; SILVA, J. N.; NUNES, R. L. C.; BARROS JÚNIOR, A. P.; LIMA, G. K. L.; SANTOS, E. C. Cowpea and beet intercropping agro-economic dynamics under spatial arrangement and cowpea population density. **Horticultura Brasileira**, v. 38, n. 2, p. 192–203, 2020.

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

GUERRA, N. M.; BEZERRA NETO, F.; LIMA, J. S. S.; SANTOS, E. C.; NUNES, R. L. C.; PORTO, V. C. N.; QUEIROGA, R. C. F.; LINO, V. A. S.; SÁ, J. M. Productive and agro-economic benefits in beet-lettuce intercropping under organic manuring and population densities. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. 1-25, 2021.

LINHARES, P. C. F.; PEREIRA M. F. S.; ASSIS, J. P.; BEZERRA, A. K. H. Amounts and times of decomposition of scarlet starglory on agronomic performance of cilantro. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, p. 243-248, 2012.

SIDRA – Sistema IBGE de Recuperação Automática, Brasília, Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2021. Disponível em: <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-agropecuario/censo-agropecuario-2017>. Acesso em: 1º jul. 2021.

SÁ, J. M.; BEZERRA NETO, F.; QUEIROGA, R. C. F.; CHAVES, A. P.; LIMA, J. S. S.; SANTOS, E. C.; NUNES, R. L. C.; GUERRA, N. M.; PORTO, V. C. N.; LINO, V. A. S.; GOMES, C. D. L. Agro-economic efficiency in radish-arugula intercropping as a function of green manuring and population density. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. 1–21, 2021.

## CAPÍTULO 1 - CONSÓRCIO DE BETERRABA COM RÚCULA SOB ADUBAÇÃO VERDE E DENSIDADES POPULACIONAIS LEVAM A VANTAGENS AGROECONÔMICAS EM AMBIENTE SEMIÁRIDO

**RESUMO:** O objetivo deste trabalho foi avaliar o desempenho da beterraba em consórcio com a rúcula quando influenciado pela adubação verde em diferentes quantidades equitativas de biomassa de *Merremia aegyptia* e *Calotropis procera* e diversas densidades populacionais de rúcula em dois anos de cultivos em ambiente semiárido. O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 4, com 4 repetições, onde o primeiro fator foi constituído de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* (20, 35, 50 e 65 t ha<sup>-1</sup> em base seca), e o segundo fator foi constituído de densidades populacionais de rúcula (40, 60, 80 e 100% da densidade recomendada para o cultivo solteiro - DRCS). A produção e seus componentes foram avaliados na beterraba e na rúcula. Além dessas características, foram determinados os seguintes indicadores agroeconômicos para cada tratamento: índice de produtividade do sistema (IPS), coeficiente equivalente de terra (CET) e razão de equivalência monetária (REM). As maiores vantagens agroeconômicas do consórcio de beterraba com rúcula foram alcançadas com um índice de produtividade do sistema (IPS) de 53,47 t ha<sup>-1</sup>, coeficiente equivalente de terra (CET) de 0,84 e uma razão de equivalência monetária (REM) de 1,56, respectivamente, na combinação de 65 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* com densidade populacional de rúcula de 100% da DRCS. A produtividade comercial máxima otimizada de raízes de beterraba no sistema consorciado com rúcula foi de 23,20 t ha<sup>-1</sup> na quantidade de 65 t ha<sup>-1</sup> de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidade de rúcula de 100% da DRCS, ao passo que a máxima produtividade de rúcula em consórcio com beterraba foi de 9,65 t ha<sup>-1</sup>, na mesma combinação da quantidade de adubos verdes e densidade populacional de rúcula. As produtividades máximas otimizadas de raízes graúdas, extra AA e extra foram 10,28; 6,33 e 4,12 t ha<sup>-1</sup> obtidos na quantidade de 65 t ha<sup>-1</sup> e nas densidades populacionais de rúcula de 85; 82 e 40% da DRCS, respectivamente.

**Palavras-chave:** *Beta vulgaris*. *Eruca sativa*. *Merremia aegyptia*. *Calotropis procera*. Retornos econômicos.

## CHAPTER 1 - BEET-ARUGULA INTERCROPPING UNDER GREEN MANURING AND PLANTING DENSITY LEAD TO AGRO-ECONOMIC ADVANTAGES IN SEMIARID ENVIRONMENT

**ABSTRACT:** The objective of this work was to evaluate the performance of beet and arugula intercropping when influenced by green manuring in different equitable amounts of biomass of *Merremia aegyptia* and *Calotropis procera* and diverse population densities of arugula in two cropping years in semiarid environment. The experimental design used was in randomized complete blocks, with the treatments arranged in a 4 x 4 factorial scheme, with 4 repetitions, where the first factor consisted of equitable amounts of *M. aegyptia* and *C. procera* biomass (20, 35, 50 and 65 t ha<sup>-1</sup> on a dry basis), and the second factor was constituted by arugula population densities (40, 60, 80 and 100% of the recommended density for single cropping - RDSC). The production and their components were evaluated on beet and arugula. In addition to these characteristics, the following agro-economic indicators were also determined for each treatment: system productivity index (SPI), land equivalent coefficient (LEC) and monetary equivalent ratio (MER). The greatest agro-economic advantages of the beet with arugula intercropping were achieved with a system productivity index (SPI) of 53.47 t ha<sup>-1</sup>, land equivalent coefficient (LEC) of 0.84 and a monetary equivalence ratio (MER) of 1.56, respectively, in the combination of 65 t ha<sup>-1</sup> of *M. aegyptia* and *C. procera* biomass with an arugula population density of 100% of the RDSC. The maximum optimized commercial productivity of beet roots in the system intercropped with arugula was 23.20 t ha<sup>-1</sup> in the amount of 65 t ha<sup>-1</sup> of *M. aegyptia* and *C. procera* with an arugula density of 100% of the RDSC, while the maximum productivity of arugula in intercropping with beet was 9.65 t ha<sup>-1</sup>, in the same combination of green manures amount and arugula population density. The optimized maxima productivities of large roots, extra AA and extra were 10.28; 6.33 and 4.12 t ha<sup>-1</sup>, obtained in the amount of 65 t ha<sup>-1</sup> and in the arugula population densities of 85; 82 and 40% of RDSC, respectively.

**Keywords:** *Beta vulgaris*. *Eruca sativa*. *Merremia aegyptia*. *Calotropis procera*. Economic returns.

## 1 INTRODUÇÃO

A beterraba e a rúcula são duas hortaliças cujo cultivo está aumentando na região semiárida do Nordeste brasileiro, pois são culturas economicamente valiosas e oferecem produtos saudáveis aos consumidores, embora seu consumo ainda seja baixo (ANDRADE FILHO et al., 2020). Diante da busca da população por alimentos saudáveis, a demanda por essas hortaliças é crescente, razão pela qual seus sistemas de produção precisam de informações científicas e tecnológicas.

A beterraba é rica em compostos fenólicos, flavonoides e antocianinas, com funções biológicas de extrema importância, como prevenção de cânceres e de doenças cardiovasculares (RAMOS et al., 2016). A rúcula, por sua vez, é uma hortaliça herbácea cujas folhas são ricas em vitamina A, C, fibras, proteínas e minerais como potássio, ferro e enxofre. Além disso, as folhas são antianêmicas, antiasmáticas, antiescorbúticas, purificantes, digestivas, diuréticas e aperientes. Além disso, quando convivem juntas, essas culturas são consideradas, plantas companheiras, elas não competem tanto uma com a outra, por vezes até cooperando no desenvolvimento.

O sistema de produção com essas hortaliças no semiárido tem empregado o cultivo em associação, denominado consorciação de culturas, no qual as culturas conseguem conviver de maneira eficiente, de forma a aumentar a produção por unidade de insumo, garantir as perdas das safras e flutuações de mercado, atender preferências alimentares e/ou demandas culturais e aumentar a renda do produtor (GEBRU, 2015). Essa prática de cultivo permite otimizar o uso de recursos ambientais, como nutrientes, água e radiação solar, uma vez que as espécies vegetais possuem diferentes ciclos de crescimento e exigências.

O cultivo de uma tuberosa com uma folhosa em sistema consorciado requer grande quantidade de nutrientes, principalmente devido ao seu curto período de desenvolvimento e crescimento (SILVA et al., 2018). Uma das formas de atender a essa exigência é a utilização da adubação verde com biomassa de espécies espontâneas do bioma Caatinga, como *Merremia aegyptia* e *Calotropis procera*. Essas espécies, segundo Linhares et al. (2012), possuem qualidades que favorecem sua utilização como adubos verdes, pois, além de possuírem nutrientes em quantidades significativas, produzem grande quantidade de biomassa e relação C/N baixa, possibilitando a decomposição e liberação mais rápida de nutrientes que são fornecidos às plantas.



Outro fator que afeta o sistema de produção de hortaliças consorciadas é a densidade populacional das culturas componentes, pois induz uma série de alterações no crescimento e desenvolvimento das plantas e precisa ser conhecido em maiores detalhes para determinar a produtividade e a eficiência produtiva do sistema (BEZERRA NETO et al., 2005).

Sabe-se que o aumento da densidade populacional pode influenciar na qualidade das raízes tuberosas, aumentando o número de raízes finas e reduzindo o tamanho médio das raízes, devido à maior competição por água e nutrientes imposta às plantas. O aumento populacional também interfere na parte aérea das plantas, aumentando a produção de ramos e diminuindo seu diâmetro (OLIVEIRA et al., 2017).

Estudando o consórcio de cenoura com rúcula adubada com *M. aegyptia* em diferentes densidades populacionais, Batista et al. (2016) obtiveram maior eficiência produtiva e econômica do sistema consorciado ao utilizar a densidade populacional de cenoura de 40% e rúcula de 100% da densidade recomendada para o cultivo solteiro (DRCS).

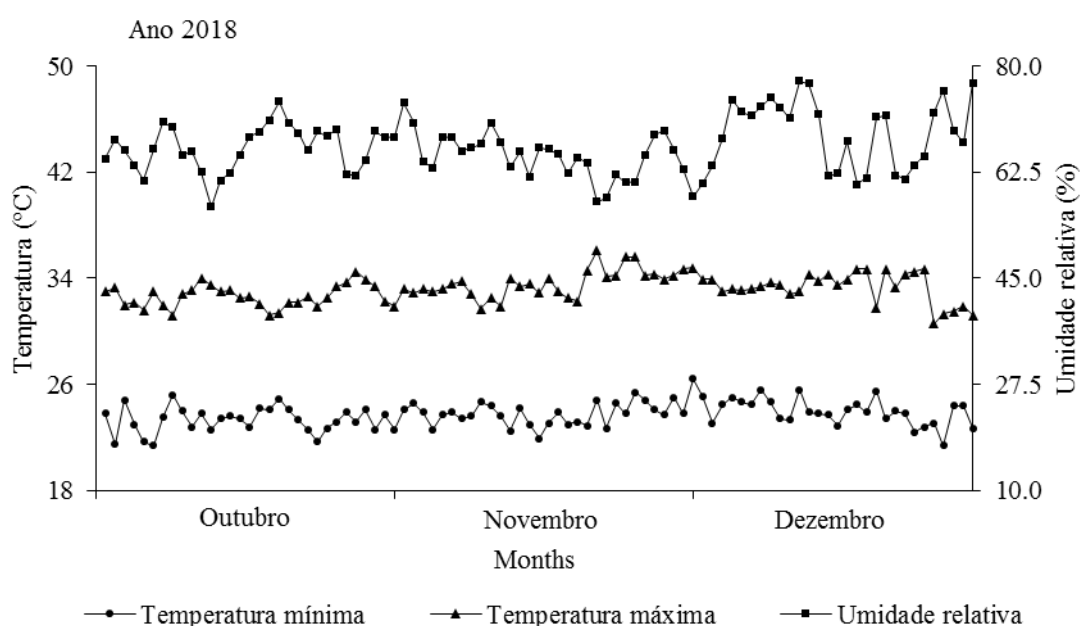
Silva et al. (2018), adubando o consórcio de beterraba com alface com *M. aegyptia*, obtiveram o maior desempenho agroeconômico do consórcio dessas hortaliças com a incorporação de aproximadamente 35,30 t ha<sup>-1</sup> de biomassa desse adubo verde. Por sua vez, Moraes et al. (2019), utilizando *C. procera* como fonte de adubação no consórcio de feijão caupi com beterraba, obtiveram maior eficiência produtiva do sistema consorciado com a incorporação de 65 t ha<sup>-1</sup> de biomassa desse adubo verde ao solo.

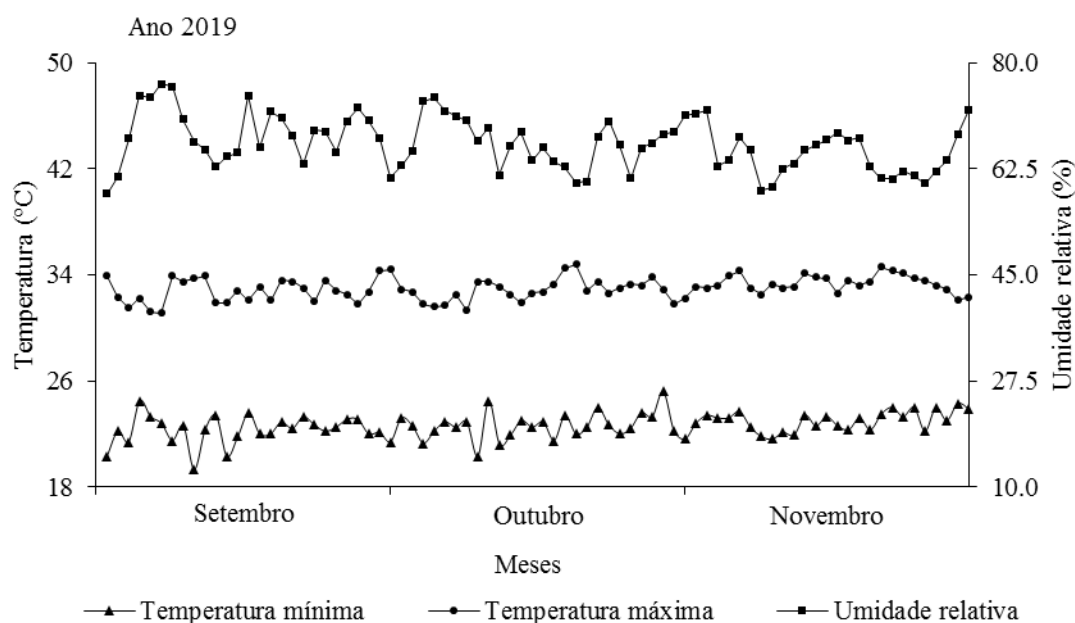
A fim de fornecer maiores subsídios para o desenvolvimento de tecnologias para a produção da beterraba em consórcio com a cultura da rúcula, este trabalho teve como objetivo avaliar o desempenho produtivo da beterraba e da rúcula quando influenciados pela adubação verde em diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e em diversas densidades populacionais de rúcula em dois anos de cultivos em ambiente semiárido.

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 LOCAL, CLIMA E SOLO

Dois experimentos de campo foram conduzidos na Fazenda Experimental 'Rafael Fernandes' da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada no distrito de Lagoinha, a 20 km do município de Mossoró, RN (5°03'37"S, 37°23'50"W Gr, 18 m de altitude), sendo o primeiro no período de outubro a dezembro de 2018 e o segundo no período de setembro a novembro de 2019. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é 'BSh', seco e muito quente, com duas estações: uma seca, que geralmente ocorre de junho a janeiro, e a outra chuvosa, de fevereiro a maio (ALVARES et al., 2014). Durante o período experimental dos anos 2018 e 2019, as temperaturas médias foram de 28,18 e 26,79 ° C, a umidade relativa média do ar foi de 66,74 e 67,39%, respectivamente. Não houve registro de precipitação em ambos os períodos experimentais, Os dados climáticos durante o período experimental dos anos agrícolas de 2018 e 2019 foram fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET, 2019). A Figura 1 mostra os valores diários das temperaturas mínimas e máximas e da umidade relativa para cada ano de cultivo da beterraba e rúcula consorciada.





**Figura 1** – Dados climáticos durante o período experimental nos anos agrícolas de 2018 e 2019.

Os solos das áreas experimentais foram classificados como Argissolo Vermelho Amarelo Distrófico típico com textura franco-arenosa (SANTOS et al., 2018). Em cada área experimental, amostras simples de solo da camada superficial de 0-20 cm foram coletadas e homogeneizadas para obtenção de uma amostra composta representativa da área. Posteriormente, foram encaminhadas ao Laboratório de Análises de Água, Solo e Plantas do Departamento de Ciências Ambientais da UFERSA para análises químicas, cujos resultados estão apresentados na Tabela 1:

**Tabela 1** – Análises químicas dos solos das áreas experimentais antes da incorporação dos adubos verdes nos anos de cultivos de 2018 e 2019.

Solos das áreas de cultivos	N	pH	CE	M.O.	P	K	Na
	g kg <sup>-1</sup>	(Água)	dS m <sup>-1</sup>	g kg <sup>-1</sup>	mg dm <sup>-3</sup>		
Solo 1	0,35	8,10	0,24	4,97	22,8	64,7	32,7
Solo 2	0,28	7,10	0,10	5,27	22,0	69,5	26,7
	Ca	Mg	Cu	Fe	Mn	Zn	
	cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>		mg dm <sup>-3</sup>				
Solo 1	3,28	0,78	0,10	1,91	11,67	2,63	
Solo 2	2,70	0,50	0,24	2,10	12,17	5,27	

Fonte: Elaborada pelo autor.

## 2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

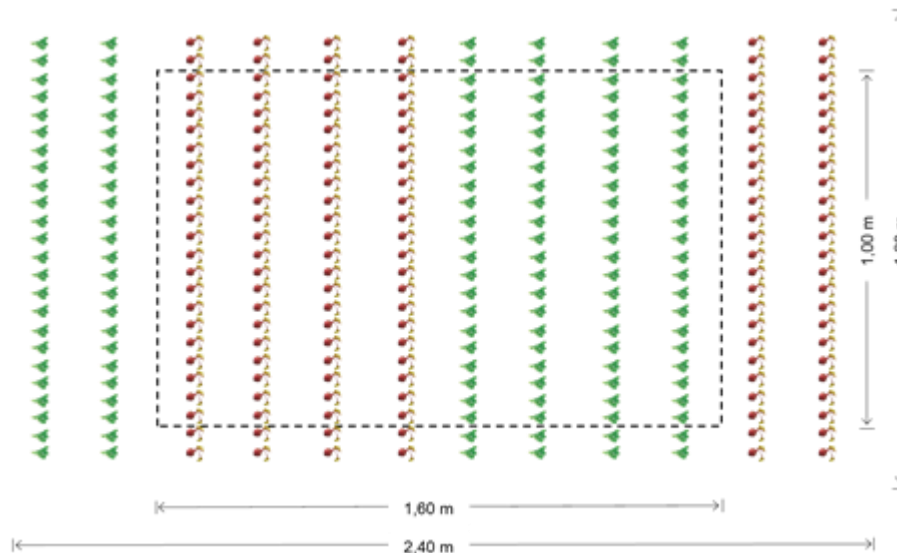
O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados, com os tratamentos dispostos em esquema fatorial 4x4, com quatro repetições, sendo o primeiro fator constituído pelas quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* (20, 35, 50 e 65 t ha<sup>-1</sup> em base seca), ao passo que o segundo fator foi constituído pelas densidades populacionais de rúcula (40, 60, 80 e 100% da densidade recomendada para cultivo solteiro - DRCS). As densidades populacionais recomendadas para o monocultivo da beterraba e da rúcula na região são de 500.000 e 1.000.000 plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente (SILVA et al., 2011; OLIVEIRA et al., 2015a). Em cada bloco, foram plantadas parcelas solteiras de beterraba e rúcula com 50 t ha<sup>-1</sup> e 40 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera*, respectivamente, quantidades otimizadas pelas pesquisas e utilizadas para obtenção dos índices agronômicos e econômicos dos sistemas consorciados (Tabela 2).

**Tabela 2** – Descrição das densidades populacionais e espaçamentos da beterraba e da rúcula utilizados no experimento em sistema consorciado e em monocultivo.

Densidade populacional das culturas em consórcio (mil plantas ha <sup>-1</sup> )		Espaçamento (m)	
Beterraba	Rúcula	Beterraba	Rúcula
500	400	0,20 x 0,05	0,20 x 0,100 (2 pl)
500	600	0,20 x 0,05	0,20 x 0,075 (2 pl)
500	800	0,20 x 0,05	0,20 x 0,060 (2 pl)
500	1000	0,20 x 0,05	0,20 x 0,050 (2 pl)
Densidade populacional das culturas em monocultivo (mil plantas ha <sup>-1</sup> )			
Beterraba	500	0,20 x 0,10	
Rúcula	1000		0,20 x 0,05

O consórcio de beterraba com rúcula foi estabelecido em faixas alternadas na proporção de 50% da área cultivada com beterraba e 50% da área cultivada com rúcula. Em cada parcela experimental, as faixas alternadas consistiam de quatro fileiras, ladeadas por duas fileiras de rúcula de um lado e duas fileiras de beterraba do outro lado, utilizadas como bordaduras, como mostrado na Figura 1. A área total de cada parcela foi de 2,88 m<sup>2</sup> (2,40 x 1,20 m), com área útil de 1,60 m<sup>2</sup> (1,60 x 1,00 m), sendo a área de colheita constituída por duas faixas centrais de plantas, excluindo-se as primeiras e as últimas plantas de cada linha das faixas também usadas como bordaduras.

Neste sistema de cultivo, utilizou-se a mesma densidade populacional da beterraba em monocultivo e da rúcula, com as seguintes densidades 40, 60, 80 e 100% da densidade recomendada para monocultivo - DRCS.



**Figura 2** – Detalhe de uma parcela experimental do consórcio entre beterraba e rúcula.  
Fonte: Elaborada pelo autor.

Os monocultivos das hortaliças foram implantados em uma área total de  $1,44 \text{ m}^2$  ( $1,20 \times 1,20 \text{ m}$ ), com área útil de  $0,80 \text{ m}^2$  ( $0,80 \times 1,00 \text{ m}$ ), onde a beterraba foi plantada no espaçamento de  $0,20 \times 0,10 \text{ m}$  e a rúcula foi plantada no espaçamento de  $0,20 \times 0,05 \text{ m}$ . A colheita foi realizada nas quatro linhas de cultivo centrais, excluindo as linhas laterais, bem como as primeiras e últimas plantas de cada linha de cultivo, consideradas bordaduras.

### 2.3 MANEJO DOS EXPERIMENTOS E MATERIAIS

O preparo do solo consistiu de aração e gradagem, seguidas da elevação dos canteiros com auxílio de retrocavador. Após o preparo do solo, foi realizada a solarização pré-plantio por 30 dias com plástico transparente de  $30 \mu\text{m}$  (Vulca Brilho Bril Flex), seguindo metodologia recomendada por Silva et al. (2006), com o objetivo de reduzir a população de organismos fitopatogênicos presentes no solo, que podem potencialmente prejudicar a produtividade das culturas.

Os materiais utilizados como adubos verdes foram a jitirana (*M. aegyptia*) e a flor-de-seda (*C. procera*), coletados da vegetação nativa em diversos locais da zona

rural do município de Mossoró, RN, no início de suas florações. Após as coletas, as plantas foram trituradas em fragmentos de dois a três centímetros, os quais foram secos à temperatura ambiente até atingirem teor de umidade de 10% e posteriormente submetidos a análises laboratoriais, cujas composições químicas obtidas estão descritas na Tabela 3.

**Tabela 3** – Análise química de macronutrientes presentes na matéria seca dos adubos verdes *M. aegyptia* e *C. procera* no primeiro e segundo ano de cultivo.

Adubos Verdes	N	P	-----g kg <sup>-1</sup> -----		
			K	Mg	Ca
<b>Ano 2018</b>					
<i>M. aegyptia</i>	16,60	2,79	37,80	7,07	19,35
<i>C. procera</i>	21,90	1,92	20,90	9,22	17,00
<b>Ano 2019</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

Fonte: Elaborado pelo autor.

Duas incorporações dos adubos verdes foram realizadas em cada experimento, sendo 50% da quantidade de biomassa total dos adubos incorporadas ao solo 20 dias antes da semeadura das culturas, e outros 50% incorporados aos 20 dias após a semeadura das culturas.

As cultivares de beterraba 'Early Wonder' e de rúcula 'Cultivada' foram plantadas em cada experimento nos anos de cultivos. Essas cultivares são as recomendadas pela pesquisa para plantio na região semiárida do nordeste brasileiro. No primeiro ano de cultivo, elas foram semeadas simultaneamente no dia 27 de setembro de 2018, e o segundo cultivo da rúcula foi semeado no dia 27 de novembro, ao passo que no segundo ano de cultivo, elas foram semeadas juntamente no dia 30 de agosto de 2019 e o segundo cultivo da rúcula se deu no dia 23 de outubro. A semeadura das cultivares foi feita em covas de aproximadamente 3 cm de profundidade, com três a quatro sementes por cova, e cobertas com substrato comercial para germinar. Aos dez e quatorze dias após a semeadura, foi realizado o desbaste na rúcula e na beterraba, deixando-se duas plantas por cova na rúcula e uma planta por cova na beterraba no sistema consorciado. No monocultivo da rúcula e da beterraba, deixou-se apenas uma planta por cova de cada cultura, com a finalidade de atingir a população recomendada.

Irrigações diárias foram realizadas em sistema de microaspersão, divididas em dois turnos (manhã e tarde). A quantidade de água fornecida foi determinada a partir do

coeficiente da cultura da beterraba ( $K_c$  médio: 0,83) (OLIVEIRA NETO et al., 2011), com lâmina de irrigação de aproximadamente 8 mm dia<sup>-1</sup>. O controle de plantas daninhas foi realizado sempre que necessário, por meio de capina manual. Nenhum método químico de controle de pragas ou doenças foi necessário.

As colheitas da rúcula e da beterraba nos dois anos de cultivos foram realizadas aos 30 e 70 dias após o plantio (DAP), respectivamente. Após isso, houve continuidade nas avaliações das características das culturas e dos índices do sistema.

## 2.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

Na cultura da rúcula, foram determinados altura de plantas (cm), número de folhas por planta, rendimento de massa verde (t ha<sup>-1</sup>) e massa seca da parte aérea (t ha<sup>-1</sup>). Na cultura da beterraba, foram avaliados altura de plantas (cm), número de folhas por planta, produtividade comercial de raízes (t ha<sup>-1</sup>), massa seca da parte aérea (t ha<sup>-1</sup>) e produtividade de raízes classificadas (t ha<sup>-1</sup>) em graúdas, extra AA, extra A e extra. Foram utilizadas 20 plantas selecionadas aleatoriamente dentro da área útil da parcela para determinação dessas características.

No sistema consorciado de beterraba e rúcula, os índices agrônômicos e econômicos avaliados foram:

a) O índice de produtividade do sistema (IPS) foi calculado pela seguinte expressão (OSENI; ALIYU, 2010):  $IPS = [(P_b/P_r) \times P_{rb}] + P_{br}$ , onde:  $P_b$  representa a produtividade comercial de raízes de beterraba, em t ha<sup>-1</sup> e  $P_r$  o rendimento de massa verde de rúcula em monocultivo, em t ha<sup>-1</sup>;  $P_{rb}$  é o rendimento de massa verde de rúcula em sistema consorciado com beterraba, em t ha<sup>-1</sup>;  $P_{br}$  é a produtividade comercial de raízes de beterraba em consórcio com rúcula, em t ha<sup>-1</sup>. A vantagem do IPS é que ele padroniza a produtividade da cultura secundária (rúcula) com base na cultura principal (beterraba). Quanto maior o valor desse índice, mais eficiente é o sistema consorciado.

b) O coeficiente equivalente de terra (CET) foi determinado pela fórmula utilizada por Diniz et al. (2017):  $CET = LER_b \times LER_r$ , onde:  $LER_b$  e  $LER_r$  representam as razões parciais de equivalência de terra da beterraba e rúcula, respectivamente. Para o sistema consorciado, o valor mínimo de CET é de 0,25, de maneira que o sistema consorciado apresenta a vantagem de produção quando o índice ultrapassa o valor de 0,25.

c) A razão de equivalência monetária (REM) foi determinada pela fórmula utilizada por Afe; Atanda (2015):  $REM = (RB_{br} + RB_{rb})/RB_b$ , onde:  $RB_{br}$  é a renda bruta da beterraba em consórcio com rúcula, em R\$ ha<sup>-1</sup>.  $RB_{rb}$  é a renda bruta da rúcula no consórcio com a beterraba, em R\$ ha<sup>-1</sup>;  $RB_b$  é a maior renda bruta da beterraba em monocultivo, quando comparada com a da rúcula, em R\$ ha<sup>-1</sup>. Esse índice mede a superioridade (ou não) econômica do consórcio sobre o monocultivo da cultura mais econômica. Quanto maior o valor desse índice, mais viável é o sistema de cultivo.

## 2.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Análise de variância univariada foi realizada em cada ano nas características das culturas e nos índices agroeconômicos utilizando o *software* Sisvar (FERREIRA, 2011), com o intuito de observar o cumprimento do pressuposto de que a razão dos quadrados médios dos erros dos dois anos de cultivos não deve ser maior que 7 (PIMENTEL-GOMES, 2009). Após isso, uma análise de variância conjunta dos dois anos de cultivos foi realizada para todas as variáveis estudadas. Na análise dos índices agroeconômicos, observou-se homogeneidade das variâncias entre os anos de cultivos. Diante disso, foi feita uma média desses índices entre os anos de cultivos e a seguir, uma análise de regressão foi realizada para todas essas variáveis. Em seguida, um procedimento de ajustamento de curvas de regressão por superfície resposta foi realizado utilizando o *software* Table Curve 3D (SYSTAT SOFTWARE, 2021), para estimar o comportamento de cada variável em função das quantidades equitativas de biomassa incorporadas ao solo de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de rúcula estudadas.



### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 CULTURA DA RÚCULA

Não houve interação significativa entre os fatores de produção, quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera*, densidades populacionais de rúcula e anos de cultivos, nas características avaliadas na cultura da rúcula. No entanto, uma interação significativa entre os anos de cultivos e as densidades populacionais de rúcula foi registrada apenas na característica altura de plantas (Tabela 4).

**Tabela 4** – Valores de F de altura de planta (AP), número de folhas por planta (NF), rendimento de massa verde (RMV) e massa seca da parte aérea (MSPA) de rúcula em bicultivo consorciada com beterraba em diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de rúcula nos anos agrícolas de 2018 e 2019.

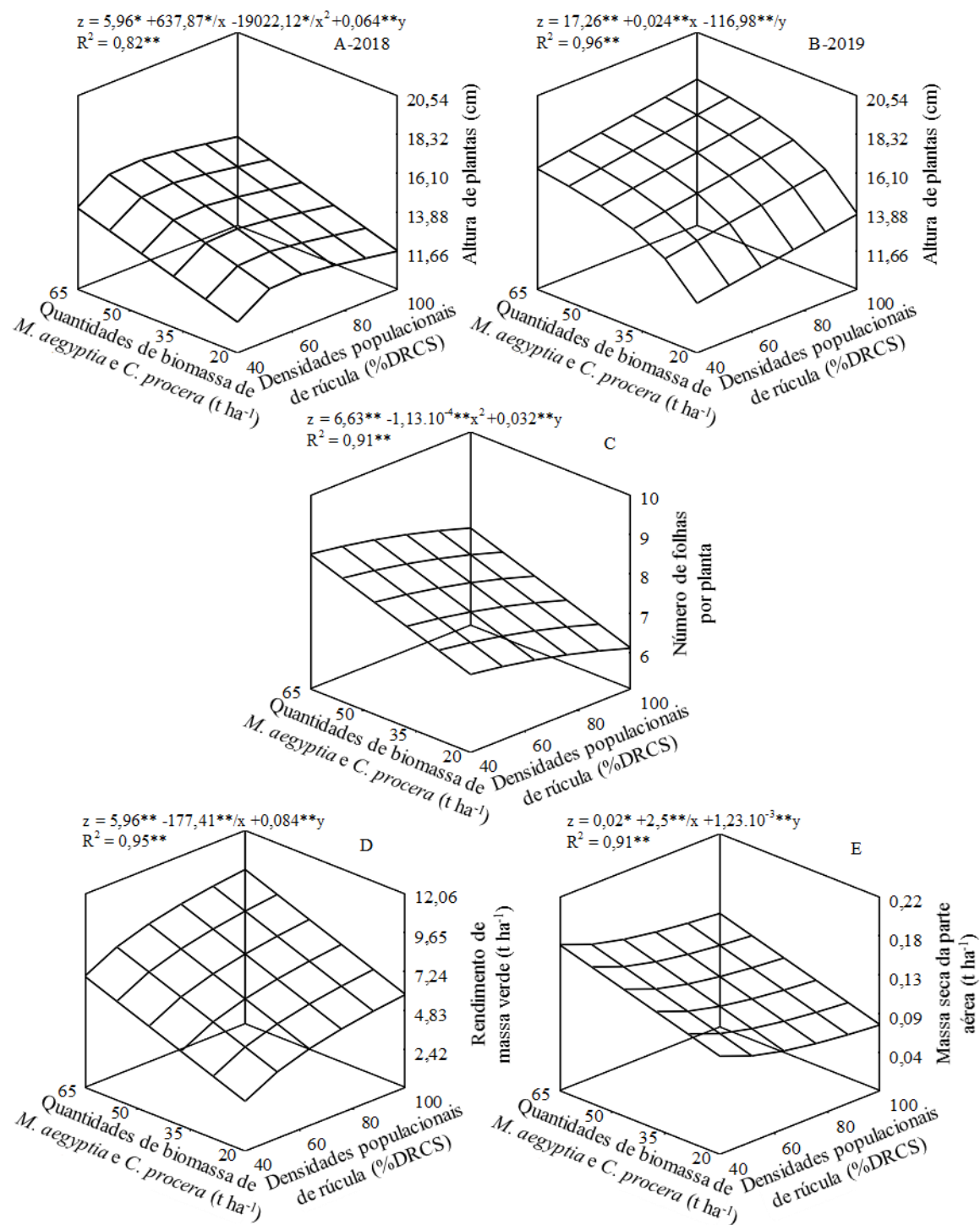
Fontes de variação	AP	NF	RMV	MSPA	
Blocos (Anos de cultivos)	3,16**	8,36**	2,74**	4,11**	
Anos de cultivos (Y)	182,46**	60,11**	74,77**	11,13**	
Quantidades de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> (A)	58,46**	25,36**	52,14**	21,95**	
Densidades populacionais de rúcula (D)	2,12 <sup>ns</sup>	11,26**	26,66**	10,95**	
Y x A	1,48 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	
Y x D	3,21*	1,34 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>	0,54 <sup>ns</sup>	
A x D	1,80 <sup>ns</sup>	1,08 <sup>ns</sup>	1,23 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	
Y x A x D	1,14 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	
Monocultivo (M) x Consórcio (I)	2,21 <sup>ns</sup>	4,71*	24,51**	281,67**	
Y x M vs I	0,04 <sup>ns</sup>	0,13 <sup>ns</sup>	20,90**	1,27 <sup>ns</sup>	
CV (%)	7,51	9,43	18,75	18,75	
<b>Anos de cultivos</b>					
2018	13,40B	6,90B		0,10B	
2019	15,94A	7,84A		0,12A	
<b>Sistemas de cultivos</b>			2018	2019	
Consórcio	14,08A	7,92A	10,05aA	7,93bA	0,29A
Monocultivo	14,67A	7,36A	5,61bB	7,76aA	0,12B

Fonte: Elaborada pelo autor.

\*\* =  $P < 0.01$ ; \* =  $P < 0.05$ ; ns =  $P > 0.05$ . Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas na linha ou maiúsculas na coluna, diferem estatisticamente pelo teste F no nível de probabilidade de 5%.

Uma superfície de resposta foi ajustada para todas as características da rúcula em função das quantidades de adubos verdes e densidades populacionais de rúcula. Os valores máximos de altura de plantas (AP) obtidos nos anos de 2018 e 2019 foram de 15,47 e 17,86 cm nas densidades populacionais de rúcula de 60 e 100% da DRCS, e o

número de folhas por planta (NF) foi de 8,5 na densidade populacional de rúcula de 40% da DRCS, tendo sido ambas as características adubadas na quantidade equitativa de 65 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* (Figuras 3A, 3B e 3C). Esses resultados mostram a utilização de recursos ambientais por plantas de rúcula, mesmo em diferentes densidades populacionais. A quantidade de adubos verdes incorporados ao solo fornece nutrientes suficientes para um bom crescimento e desenvolvimento da cultura, embora haja diferença na competição intraespecífica e interespecífica.



**Figura 3** – Altura de plantas (A e B), número de folhas por planta (C), rendimento de massa verde (D) e massa seca da parte aérea (E) de rúcula em bicultivo consorciada com beterraba em diferentes combinações de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de rúcula nos anos agrícolas de 2018 e 2019.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Para o rendimento de massa verde (RMV) e massa seca da parte aérea de rúcula (MSPA), os valores máximos obtidos foram 9,65 e 0,16 t ha<sup>-1</sup> nas densidades de 100 e 40% da DRCS na quantidade de biomassa de 65 t ha<sup>-1</sup> dos adubos verdes (Figuras 3D e 3E). Independentemente da competição proporcionada pelas densidades populacionais de rúcula, a quantidade de biomassa de 65 t ha<sup>-1</sup> dos adubos verdes foi responsável por proporcionar alto rendimento de folhas de rúcula quando em consórcio com a beterraba, expresso no crescimento e desenvolvimento da cultura. Filgueira (2013) relata que a eficiência do uso de adubos orgânicos está relacionada ao aumento da parte aérea e do rendimento de massa verde das plantas devido ao aumento da disponibilidade de nutrientes e ao favorecimento nas propriedades físicas e nas atividades dos organismos do solo.

Interação significativa foi registrada entre os anos de cultivos e os sistemas de cultivos apenas no rendimento de massa verde (Tabela 4). Estudando os anos de cultivos dentro de cada sistema, observou-se que no sistema consorciado o ano de 2018 se destacou do de 2019, e no sistema de monocultivo o ano de 2019 teve comportamento inverso (Tabela 4). Por outro lado, analisando os sistemas de cultivos dentro de cada ano, registrou-se no ano de 2018 que o rendimento de massa verde de rúcula no consórcio sobressaiu na comparação com o monocultivo, ao passo que no ano de 2019 esses sistemas se comportaram de forma semelhante em termos de rendimento de massa verde da rúcula.

No ano de 2019, a altura de plantas, número de folhas por planta e massa seca da parte aérea de rúcula se destacaram em relação ao ano de 2018. Em relação aos sistemas de cultivos, o consórcio sobressaiu em relação ao monocultivo em termos de número de folhas por planta e massa seca da parte aérea de rúcula (Tabela 4). Em termos de altura de plantas, os sistemas de cultivos foram semelhantes.

O suporte nutricional e o número adequado de plantas por área em sistema consorciado são essenciais para o bom crescimento e desenvolvimento das culturas, resultando em ganhos produtivos. No entanto, sabe-se que quantidades equilibradas de nutrientes combinadas com uma densidade de cultivo não muito alta resultam em um sistema de cultivo eficiente e produtivo com produtos de boa qualidade comercial.

Esses resultados obtidos a partir do rendimento da rúcula e seus componentes no sistema consorciado sugerem maximização na utilização dos recursos ambientais, em virtude das melhorias nas características físicas, químicas e biológicas do solo

possibilitadas pela incorporação dos adubos verdes, que se refletiu na maior eficiência agronômica do sistema consorciado. Por outro lado, diferenças morfofisiológicas nas culturas e nos fatores de produção, como densidade populacional, proporção de culturas em consórcio e aplicação de fertilizantes, regulam a competição entre as culturas componentes por fatores limitantes do crescimento (MORGADO; WILLEY, 2008). Diante disso, a maior absorção total de nutrientes e o aumento da densidade populacional das culturas componentes no sistema consorciado foram os principais responsáveis pela obtenção de vantagem no consórcio.

Oliveira et al. (2015b), trabalhando com a viabilidade agronômica do bicultivo de rúcula e alface em consórcio com cenoura em faixa de cultivo sob diferentes quantidades de biomassa de *C. procera* em diferentes densidades populacionais, relataram baixa competição interespecífica entre as culturas, visto que os melhores desempenhos produtivos dos sistemas consorciados foram observados nas maiores densidades populacionais, devido ao melhor aproveitamento dos recursos ambientais pelas culturas componentes, o que corrobora com os resultados desta pesquisa.

### 3.2 CULTURA DA BETERRABA

Não houve interação significativa entre fatores de produção, quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera*, densidades populacionais de rúcula e anos de cultivos nas características avaliadas da beterraba. No entanto, interações significativas entre anos de cultivos e quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* foram registradas apenas para as variáveis agronômicas: altura de plantas, matéria seca da parte aérea, produtividade de raízes comerciais e produtividades de raízes graúdas e extras (Tabela 5).

**Tabela 5** – Valores de F para altura de plantas (AP), matéria seca da parte aérea (MSPA), produtividade comercial de raízes (PC) e produtividade de raízes graúdas (PG), extra AA (PEAA), extra A (PEA) e extra (PE) de beterraba consorciada com rúcula em diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de rúcula nos anos agrícolas de 2018 e 2019.

Fontes de variação	AP	MSPA	PC	PG	PEAA	PEA	PE				
Blocos (Anos de cultivos)	2,19*	2,30*	2,41*	0,90 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>	1,31 <sup>ns</sup>	0,47 <sup>ns</sup>				
Anos de cultivos (Y)	120,74**	71,23**	138,57**	194,91**	28,24**	0,07 <sup>ns</sup>	23,86**				
Quantidades de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> (A)	4,52**	9,80**	35,05**	19,86**	7,21**	1,22 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>				
Densidades populacionais de rúcula (D)	3,65*	0,63 <sup>ns</sup>	1,79 <sup>ns</sup>	0,23 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	2,26 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>				
Y x A	5,47**	3,70**	5,03**	5,74**	1,49 <sup>ns</sup>	1,03 <sup>ns</sup>	4,38**				
Y x D	0,21 <sup>ns</sup>	1,89 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>	2,09 <sup>ns</sup>	0,99 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	1,44 <sup>ns</sup>				
A x D	0,38 <sup>ns</sup>	1,45 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,68 <sup>ns</sup>	0,89 <sup>ns</sup>	0,49 <sup>ns</sup>	1,50 <sup>ns</sup>				
Y x A x D	0,58 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	0,89 <sup>ns</sup>	0,82 <sup>ns</sup>	0,52 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>				
Monocultivo (M) x Consórcio (I)	8,10**	1,24 <sup>ns</sup>	43,43**	3,33*	9,27**	7,75**	6,43*				
Y x M vs I	8,98**	1,88 <sup>ns</sup>	23,12**	0,06 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	11,61**	14,16**				
CV (%)	8,90	23,35	14,93	45,87	35,20	39,25	28,53				
Anos de cultivos											
2018	37,77B	0,36B	17,17B	3,62B	4,97B	4,20A	4,38A				
2019	46,80A	0,52A	24,43A	10,08A	7,02A	4,03A	3,30B				
Sistemas de cultivos		2018		2019		2018		2019			
Consórcio	37,77bB	44,80aA	0,44A	17,33bB	26,24aA	5,16B	5,99B	4,20aA	4,03aB	4,38aA	3,30bA
Monocultivo	45,21aA	44,61bA	0,48A	32,79aA	25,94bA	7,28A	8,39A	3,82bA	7,76aA	1,90bB	3,78aA

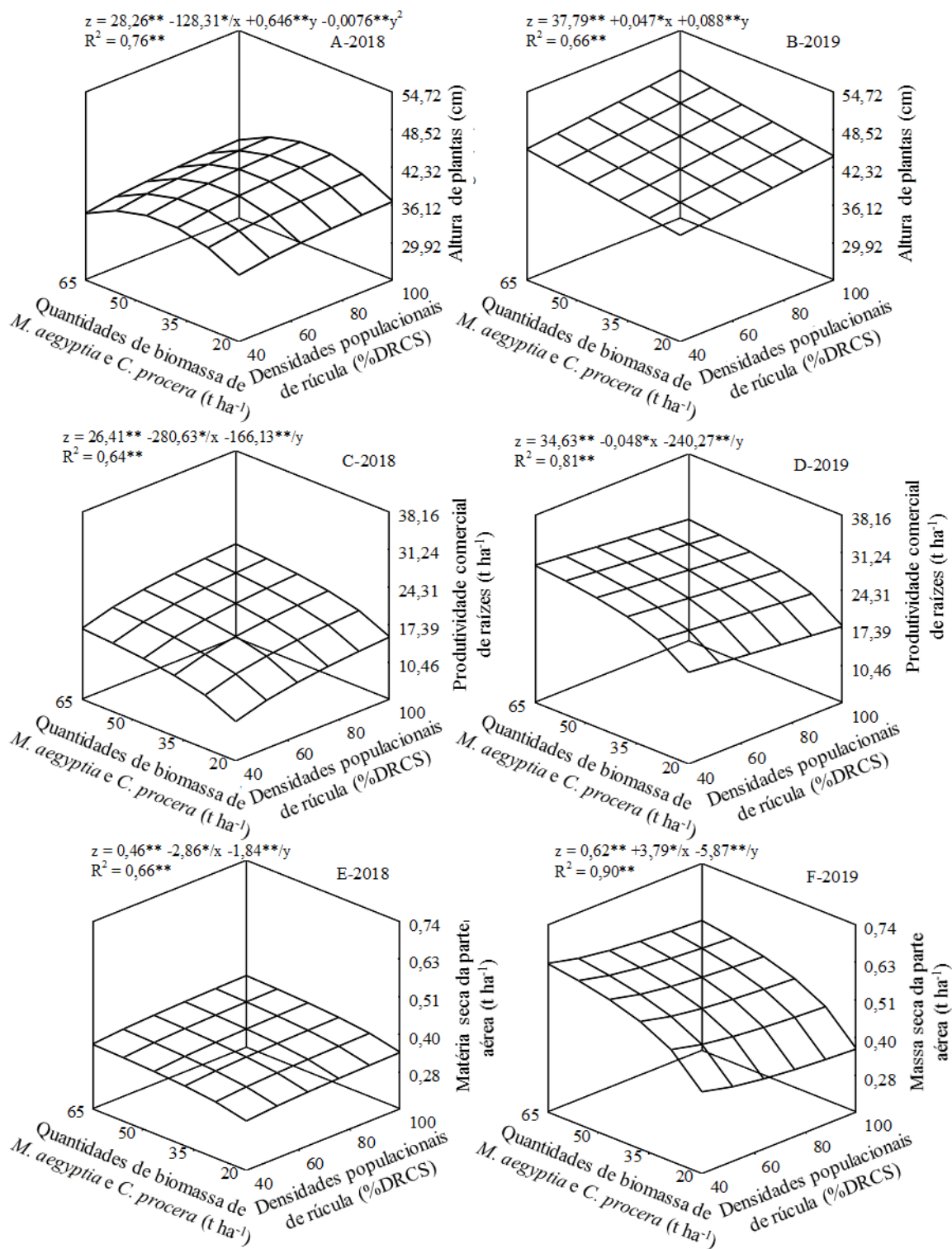
Fonte: Elaborado pelo autor.

\*\* =  $P < 0.01$ ; \* =  $P < 0.05$ ; ns =  $P > 0.05$ . †Médias seguidas por letras diferentes, minúsculas na linha ou maiúsculas na coluna, diferem estatisticamente teste F no nível de probabilidade de 5%.

Uma superfície de resposta foi ajustada para cada interação significativa, onde os valores máximos atingidos nessas variáveis agronômicas foram 40,68 e 48,23 cm (AP); 0,41 e 0,62 t ha<sup>-1</sup> (MSPA); 21,04 e 29,01 t ha<sup>-1</sup> (PCR); 4,27 e 16,69 t ha<sup>-1</sup> (PG) e 4,60 e 3,73 t ha<sup>-1</sup> (PE), respectivamente nos anos de 2018 e 2019, nas combinações de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidade populacional de rúcula de 42 e 100 e 65 e 100; 65 e 100 e 65 e 40; 65 e 100 e 65 e 40; 65 e 100 e 65 e 40; 20 e 40 e 20 t ha<sup>-1</sup> e 90% da DRCS nos anos agrícolas de 2018 e 2019 (Figuras 4A, 4B, 4E, 4F, 4C, 4D, 5A, 5B, 5E e 5F).

Diante desses resultados, pode-se perceber que a melhor combinação entre as quantidades equitativas de biomassa de adubos verdes e as densidades populacionais de rúcula nos anos de cultivos foi registrada na quantidade de biomassa de 65 t ha<sup>-1</sup> de *M. aegyptia* e *C. procera*, independentemente da densidade populacional de rúcula utilizada nas variáveis agronômicas: altura de plantas, produtividade comercial, massa seca da parte aérea e produtividade de raízes graúdas. Esses resultados estão relacionados à complementariedade nutricional, devido à eficiência da maior dose de adubos verdes, que promoveu o bom desenvolvimento das culturas. Porém, sabe-se que o fornecimento adequado de nutrientes incorporados ao solo pode promover o bom crescimento e desenvolvimento vegetativo das culturas, a expansão da área fotossintética, bem como ativação e aumento do potencial produtivo (FAVACHO et al., 2017).

Os resultados obtidos na altura das plantas de beterraba também podem estar associados à intensa competição por luz, devido ao aumento da densidade populacional da rúcula, que pode ter promovido crescimento da beterraba. Com menor espaço entre as culturas componentes do consórcio, a beterraba cresceu em busca de luz, principal elemento climático que determina seu crescimento, além da água e nutrientes disponíveis na solução do solo, conforme relatado por Taiz; Zeiger (2013).



**Figura 4** – Altura de plantas (A e B), produtividade comercial de raízes (C e D) e massa seca da parte aérea (E e F) de beterraba consorciada com rúcula em bicultivo em diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de rúcula nos anos agrícolas de 2018 e 2019.

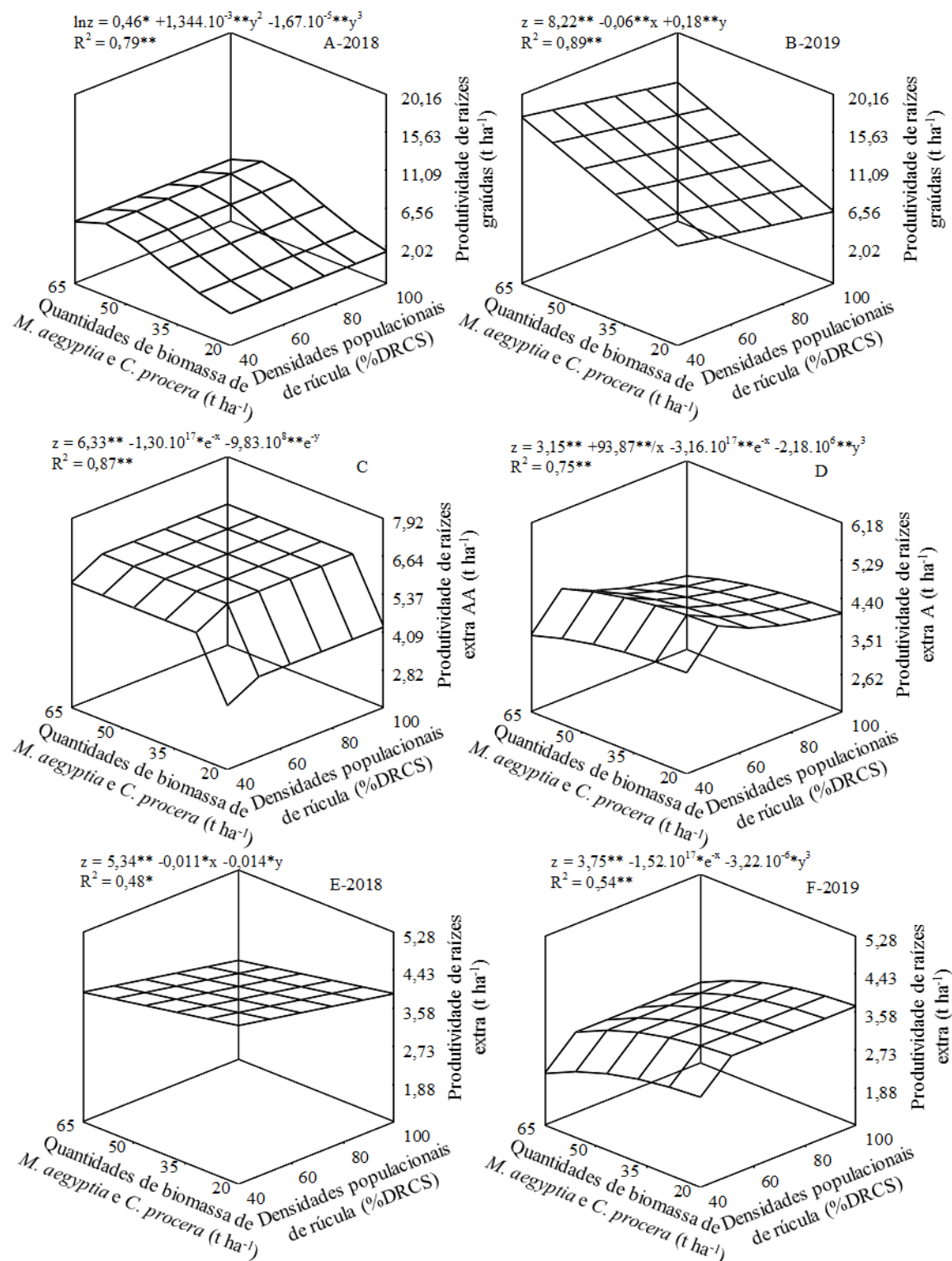
Fonte: Elaborado pelo autor.



Para a massa seca da parte aérea de beterraba em 2019, pode-se inferir que o maior sombreamento imposto pelo aumento do número de plantas de rúcula na área impactou negativamente a fotossíntese e, conseqüentemente, permitiu que a massa seca da parte aérea de beterraba atingisse o máximo em uma população mais baixa. O sombreamento reduz a produção de massa seca, pois causa deficiência na translocação dos fotoassimilados, conforme relatado por Paciullo et al. (2011). Portanto, a produção máxima de massa seca da beterraba foi alcançada na menor densidade de rúcula testada. Em sistemas consorciados, onde as condições nutricionais do solo são adequadas ao cultivo, a competição por luz pode ser mais intensa, e o uso de densidades mais elevadas pode aumentar a competição por esse recurso natural (GEBRU, 2015; NASCIMENTO et al., 2018).

O aumento da produtividade com as quantidades equitativas dos adubos verdes se deve, em parte, à maior disponibilidade de nutrientes, principalmente N, P e K liberados pelos adubos verdes (BATISTA et al., 2016), bem como pela melhoria nas características químicas e físico-químicas do solo obtidas pela adição dessas quantidades crescentes de adubos verdes. De acordo com Fontanétti et al. (2006), a absorção de nutrientes decorrentes da mineralização desses adubos verdes pelas hortaliças depende, em grande medida, da sincronia entre a decomposição e mineralização dos resíduos vegetais e do momento de maior necessidade pela cultura.

Uma superfície de resposta foi ajustada para as produtividades de raízes extras AA (PEAA) e extra A (PEA), onde os valores máximos obtidos nessas variáveis foram 6,33 e 5,25 t ha<sup>-1</sup> nas combinações de quantidades de biomassa dos adubos verdes e densidades populacionais de rúcula de 65 e 83, e 20 t ha<sup>-1</sup> e 43% da DRCS, respectivamente (Figuras 5C e 5D). Esse aumento de produtividade deve-se também ao aumento da densidade populacional até determinada densidade, onde há diminuição dessas produtividades (raízes extras AA e extra A), devido à competição excessiva que se estabelece entre as culturas componentes do sistema de cultivo.



**Figura 5** – Produtividade de raízes graúdas (A e B), extra AA (C), extra A (D) e extra (E e F) de beterraba consorciada com rúcula em bicultivo em diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de rúcula nos anos agrícolas de 2018 e 2019.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Houve interações significativas entre sistemas de cultivos e anos de cultivos para as características agronômicas avaliadas na beterraba, exceto para a massa seca da parte aérea, produtividade de raízes graúdas e produtividade de raízes extra AA (Tabela 5). Estudando os anos de cultivos dentro do consórcio, o ano de 2019 destacou-se do ano de 2018 em termos de altura de planta e produtividade comercial, ao passo que relativamente à produtividade de raízes extras o comportamento se inverteu. Não foram observadas diferenças entre os anos de cultivos na produtividade de raízes extra A. Por outro lado, dentro do monocultivo, o ano de 2018 diferiu de 2019 na altura de plantas e produtividade comercial, ao passo que na produtividade de raízes extra A e extra o comportamento se inverteu (Tabela 5).

Estudando os sistemas de cultivos dentro dos anos de cultivos, verificou-se que no ano de 2019 o sistema consorciado não diferiu do monocultivo na altura de plantas, na produtividade comercial e na produtividade de raízes extras de beterraba; entretanto, na produtividade de raízes extra A foi superado pela monocultura (Tabela 5). Em 2018, o monocultivo destacou-se do consórcio em termos de altura de plantas e produtividade comercial de raízes, ao passo que no caso de produtividade de raízes extra o comportamento se inverteu. Não houve diferença significativa entre os sistemas de cultivos na produtividade de raízes extras A em 2018.

Na produtividade de raízes graúdas e extra AA, o monocultivo destacou-se do consórcio, porém na massa seca da parte aérea não houve diferença significativa entre os sistemas de cultivos (Tabela 5).

O aumento da produtividade com a adição dos adubos verdes deve ser evidenciado pela complementaridade nutricional proporcionada pelas duas espécies por meio da ciclagem de nutrientes (FAVACHO et al. 2017). A maior produtividade de raízes graúdas foi alcançada pela combinação da maior quantidade de biomassa de adubos verdes com a maior densidade populacional de rúcula testada em 2018 e com a menor densidade de rúcula em 2019. Isso mostra que a competição interespecífica não foi afetada pela densidade populacional, permitindo que a maior produtividade de raízes graúdas seja alcançada na maior quantidade de adubos verdes incorporados.

### 3.3 ÍNDICES AGROECONÔMICOS

Interações significativas entre os fatores de produção estudados, quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de rúcula não foram registradas para os índices agroeconômicos índice de produtividade do sistema (IPS), coeficiente equivalente de terra (CET) e razão de equivalência monetária (REM) (Tabela 6).

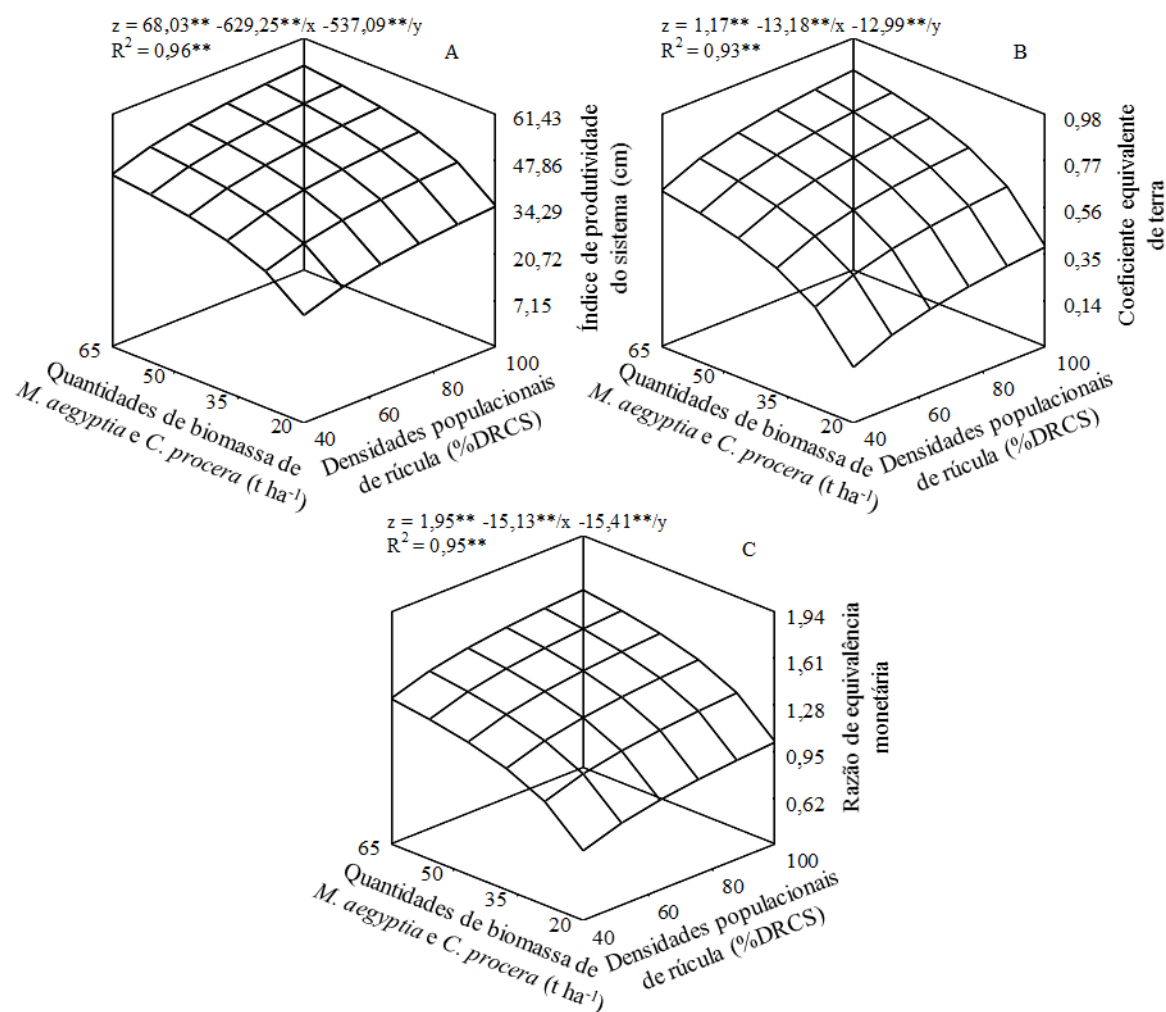
**Tabela 6** – Valores de F para índice de produtividade do sistema (IPS), coeficiente equivalente de terra (CET) e razão de equivalência monetária (REM) de beterraba consorciada com rúcula em diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de rúcula.

Fontes de variação	IPS	CET	REM
Blocos	0,45 <sup>ns</sup>	1,33 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>
Quantidades de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> (A)	21,47**	14,33**	16,02**
Densidades populacionais de rúcula (D)	84,72**	77,60**	90,66**
A x D	1,23 <sup>ns</sup>	1,41 <sup>ns</sup>	1,32 <sup>ns</sup>
CV (%)	10,67	15,70	7,92

Fonte: Elaborado pelo autor.

\*\* =  $P < 0.01$ ; ns =  $P > 0.05$ .

No entanto, uma superfície de resposta foi ajustada para cada índice agroeconômico (Figura 6). Os valores máximos alcançados para IPS, CET e REM foram de 53,47 t ha<sup>-1</sup>, 0,84 e 1,56 na combinação de quantidade equitativa de biomassa dos adubos verdes e densidades populacionais de rúcula de 65 t ha<sup>-1</sup> e 100% da DRCS, respectivamente (Figuras 6A, 6B e 6C).



**Figura 6** – Índice de produtividade do sistema (A), coeficiente equivalente de terra (B) e razão de equivalência monetária (C) de beterraba consorciada com rúcula em bicultivo em função de diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de rúcula.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses resultados também indicam que o uso de altas densidades populacionais da cultura da rúcula (cultura secundária) não resultou em efeito negativo no sistema consorciado com a beterraba, principalmente em termos de pressão competitiva por radiação solar, nutrientes e outros recursos ambientais. Sabe-se que a população de plantas em sistemas consorciados depende do tipo e do hábito de crescimento das culturas, da fertilidade do solo, da precipitação e de outras necessidades de crescimento das culturas (BALASUBRAMANIYAN; PALANIAPPAN, 2001). No caso em estudo, a arquitetura e a morfologia das culturas da beterraba e da rúcula são completamente

diferentes no que diz respeito à demanda de recursos ambientais, visto que há demanda em diferentes tempos e espaços ocupados.

Dessa forma, os índices agroeconômicos obtidos devido às quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em parte se deveram ao bom suporte nutricional proporcionado pelos adubos verdes, que foram capazes de atender de forma eficiente as necessidades das culturas, razão pela qual expressaram seu potencial produtivo em situação de alta densidade. Sabe-se que adubos verdes, provenientes de biomassa de plantas regionais ou não, aumentam não só a matéria orgânica e o teor de nutrientes do solo, mas melhoram a estrutura, aeração e capacidade de armazenamento de água no solo, contribuindo para as propriedades químicas, físicas e biológicas do solo (SILVA et al., 2020). De acordo com Tivelli et al. (2010), os adubos verdes também podem fornecer ciclagem de nutrientes no solo, trazendo nutrientes que estão em maior profundidade para a superfície.

O alto valor de IPS ( $53,47 \text{ t ha}^{-1}$ ) obtido na combinação de  $65 \text{ t ha}^{-1}$  dos adubos verdes com 100% da DRCS da rúcula demonstra a eficiência agrônômica do sistema consorciado de beterraba com rúcula nesta combinação em relação ao sistema de monocultivo dessas culturas. Da mesma forma, o alto valor do CET (0,84) obtido expressou essa mesma eficiência agrônômica do consórcio dessas duas hortaliças nessa mesma combinação de fatores de tratamento. De acordo com Diniz et al. (2017), quando o valor do CET é maior que 0,25 o sistema consorciado apresenta vantagem de produção em comparação ao monocultivo das culturas.

Além disso, é possível observar também pelo valor da REM (1,56) que a eficiência agrônômica do consórcio de beterraba e rúcula foi traduzida em termos econômicos pela REM. Quando a REM é maior que 1,0, os sistemas consorciados são considerados mais lucrativos do que os monocultivos (AFE; ATANDA, 2015). Essa superioridade da REM pode ser atribuída à natureza complementar das culturas envolvidas.

Os resultados obtidos por Guerra et al. (2021) corroboram com os obtidos nesta pesquisa, pois ao consorciar beterraba com diferentes densidades populacionais de alface, na mesma região desta pesquisa, obtiveram valores de  $\text{IPS} = 32,75 \text{ t ha}^{-1}$ ,  $\text{CET} = 0,75$  e  $\text{REM} = 1,55$ , na combinação de quantidade equitativa de biomassa dos adubos verdes de  $65 \text{ t ha}^{-1}$  com densidade populacional de 300 mil plantas por hectare de alface.

#### 4 CONCLUSÃO

Portanto, podemos inferir que a tecnologia proveniente de quantidades de *M. aegyptia* e *C. procera* do bioma Caatinga é viável para a produção de beterraba e rúcula em sistema consorciado no semiárido. Assim, com manejos adequados de sistemas consorciados de hortaliças tuberosas com hortaliças folhosas, os produtores podem obter alta produção do sistema e otimizar os rendimentos das culturas componentes por área plantada, além de realizar manejos benéficos em todos os aspectos para o solo e meio ambiente, bem como para obtenção de alta rentabilidade econômica dos sistemas consorciados.

A produção comercial máxima otimizada de rúcula e de raízes de beterraba no sistema consorciado foi de 9,65 e 23,20 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, na quantidade de 65 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* com densidade de 100% da DRSC. As produtividades otimizadas máximas de raízes graúdas, extra AA e extra foram de 10,28; 6,33 e 4,12 t ha<sup>-1</sup> obtidos na quantidade de 65 t ha<sup>-1</sup> de biomassa dos adubos verdes e nas densidades populacionais de rúcula de 85; 82 e 40% da DRSC, respectivamente.

As maiores vantagens agroeconômicas do consórcio de beterraba com rúcula foram obtidas com IPS de 53,47 t ha<sup>-1</sup>, CET de 0,84 e REM de 1,56, respectivamente, na combinação de 65 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* com densidade populacional de rúcula de 100% da DRCS.

## 5 REFERÊNCIAS

AFE, A. I.; ATANDA, S. Percentage yield difference, an index for evaluating intercropping efficiency. **American Journal of Experimental Agriculture**, v. 5, n. 5, p. 459-465, 2015.

ALVARES, C. A.; STAPE, J. L.; SENTELHA, P. C.; GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Köppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711-728, 2014.

ANDRADE FILHO, F. C.; OLIVEIRA, E. Q.; LIMA, J. S. S.; MOREIRA, J. N.; SILVA, I. N.; LINS, H. A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; BARROS JUNIOR, A. P.; BEZERRA NETO, F. 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**, v. 52, n. 1, p. 210-224, 2020.

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

BATISTA, T. M. V.; BEZERRA NETO, F.; PORTO, V. C. N.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SILVA, I. N.; SILVA, M. L.; LIMA, J. S. S.; OLIVEIRA, E. Q. 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**, v. 67, p. 458-465, 2016.

BEZERRA NETO, F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; NEGREIROS, M. Z.; OLIVEIRA, E. Q.; SILVEIRA, L. M.; CÂMARA, M. J. T. Associação de densidades populacionais de cenoura e alface no desempenho agrônômico da cenoura em cultivo consorciado em faixa. **Horticultura Brasileira**, v. 23, n. 2, p. 233-237, 2005.

DINIZ, W. J. S.; SILVA, T. G. F.; FERREIRA, J. M. S.; SANTOS, D. C.; MOURA, M. S. B.; ARAÚJO, G. G. L.; ZOLNIER, S. Forage cactus-sorghum intercropping at different irrigation water depths in the Brazilian semiarid region. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 52, n. 9, p. 724-733, 2017.



FAVACHO, F. S.; LIMA, J. S. S.; BEZERRA NETO, F.; SILVA, J. N.; BARROS JÚNIOR, A. P. Productive and economic efficiency of carrot intercropped with cowpea-vegetable resulting from green manure and different spatial arrangements. **Revista Ciência Agronômica**, v. 48, n. 2, p. 337-346, 2017.

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

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

FONTANÉTTI, A.; CARVALHO G. J.; GOMES, L. A. A.; ALMEIDA, K.; MORAES, S. R. G.; TEIXEIRA, C. M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 2, p. 146-150, 2006.

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

GUERRA, N. M.; BEZERRA NETO, F.; LIMA, J. S. S.; SANTOS, E. C.; NUNES, R. L. C.; PORTO, V. C. N.; QUEIROGA, R. C. F.; LINO, V. A. S.; SÁ, J. M. Productive and agro-economic benefits in beet-lettuce intercropping under organic manuring and population densities. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 4, p. 1-25, 2021.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados meteorológicos**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2019. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br>. Acesso em: 10 mai. 2020.

LINHARES, P. C. F.; PEREIRA M. F. S.; ASSIS, J. P.; BEZERRA, A. K. H. Amounts and times of decomposition of scarlet starglory on agronomic performance of cilantro. **Ciência Rural**, v. 42, n. 2, p. 243-248, 2012.

MORGADO, L. B.; WILLEY, R. W. Optimum plant population for maize-bean intercropping system in the Brazilian semi-arid region. **Scientia Agricola**, v. 65, n. 5, p. 474-480, 2008.

MORAES, E. C.; LIMA, J. S. S.; BEZERRA NETO, F.; LINHARES, P. C. A.; COSTA, A. P.; CRISPIM, J. F.; ANDRADE, L. I. F.; RODRIGUES, G. S. O. Effects of different roostertree (*Calotropis procera*) amounts and spatial arrangements on the performance of the beet-cowpea intercropping system. **Australian Journal of Crop Science**, v. 13, n. 4, p. 486-493, 2019.

NASCIMENTO, C. S.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CORTEZ, J. W. M.; NASCIMENTO, C. S.; BEZERRA NETO, F., GRANGEIRO, L. C. Effect of population density of lettuce intercropped with rocket on productivity and land-use efficiency. **Plos One**, v. 13, n. 4, p. 1-14, 2018.

OLIVEIRA, K. J. B.; LIMA, J. S. S.; SOARES A. P. S.; BEZERRA NETO, F.; LINHARES, P. C. A. Produção agroeconômica da rúcula fertilizada com diferentes quantidades de *Calotropis procera*. **Terceiro incluído**, v. 5, n. 2, p. 373-384, 2015a.

OLIVEIRA, L. A. A.; BEZERRA NETO, F.; SILVA, M. L.; OLIVEIRA, O. F. N.; LIMA, J. S. S.; BARROS JÚNIOR, A. P. Viabilidade agronômica de policultivos de rúcula/cenoura/alface sob quantidades de flor-de-seda e densidades populacionais. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 116-126, 2015b.

OLIVEIRA, L. J.; BEZERRA NETO, F.; LIMA, J. S. S.; OLIVEIRA, E. Q.; MOREIRA, J. N.; SILVA, I. N. Viability of polycultures of arugula-carrot-coriander fertilized with hairy woodrose under different population densities. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 9, p. 611-617, 2017.

OLIVEIRA NETO, D. H.; CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B.; GUERRA, J. G. M.; CEDDIA, M. B. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo da beterraba orgânica sob cobertura morta de leguminosa e gramínea. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 330-334, 2011.

OSANI, T. O.; ALIYU, I. G. Effect of row arrangements on sorghum-cowpea intercrops in the semiarid savannah of Nigeria. **International Journal of Agriculture and Biology**, v. 12, n. 1, p. 137-140, 2010.

PACIULLO, D. S. C.; GOMIDE, A. M.; CASTRO, C. R. T.; FERNANDES, P. B.; MÜLLER, M. D.; PIRES, M. F. A.; FERNANDES, E. N.; XAVIER, D. F. Características produtivas e nutricionais do pasto em sistemas agrossilvipastoril, conforme a distância das árvores. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, n. 10, p. 1176-1183, 2011.

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

RAMOS, J. A.; VIEITES, R. L.; DAIUTO, É. R.; FURLANETO, K. A.; MENDONÇA, V. Z. Modificação da composição físico-química de beterrabas submetidas a diferentes tipos de corte e métodos de cocção. **Energia na Agricultura**, v. 31, p. 108-120, 2016.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. Á.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; ALMEIDA, J. A.; ARAÚJO FILHO, J. C.; OLIVEIRA, J. B.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 2018.

SILVA, M. G.; SHARMA, R. D.; JUNQUEIRA, A. M. R.; OLIVEIRA, C. M. Efeito da solarização, adubação química e orgânica no controle de nematoides em alface sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 4, p. 489-494, 2006.

SILVA, M. L.; BEZERRA NETO, F.; LINHARES, P. C. F.; SÁ, J. R.; LIMA, J. S. S.; BARROS JÚNIOR, A. P. Produção de beterraba fertilizada com jitrana em diferentes doses e tempos de incorporação ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 8, p. 801-809, 2011.

SILVA, I. N.; BEZERRA NETO, F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; LIMA, J. S. S.; BATISTA, T. M. V.; LINS, H. A. Green manure and spatial arrangement in the

sustainability improvement of lettuce-beet intercrops. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 7, p. 451-457, 2018.

SILVA, J. N.; BEZERRA NETO, F.; LIMA, J. S. S.; SANTOS, E. C.; NUNES, R. L. C.; CHAVES, A. P. Production and benefits in carrot and vegetable cowpea associations under green manuring and spatial arrangements. **Revista Ciência Agronômica**, v. 51, n. 4, p. 1-11, 2020.

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

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

TIVELLI, S. W.; PURQUEIRO, L. F. V.; KANO, C. Adubação verde e plantio direto em hortaliças. **Pesquisa & Tecnologia**, v. 7, n. 1, p. 1-7, 2010.

## CAPÍTULO 2 - RETORNO BIOECONÔMICO EM CONSÓRCIO DE BETERRABA E RÚCULA SOB DENSIDADE POPULACIONAL E ADUBAÇÃO VERDE EM AMBIENTE SEMIÁRIDO

**RESUMO:** O sucesso de sistemas consorciados com hortaliças em região semiárida depende do tipo de cultura cultivada e do manejo adequado de fatores de produção como adubação e densidade populacional das culturas componentes, dentre outros. A viabilidade econômica desses sistemas se dá pela diversificação da produção, além de melhor produção por unidade de área. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar se há retorno bioeconômico em consórcio beterraba-rúcula, em diferentes quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* (20, 35, 50 e 65 t ha<sup>-1</sup> em base seca) e em diversas densidades populacionais de rúcula (40, 60, 80 e 100% daquela densidade recomendada para o cultivo solteiro - DRCS), combinadas com 100% da DRCS da beterraba em dois anos de cultivos. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4 x 4, onde o primeiro fator foram as quantidades de biomassa dos adubos verdes, e as densidades populacionais de rúcula foram o segundo fator. Foram avaliados os seguintes índices e indicadores bioeconômicos: relação equivalente de terra (RET), vantagem do consórcio (VC), perda de rendimento real (PRR), índice de eficiência produtiva (IEP), escore da variável canônica (Z), índice de superação da beterraba (IS<sub>b</sub>), índice de superação da rúcula (IS<sub>r</sub>), razão competitiva (RC), renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL). Os maiores retornos bioeconômicos do consórcio beterraba-rúcula foram obtidos com a RET de 1,87, VC de 7,44, PRR de 1,90, IEP de 0,98, Z de 2,52, RB de 85.827,79 R\$ ha<sup>-1</sup>, RL de 65.425,01 R\$ ha<sup>-1</sup>, TR de R\$ 4,24 para cada real investido e IL de 77,02%, respectivamente, na combinação de 65 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidade populacional de rúcula de 100% da DRCS, correspondendo à densidade de 1 milhão de plantas por hectare.

**Palavras-chave:** *Beta vulgaris*. *Eruca sativa*. *Merremia aegyptia*. *Calotropis procera*. Viabilidade econômica.

## CHAPTER 2 – BIOECONOMIC RETURN IN BEET AND ROCKET INTERCROPPING UNDER POPULATION DENSITY AND GREEN FERTILIZING IN SEMI-ARID ENVIRONMENT

**ABSTRACT:** The success of intercropping systems with vegetables in semiarid region depends on the type of crops grown and the appropriate management of production factors such as fertilization, population density of component crops, among others. Therefore, the aim of this work was to assess whether there is bioeconomic return in beet-arugula intercropping, in different equitable amounts of *M. aegyptia* and *C. procera* biomass (20, 35, 50 and 65 t ha<sup>-1</sup> on base dry) and in diverse rocket population densities (40, 60, 80 and 100% of that recommended density for single crop - RDSC), combined with 100% of the RDSC for beet in two cropping years. The following bioeconomic indexes and indicators were evaluated: land equivalent ratio (LER), intercropping advantage (IA), actual yield loss (AYL), productive efficiency index (PEI), score of the canonical variable (Z), aggressivity (Ab and Aa), competitive ratio (CR), gross income (GI), net income (NI), rate of return (RR) and profit margin (PM). The greatest bioeconomic returns of the beet-arugula intercropping were obtained with an LER of 1.87, IA of 7.44, AYL of 1.90, PEI of 0.98, Z of 2.52, GI of 85,827.79 R\$ ha<sup>-1</sup>, NI of 65,425.01 R\$ ha<sup>-1</sup>, RR of R\$ 4.24 for each real invested, and PM of 77.02%, respectively, in the combination of 65 t ha<sup>-1</sup> of *M. aegyptia* and *C. procera* biomass and arugula population density of 100% of the RDSC, corresponding to the density of 1 million plants per hectare.

**Keywords:** *Beta vulgaris*. *Eruca sativa*. *Merremia aegyptia*. *Calotropis procera*. Economic viability.

## 1 INTRODUÇÃO

O sucesso de sistemas de cultivos consorciados com hortaliças em região semiárida depende do tipo de culturas cultivadas e do manejo adequado em fatores de produção tais como: adubação, densidades populacionais das culturas componentes, arranjos de plantio, dentre outros. Sabe-se que a beterraba e a rúcula são duas culturas saudáveis de valor econômico, social e nutricional, consideradas companheiras, ou seja, quando cultivadas juntas ou próximas uma da outra se ajudam e se beneficiam, não apenas na ocupação do espaço, como também possibilitando maior aproveitamento da área de cultivo, aumentando a umidade do solo devido à maior cobertura e sombreamento da terra, diminuindo as perdas de água (GRANGEIRO et al., 2007; MEIRA et al., 2012).

Portanto, consorciar plantas companheiras como a tuberosa beterraba e a folhosa rúcula é uma ótima maneira de contribuir para a maior diversificação biológica do ambiente e maior produtividade das culturas por área plantada (ANDRADE FILHO et al., 2020). Esse consórcio permite otimizar a utilização dos recursos ambientais, como nutrientes, água e radiação solar, uma vez que essas espécies hortícolas possuem diferentes portes e ciclos de crescimento. Dessa forma, as hortaliças companheiras não competem tanto por nutrientes, espaço e luz e não têm efeitos tóxicos (alelopáticos) umas sobre as outras.

Dentre os principais desafios para a obtenção de sistemas consorciados de hortaliças de alta produtividade e eficiência econômica em região semiárida está a escolha adequada do tipo de adubo a ser utilizado. Pesquisas têm mostrado que espécies espontâneas do bioma Caatinga, como *Merremia aegyptia* e *Calotropis procera*, têm sido utilizadas com sucesso como adubo verde em sistemas consorciados de hortaliças (SÁ et al., 2021; GUERRA et al., 2021). Essas espécies estão adaptadas às condições edafoclimáticas da região semiárida do nordeste brasileiro, além de apresentarem alta produção de fitomassa, rápido crescimento e estreita relação C/N (BATISTA et al., 2016).

Outro fator de considerável importância para o sucesso do sistema consorciado é a densidade de plantio, que influencia diretamente no crescimento e desenvolvimento das culturas componentes e na produtividade do sistema, por meio das competições intra e interespecíficas pelos recursos ambientais (CHAVES et al., 2020). Estudos sobre densidades de plantio em sistemas consorciados geralmente são projetados em parte

para melhorar a produtividade do sistema e fornecer uma racionalização dos tratos culturais necessários. No entanto, as culturas aumentam sua produtividade até certa densidade, após isso o limite é alcançado, e a competição por área e os nutrientes desempenham um papel importante, resultando em taxas fotossintéticas e concentrações de nutrientes reduzidas, com potenciais consequências negativas para o crescimento das plantas, produtividade das culturas e qualidade dos produtos (STRASSBURGER et al., 2010; RIBEIRO et al., 2017).

Pesquisas realizadas na tentativa de recomendar sistemas consorciados com culturas companheiras sugerem que se avaliem esses sistemas a partir de índices agronômicos e indicadores econômicos em função dos fatores tratamentos testados no estudo com o intuito de indicar sua (in)viabilidade agroeconômica. Dentre esses índices e indicadores usados estão: razão equivalente de terra – RET (SILVA et al., 2018), perda de rendimento real – PRR (CECÍLIO FILHO et al., 2015), vantagem do consórcio – VC (GEBRU, 2015), índice de eficiência produtiva – IEP e escore da variável canônica – Z (BEZERRA NETO et al., 2010), índices de superação das culturas – IS (CECÍLIO FILHO et al., 2015), razão competitiva – RC (PINTO et al., 2012), rendas bruta e líquida (RB e RL), taxa de retorno – TR e índice de lucratividade – IL (SILVA et al., 2017). Oliveira et al. (2017), trabalhando com o policultivo rúcula, cenoura e alface associados em faixas em função de diferentes quantidades do adubo verde *M. aegyptia* em diferentes proporções das culturas componentes, obtiveram maior viabilidade e eficiência agroeconômica do sistema consorciado quando incorporou ao solo 25 t ha<sup>-1</sup> do adubo verde na proporção de densidade populacional de rúcula (R), cenoura (C) e alface (A) de 50R-50C-50A% da densidade recomendada em cultivo solteiro - DRCS.

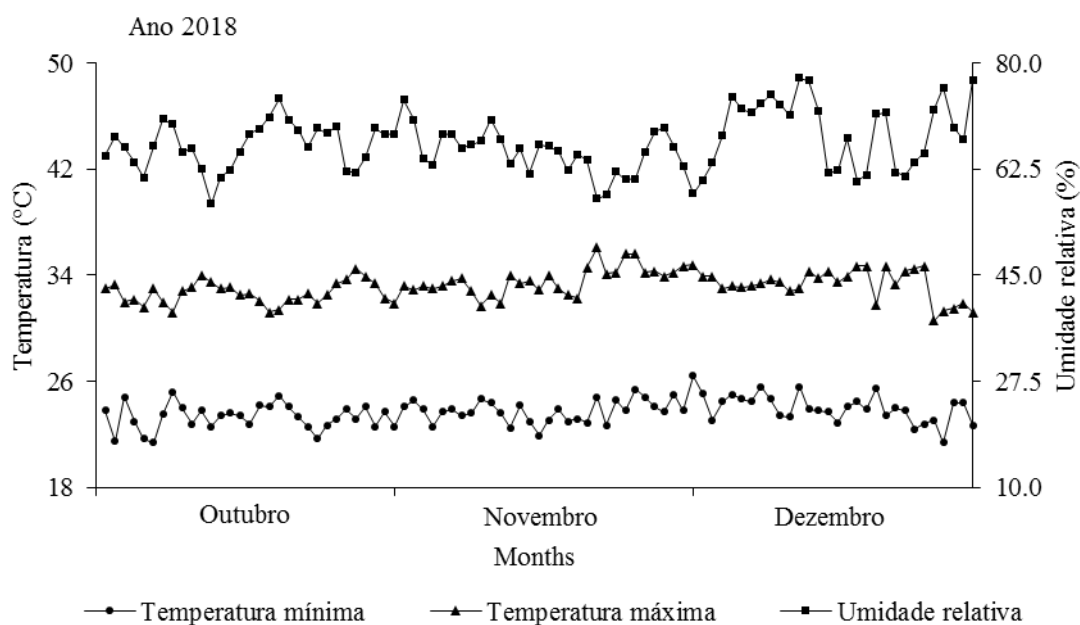
Com o intuito de averiguar se há viabilidade e eficiência bioeconômica em consórcio de beterraba e rúcula quando adubado com espécie do bioma Caatinga em ambiente semiárido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar se há retorno bioeconômico em consórcio de beterraba com rúcula em bicultivo, em função de diferentes quantidades equitativas de biomassa dos adubos verdes *M. aegyptia* e *C. procera* e diversas densidades populacionais de rúcula em dois anos de cultivos em ambiente semiárido.

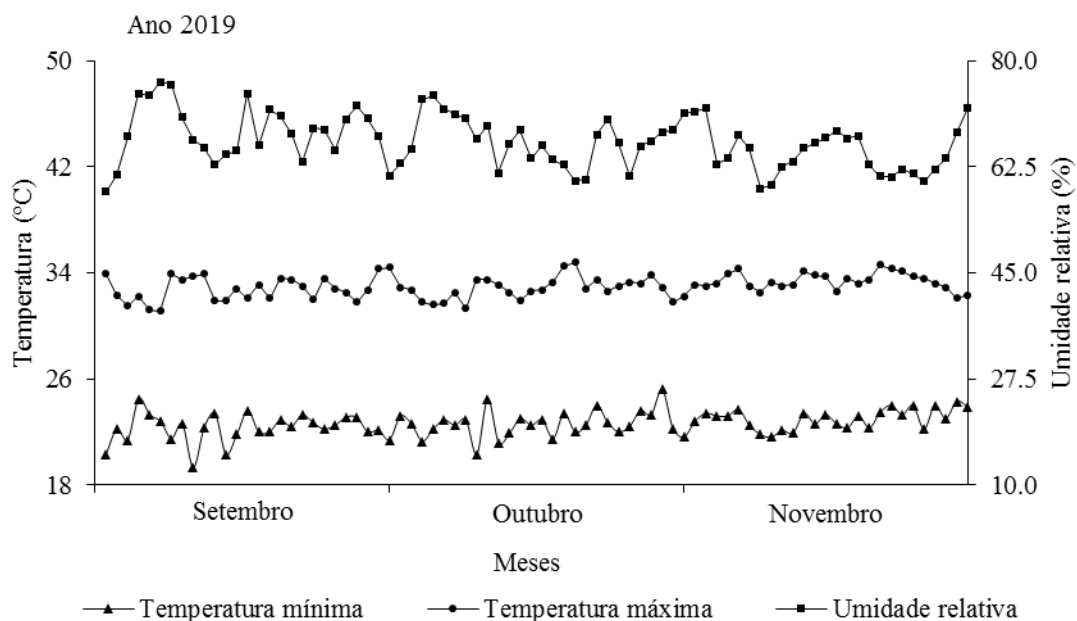


## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 LOCALIZAÇÃO, CLIMA E SOLO

Os experimentos de campo foram conduzidos na Fazenda Experimental 'Rafael Fernandes' da Universidade Federal do Semi-Árido (UFERSA), localizada no distrito de Lagoinha, distante 20 km do município de Mossoró, RN ( $5^{\circ}03'37''$  S,  $37^{\circ}23'50''$  W Gr, 18 m de altitude), sendo o primeiro realizado no período de outubro a dezembro de 2018 e o segundo no período de setembro a novembro de 2019. O clima da região, segundo a classificação de Köppen, é 'BSh', seco e muito quente, com duas estações: uma estação seca, que geralmente ocorre de junho a janeiro e a outra chuvosa, de fevereiro a maio (ALVARES et al., 2014). Durante o período experimental dos anos de 2018 e 2019, as temperaturas médias foram de 28,18 e 26,79 °C, as umidades relativas do ar médias foram de 66,74 e 67,39%, respectivamente. Não houve registro de pluviosidade em ambos os períodos experimentais (INMET, 2019). A Figura 7 mostra a os valores diários de temperaturas mínimas e máximas e umidade relativa de cada ano de cultivo da beterraba e rúcula consorciada.





**Figura 7** – Dados climáticos provenientes do Instituto Nacional de Meteorologia durante o período experimental nos anos agrícolas de 2018 e 2019.  
Fonte: Elaborado pelo autor.

Os solos das áreas experimentais foram classificados como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico de textura franco-arenosa (SANTOS et al., 2018). Em cada área experimental, foram coletadas amostras simples de solo da camada superficial de 0-20 cm, em seguida homogeneizadas para obtenção de uma amostra composta representativa da área. Posteriormente, foram enviadas para o Laboratório de Análises de Água, Solos e Plantas do Departamento de Ciências Ambientais da UFERSA para análises químicas, cujos resultados estão descritos na Tabela 7.

**Tabela 7** – Resultado das análises químicas dos solos nas áreas experimentais antes da incorporação dos adubos verdes nos anos de 2018 e 2019.

Solo das áreas de cultivos	N g kg <sup>-1</sup>	pH (água)	CE dS m <sup>-1</sup>	MO g kg <sup>-1</sup>	P K Na			Ca Mg		Cu	Fe	Mn	Zn
					mg dm <sup>-3</sup>			cmol <sub>c</sub> dm <sup>-3</sup>					
Solo 2018	0,35	8,10	0,24	4,97	22,8	64,7	32,7	3,28	0,78	0,10	1,91	11,67	2,63
Solo 2019	0,28	7,10	0,10	5,27	22,0	69,5	26,7	2,70	0,50	0,24	2,10	12,17	5,27

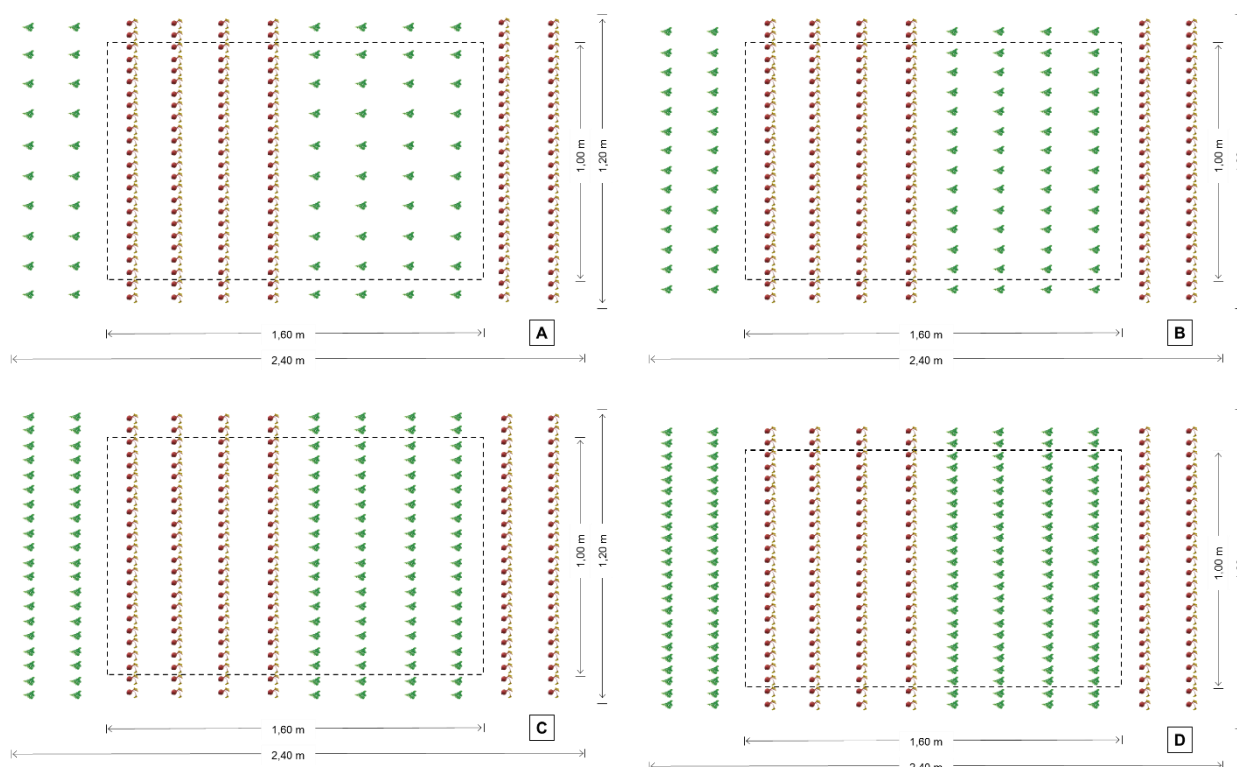
Fonte: Elaborado pelo autor.

## 2.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTOS

O delineamento experimental utilizado em ambos os experimentos foi em blocos completos ao acaso, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 4, com 4

repetições, sendo o primeiro fator constituído pelas quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procer*a (20, 35, 50 e 65 t ha<sup>-1</sup> em base seca) e o segundo fator, pelas densidades populacionais de rúcula (40, 60, 80 e 100% da densidade recomendada para o cultivo solteiro - DRCS). As densidades populacionais recomendadas para o cultivo solteiro da beterraba e da rúcula na região são de 500.000 e 1.000.000 plantas ha<sup>-1</sup>, respectivamente (SILVA et al., 2011; LIMA et al., 2014). Em cada bloco, foram plantadas parcelas solteiras de beterraba e de rúcula adubadas com quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procer*a otimizadas pela pesquisa para obtenção dos índices agrônômicos e econômicos dos sistemas consorciados.

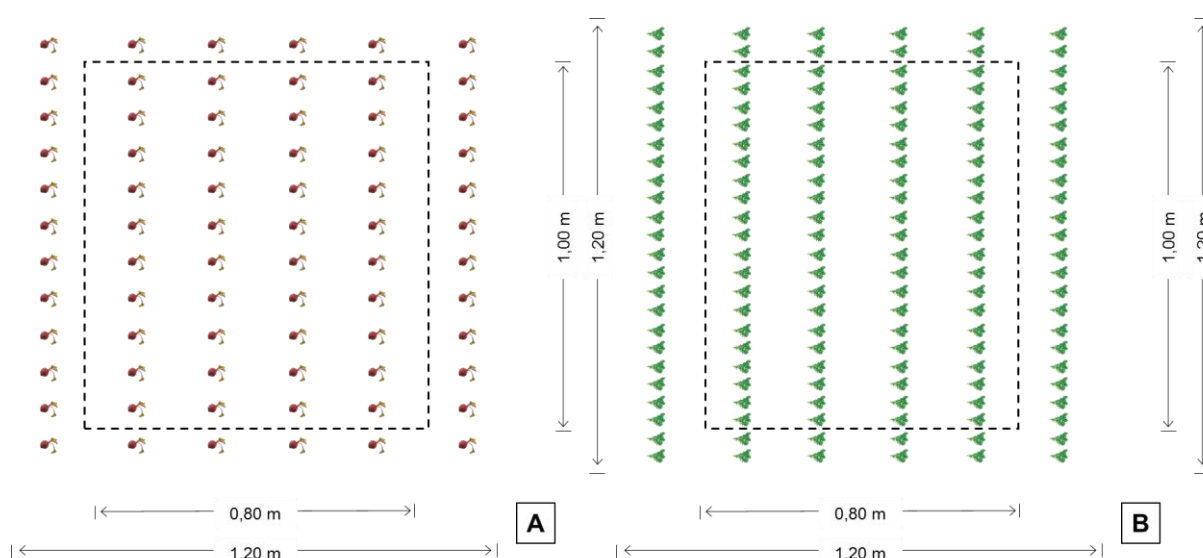
O cultivo consorciado da beterraba com a rúcula foi estabelecido em faixas alternadas na proporção de 50% da área cultivada com beterraba e 50% da área cultivada com rúcula. Em cada parcela experimental as faixas alternadas foram constituídas de quatro fileiras, ladeadas por duas fileiras de rúcula por um lado e duas fileiras de beterraba pelo outro lado, usadas como bordaduras (Figure 8). A área total de cada parcela foi de 2,88 m<sup>2</sup> (2,40 x 1,20 m), com área útil de 1,60 m<sup>2</sup> (1,60 x 1,00 m), constituída de duas faixas centrais de plantas, excluindo-se as primeiras e as últimas plantas de cada fileira das faixas usadas também como bordaduras.



**Figura 8** – Representação das parcelas experimentais do consórcio de beterraba na população de 500 mil plantas  $ha^{-1}$  consorciada com rúcula nas densidades populacionais de 40, 60, 80 e 100% da DRCS.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os cultivos solteiros das hortaliças foram plantados em seis linhas cada, em uma área total de  $1,44 m^2$  ( $1,20 \times 1,20 m$ ), com área útil de  $0,80 m^2$  ( $0,80 \times 1,00 m$ ), onde a beterraba foi plantada no espaçamento de  $0,20 \times 0,10 m$  e a rúcula no espaçamento de  $0,20 \times 0,05 m$ . A área de colheita foi composta pelas quatro fileiras de plantas centrais, excluindo a primeira e a última planta de cada fileira, utilizadas como bordaduras (Figura 9).



**Figura 9** – Representação das parcelas experimentais do monocultivo nas densidades de 500.000 (A) e 1.000.000 (B) de plantas por hectare para beterraba e rúcula.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Esses cultivos solteiros da beterraba e da rúcula têm importância capital na avaliação dos índices e indicadores de eficiência agroeconômica dos sistemas consorciados. Os espaçamentos das plantas de beterraba e da rúcula utilizados tanto no consórcio quanto no cultivo solteiro estão apresentados na Tabela 8.

**Tabela 8** – Descrição das densidades populacionais de beterraba e rúcula usadas no consórcio e no monocultivo, com seus respectivos espaçamentos.

Densidades populacionais das culturas em consórcio (mil plantas $ha^{-1}$ )		Espaçamento (m)	
Beterraba	Rúcula	Beterraba (1 planta por cova)	Rúcula (2 plantas por cova)
500	400 (40% DRCS)	$0,20 \times 0,05$	$0,20 \times 0,120$

500	600 (60% DRCS)	0,20 x 0,05	0,20 x 0,085
500	800 (80% DRCS)	0,20 x 0,05	0,20 x 0,062
500	1000 (100% DRCS)	0,20 x 0,05	0,20 x 0,050
<b>Densidade recomendada para o cultivo solteiro</b>			
<b>- DRCS (mil plantas ha<sup>-1</sup>)</b>			(1 planta por cova)
Beterraba	500 (100% DRCS)	0,20 x 0,10	
Rúcula	1000 (100% DRCS)		0,20 x 0,20

Fonte: Elaborado pelo autor.

### 2.3 CONDUÇÃO DE EXPERIMENTOS E MATERIAIS

O preparo do solo consistiu de aração e gradagem, seguido de levantamento dos canteiros com auxílio de um retrocavador. Após o preparo do solo, foi realizada solarização pré-plantio durante 30 dias com plástico transparente de 30  $\mu\text{m}$  (Vulca Brilho Bril Flex), seguindo metodologia recomendada por Silva et al. (2006), com a finalidade de reduzir a população de organismos fitopatogênicos presentes no solo, que pudessem vir a prejudicar a produtividade das culturas.

Os materiais utilizados como adubos verdes foram a jiterana (*M. aegyptia*) e a flor-de-seda (*C. procera*), coletadas da vegetação nativa em diversas localidades da zona rural do município de Mossoró, RN, antes do início de suas florações. Após as coletas, as plantas foram trituradas em fragmentos de dois a três centímetros, as quais foram desidratadas sob temperatura ambiente até atingir o teor de umidade de 10% e depois submetidas a análises em laboratório, cujas composições químicas obtidas estão descritas na Tabela 9.

**Tabela 9** – Composição química de macronutrientes presentes na matéria seca dos adubos verdes *M. aegyptia* e *C. procera* nos anos de cultivos de 2018 e 2019.

Adubos Verdes	N	P	-----g kg <sup>-1</sup> -----		
			K	Mg	Ca
<b>Ano 2018</b>					
<i>M. aegyptia</i>	16,60	2,79	37,80	7,07	19,35
<i>C. procera</i>	21,90	1,92	20,90	9,22	17,00
<b>Ano 2019</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

Fonte: Elaborado pelo autor.

Os materiais foram incorporados manualmente com o auxílio de enxadas, e a quantidade aplicada em cada parcela foi particionada em duas quantidades, tendo a

primeira metade da quantidade estudada, incorporada aos 20 dias antes da semeadura, e a outra metade incorporada aos 20 dias após a semeadura.

As cultivares de beterraba 'Early Wonder' e de rúcula 'Cultivada' foram plantadas em cada experimento nos anos de cultivos. Essas cultivares são as recomendadas pela pesquisa para plantio na região semiárida do nordeste brasileiro. No primeiro ano de cultivo, elas foram semeadas simultaneamente no dia 27 de setembro de 2018 e o segundo cultivo da rúcula no dia 27 de novembro, ao passo que no segundo ano de cultivo elas foram semeadas juntamente no dia 30 de agosto de 2019 e o segundo cultivo da rúcula no dia 23 outubro. A semeadura das cultivares foi feita em covas de aproximadamente 3 cm de profundidade, com três a quatro sementes por cova, e cobertas com substrato comercial para germinar. Aos dez e quatorze dias após a semeadura, foi realizado o desbaste na rúcula e na beterraba, deixando-se duas plantas por cova na rúcula e uma planta por cova na beterraba no sistema consorciado. No monocultivo da rúcula e da beterraba, deixou-se apenas uma planta por cova de cada cultura, com a finalidade de atingir a população recomendada.

Irrigações diárias foram realizadas em sistema de microaspersão, divididas em dois turnos (manhã e tarde). A quantidade de água fornecida foi determinada a partir do coeficiente da cultura da beterraba ( $K_c$  médio: 0,83) (OLIVEIRA NETO et al., 2011), com lâmina de irrigação de aproximadamente 8 mm dia<sup>-1</sup>. O controle de plantas daninhas foi realizado sempre que necessário, por meio de capina manual. Nenhum método químico de controle de pragas ou doenças foi necessário.

As colheitas da rúcula e da beterraba nos dois anos de cultivos foram realizadas aos 30 e 70 dias após o plantio (DAP), respectivamente. Após isso, tiveram continuidade as avaliações das características das culturas e dos índices do sistema.

## 2.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

As variáveis das culturas avaliadas nos sistemas consorciados foram a produtividade comercial de raízes de beterraba, quantificada pela massa fresca das raízes dos tipos graúda, extra AA, extra A e extra das plantas da área útil, expressa em t ha<sup>-1</sup> (HORTA et al., 2001), além do rendimento de massa verde de rúcula, quantificada pela massa fresca das folhas das plantas da área útil e expressa em t ha<sup>-1</sup>. A eficiência

agroeconômica dos sistemas consorciados de beterraba e rúcula foi determinada por meio dos seguintes índices e indicadores:

a) A relação equivalente de terra (RET) foi obtida pela seguinte expressão (SILVA et al., 2018):  $RET = P_{br1}/P_b + P_{br2}/P_b + P_{r1b}/P_{r1} + P_{r2b}/P_{r2}$ , onde  $P_{br1}$  e  $P_{br2}$  representa a produtividade da beterraba em consórcio com a rúcula no primeiro e segundo cultivo;  $P_b$  é a produtividade da beterraba em monocultivo;  $P_{r1b}$  e  $P_{r2b}$  são os rendimentos de massa verde da rúcula em consórcio com a beterraba em primeiro e segundo cultivo;  $P_{r1}$  e  $P_{r2}$  são os rendimentos de massa verde da rúcula em monocultivo no primeiro e segundo cultivo. Esse índice agrônômico é definido como a área relativa de terra em condições de plantio solteiro, que é requerida para proporcionar as produtividades alcançadas no consórcio. Quando a RET é maior que 1, o consórcio favorece o crescimento e a produtividade das culturas componentes. Quando a RET é menor que 1, o consórcio afeta negativamente o crescimento e a produtividade das culturas.

b) A perda de rendimento real (PRR) do sistema consorciado foi obtida pela seguinte expressão (CECÍLIO FILHO et al., 2015):  $PRR = PRR_b + PRR_r$ ;  $PRR_b = [(P_{br}/Z_{br})/(P_b/Z_b)] - 1$  e  $PRR_r = [(P_{rb}/Z_{rb})/(P_r/Z_r)] - 1$ , onde  $PRR_b$  e  $PRR_r$  são as perdas de rendimentos reais da beterraba e da rúcula,  $P_{rb}$  é o rendimento de massa verde da rúcula no consórcio com a beterraba e  $P_{br}$  é a produtividade comercial de raízes da beterraba no consórcio com a rúcula,  $P_r$  é o rendimento de massa verde da rúcula em monocultivo e  $P_b$  é a produtividade comercial de raízes da beterraba em monocultivo,  $Z_b$  e  $Z_r$  são as proporções de plantio de beterraba e da rúcula em monocultivo,  $Z_{br}$  e  $Z_{rb}$  são as proporções de beterraba consorciada com a rúcula e da rúcula com a beterraba. Se  $PRR > 0$ , há vantagem acumulada do consórcio em comparação ao monocultivo; se  $PRR < 0$ , há desvantagem do sistema consorciado.

c) A vantagem do consórcio (VC) foi determinada pela expressão (GEBRU, 2015)  $VC = VC_b + VC_r$ , onde  $VC_b$  é a vantagem parcial do consórcio da beterraba com rúcula;  $VC_r$  é a vantagem parcial do consórcio de rúcula com beterraba;  $VC_b = PRR_b \times PR_b$  e  $VC_r = PRR_r \times PR_r$ , onde  $PRR_b$  e  $PRR_r$  estão definidos na descrição da perda de rendimento real (PRR).  $PR_b$  é o preço da beterraba em R\$ kg<sup>-1</sup> e  $PR_r$  é o preço da rúcula em R\$ kg<sup>-1</sup>. Os preços médios pagos ao produtor em dezembro de 2019 foram R\$ 1.64 kg<sup>-1</sup> e R\$ 5.18 kg<sup>-1</sup> para a beterraba e a rúcula, respectivamente.

d) O índice de eficiência produtiva (IEP) para cada tratamento foi calculado por meio do modelo DEA (*Data Envelopment Analysis*) com retornos constantes de escala (BEZERRA NETO et al., 2010), uma vez que não há evidências de diferenças significativas de escala. Este modelo possui a seguinte formulação matemática:

$$\text{Max } z = \sum_{j=1}^r \mu_j x_{jo}$$
 sujeito a  $\sum_{i=1}^s v_i w_{io} = 1$ ,  $\sum_{j=1}^r \mu_j x_{jk} - \sum_{i=1}^s v_i w_{ik} \leq 0$ , para  $k = 1 \dots n$ ;  $\mu_j, v_i \geq 0$ ,  $i = 1 \dots s$ ,  $j = 1 \dots r$ , em que  $w_{ik}$ : valor do *input*  $i$  ( $i = 1 \dots s$ ), para o tratamento  $k$  ( $k = 1 \dots n$ );  $y_{jk}$ : valor do *output*  $j$  ( $j = 1 \dots r$ ), para o tratamento  $k$ ;  $v_i$  and  $\mu_j$ : pesos atribuídos aos *inputs* e *outputs*, respectivamente;  $o$ : tratamento em análise.

As unidades de avaliação foram os tratamentos (as consorciações), num total de 16. Como *outputs* foram utilizados os rendimentos de massa verde de rúcula no primeiro e segundo cultivo, além da produtividade comercial da beterraba. Para avaliar o desempenho de cada parcela, considerou-se que cada uma utiliza um único recurso com nível unitário, uma vez que os *outputs* incorporaram os possíveis *inputs*. Como *input* foi utilizada a taxa de retorno. Este modelo equivale a um modelo multicritério aditivo, com a particularidade de que as próprias alternativas atribuem pesos a cada critério, ignorando qualquer opinião de um eventual tomador de decisão, ou seja, o DEA é utilizado como uma ferramenta multicritério e não como uma medida clássica de eficiência.

e) A eficiência do sistema consorciado também foi avaliada pelo escore da variável canônica  $Z$  (SILVA et al., 2021), obtido por meio da análise bivariada de variância da produtividade comercial de raízes de beterraba e do rendimento de massa verde da rúcula.

f) Índice de superação é um índice agrônomico para indicar o quanto o aumento relativo na produção de uma cultura componente  $b$  (neste caso, beterraba) é maior do que o da outra cultura componente  $r$  (rúcula) em um sistema consorciado. Este índice foi proposto para medir a dominância de uma cultura sobre a outra. Este índice é dado pela seguinte expressão (CECÍLIO FILHO et al., 2015):  $IS_r = (P_{rb}/P_r \times Z_{rb}) - (P_{br}/P_b \times Z_{br})$  e  $IS_b = (P_{br}/Y_b \times Z_{br}) - (Y_{rb}/P_r \times Z_{rb})$ , onde  $IS_r$  é o índice de superação da rúcula sobre a beterraba e  $IS_b$  é índice de superação da beterraba sobre a rúcula. As definições dos termos das expressões estão apresentadas anteriormente. Se o valor de  $IS$  for igual a zero, as culturas no consórcio serão igualmente competitivas. Se  $IS$  for positivo, então a cultura componente com sinal positivo será dominante e aquela com sinal negativo será a dominada.



g) Razão competitiva (RC) mede o grau de competição de uma cultura sobre a outra, apresentando a base de seu cálculo em função da produtividade da cultura principal e consorte em consórcio e em monocultivo, bem como do espaço ocupado no campo cultivado por ambas. Este índice indica quantas vezes uma componente é mais competitiva do que outra (PINTO et al., 2012). As razões competitivas da beterraba ( $RC_b$ ) e da rúcula ( $RC_r$ ) foram calculadas seguindo as expressões descritas a seguir:  $RC_b = [(P_{br}/P_b)/(P_{rb}/P_r)] \times (Z_{rb}/Z_{br})$  e  $RC_r = [(P_{rb}/P_r)/(P_{br}/Y_b)] \times (Z_{br}/Z_{rb})$ . Os significados dos termos das expressões estão apresentados anteriormente. No consórcio, a cultura com maior CR tem maior capacidade de aproveitamento dos recursos ambientais quando comparada à outra cultura componente.

h) A renda bruta (RB) no sistema consorciado foi determinada pelo produto das produtividades das culturas por hectare pelo preço pago ao produtor em nível de mercado na região, no mês de dezembro de 2019. Para a beterraba, o preço médio pago foi de R\$ 1,64 kg<sup>-1</sup> e para a rúcula foi de R\$ 5,18 kg<sup>-1</sup>.

Os custos totais (CT) de produção dos sistemas consorciados foram determinados ao final de cada ciclo produtivo, em dezembro de 2018 e novembro de 2019, procedendo a uma análise de custos *ex-post* (SILVA et al., 2015). A modalidade de custo analisada nesta pesquisa representa o gasto total (custo total) por hectare de área cultivada, que inclui os serviços prestados pelo capital estável, ou seja, a contribuição do capital de giro e o valor dos custos alternativos (também chamados de custos de oportunidade).

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

j) A taxa de retorno (TR) foi expressa pela relação entre a renda bruta (RB) e os custos totais (CT), ou seja,  $TR=RB/CT$ , correspondente a quantos reais são obtidos para cada real investido no consórcio de beterraba e rúcula em função dos tratamentos aplicados.

k) O índice de lucratividade (IL) foi obtido pela relação entre a renda líquida (RL) e a renda bruta (RB), expresso em porcentagem, conforme metodologia utilizada por Silva et al. (2017).

## 2.5 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Análise de variância univariada para o delineamento em blocos casualizados em esquema fatorial foi realizada para avaliar os índices e indicadores biológicos determinados nos sistemas consorciados de beterraba e rúcula, 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. Em seguida, uma análise de regressão foi realizada em cada índice ou indicador, onde um procedimento de ajuste de uma superfície de resposta foi ajustado em função das quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo e as densidades populacionais de rúcula, usando o *software* Table Curve 3D (SYSTAT SOFTWARE, 2021).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 3.1 ÍNDICES BIOLÓGICOS

Pode-se observar na Tabela 10 que interação significativa entre os fatores tratamentos, quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporada ao solo e densidades populacionais de rúcula foi registrada no índice biológico vantagem do consórcio (VC). Nenhuma interação significativa entre os fatores testados foi registrada na relação equivalente de terra (RET), na perda de rendimento real (PRR), no índice de eficiência produtiva (IEP), no escore da variável canônica (Z), no índice de superação (IS) das culturas e na razão competitiva (RC).

**Tabela 10** – Valores de F para a relação equivalente de terra (RET), vantagem do consórcio (VC), perda de rendimento real (PRR), índice de eficiência produtiva (IEP), escore da variável canônica (Z), índice de superação da beterraba sobre a rúcula (IS<sub>b</sub>), índice de superação da rúcula sobre a beterraba (IS<sub>r</sub>) e razão competitiva (RC) de beterraba em consórcio com rúcula em função de diferentes quantidades de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de rúcula.

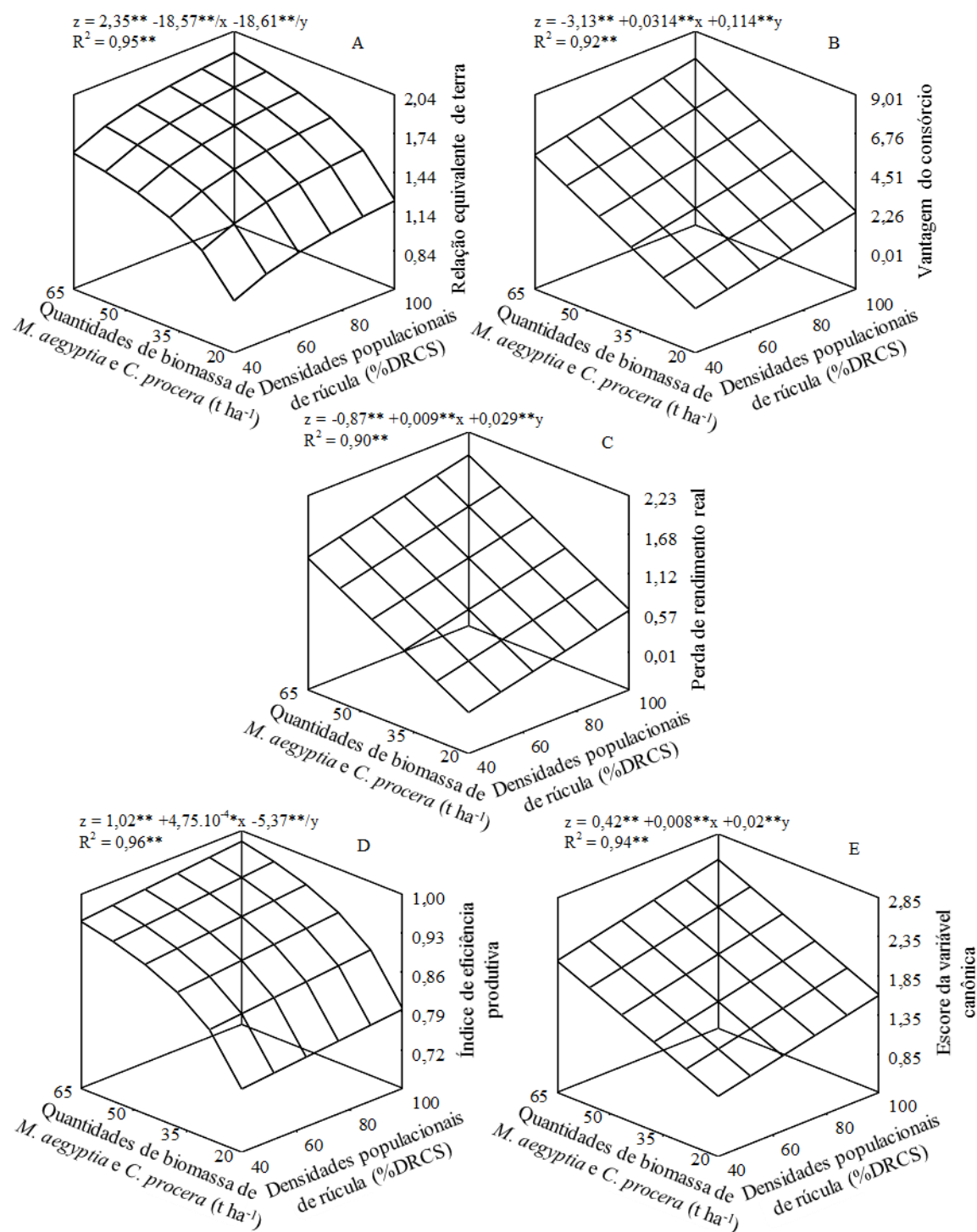
Fontes de variação	GL	RET	VC	PRR	IEP	Z	IS <sub>b</sub>	IS <sub>r</sub>	RC
Blocos	3	0,77 <sup>ns</sup>	1,12 <sup>ns</sup>	1,30 <sup>ns</sup>	1,00 <sup>ns</sup>	0,76 <sup>ns</sup>	1,44 <sup>ns</sup>	1,44 <sup>ns</sup>	3,94 <sup>**</sup>
Quantidades de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> (A)	3	17,58 <sup>**</sup>	30,42 <sup>**</sup>	17,63 <sup>**</sup>	3,00 <sup>*</sup>	31,48 <sup>**</sup>	6,17 <sup>**</sup>	6,17 <sup>**</sup>	2,49 <sup>ns</sup>
Densidades populacionais	3	97,05 <sup>**</sup>	114,71 <sup>**</sup>	98,73 <sup>**</sup>	131,02 <sup>**</sup>	112,35 <sup>**</sup>	23,57 <sup>**</sup>	23,57 <sup>**</sup>	5,15 <sup>**</sup>

de rúcula (D)									
A x D	9	1,40 <sup>ns</sup>	2,66 <sup>**</sup>	1,66 <sup>ns</sup>	1,25 <sup>ns</sup>	2,12 <sup>ns</sup>	1,20 <sup>ns</sup>	1,20 <sup>ns</sup>	0,44 <sup>ns</sup>
CV (%)		7,73	20,98	21,30	3,22	8,11	25,35	-25,35	3,38

Fonte: Elaborado pelo autor.

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

Uma superfície de resposta foi ajustada para todos os índices de eficiência biológica. Os índices RET, VC, PRR, IEP e Z em função dos fatores de produção estudados tiveram valores máximos de 1,87; 7,44; 1,90; 0,98 e 2,52 na combinação da quantidade equitativa de biomassa de 65 t ha<sup>-1</sup> dos adubos verdes com a densidade populacional de rúcula de 100% da DRCS, correspondendo a 1.000.000 plantas por hectare (Figura 10). Esta vantagem biológica do consórcio de beterraba com rúcula registrada explicitamente nos valores desses índices, superiores aos do monocultivo das culturas componentes, sugere complementaridade e competitividade ideal entre as culturas, traduzindo-se, conseqüentemente, na melhor utilização dos recursos ambientais.



**Figura 10** – Relação equivalente de terra (A), vantagem do consórcio (B), perda de rendimento real (C), índice de eficiência produtiva (D) e escore da variável canônica (E) da beterraba e rúcula em consórcio em função de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporada no solo e densidades populacionais de rúcula. Fonte: Elaborado pelo autor.

A melhoria química, física e biológica do solo proporcionada pelas quantidades dos adubos verdes possibilitou o alcance da eficiência biológica máxima do sistema

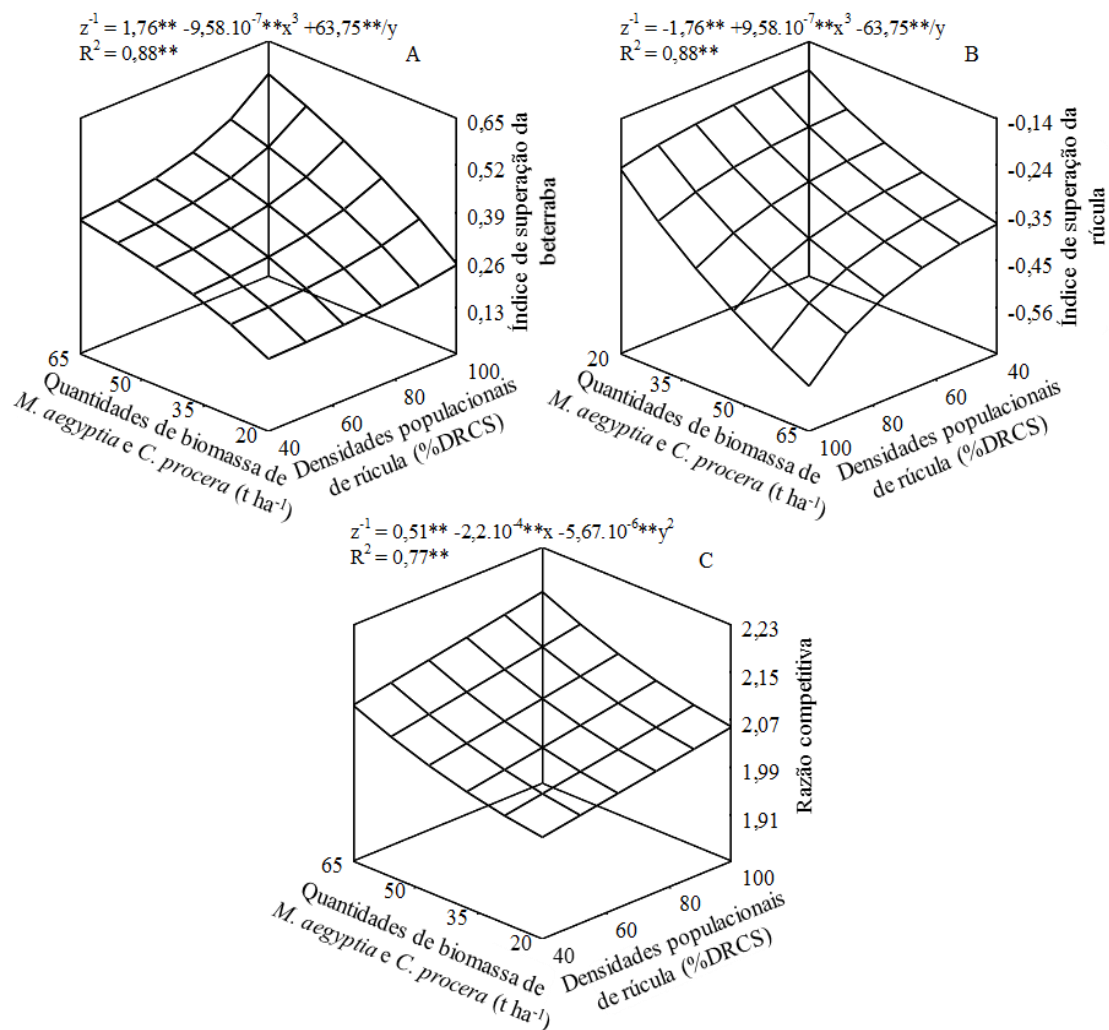
consorciado. A adubação verde, além de fornecer os nutrientes necessários ao desenvolvimento das culturas, aumenta o teor da matéria orgânica no solo e disponibilidade de nutrientes, diminui os níveis de erosão e aumenta a permeabilidade e a atividade da microbiota do solo, além de diminuir a quantidade de plantas invasoras, reduzindo assim os níveis de competição entre as culturas (GRAHAM; HAYNES, 2006).

A vantagem do sistema consorciado de beterraba e rúcula pode ser observada nos índices RET e PRR. Quando o valor de RET é maior que 1, isso é indicativo de uma superioridade do sistema consorciado no que diz respeito ao aproveitamento dos recursos ambientais, quando em comparação com o monocultivo (OSEN, 2010). Dessa forma, pode-se inferir que neste trabalho houve crescimento gradativo na utilização dos recursos com o aumento das quantidades dos adubos verdes e das densidades de plantio da rúcula, sendo expressa pelo aumento nos valores de RET maiores que 1. Além disto, o aumento na densidade de plantio da rúcula influenciou positivamente as relações interespecíficas das culturas componentes (beterraba e rúcula), resultando em um sistema mais vantajoso do que o monocultivo. Esse resultado também foi expresso pelo valor de PRR bastante superior a 1. É importante ressaltar que o valor de PRR nos fornece informações precisas relativamente à competição entre as culturas componentes no sistema consorciado, tanto intra quanto interespecífica (DHIMA et al., 2007).

Um dos desafios do consórcio de hortaliças folhosas com tuberosas é obter vantagem biológica nessa associação. Sá et al. (2021), consorciando rúcula com rabanete em cultivo em faixas em ambiente semiárido adubado com *M. aegyptia* e *C. procera* sob várias densidades populacionais de rúcula, obtiveram os maiores índices biológicos, RET (1,64), VC (5,16), PRR (1,31), IEP (0,86) e Z (1,54) na combinação de densidade populacional de rúcula de 100% da DRCS com 65 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporada ao solo. Os valores obtidos nesse sistema consorciado corroboram com os obtidos nesta pesquisa, mostrando que a combinação de quantidades de adubos verdes com densidade de plantio das culturas componentes testadas é de grande importância no uso eficiente dos recursos ambientais, resultando na prática em vantagem do sistema consorciado de culturas tuberosas com culturas folhosas.

O índice de superação da beterraba ( $IS_b$ ) sobre a rúcula teve o valor máximo de 0,56 também na combinação da quantidade de biomassa equitativa de 65 t ha<sup>-1</sup> dos

adubos verdes com a densidade populacional de rúcula de 100% da DRCS, ao passo que para o índice de superação da rúcula ( $IS_r$ ) sobre a beterraba o valor máximo alcançado foi de -0,25 na combinação da quantidade equitativa de biomassa de 20 t ha<sup>-1</sup> dos adubos verdes com a densidade populacional de rúcula de 100% da DRCS (Figuras 11A e 11B). Com base nesses resultados, pode-se inferir que a beterraba foi a cultura dominante no consórcio e a rúcula foi a cultura dominada. Esse índice é um indicativo do grau de complementaridade entre as culturas componentes, pois ele dita a competição intra e interespecífica entre as culturas no sistema consorciado. Esses resultados diferem dos relatados por Sá et al. (2021), que obtiveram índice de superação do rabanete sobre a rúcula de 0,19 na quantidade dos adubos verdes de 20 t ha<sup>-1</sup> e densidade populacional de rúcula de 40% da DRCS e da rúcula sobre o rabanete de -0,03 na quantidade dos adubos de 65 t ha<sup>-1</sup> na densidade de rúcula de 100% da DRCS. Essas diferenças provavelmente se devem ao tipo de tuberosa cultivada.



**Figura 11** – Índice de superação da beterraba (A), índice de superação da rúcula (B) e razão competitiva (C) da beterraba e rúcula em consórcio em função de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporada ao solo e densidades populacionais de rúcula.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Sobre as relações competitivas, os pontos de máxima obtidos nas respectivas quantidades de adubos verdes e densidades populacionais de plantio representam o uso mais eficiente dos recursos ambientais como água, radiação solar e nutriente (NUNES et al., 2018). O ponto de máxima obtido nesses índices expressa o grau adequado de competitividade entre as espécies, indicando o número de vezes que a espécie dominante foi competitivamente superior à espécie dominada.

Em relação à razão competitiva, o valor máximo obtido foi de 2,15 na combinação da quantidade equitativa de biomassa de  $65\ t\ ha^{-1}$  dos adubos verdes com a densidade populacional de rúcula de 100% da DRCS (Figura 11C). Esse valor foi

bastante próximo ao obtido por Sá et al. (2021), que foi de 2,75, na quantidade dos adubos de 20 t ha<sup>-1</sup> e densidade populacional de rúcula de 40% da DRCS. Este índice fornece o grau exato de competição, indicando o número de vezes em que a espécie dominante (beterraba) é mais competitiva do que a espécie dominada (rúcula). Portanto, em consórcio a cultura com maior razão competitiva aproveita melhor os recursos ambientais.

Os valores crescentes de RC observados a partir do aumento da quantidade de biomassa dos adubos verdes e aumento da densidade populacional de rúcula sugerem aumento no grau de competição entre as culturas componentes. Esse efeito pode ser atribuído ao índice de superação da cultura dominante (beterraba) e a fatores ligados à morfologia, fisiologia e necessidades nutricionais da cultura. De acordo com Passos et al. (2019), a competitividade de uma cultura é proporcional ao aumento de densidade na área de cultivo. Dessa forma, com o aumento da densidade de cultivo da rúcula e o aumento nas quantidades dos adubos verdes, observou-se que a capacidade competitiva da cultura da rúcula diminuiu e a da cultura da beterraba aumentou.

Sabe-se que a competição entre as culturas componentes de um sistema consorciado também é regulada por diferenças morfofisiológicas e de manejo na densidade populacional das culturas e na quantidade de adubo utilizada no sistema. Assim, o aumento da densidade populacional de rúcula e a maior absorção total de nutrientes pelas culturas componentes do sistema consorciado apresentam-se como a principal causa de obtenção de vantagens biológicas no sistema consorciado (SÁ et al., 2021).

### 3.2 INDICADORES ECONÔMICOS

Nenhuma interação significativa entre os fatores tratamentos, quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporada ao solo e densidades populacionais de rúcula foi registrada para a renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL), conforme Tabela 11.

**Tabela 11** – Valores de F para a renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) de beterraba consorciada com rúcula em função de diferentes quantidades de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* e densidades populacionais de rúcula.

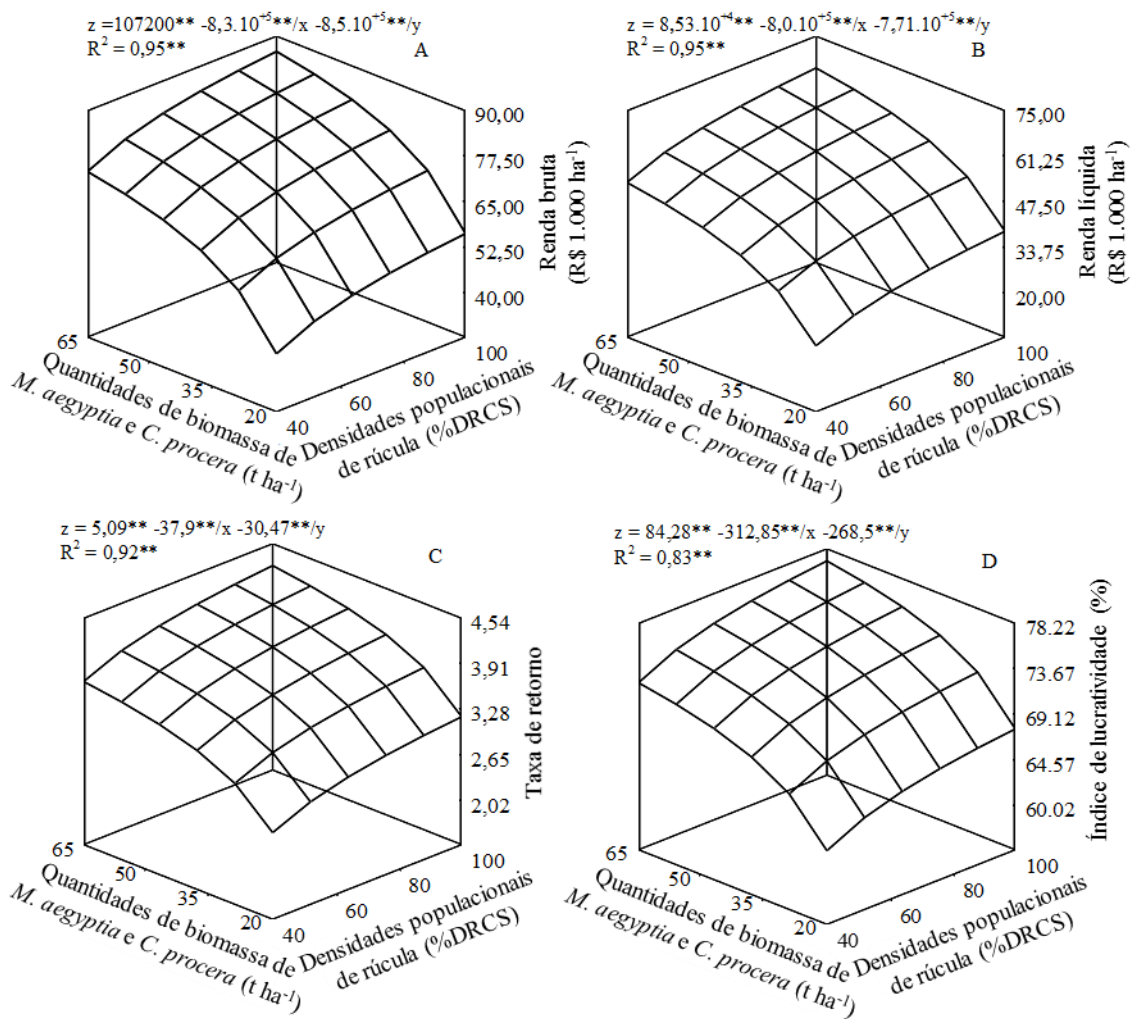


Fontes de variação	GL	RB	RL	TR	IL
Blocos	3	0,81 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>	0,69 <sup>ns</sup>	0,21 <sup>ns</sup>
Quantidades de biomassa de <i>M. aegyptia</i> e <i>C. procera</i> (A)	3	16,14 <sup>**</sup>	15,01 <sup>**</sup>	12,12 <sup>**</sup>	10,78 <sup>**</sup>
Densidade populacional de rúcula (D)	3	92,47 <sup>**</sup>	75,88 <sup>**</sup>	42,24 <sup>**</sup>	43,05 <sup>**</sup>
A x D	9	1,33 <sup>ns</sup>	1,33 <sup>ns</sup>	1,33 <sup>ns</sup>	1,23 <sup>ns</sup>
CV (%)		7,84	10,82	8,00	3,52

Fonte: Elaborado pelo autor.

\*\* =  $P < 0.01$ ; ns =  $P > 0.05$

Contudo, uma superfície de resposta foi ajustada para todos esses indicadores econômicos em função dos fatores tratamentos, com valores máximos alcançados de 85.827,79 e 65.425,01 R\$ ha<sup>-1</sup> para as rendas bruta e líquida, de R\$ 4,24 para cada real investido e 77,02 % de margem de lucro alcançada na combinação de quantidade equitativa de biomassa dos adubos verdes de 65 t ha<sup>-1</sup> e densidade populacional de rúcula de 100% da DRCS, correspondendo a 1.000.000 plantas por hectare (Figura 12).



**Figura 12** – Renda bruta (A), renda líquida (B), taxa de retorno (C) e índice de lucratividade (D) de beterraba e rúcula em consórcio em função de quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporada ao solo e densidades populacionais de rúcula.

Fonte: Elaborado pelo autor.

A análise econômica dos sistemas de produção de culturas consorciadas geralmente complementa a avaliação da eficiência biológica desses sistemas, porque considera, além da produção física das culturas componentes do sistema, o preço dos produtos de acordo com sua classificação comercial, de qualidade e do ano agrícola de cultivo. A renda bruta é um indicador que representa o valor da produção conjunta das culturas em cada sistema consorciado, independentemente dos custos de produção, ou seja, depende exatamente do preço pelo qual a produção do sistema é comercializada. Por outro lado, a renda líquida e a taxa de retorno são indicadores que dependem dos custos de produção, uma vez que são padronizados em termos desses custos. Quanto

maiores forem os seus valores, maiores serão a eficiência biológica e a vantagem líquida expressa pelo sistema consorciado, livre dos custos de produção.

Os resultados dos indicadores econômicos obtidos nesta pesquisa são altamente promissores em termos de vantagem econômica para o consórcio de beterraba e rúcula, pois a renda líquida e a taxa de retorno expressaram em termos monetários as vantagens biológicas obtidas neste consórcio em função do aumento das quantidades equitativas de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* incorporadas ao solo e do aumento das densidades populacionais de rúcula. Esses índices sugeriram que é vantajoso combinar beterraba com rúcula adubando o sistema organicamente com os adubos verdes *M. aegyptia* e *C. procera*, mas administrando adequadamente a densidade populacional da cultura da rúcula.

Os indicadores econômicos máximos de RB = 85.827,79 e RL = 65.425,01 R\$ ha<sup>-1</sup>; TR = R\$ 4,24 para cada real investido e de IL = 77,02 % de margem de lucro, obtidos neste estudo, foram superiores àqueles obtidos por Sá et al. (2021), consorciando a tuberosa rabanete com a folhosa rúcula na mesma região semiárida do nordeste do Brasil, obtendo os seguintes resultados: RB = 45.543,92 e RL = 24.662,31 R\$ ha<sup>-1</sup>; TR = R\$ 2,20 para cada real investido e de IL = 56,37 % de margem de lucro, respectivamente, na combinação de 65 t ha<sup>-1</sup> de *M. aegyptia* e *C. procera* biomassa e densidade populacional de rúcula de 1.000.000 plantas por hectare. Essa diferença entre as duas pesquisas se deve aos custos de produção dos tratamentos testados e ao tipo de tuberosa utilizada. Nesta pesquisa, foi usada a cultura da beterraba, ao passo que na pesquisa conduzida por Sá et al. (2021) foi utilizada a cultura do rabanete.

Os indicadores econômicos máximos obtidos nesta pesquisa foram também superiores aos alcançados por Oliveira et. al. (2017), quando plantaram rúcula e alface em consórcio com cenoura em função de quantidades de biomassa de *C. procera* em diferentes densidades populacionais de culturas folhosas na mesma região de cultivo desta pesquisa, obtendo os seguintes resultados: RB = R\$ 34.513,95 ha<sup>-1</sup>; RL = R\$ 14.142,68 ha<sup>-1</sup>; TR = R\$ 1,69 para cada real investido e IL = 39,39%. Essa diferença entre as duas pesquisas se deve também aos custos de produção dos tratamentos testados e aos tipos de folhosas e tuberosas utilizadas.

#### 4 CONCLUSÕES

O consórcio de beterraba e rúcula é altamente viável porque apresenta retorno agroeconômico e sustentabilidade quando devidamente adubado com biomassa de *M. aegyptia* e *C. Procera* e quando sua densidade populacional é manejada adequadamente. A partir do índice de eficiência produtivo (IEP), de 0,98, nota-se a alta eficiência do sistema nas condições submetidas, e a taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL), expressos nos valores de R\$ 4,24 e 77,02%, confirmam o sistema como um bom investimento para o produtor.

## 5 REFERÊNCIAS

- ALVARES, C. A., STAPE, J. L., SENTELHAS, P. C., GONÇALVES, J. L. M.; SPAROVEK, G. Koppen's climate classification map for Brazil. **Meteorologische Zeitschrift**, v. 22, n. 6, p. 711–728, 2014.
- ANDRADE FILHO, F. C.; OLIVEIRA, E. Q.; LIMA, J. S. S.; MOREIRA, J. N.; SILVA, I. N.; LINS, H. A.; CECÍLIO FILHO, A. B.; BARROS JUNIOR, A. P.; BEZERRA NETO, F. 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**, v. 52, n. 1, p. 210–224, 2020.
- BATISTA, M. A. V.; BEZERRA NETO, F.; SILVA, M. L.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; CUNHA, J. L. X. L. Atributos de solo-planta e de produção de beterraba influenciados pela adubação com espécies da Caatinga. **Horticultura Brasileira**, v. 34, n. 1, p. 31–38, 2016.
- BEZERRA NETO, F.; GOMES, E. G.; ARAÚJO, R. R.; OLIVEIRA, E. Q.; NUNES, G. H. S.; GRANGEIRO, L. C.; AZEVEDO, C. M. S. B. Evaluation of yield advantage indexes in carrot-lettuce intercropping systems. **Interciencia**, v. 35, n. 1, p. 59–64, 2010.
- CECÍLIO FILHO, A. B.; BEZERRA NETO, F.; REZENDE, B. L. A.; BARROS JÚNIOR, A. P.; LIMA, J. S. S. Indices of bio-agroeconomic efficiency in intercropping systems of cucumber and lettuce in greenhouse. **Australian Journal of Crop Science**, v. 9, n. 12, p. 1154–1164, 2015.
- CHAVES, A. P.; BEZERRA NETO, F.; LIMA, J. S. S.; SILVA, J. N.; NUNES, R. L. C.; BARROS JÚNIOR, A. P.; LIMA, G. K. L.; SANTOS, E. C. Cowpea and beet intercropping agro-economic dynamics under spatial arrangement and cowpea population density **Horticultura Brasileira**, v. 38, n. 2, p. 192–203, 2020.
- DHIMA, K. V.; LITHOURGIDIS, A. S.; VASILAKOGLU, I. B.; DORDAS, C. A. Competition indices of common vetch and cereal intercrops in two seeding ratio. **Field Crops Research**, v. 100, n. 2/3, p. 249–256, 2007.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 35, n. 6, p. 1039–1042, 2011.
- GEBRU, H. A review on the comparative advantages of intercropping to monocropping system. **Journal of Biology, Agriculture and Healthcare**, v. 5, n. 9, p. 1–13, 2015.
- GRAHAM M. H.; HAINES R. J. Organic matter status and the size, activity and metabolic diversity of the soil microbial community in the row and inter-row of sugar cane under burning a trash retention. **Soil Biology & Biochemistry**, v. 38, n. 1, p. 21–31, 2006.

GRANGEIRO, L. C.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CALDAS, A. V. C. E.; COSTA, N. L. Produtividade da beterraba e rúcula em função da época de plantio em monocultivo e consórcio. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 4, p. 571–575, 2007.

GUERRA, N. M.; BEZERRA NETO, F.; LIMA, J. S. S.; SANTOS, E. C.; NUNES, R. L. C.; PORTO, V. C. N.; QUEIROGA, R. C. F.; LINO, V. A. S.; SÁ, J. M. Productive and agro-economic benefits in beet-lettuce intercropping under organic manuring and population densities. **Research, society and development**, v. 10, n. 4, p. 1–25, 2021.

HORTA, A. C. S.; SANTOS, H. S.; SCAPIM, C. A.; CALLEGARI, O. Relação entre produção de beterraba, *Beta vulgaris* var. conditiva, e diferentes métodos de plantio. **Revista Acta Scientiarum**, v. 23, n. 5, p. 1123-1129, 2001.

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia. **Dados meteorológicos**. Brasília: Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2021. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br>. Acesso em: 10 jul. 2021.

LIMA, V. I. A.; LIMA, J. S. S.; BEZERRA NETO, F.; SANTOS, E. C.; RODRIGUES, G. S. O.; PAULA, V. F. S. Viabilidade agroeconômica do cultivo consorciado de coentro, alface e rúcula sob diferentes arranjos espaciais. **Enciclopédia Biosfera**, v. 10, n. 18, p. 3060–3065, 2014.

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

NUNES, R. L. C.; BEZERRA NETO, F.; LIMA, J. S. S.; BARROS JÚNIOR, A. P.; CHAVES, A. P.; SILVA, J. N. Agro-economic responsiveness of radish associations with cowpea in the presence of different amounts of *Calotropis procera*, spatial arrangements and agricultural crops. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 42, n. 4, p. 350–364, 2018.

OLIVEIRA, L. A. A.; BEZERRA NETO, F.; BARROS JUNIOR, A. P.; SILVA, M. L.; OLIVEIRA, O. F. N.; LIMA, J. S. S. Agro-economic efficiency of polycultures of arugula-carrot-lettuce fertilized with roostertree at different population density proportions. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 21, n. 11, p. 791–797, 2017.

OLIVEIRA NETO, D. H.; CARVALHO, D. F.; SILVA, L. D. B.; GUERRA, J. G. M.; CEDDIA, M. B. Evapotranspiração e coeficientes de cultivo da beterraba orgânica sob cobertura morta de leguminosa e gramínea. **Horticultura Brasileira**, v. 29, n. 3, p. 330–334, 2011.

OSENI, T. O. Evaluation of sorghum-cowpea intercrop productivity in savanna agro-ecology using competition indices. **Journal of Agricultural Science**, v. 2, n. 3, p. 230–234, 2010.

PASSOS, F. D. A.; NUNES, J.; BOIAGO, N. P.; ZANATTA, F. S.; CORREA JUNIOR, E. O.; ARAÚJO, L. R. V.; SILVEIRA, H. T. N.; LIMA, G. B. Produtividade de milho em diferentes populações de plantio. **Revista Cultivando o Saber**, Edição especial, 1–11, 2019.

PINTO, C. M.; SIZENANDO FILHO, F. A.; CYSNE, J. R. B.; PITOMBEIRA, J. B. Produtividade e índices competição da mamona consorciada com gergelim, algodão, milho e feijão caupi. **Revista Verde**, v. 6, n. 2, p. 75–85, 2011.

RIBEIRO, G. M.; BEZERRA NETO, F.; LIMA, J. S. S.; SILVA, M. L.; BARROS JÚNIOR, A. P.; SANTOS, E. C. 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.; BEZERRA NETO, F.; QUEIROGA, R. C. F.; CHAVES, A. P.; LIMA, J. S. S.; SANTOS, E. C.; NUNES, R. L. C.; GUERRA, N. M.; PORTO, V. C. N.; LINO, V. A. S.; GOMES, C. D. L. Agro-economic efficiency in radish-arugula intercropping as a function of green manuring and population density. **Research, Society and Development**, v. 10, n. 5, p. 1–21, 2021.

SANTOS, H. G.; JACOMINE, P. K. T.; ANJOS, L. H. C.; OLIVEIRA, V. A.; LUMBRERAS, J. F.; COELHO, M. R.; CUNHA, T. J. F. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. Brasília: Embrapa, 2018.

SILVA, M. G.; SHARMA, R. D.; JUNQUEIRA, A. M. R.; OLIVEIRA, C. M. Efeito da solarização, adubação química e orgânica no controle de nematoides em alface sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, v. 24, n. 4, p. 489–494, 2006.

SILVA, I. N.; BEZERRA NETO, F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; LIMA, J. S. S.; BATISTA, T. M. V.; LINS, H. A. Green manure and spatial arrangement in the sustainability improvement of lettuce-beet intercrops. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 7, p. 451–457, 2018a.

SILVA, M. L.; BEZERRA NETO, F.; LINHARES, P. C. F.; SÁ, J. R.; LIMA, J. S. S.; BARROS JÚNIOR, A. P. Produção de beterraba fertilizada com jitrana em diferentes doses e tempos de incorporação ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 8, p. 801–809, 2011.

SILVA, A. F. A.; SOUZA, E. G. F.; SANTOS, M. G.; BARROS JÚNIOR, A. P.; BEZERRA NETO, F.; SILVEIRA, L. M. Rentabilidade do rabanete adubado com flor-de-seda em duas épocas de cultivo no semiárido de Pernambuco. **Amazonian Journal of Agricultural and Environmental Sciences**, v. 58, n. 2, p. 198–207, 2015.

SILVA, I. N.; BEZERRA NETO, F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; LIMA, J. S. S.; CHAVES, A. P.; ALBUQUERQUE, J. R. T.; LINS, H. A.; SANTOS, M. G.; SOARES, E. B. Agronomic performance and economic profitability of lettuce fertilized with *Calotropis procera* as a green manure in a single crop. **Australian Journal of Crop Science** v. 12, n. 10, p. 1573–1577, 2018b.

SILVA, J. N.; BEZERRA NETO, F.; LIMA, J. S. S.; RODRIGUES, G. S. O.; BARROS JÚNIOR, A. P.; CHAVES, A. P. Combinations of coriander and salad rocket cultivars in bicropping systems intercropped with carrot cultivars. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, n. 1, p. 125–135, 2017.

SILVA, J. N.; BEZERRA NETO, F.; LIMA, J. S. S.; CHAVES, A. P.; SANTOS, E. C.; NUNES, R. L. C. Agro-economic indicators for carrot under green manure in a semi-arid environment. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 34, n. 2, p. 257–265, 2021.

SOUSA, D. M.; BEZERRA NETO, F.; LIMA, J. S. S.; LIMA, G. K. L.; CHAVES, A. P.; SILVA, J. N. A. Agro-economic performance of the association of beet with green cowpea in different amounts of hairy woodrose. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 22, n. 3, p. 194–199, 2018.

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

STRASSBURGER, A. S.; PEIL, R. M. N.; SCHWENGBER, J. E.; MEDEIROS, C. A. B.; MARTINS, D. S.; SILVA, J. B. Crescimento e produtividade de cultivares de morangueiro de “dia neutro” em diferentes densidades de plantio em sistema de cultivo orgânico. **Revista Bragantia**, v. 69, n. 3, p. 623–630, 2010.



## APÊNDICE

**Tabela 1** - Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 20 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 100% da DRCS de rúcula.

COMPONENTES	Unid.	Qte.	Preço (R\$)		
			V. Unid.	TOTAL	% sobre CT
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>			<b>14448,5</b>		
<b>A.1. Insumos</b>			<b>1678,8</b> 8,67		
Sementes de beterraba cv. Early Wonder					
	KG	3	170	510	
Sementes de rúcula					
	KG	2	160	320	
Substrato					
	LITRO	1000	0,73	730	
Bobina de plástico					
	M	66	1,8	118,8	
<b>A.2. Mão de obra</b>			<b>12240</b> 63,28		
<b>A.2.1. Custos com adubo verde (<i>C. procera</i>)</b>			<b>2350</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )					
	D/H	10	50	500	
Transporte					
	FRETE	5	180	900	
Trituração					
	D/H	5	50	250	
Secagem					
	D/H	10	50	500	
Ensacamento					
	D/H	4	50	200	
<b>A.2.2. Custos com adubo verde (<i>M. aegyptia</i>)</b>			<b>1700</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )					
	D/H	10	50	500	
Transporte					
	FRETE	5	50	250	
Trituração					
	D/H	5	50	250	
Secagem					
	D/H	10	50	500	
Ensacamento					
	D/H	4	50	200	
<b>A.2.3. Demais serviços</b>			<b>8190</b>		
Limpeza do terreno					
	H/T	1	120	120	
Gradagem					
	H/T	2	120	240	
Confecção de canteiros					
	H/T	5	120	600	
Solarização					
	D/H	10	50	500	
Retirada do plástico					
	D/H	10	50	500	
Distribuição e incorporação do adubo (aração)					
	D/H	4	120	480	
Plantio					
	D/H	10	50	500	
Desbaste da beterraba					
	D/H	10	50	500	
Desbaste da rúcula					
	D/H	10	50	500	
Capina manual					
	D/H	20	50	1000	
Colheita da beterraba					
	D/H	15	50	750	
Carregamento da beterraba					
	D/H	10	50	500	
Classificação da beterraba					
	D/H	10	50	500	

Colheita da rúcula	D/H	20	50	1000	
Carregamento da rúcula	D/H	10	50	500	
<b>A.3. Energia elétrica</b>				<b>168,7</b>	0,87
Uso da forrageira	KW/H	66,66	0,22	14,7	
Bombeamento de água de irrigação	KW/H	700	0,22	154	
<b>A.4. Outras despesas</b>					
			14087,4		
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	6	140,87	0,72
<b>A.5 Manutenção e conservação</b>				<b>220,2</b>	1,13
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a. a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>3577,05</b>	18,49
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>391,8</b>	
	<b>Vida útil (mês)</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Meses</b>	<b>Deprec.</b>	
Forrageira	120	5000	0,03	1,3	
Bomba submersa	60	2776	3,16	146,2	
Tubos	120	498	3,16	13,1	
Poço	600	5000	3,16	26,3	
Microaspersores	60	2600	3,16	136,9	
Conexões	60	790	3,16	41,6	
Galpão	600	5000	3,16	26,3	
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>31,6</b>	
Imposto territorial rural	HECTARE	3,16	10	31,6	
<b>B.3. Mão-de-obra</b>				<b>3153,7</b>	
Aux. Administrativo	SALÁRIO	3,16	998	3153,7	
<b>C. CUSTOS OPERACIONAIS TOTAIS (COT)</b>				<b>18025,6</b>	
C.1 (A) e (B)					
<b>D. CUSTOS DE OPORTUNIDADE (CO)</b>				<b>1315,84</b>	6,80
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				<b>316</b>	
Arrendamento	HECTARE	3,16	100	316	
<b>D.2. Remuneração do capital fixo</b>				<b>999,8</b>	
Infraestrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,8	
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>19341,4</b>	100
E.1. CO e COT					

Fonte: Elaborado pelo autor.

\*d/h=dia/homem

\*\* h/t= hora/trator

**Tabela 2** - Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 20 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 80% da DRCS de rúcula.

COMPONENTES	Unid.	Qte.	Preço (R\$)		
			V. Unid.	TOTAL	% sobre CT
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>			<b>14363,7</b>		
<b>A.1. Insumos</b>			<b>1614,8</b>		
Sementes de beterraba cv. Early Wonder					
	KG	3	170	510	
Sementes de rúcula					
	KG	1,6	160	256	
Substrato					
	LITRO	1000	0,73	730	
Bobina de plástico					
	M	66	1,8	118,8	
<b>A.2. Mão de obra</b>			<b>12220</b>		
<b>A.2.1. Custos com adubo verde (<i>C. procera</i>)</b>			<b>2350</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )					
	D/H	10	50	500	
Transporte					
	FRETE	5	180	900	
Trituração					
	D/H	5	50	250	
Secagem					
	D/H	10	50	500	
Ensacamento					
	D/H	4	50	200	
<b>A.2.2. Custos com adubo verde (<i>M. aegyptia</i>)</b>			<b>1680</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )					
	D/H	10	50	500	
Transporte					
	FRETE	5	50	250	
Trituração					
	D/H	5	50	250	
Secagem					
	D/H	10	50	480	
Ensacamento					
	D/H	4	50	200	
<b>A.2.3. Demais serviços</b>			<b>8190</b>		
Limpeza do terreno					
	H/T	1	120	120	
Gradagem					
	H/T	2	120	240	
Confecção de canteiros					
	H/T	5	120	600	
Solarização					
	D/H	10	50	500	
Retirada do plástico					
	D/H	10	50	500	
Distribuição e incorporação do adubo (aração)					
	D/H	10	50	500	
Plantio					
	D/H	4	120	480	
Desbaste da beterraba					
	D/H	10	50	500	
Desbaste da rúcula					
	D/H	10	50	500	
Capina manual					
	D/H	10	50	500	
Colheita da beterraba					
	D/H	20	50	1000	
Carregamento da beterraba					
	D/H	15	50	750	
Classificação da beterraba					
	D/H	10	50	500	
Colheita da rúcula					
	D/H	10	50	500	
Carregamento da rúcula					
	D/H	20	50	1000	

<b>A.3. Energia elétrica</b>	D/H	10	50	500	
Uso da forrageira				<b>168,7</b>	0,88
Bombeamento de água de irrigação	KW/H	66,66	0,22	14,7	
<b>A.4. Outras despesas</b>	KW/H	700	0,22	154	
			14087,		
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	5	140,87	0,72
<b>A.5 Manutenção e conservação</b>				<b>220,2</b>	1,13
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a. a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>3477,1</b>	
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>291,8</b>	18,15
	<b>Vida útil (mês)</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Meses</b>	<b>Deprec.</b>	
Forrageira	120	5000	0,03	1,25	
Bomba submersa	60	2776	3,16	46,26	
Tubos	120	498	3,16	13,11	
Poço	600	5000	3,16	26,33	
Microaspersores	60	2600	3,16	136,93	
Conexões	60	790	3,16	41,61	
Galpão	600	5000	3,16	26,33	
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>31,6</b>	
Imposto territorial rural	HECTARE	3,16	10	31,6	
<b>B.3. Mão-de-obra</b>				<b>3153,68</b>	
Aux. Administrativo	SALÁRIO	3,16	998	3153,68	
<b>C. CUSTOS OPERACIONAIS TOTAIS (COT)</b>				<b>17840,8</b>	
C.1 (A) e (B)					
<b>D. CUSTOS DE OPORTUNIDADE (CO)</b>					
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				<b>1315,8</b>	6,86
Arrendamento	HECTARE	3,16	100	316	
<b>D.2. Remuneração do capital fixo</b>				<b>999,8</b>	
Infraestrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,8	
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>					
E.1. CO e COT				<b>19156,6</b>	100,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

\*d/h=dia/homem

\*\* h/t= hora/trator

**Tabela 3** - Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 20 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 60% da DRCS de rúcula.

COMPONENTES	Unid.	Qte.	Preço (R\$)		
			V. Unid.	TOTAL	% sobre CT
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>			<b>14319,2</b>		
<b>A.1. Insumos</b>			<b>1550,8</b> 8,11		
Sementes de beterraba cv. Early Wonder	KG	3	170	510	
Sementes de rúcula	KG	1,2	160	192	
Substrato	LITRO	1000	0,73	730	
Bobina de plástico	M	66	1,8	118,8	
<b>A.2. Mão de obra</b>			<b>12240</b> 64,04		
<b>A.2.1. Custos com adubo verde (<i>C. procera</i>)</b>			<b>2350</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )	D/H	10	50	500	
Transporte	FRETE	5	180	900	
Trituração	D/H	5	50	250	
Secagem	D/H	10	50	500	
Ensacamento	D/H	4	50	200	
<b>A.2.2. Custos com adubo verde (<i>M. aegyptia</i>)</b>			<b>1700</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )	D/H	10	50	500	
Transporte	FRETE	5	50	250	
Trituração	D/H	5	50	250	
Secagem	D/H	10	50	500	
Ensacamento	D/H	4	50	200	
<b>A.2.3. Demais serviços</b>			<b>8190</b>		
Limpeza do terreno	H/T	1	120	120	
Gradagem	H/T	2	120	240	
Confecção de canteiros	H/T	5	120	600	
Solarização	D/H	10	50	500	
Retirada do plástico	D/H	10	50	500	
Distribuição e incorporação do adubo (aração)	D/H	10	50	500	
Plantio	D/H	4	120	480	
Desbaste da beterraba	D/H	10	50	500	
Desbaste da rúcula	D/H	10	50	500	
Capina manual	D/H	10	50	500	
Colheita da beterraba	D/H	20	50	1000	
Carregamento da beterraba	D/H	15	50	750	
Classificação da beterraba	D/H	10	50	500	
Colheita da rúcula	D/H	10	50	500	
Carregamento da rúcula	D/H	20	50	1000	

<b>A.3. Energia elétrica</b>	D/H	10	50	500	
Uso da forrageira				<b>168,7</b>	0,88
Bombeamento de água de irrigação	KW/H	66,66	0,22	14,7	
<b>A.4. Outras despesas</b>	KW/H	700	0,22	154	
			13959,4		
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	6	139,59	0,73
<b>A.5 Manutenção e conservação</b>				<b>270</b>	
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	1,15
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a. a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>3477,1</b>	
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>291,8</b>	18,19
	<b>Vida útil (mês)</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Meses</b>	<b>Deprec.</b>	
Forrageira	120	5000	0,03	1,25	
Bomba submersa	60	2776	3,16	46,26	
Tubos	120	498	3,16	13,11	
Poço	600	5000	3,16	26,33	
Microaspersores	60	2600	3,16	136,93	
Conexões	60	790	3,16	41,61	
Galpão	600	5000	3,16	26,33	
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>31,6</b>	
Imposto territorial rural	HECTARE	3,16	10	31,6	
<b>B.3. Mão-de-obra</b>				<b>3153,7</b>	
Aux. Administrativo	SALÁRIO	3,16	998	3153,7	
<b>C. CUSTOS OPERACIONAIS TOTAIS (COT)</b>				<b>17796,3</b>	
C.1 (A) e (B)					
<b>D. CUSTOS DE OPORTUNIDADE (CO)</b>					
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				<b>1315,8</b>	6,88
Arrendamento	HECTARE	3,16	100	316	
<b>D.2. Remuneração do capital fixo</b>				<b>999,8</b>	
Infraestrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,8	
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>19112,2</b>	100

Fonte: Elaborado pelo autor.

\*d/h=dia/homem

\*\* h/t= hora/trator

**Tabela 4** - Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 20 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 40% da DRCS de rúcula.

COMPONENTES	Unid.	Qte.	Preço (R\$)		
			V. Unid.	TOTAL	% sobre CT
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>			<b>14254,6</b>		
<b>A.1. Insumos</b>			<b>1486,8</b> 7,80		
Sementes de beterraba cv. Early Wonder	KG	3	170	510	
Sementes de rúcula	KG	0,8	160	128	
Substrato	LITRO	1000	0,73	730	
Bobina de plástico	M	66	1,8	118,8	
<b>A.2. Mão de obra</b>			<b>12240</b> 64,26		
<b>A.2.1. Custos com adubo verde (<i>C. procera</i>)</b>			<b>2350</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )	D/H	10	50	500	
Transporte	FRETE	5	180	900	
Trituração	D/H	5	50	250	
Secagem	D/H	10	50	500	
Ensacamento	D/H	4	50	200	
<b>A.2.2. Custos com adubo verde (<i>M. aegyptia</i>)</b>			<b>1700</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )	D/H	10	50	500	
Transporte	FRETE	5	50	250	
Trituração	D/H	5	50	250	
Secagem	D/H	10	50	500	
Ensacamento	D/H	4	50	200	
<b>A.2.3. Demais serviços</b>			<b>8190</b>		
Limpeza do terreno	H/T	1	120	120	
Gradagem	H/T	2	120	240	
Confecção de canteiros	H/T	5	120	600	
Solarização	D/H	10	50	500	
Retirada do plástico	D/H	10	50	500	
Distribuição e incorporação do adubo (aração)	D/H	10	50	500	
Plantio	D/H	4	120	480	
Desbaste da beterraba	D/H	10	50	500	
Desbaste da rúcula	D/H	10	50	500	
Capina manual	D/H	10	50	500	
Colheita da beterraba	D/H	20	50	1000	
Carregamento da beterraba	D/H	15	50	750	
Classificação da beterraba	D/H	10	50	500	
Colheita da rúcula	D/H	10	50	500	
Carregamento da rúcula	D/H	20	50	1000	

<b>A.3. Energia elétrica</b>	D/H	10	50	500	
Uso da forrageira				<b>168,7</b>	0,88
Bombeamento de água de irrigação	KW/H	66,66	0,22	14,7	
<b>A.4. Outras despesas</b>	KW/H	700	0,22	154	
			13895,4		
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	6	138,95	0,72
<b>A.5 Manutenção e conservação</b>				<b>220,2</b>	
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)		0,01	10000	33	1,15
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a. a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>	%			<b>3477,1</b>	
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>291,8</b>	18,25
	<b>Vida útil (mês)</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Meses</b>	<b>Deprec.</b>	
Forrageira	120	5000	0,03	1,25	
Bomba submersa	60	2776	3,16	46,26	
Tubos	120	498	3,16	13,11	
Poço	600	5000	3,16	26,33	
Microaspersores	60	2600	3,16	136,93	
Conexões	60	790	3,16	41,61	
Galpão	600	5000	3,16	26,33	
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>31,6</b>	
Imposto territorial rural	HECTARE	3,16	10	31,6	
<b>B.3. Mão-de-obra</b>					
Aux. Administrativo	SALÁRIO	3,16	998,00	<b>3153,7</b>	
<b>C. CUSTOS OPERACIONAIS TOTAIS (COT)</b>				<b>17731,7</b>	
C.1 (A) e (B)					
<b>D. CUSTOS DE OPORTUNIDADE (CO)</b>				<b>1315,84</b>	6,90
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				<b>316</b>	
Arrendamento	HECTARE	3,16	100	316	
<b>D.2. Remuneração do capital fixo</b>				<b>999,84</b>	
Infraestrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>					
E.1. CO e COT				<b>19047,5</b>	100,00

Fonte: Elaborado pelo autor.

\*d/h=dia/homem

\*\* h/t= hora/trator



**Tabela 5** - Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 35 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 100% da DRCS de rúcula.

COMPONENTES	Unid.	Qte.	Preço (R\$)		
			V. Unid.	TOTAL	% sobre CT
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>15671,6</b>	
<b>A.1. Insumos</b>				<b>1678,8</b>	8,20
Sementes de beterraba cv.					
Early Wonder	KG	3	170	510	
Sementes de rúcula	KG	2	160	320	
Substrato	LITRO	1000	0,73	730	
Bobina de plástico	M	66	1,8	118,8	
<b>A.2. Mão de obra</b>				<b>13440</b>	65,67
<b>A.2.1. Custos com adubo verde (<i>C. procera</i>)</b>				<b>2900</b>	
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )					
	D/H	17	50	850	
Transporte					
	FRETE	5	180	900	
Trituração					
	D/H	5	50	250	
Secagem					
	D/H	12	50	600	
Ensacamento					
	D/H	6	50	300	
<b>A.2.2. Custos com adubo verde (<i>M. aegyptia</i>)</b>				<b>2350</b>	
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )					
	D/H	17	50	850	
Transporte					
	FRETE	6	50	300	
Trituração					
	D/H	6	50	300	
Secagem					
	D/H	12	50	600	
Ensacamento					
	D/H	6	50	300	
<b>A.2.3. Demais serviços</b>				<b>8190</b>	
Limpeza do terreno					
	H/T	1	120	120	
Gradagem					
	H/T	2	120	240	
Confecção de canteiros					
	H/T	5	120	600	
Solarização					
	D/H	10	50	500	
Retirada do plástico					
	D/H	10	50	500	
Distribuição e incorporação do adubo (aração)					
	D/H	4	120	480	
Plantio					
	D/H	10	50	500	
Desbaste da beterraba					
	D/H	10	50	500	
Desbaste da rúcula					
	D/H	10	50	500	
Capina manual					
	D/H	20	50	1000	
Colheita da beterraba					
	D/H	15	50	750	
Carregamento da beterraba					
	D/H	10	50	500	
Classificação da beterraba					
	D/H	10	50	500	
Colheita da rúcula					
	D/H	20	50	1000	
Carregamento da rúcula					
	D/H	10	50	500	

<b>A.3. Energia elétrica</b>				<b>179,7</b>	0,87
		116,6			
Uso da forrageira	KW/H	6	0,22	25,66	
Bombeamento de água de irrigação	KW/H	700	0,22	154	
<b>A.4. Outras despesas</b>					
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	15298,46	152,98	0,74
<b>A.5 Manutenção e conservação</b>				<b>220,2</b>	1,07
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a. a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>3477,1</b>	16,99
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>291,83</b>	
	<b>Vida útil (mês)</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Meses</b>	<b>Deprec.</b>	
Forrageira	120	5000	0,03	1,25	
Bomba submersa	60	2776	3,16	46,26	
Tubos	120	498	3,16	13,11	
Poço	600	5000	3,16	26,33	
Microaspersores	60	2600	3,16	136,93	
Conexões	60	790	3,16	41,61	
Galpão	600	5000	3,16	26,33	
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>31,6</b>	
Imposto territorial rural	HECTARE	3,16	10	31,6	
<b>B.3. Mão-de-obra</b>				<b>3153,7</b>	
Aux. Administrativo	SALÁRIO	3,16	998	3153,68	
<b>C. CUSTOS OPERACIONAIS TOTAIS (COT)</b>				<b>19148,7</b>	
C.1 (A) e (B)					
<b>D. CUSTOS DE OPORTUNIDADE (CO)</b>				<b>1315,84</b>	6,42
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				<b>316</b>	
Arrendamento	HECTARE	3,16	100	316	
<b>D.2. Remuneração do capital fixo</b>				<b>999,84</b>	
Infraestrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>20464,6</b>	100,00
E.1. CO e COT					

Fonte: Elaborado pelo autor.

\*d/h=dia/homem

\*\* h/t= hora/trator

**Tabela 6** - Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 35 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 80% da DRCS de rúcula.

	Unid.	Qte.	Preço (R\$)		
			V. Unid.	TOTAL	% sobre CT
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>			<b>15639,2</b>		
<b>A.1. Insumos</b>			<b>1646,8</b>		
Sementes de beterraba cv. Early Wonder			8,05		
	KG	3	170	510	
	KG	1,8	160	288	
	LITRO	1000	0,73	730	
	M	66	1,8	118,8	
<b>A.2. Mão de obra</b>			<b>13440</b>		
<b>A.2.1. Custos com adubo verde (<i>C. procera</i>)</b>			<b>2900</b>		
	D/H	17	50	850	
	FRETE	5	180	900	
	D/H	5	50	250	
	D/H	12	50	600	
	D/H	6	50	300	
<b>A.2.2. Custos com adubo verde (<i>M. aegyptia</i>)</b>			<b>2350</b>		
	D/H	17	50	850	
	FRETE	6	50	300	
	D/H	6	50	300	
	D/H	12	50	600	
	D/H	6	50	300	
<b>A.2.3. Demais serviços</b>			<b>8190</b>		
	H/T	1	120	120	
	H/T	2	120	240	
	H/T	5	120	600	
	D/H	10	50	500	
	D/H	10	50	500	
	D/H	4	120	480	
	D/H	10	50	500	
	D/H	10	50	500	
	D/H	10	50	500	
	D/H	20	50	1000	
	D/H	15	50	750	
	D/H	10	50	500	
	D/H	10	50	500	
	D/H	20	50	1000	
	D/H	10	50	500	

<b>A.3. Energia elétrica</b>				<b>179,5</b>	0,87
Uso da forrageira	KW/H	116	0,22	25,52	
Bombeamento de água de irrigação	KW/H	700	0,22	154	
<b>A.4. Outras despesas</b>					
			15266,		
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	32	152,66	0,74
<b>A.5 Manutenção e conservação</b>				<b>220,2</b>	1,07
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a. a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>3477,1</b>	17,01
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>291,83</b>	
	<b>Vida útil (mês)</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Meses</b>	<b>Deprec.</b>	
Forageira	120	5000	0,03	1,25	
Bomba submersa	60	2776	3,16	46,26	
Tubos	120	498	3,16	13,11	
Poço	600	5000	3,16	26,33	
Microaspersores	60	2600	3,16	136,93	
Conexões	60	790	3,16	41,61	
Galpão	600	5000	3,16	26,33	
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>31,6</b>	
Imposto territorial rural	HECTARE	3,16	10	31,6	
<b>B.3. Mão-de-obra</b>				<b>3153,68</b>	
Aux. Administrativo	SALÁRIO	3,16	998	3153,68	
<b>C. CUSTOS OPERACIONAIS TOTAIS (COT)</b>				<b>19116,3</b>	
C.1 (A) e (B)					
<b>D. CUSTOS DE OPORTUNIDADE (CO)</b>				<b>1315,8</b>	6,44
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				<b>316</b>	
Arrendamento	HECTARE	3,16	100	316	
<b>D.2. Remuneração do capital fixo</b>				<b>999,84</b>	
Infraestrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>20432,1</b>	100
E.1. CO e COT					

Fonte: Elaborado pelo autor.

\*d/h=dia/homem

\*\* h/t= hora/trator

**Tabela 7** - Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 35 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 60% da DRCS de rúcula.

COMPONENTES	Unid.	Qte.	Preço (R\$)		
			V. Unid.	TOTAL	% sobre CT
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>			<b>15542,19</b>		
<b>A.1. Insumos</b>			<b>1550,80</b>		
Sementes de beterraba cv. Early Wonder					
	KG	3	170	510	
Sementes de rúcula					
	KG	1,2	160	192	
Substrato					
	LITRO	1000	0,73	730	
Bobina de plástico					
	M	66	1,8	118,8	
<b>A.2. Mão de obra</b>			<b>13440</b>		
<b>A.2.1. Custos com adubo verde (<i>C. procera</i>)</b>			<b>2900</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )					
	D/H	17	50	850	
Transporte					
	FRETE	5	180	900	
Trituração					
	D/H	5	50	250	
Secagem					
	D/H	12	50	600	
Ensacamento					
	D/H	6	50	300	
<b>A.2.2. Custos com adubo verde (<i>M. aegyptia</i>)</b>			<b>2350</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )					
	D/H	17	50	850	
Transporte					
	FRETE	6	50	300	
Trituração					
	D/H	6	50	300	
Secagem					
	D/H	12	50	600	
Ensacamento					
	D/H	6	50	300	
<b>A.2.3. Demais serviços</b>			<b>8190</b>		
Limpeza do terreno					
	H/T	1	120	120	
Gradagem					
	H/T	2	120	240	
Confecção de canteiros					
	H/T	5	120	600	
Solarização					
	D/H	10	50	500	
Retirada do plástico					
	D/H	10	50	500	
Distribuição e incorporação do adubo (aração)					
	D/H	4	120	480	
Plantio					
	D/H	10	50	500	
Desbaste da beterraba					
	D/H	10	50	500	
Desbaste da rúcula					
	D/H	10	50	500	
Capina manual					
	D/H	20	50	1000	
Colheita da beterraba					
	D/H	15	50	750	
Carregamento da beterraba					
	D/H	10	50	500	
Classificação da beterraba					
	D/H	10	50	500	
Colheita da rúcula					
	D/H	20	50	1000	
Carregamento da rúcula					
	D/H	10	50	500	

<b>A.3. Energia elétrica</b>				<b>179,52</b>	0,89
Uso da forrageira	KW/H	116	0,22	25,52	
Bombeamento de água de irrigação	KW/H	700	0,22	154	
<b>A.4. Outras despesas</b>					
			15170,3		
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	2	151,7032	0,75
<b>A.5 Manutenção e conservação</b>				<b>220,17</b>	1,09
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a. a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>3477,11</b>	17,28
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>291,83</b>	
	<b>Vida útil (mês)</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Meses</b>	<b>Deprec.</b>	
Forrageira	120	5000	0,03	1,25	
Bomba submersa	60	2776	3,16	46,26	
Tubos	120	498	3,16	13,11	
Poço	600	5000	3,16	26,33	
Microaspersores	60	2600	3,16	136,93	
Conexões	60	790	3,16	41,61	
Galpão	600	5000	3,16	26,33	
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>31,6</b>	
Imposto territorial rural	HECTARE	3,16	10	31,6	
<b>B.3. Mão-de-obra</b>				<b>3153,68</b>	
Aux. Administrativo	SALÁRIO	3,16	998	3153,68	
<b>C. CUSTOS OPERACIONAIS TOTAIS (COT)</b>				<b>19019,3</b>	
C.1 (A) e (B)					
<b>D. CUSTOS DE OPORTUNIDADE (CO)</b>				<b>1099,8</b>	5,46
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				<b>100</b>	
Arrendamento	HECTARE	3,16	100	100	
<b>D.2. Remuneração do capital fixo</b>				<b>999,84</b>	
Infraestrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>20119,14</b>	100
E.1. CO e COT					

Fonte: Elaborado pelo autor.

\*d/h=dia/homem

\*\* h/t= hora/trator

**Tabela 8** - Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 35 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 40% da DRCS de rúcula.

COMPONENTES	Unid.	Qte.	Preço (R\$)		
			V. Unid.	TOTAL	% sobre CT
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>			<b>15477,55</b>		
<b>A.1. Insumos</b>			<b>1486,80</b> 7,42		
Sementes de beterraba cv. Early Wonder					
	KG	3	170	510	
Sementes de rúcula					
	KG	0,8	160	128	
Substrato					
	LITRO	1000	0,73	730	
Bobina de plástico					
	M	66	1,8	118,8	
<b>A.2. Mão de obra</b>			<b>13440</b> 67,08		
<b>A.2.1. Custos com adubo verde (<i>C. procera</i>)</b>			<b>2900</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )					
	D/H	17	50	850	
Transporte					
	FRETE	5	180	900	
Trituração					
	D/H	5	50	250	
Secagem					
	D/H	12	50	600	
Ensacamento					
	D/H	6	50	300	
<b>A.2.2. Custos com adubo verde (<i>M. aegyptia</i>)</b>			<b>2350</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )					
	D/H	17	50	850	
Transporte					
	FRETE	6	50	300	
Trituração					
	D/H	6	50	300	
Secagem					
	D/H	12	50	600	
Ensacamento					
	D/H	6	50	300	
<b>A.2.3. Demais serviços</b>			<b>8190</b>		
Limpeza do terreno					
	H/T	1	120	120	
Gradagem					
	H/T	2	120	240	
Confecção de canteiros					
	H/T	5	120	600	
Solarização					
	D/H	10	50	500	
Retirada do plástico					
	D/H	10	50	500	
Distribuição e incorporação do adubo (aração)					
	D/H	4	120	480	
Plantio					
	D/H	10	50	500	
Desbaste da beterraba					
	D/H	10	50	500	
Desbaste da rúcula					
	D/H	10	50	500	
Capina manual					
	D/H	20	50	1000	
Colheita da beterraba					
	D/H	15	50	750	
Carregamento da beterraba					
	D/H	10	50	500	
Classificação da beterraba					
	D/H	10	50	500	
Colheita da rúcula					
	D/H	20	50	1000	
Carregamento da rúcula					
	D/H	10	50	500	

<b>A.3. Energia elétrica</b>				<b>179,52</b>	0,89
Uso da forrageira	KW/H	116	0,22	25,52	
Bombeamento de água de irrigação	KW/H	700	0,22	154	
<b>A.4. Outras despesas</b>					
			15106,3		
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	2	151,0632	0,75
<b>A.5 Manutenção e conservação</b>				<b>220,17</b>	1,09
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a. a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>3455,51</b>	17,24
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>291,83</b>	
	<b>Vida útil (mês)</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Meses</b>	<b>Deprec.</b>	
Forrageira	120	5000	0,03	1,25	
Bomba submersa	60	2776	3,16	46,26	
Tubos	120	498	3,16	13,11	
Poço	600	5000	3,16	26,33	
Microaspersores	60	2600	3,16	136,93	
Conexões	60	790	3,16	41,61	
Galpão	600	5000	3,16	26,33	
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>31,6</b>	
Imposto territorial rural	HECTARE	3,16	10	31,6	
<b>B.3. Mão-de-obra</b>				<b>3153,68</b>	
Aux. Administrativo	SALÁRIO	3,16	998	3153,68	
<b>C. CUSTOS OPERACIONAIS TOTAIS (COT)</b>				<b>18933,06</b>	
C.1 (A) e (B)					
<b>D. CUSTOS DE OPORTUNIDADE (CO)</b>				<b>1099,84</b>	5,49
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				<b>100</b>	
Arrendamento	HECTARE	3,16	100	100	
<b>D.2. Remuneração do capital fixo</b>				<b>999,84</b>	
Infraestrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>20032,90</b>	100
E.1. CO e COT					

Fonte: Elaborado pelo autor.

\*d/h=dia/homem

\*\* h/t= hora/trator



**Tabela 9** - Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 50 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 100% da DRCS de rúcula.

COMPONENTES	Unid.	Qte.	Preço (R\$)		
			V. Unid.	TOTAL	% sobre CT
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>			<b>16864,42</b>		
<b>A.1. Insumos</b>			<b>2018,80</b>		
Sementes de beterraba cv. Early Wonder					9,42
	KG	5	170	850	
Sementes de rúcula					
	KG	2	160	320	
Substrato					
	LITRO	1000	0,73	730	
Bobina de plástico					
	M	66	1,8	118,8	
<b>A.2. Mão de obra</b>			<b>14270</b>		
<b>A.2.1. Custos com adubo verde (<i>C. procera</i>)</b>			<b>3430</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )					
	D/H	19	50	950	
Transporte					
	FRETE	6	180	1080	
Trituração					
	D/H	6	50	300	
Secagem					
	D/H	14	50	700	
Ensacamento					
	D/H	8	50	400	
<b>A.2.2. Custos com adubo verde (<i>M. aegyptia</i>)</b>			<b>2650</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )					
	D/H	19	50	950	
Transporte					
	FRETE	6	50	300	
Trituração					
	D/H	6	50	300	
Secagem					
	D/H	14	50	700	
Ensacamento					
	D/H	8	50	400	
<b>A.2.3. Demais serviços</b>			<b>8190</b>		
Limpeza do terreno					
	H/T	1	120	120	
Gradagem					
	H/T	2	120	240	
Confecção de canteiros					
	H/T	5	120	600	
Solarização					
	D/H	10	50	500	
Retirada do plástico					
	D/H	10	50	500	
Distribuição e incorporação do adubo (aração)					
	D/H	4	120	480	
Plantio					
	D/H	10	50	500	
Desbaste da beterraba					
	D/H	10	50	500	
Desbaste da rúcula					
	D/H	10	50	500	
Capina manual					
	D/H	20	50	1000	
Colheita da beterraba					
	D/H	15	50	750	
Carregamento da beterraba					
	D/H	10	50	500	
Classificação da beterraba					
	D/H	10	50	500	
Colheita da rúcula					
	D/H	20	50	1000	
Carregamento da rúcula					
	D/H	10	50	500	

<b>A.3. Energia elétrica</b>				<b>190,66</b>	0,89
Uso da forrageira	KW/H	166,66	0,22	36,66	
Bombeamento de água de irrigação	KW/H	700	0,22	154	
<b>A.4. Outras despesas</b>					
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	16479,46	164,79	0,76
<b>A.5 Manutenção e conservação</b>				<b>220,17</b>	1,02
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a. a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>3455,51</b>	16,13
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>291,83</b>	
	<b>Vida útil (mês)</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Meses</b>	<b>Deprec.</b>	
Forrageira	120	5000	0,03	1,25	
Bomba submersa	60	2776	3,16	46,26	
Tubos	120	498	3,16	13,11	
Poço	600	5000	3,16	26,33	
Microaspersores	60	2600	3,16	136,93	
Conexões	60	790	3,16	41,61	
Galpão	600	5000	3,16	26,33	
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>31,6</b>	
Imposto territorial rural	HECTARE	3,16	10	31,6	
<b>B.3. Mão-de-obra</b>				<b>3153,68</b>	
Aux. Administrativo	SALÁRIO	3,16	998	3153,68	
<b>C. CUSTOS OPERACIONAIS TOTAIS (COT)</b>				<b>20319,94</b>	
C.1 (A) e (B)					
<b>D. CUSTOS DE OPORTUNIDADE (CO)</b>				<b>1099,84</b>	5,13
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				<b>100</b>	
Arrendamento	HECTARE	3,16	100	100	
<b>D.2. Remuneração do capital fixo</b>				<b>999,84</b>	
Infraestrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>21419,78</b>	100
E.1. CO e COT					

Fonte: Elaborado pelo autor.

\*d/h=dia/homem

\*\* h/t= hora/trator

**Tabela 10** - Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 50 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 80% da DRCS de rúcula.

	Unid.	Qte.	Preço (R\$)		
			V. Unid.	TOTAL	% sobre CT
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>			<b>16488,70</b>		
<b>A.1. Insumos</b>			<b>1646,80</b> 7,82		
Sementes de beterraba cv. Early Wonder	KG	3	170	510	
Sementes de rúcula	KG	1,8	160	288	
Substrato	LITRO	1000	0,73	730	
Bobina de plástico	M	66	1,8	118,8	
<b>A.2. Mão de obra</b>			<b>14270</b> 67,81		
<b>A.2.1. Custos com adubo verde (<i>C. procera</i>)</b>			<b>3430</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )	D/H	19	50	950	
Transporte	FRETE	6	180	1080	
Trituração	D/H	6	50	300	
Secagem	D/H	14	50	700	
Ensacamento	D/H	8	50	400	
<b>A.2.2. Custos com adubo verde (<i>M. aegyptia</i>)</b>			<b>2650</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )	D/H	19	50	950	
Transporte	FRETE	6	50	300	
Trituração	D/H	6	50	300	
Secagem	D/H	14	50	700	
Ensacamento	D/H	8	50	400	
<b>A.2.3. Demais serviços</b>			<b>8190</b>		
Limpeza do terreno	H/T	1	120	120	
Gradagem	H/T	2	120	240	
Confecção de canteiros	H/T	5	120	600	
Solarização	D/H	10	50	500	
Retirada do plástico	D/H	10	50	500	
Distribuição e incorporação do adubo (aração)	D/H	4	120	480	
Plantio	D/H	10	50	500	
Desbaste da beterraba	D/H	10	50	500	
Desbaste da rúcula	D/H	10	50	500	
Capina manual	D/H	20	50	1000	
Colheita da beterraba	D/H	15	50	750	
Carregamento da beterraba	D/H	10	50	500	
Classificação da beterraba	D/H	10	50	500	
Colheita da rúcula	D/H	20	50	1000	
Carregamento da rúcula	D/H	10	50	500	

<b>A.3. Energia elétrica</b>				<b>190,66</b>	0,90
		166,6			
Uso da forrageira	KW/H	6	0,22	36,66	
Bombeamento de água de irrigação	KW/H	700	0,22	154	
<b>A.4. Outras despesas</b>					
			16107,		
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	46	161,07	0,76
<b>A.5 Manutenção e conservação</b>				<b>220,17</b>	1,04
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a. a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>3455,51</b>	16,42
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>291,83</b>	
	<b>Vida útil (mês)</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Meses</b>	<b>Deprec.</b>	
Forrageira	120	5000	0,03	1,25	
Bomba submersa	60	2776	3,16	46,26	
Tubos	120	498	3,16	13,11	
Poço	600	5000	3,16	26,33	
Microaspersores	60	2600	3,16	136,93	
Conexões	60	790	3,16	41,61	
Galpão	600	5000	3,16	26,33	
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>31,6</b>	
Imposto territorial rural	HECTARE	3,16	10	31,6	
<b>B.3. Mão-de-obra</b>				<b>3153,68</b>	
Aux. Administrativo	SALÁRIO	3,16	998	3153,68	
<b>C. CUSTOS OPERACIONAIS TOTAIS (COT)</b>				<b>19944,22</b>	
C.1 (A) e (B)					
<b>D. CUSTOS DE OPORTUNIDADE (CO)</b>				<b>1099,84</b>	5,22
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				<b>100</b>	
Arrendamento	HECTARE	3,16	100	100	
<b>D.2. Remuneração do capital fixo</b>				<b>999,84</b>	
Infraestrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>21044,06</b>	100,00
E.1. CO e COT					

Fonte: Elaborado pelo autor.

\*d/h=dia/homem

\*\* h/t= hora/trator

**Tabela 11** - Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 50 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 60% da DRCS de rúcula.

COMPONENTES	Unid.	Qte.	Preço (R\$)		
			V. Unid.	TOTAL	% sobre CT
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>			<b>16391,74</b>		
<b>A.1. Insumos</b>			<b>1550,80</b> 7,40		
Sementes de beterraba cv. Early Wonder	KG	3	170	510	
Sementes de rúcula	KG	1,2	160	192	
Substrato	LITRO	1000	0,73	730	
Bobina de plástico	M	66	1,8	118,8	
<b>A.2. Mão de obra</b>			<b>14270</b> 68,12		
<b>A.2.1. Custos com adubo verde (<i>C. procera</i>)</b>			<b>3430</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )	D/H	19	50	950	
Transporte	FRETE	6	180	1080	
Trituração	D/H	6	50	300	
Secagem	D/H	14	50	700	
Ensacamento	D/H	8	50	400	
<b>A.2.2. Custos com adubo verde (<i>M. aegyptia</i>)</b>			<b>2650</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )	D/H	19	50	950	
Transporte	FRETE	6	50	300	
Trituração	D/H	6	50	300	
Secagem	D/H	14	50	700	
Ensacamento	D/H	8	50	400	
<b>A.2.3. Demais serviços</b>			<b>8190</b>		
Limpeza do terreno	H/T	1	120	120	
Gradagem	H/T	2	120	240	
Confecção de canteiros	H/T	5	120	600	
Solarização	D/H	10	50	500	
Retirada do plástico	D/H	10	50	500	
Distribuição e incorporação do adubo (aração)	D/H	4	120	480	
Plantio	D/H	10	50	500	
Desbaste da beterraba	D/H	10	50	500	
Desbaste da rúcula	D/H	10	50	500	
Capina manual	D/H	20	50	1000	
Colheita da beterraba	D/H	15	50	750	
Carregamento da beterraba	D/H	10	50	500	
Classificação da beterraba	D/H	10	50	500	
Colheita da rúcula	D/H	20	50	1000	
Carregamento da rúcula	D/H	10	50	500	

<b>A.3. Energia elétrica</b>				<b>190,66</b>	0,91
Uso da forrageira	KW/H	166,66	0,22	36,6652	
Bombeamento de água de irrigação	KW/H	700	0,22	154	
<b>A.4. Outras despesas</b>					
			16011,		
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	46	160,11	0,76
<b>A.5 Manutenção e conservação</b>				<b>220,17</b>	1,05
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a. a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>3455,51</b>	16,49
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>291,83</b>	
	<b>Vida útil (mês)</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Meses</b>	<b>Deprec.</b>	
Forrageira	120	5000	0,03	1,25	
Bomba submersa	60	2776	3,16	46,26	
Tubos	120	498	3,16	13,11	
Poço	600	5000	3,16	26,33	
Microaspersores	60	2600	3,16	136,93	
Conexões	60	790	3,16	41,61	
Galpão	600	5000	3,16	26,33	
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>31,6</b>	
Imposto territorial rural	HECTARE	3,16	10	31,6	
<b>B.3. Mão-de-obra</b>				<b>3153,68</b>	
Aux. Administrativo	SALÁRIO	3,16	998	3153,68	
<b>C. CUSTOS OPERACIONAIS TOTAIS (COT)</b>				<b>19847,26</b>	
C.1 (A) e (B)					
<b>D. CUSTOS DE OPORTUNIDADE (CO)</b>				<b>1099,84</b>	5,250
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				<b>100</b>	
Arrendamento	HECTARE	3,16	100	100	
<b>D.2. Remuneração do capital fixo</b>				<b>999,84</b>	
Infraestrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>20947,10</b>	100,0
E.1. CO e COT					
0					

Fonte: Elaborado pelo autor.

\*d/h=dia/homem

\*\* h/t= hora/trator

**Tabela 12** - Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 50 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 40% da DRCS de rúcula.

COMPONENTES	Unid.	Qte.	Preço (R\$)		
			V. Unid.	TOTAL	% sobre CT
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>			<b>16327,11</b>		
<b>A.1. Insumos</b>			<b>1486,80</b> 7,11		
Sementes de beterraba cv. Early Wonder	KG	3	170	510	
Sementes de rúcula	KG	0,8	160	128	
Substrato	LITRO	1000	0,73	730	
Bobina de plástico	M	66	1,8	118,8	
<b>A.2. Mão de obra</b>			<b>14270</b> 68,33		
<b>A.2.1. Custos com adubo verde (<i>C. procera</i>)</b>			<b>3430</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )	D/H	19	50	950	
Transporte	FRETE	6	180	1080	
Trituração	D/H	6	50	300	
Secagem	D/H	14	50	700	
Ensacamento	D/H	8	50	400	
<b>A.2.2. Custos com adubo verde (<i>M. aegyptia</i>)</b>			<b>2650</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )	D/H	19	50	950	
Transporte	FRETE	6	50	300	
Trituração	D/H	6	50	300	
Secagem	D/H	14	50	700	
Ensacamento	D/H	8	50	400	
<b>A.2.3. Demais serviços</b>			<b>8190</b>		
Limpeza do terreno	H/T	1	120	120	
Gradagem	H/T	2	120	240	
Confecção de canteiros	H/T	5	120	600	
Solarização	D/H	10	50	500	
Retirada do plástico	D/H	10	50	500	
Distribuição e incorporação do adubo (aração)	D/H	4	120	480	
Plantio	D/H	10	50	500	
Desbaste da beterraba	D/H	10	50	500	
Desbaste da rúcula	D/H	10	50	500	
Capina manual	D/H	20	50	1000	
Colheita da beterraba	D/H	15	50	750	
Carregamento da beterraba	D/H	10	50	500	
Classificação da beterraba	D/H	10	50	500	
Colheita da rúcula	D/H	20	50	1000	
Carregamento da rúcula	D/H	10	50	500	

<b>A.3. Energia elétrica</b>				<b>190,66</b>	0,913
Uso da forrageira	KW/H	166,66	0,22	36,6652	
Bombeamento de água de irrigação	KW/H	700	0,22	154	
<b>A.4. Outras despesas</b>					
			15947,		
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	47	159,47	0,763
<b>A.5 Manutenção e conservação</b>				<b>220,17</b>	1,05
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a. a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>3455,51</b>	16,54
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>291,83</b>	
	<b>Vida útil (mês)</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Meses</b>	<b>Deprec.</b>	
Forageira	120	5000	0,03	1,25	
Bomba submersa	60	2776	3,16	46,26	
Tubos	120	498	3,16	13,11	
Poço	600	5000	3,16	26,33	
Microaspersores	60	2600	3,16	136,93	
Conexões	60	790	3,16	41,61	
Galpão	600	5000	3,16	26,33	
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>31,6</b>	
Imposto territorial rural	HECTARE	3,16	10	31,6	
<b>B.3. Mão-de-obra</b>				<b>3153,68</b>	
Aux. Administrativo	SALÁRIO	3,16	998	3153,68	
<b>C. CUSTOS OPERACIONAIS TOTAIS (COT)</b>				<b>19782,62</b>	
C.1 (A) e (B)					
<b>D. CUSTOS DE OPORTUNIDADE (CO)</b>				<b>1099,84</b>	5,26
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				<b>100</b>	
Arrendamento	HECTARE	3,16	100	100	
<b>D.2. Remuneração do capital fixo</b>				<b>999,84</b>	
Infraestrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>20882,46</b>	100,0
<b>E.1. CO e COT</b>				<b>0</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor.

\*d/h=dia/homem

\*\* h/t= hora/trator



**Tabela 13** - Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 65 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 100% da DRCS de rúcula.

COMPONENTES	Unid.	Qte.	Preço (R\$)		
			V. Unid.	TOTAL	% sobre CT
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>			<b>17471,32</b>		
<b>A.1. Insumos</b>			<b>1678,80</b> 7,62		
Sementes de beterraba cv. Early Wonder	KG	3	170	510	
Sementes de rúcula	KG	2	160	320	
Substrato	LITRO	1000	0,73	730	
Bobina de plástico	M	66	1,8	118,8	
<b>A.2. Mão de obra</b>			<b>15200</b> 69,00		
<b>A.2.1. Custos com adubo verde (<i>C. procera</i>)</b>			<b>3960</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )	D/H	21	50	1050	
Transporte	FRETE	7	180	1260	
Trituração	D/H	7	50	350	
Secagem	D/H	16	50	800	
Ensacamento	D/H	10	50	500	
<b>A.2.2. Custos com adubo verde (<i>M. aegyptia</i>)</b>			<b>3050</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )	D/H	21	50	1050	
Transporte	FRETE	7	50	350	
Trituração	D/H	7	50	350	
Secagem	D/H	16	50	800	
Ensacamento	D/H	10	50	500	
<b>A.2.3. Demais serviços</b>			<b>8190</b>		
Limpeza do terreno	H/T	1	120	120	
Gradagem	H/T	2	120	240	
Confecção de canteiros	H/T	5	120	600	
Solarização	D/H	10	50	500	
Retirada do plástico	D/H	10	50	500	
Distribuição e incorporação do adubo (aração)	D/H	4	120	480	
Plantio	D/H	10	50	500	
Desbaste da beterraba	D/H	10	50	500	
Desbaste da rúcula	D/H	10	50	500	
Capina manual	D/H	20	50	1000	
Colheita da beterraba	D/H	15	50	750	
Carregamento da beterraba	D/H	10	50	500	
Classificação da beterraba	D/H	10	50	500	
Colheita da rúcula	D/H	20	50	1000	
Carregamento da rúcula	D/H	10	50	500	

<b>A.3. Energia elétrica</b>				<b>201,55</b>	0,91
Uso da forrageira	KW/H	216,16	0,22	47,55	
Bombeamento de água de irrigação	KW/H	700	0,22	154	
<b>A.4. Outras despesas</b>					
			17080,3		
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	5	170,80	0,77
<b>A.5 Manutenção e conservação</b>				<b>220,17</b>	0,99
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a. a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>3455,51</b>	15,68
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>291,83</b>	
	<b>Vida útil (mês)</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Meses</b>	<b>Deprec.</b>	
Forrageira	120	5000	0,03	1,25	
Bomba submersa	60	2776	3,16	46,26	
Tubos	120	498	3,16	13,11	
Poço	600	5000	3,16	26,33	
Microaspersores	60	2600	3,16	136,93	
Conexões	60	790	3,16	41,61	
Galpão	600	5000	3,16	26,33	
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>31,6</b>	
Imposto territorial rural	HECTARE	3,16	10	31,6	
<b>B.3. Mão-de-obra</b>				<b>3153,68</b>	
Aux. Administrativo	SALÁRIO	3,16	998	3153,68	
<b>C. CUSTOS OPERACIONAIS TOTAIS (COT)</b>				<b>20926,84</b>	
C.1 (A) e (B)					
<b>D. CUSTOS DE OPORTUNIDADE (CO)</b>				<b>1099,84</b>	4,99
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				<b>100</b>	
Arrendamento	HECTARE	3,16	100	100	
<b>D.2. Remuneração do capital fixo</b>				<b>999,84</b>	
Infraestrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>22026,68</b>	100,00
E.1. CO e COT					

Fonte: Elaborado pelo autor.

\*d/h=dia/homem

\*\* h/t= hora/trator

**Tabela 14** - Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 65 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 80% da DRCS de rúcula.

	Unid.	Qte.	Preço (R\$)		
			V. Unid.	TOTAL	% sobre CT
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>			<b>17439,01</b>		
<b>A.1. Insumos</b>			<b>1646,80</b> 7,40		
Sementes de beterraba cv. Early Wonder	KG	3	170	510	
Sementes de rúcula	KG	1,8	160	288	
Substrato	LITRO	1000	0,73	730	
Bobina de plástico	M	66	1,8	118,8	
<b>A.2. Mão de obra</b>			<b>15200</b> 68,37		
<b>A.2.1. Custos com adubo verde (<i>C. procera</i>)</b>			<b>3960</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )	D/H	21	50	1050	
Transporte	FRETE	7	180	1260	
Trituração	D/H	7	50	350	
Secagem	D/H	16	50	800	
Ensacamento	D/H	10	50	500	
<b>A.2.2. Custos com adubo verde (<i>M. aegyptia</i>)</b>			<b>3050</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )	D/H	21	50	1050	
Transporte	FRETE	7	50	350	
Trituração	D/H	7	50	350	
Secagem	D/H	16	50	800	
Ensacamento	D/H	10	50	500	
<b>A.2.3. Demais serviços</b>			<b>8190</b>		
Limpeza do terreno	H/T	1	120	120	
Gradagem	H/T	2	120	240	
Confecção de canteiros	H/T	5	120	600	
Solarização	D/H	10	50	500	
Retirada do plástico	D/H	10	50	500	
Distribuição e incorporação do adubo (aração)	D/H	4	120	480	
Plantio	D/H	10	50	500	
Desbaste da beterraba	D/H	10	50	500	
Desbaste da rúcula	D/H	10	50	500	
Capina manual	D/H	20	50	1000	
Colheita da beterraba	D/H	15	50	750	
Carregamento da beterraba	D/H	10	50	500	
Classificação da beterraba	D/H	10	50	500	
Colheita da rúcula	D/H	20	50	1000	
Carregamento da rúcula	D/H	10	50	500	

<b>A.3. Energia elétrica</b>				<b>201,55</b>	0,90
Uso da forrageira	KW/H	216,16	0,22	47,55	
Bombeamento de água de irrigação	KW/H	700	0,22	154	
<b>A.4. Outras despesas</b>					
			17048,3		
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	6	170,4836	0,76
<b>A.5 Manutenção e conservação</b>				<b>220,17</b>	0,99
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a. a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>3476,87</b>	15,63
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>291,83</b>	
	<b>Vida útil (mês)</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Meses</b>	<b>Deprec.</b>	
Forrageira	120	5000	0,03	1,25	
Bomba submersa	60	2776	3,16	46,26	
Tubos	120	498	3,16	13,11	
Poço	600	5000	3,16	26,33	
Microaspersores	60	2600	3,16	136,93	
Conexões	60	790	3,16	41,61	
Galpão	600	5000	3,16	26,33	
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>31,36</b>	
Imposto territorial rural	HECTARE	3,136	10	31,36	
<b>B.3. Mão-de-obra</b>				<b>3153,68</b>	
Aux. Administrativo	SALÁRIO	3,16	998	3153,68	
<b>C. CUSTOS OPERACIONAIS TOTAIS (COT)</b>				<b>20915,88</b>	
C.1 (A) e (B)					
<b>D. CUSTOS DE OPORTUNIDADE (CO)</b>				<b>1315,84</b>	5,91
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				<b>316</b>	
Arrendamento	HECTARE	3,16	100	316	
<b>D.2. Remuneração do capital fixo</b>				<b>999,84</b>	
Infraestrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>22231,72</b>	100,00
E.1. CO e COT					

Fonte: Elaborado pelo autor.

\*d/h=dia/homem

\*\* h/t= hora/trator

**Tabela 15** - Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 65 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 60% da DRCS de rúcula.

	Unid.	Qte.	Preço (R\$)		% sobre CT
			V. Unid.	TOTAL	
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>17342,04</b>	
<b>A.1. Insumos</b>				<b>1550,80</b>	7,00
Sementes de beterraba cv. Early Wonder	KG	3	170	510	
Sementes de rúcula	KG	1,2	160	192	
Substrato	LITRO	1000	0,73	730	
Bobina de plástico	M	66	1,8	118,8	
<b>A.2. Mão de obra</b>				<b>15200</b>	68,7
<b>A.2.1. Custos com adubo verde (<i>C. procera</i>)</b>				<b>3960</b>	
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )	D/H	21	50	1050	
Transporte	FRETE	7	180	1260	
Trituração	D/H	7	50	350	
Secagem	D/H	16	50	800	
Ensacamento	D/H	10	50	500	
<b>A.2.2. Custos com adubo verde (<i>M. aegyptia</i>)</b>				<b>3050</b>	
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )	D/H	21	50	1050	
Transporte	FRETE	7	50	350	
Trituração	D/H	7	50	350	
Secagem	D/H	16	50	800	
Ensacamento	D/H	10	50	500	
<b>A.2.3. Demais serviços</b>				<b>8190</b>	
Limpeza do terreno	H/T	1	120	120	
Gradagem	H/T	2	120	240	
Confecção de canteiros	H/T	5	120	600	
Solarização	D/H	10	50	500	
Retirada do plástico	D/H	10	50	500	
Distribuição e incorporação do adubo (aração)	D/H	4	120	480	
Plantio	D/H	10	50	500	
Desbaste da beterraba	D/H	10	50	500	
Desbaste da rúcula	D/H	10	50	500	
Capina manual	D/H	20	50	1000	
Colheita da beterraba	D/H	15	50	750	
Carregamento da beterraba	D/H	10	50	500	
Classificação da beterraba	D/H	10	50	500	
Colheita da rúcula	D/H	20	50	1000	
Carregamento da rúcula	D/H	10	50	500	

<b>A.3. Energia elétrica</b>				<b>201,55</b>	0,91
Uso da forrageira	KW/H	216,16	0,22	47,55	
Bombeamento de água de irrigação	KW/H	700	0,22	154	
<b>A.4. Outras despesas</b>					
			16952,3		
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	5	169,52	0,76
<b>A.5 Manutenção e conservação</b>				<b>220,17</b>	0,99
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a. a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>3477,11</b>	15,70
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>291,83</b>	
	<b>Vida útil (mês)</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Meses</b>	<b>Deprec.</b>	
Forageira	120	5000	0,03	1,25	
Bomba submersa	60	2776	3,16	46,26	
Tubos	120	498	3,16	13,11	
Poço	600	5000	3,16	26,33	
Microaspersores	60	2600	3,16	136,93	
Conexões	60	790	3,16	41,61	
Galpão	600	5000	3,16	26,33	
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>31,6</b>	
Imposto territorial rural	HECTARE	3,16	10	31,6	
<b>B.3. Mão-de-obra</b>				<b>3153,68</b>	
Aux. Administrativo	SALÁRIO	3,16	998	3153,68	
<b>C. CUSTOS OPERACIONAIS TOTAIS (COT)</b>				<b>20819,16</b>	
C.1 (A) e (B)					
<b>D. CUSTOS DE OPORTUNIDADE (CO)</b>				<b>1315,84</b>	5,94
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				<b>316</b>	
Arrendamento	HECTARE	3,16	100	316	
<b>D.2. Remuneração do capital fixo</b>				<b>999,84</b>	
Infraestrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>22135,00</b>	100,0
<b>E.1. CO e COT</b>				<b>0</b>	

Fonte: Elaborado pelo autor.

\*d/h=dia/homem

\*\* h/t= hora/trator

**Tabela 16** - Custos de produção por hectare do consórcio de beterraba e rúcula adubado com 65 t ha<sup>-1</sup> de biomassa de *M. aegyptia* e *C. procera* em base seca na população de 40% da DRCS de rúcula.

COMPONENTES	Unid.	Qte.	Preço (R\$)		
			V. Unid.	TOTAL	% sobre CT
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>			<b>17277,40</b>		
<b>A.1. Insumos</b>			<b>1486,80</b> 6,73		
Sementes de beterraba cv. Early Wonder	KG	3	170	510	
Sementes de rúcula	KG	0,8	160	128	
Substrato	LITRO	1000	0,73	730	
Bobina de plástico	M	66	1,8	118,80	
<b>A.2. Mão de obra</b>			<b>15200</b> 68,87		
<b>A.2.1. Custos com adubo verde (<i>C. procera</i>)</b>			<b>3960</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )	D/H	21	50	1050	
Transporte	FRETE	7	180	1260	
Trituração	D/H	7	50	350	
Secagem	D/H	16	50	800	
Ensacamento	D/H	10	50	500	
<b>A.2.2. Custos com adubo verde (<i>M. aegyptia</i>)</b>			<b>3050</b>		
Corte (20 t ha <sup>-1</sup> )	D/H	21	50	1050	
Transporte	FRETE	7	50	350	
Trituração	D/H	7	50	350	
Secagem	D/H	16	50	800	
Ensacamento	D/H	10	50	500	
<b>A.2.3. Demais serviços</b>			<b>8190</b>		
Limpeza do terreno	H/T	1	120	120	
Gradagem	H/T	2	120	240	
Confecção de canteiros	H/T	5	120	600	
Solarização	D/H	10	50	500	
Retirada do plástico	D/H	10	50	500	
Distribuição e incorporação do adubo (aração)	D/H	4	120	480	
Plantio	D/H	10	50	500	
Desbaste da beterraba	D/H	10	50	500	
Desbaste da rúcula	D/H	10	50	500	
Capina manual	D/H	20	50	1000	
Colheita da beterraba	D/H	15	50	750	
Carregamento da beterraba	D/H	10	50	500	
Classificação da beterraba	D/H	10	50	500	
Colheita da rúcula	D/H	20	50	1000	
Carregamento da rúcula	D/H	10	50	500	

<b>A.3. Energia elétrica</b>				<b>201,55</b>	0,91
Uso da forrageira	KW/H	216,16	0,22	47,55	
Bombeamento de água de irrigação	KW/H	700	0,22	154,00	
<b>A.4. Outras despesas</b>					
			16888,		
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	36	168,88	0,76
<b>A.5 Manutenção e conservação</b>				<b>220,17</b>	0,99
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a. a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>3477,11</b>	15,75
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>291,83</b>	
	<b>Vida útil (mês)</b>	<b>Valor (R\$)</b>	<b>Meses</b>	<b>Deprec.</b>	
Forageira	120	5000	0,03	1,25	
Bomba submersa	60	2776	3,16	46,26	
Tubos	120	498	3,16	13,11	
Poço	600	5000	3,16	26,33	
Microaspersores	60	2600	3,16	136,93	
Conexões	60	790	3,16	41,61	
Galpão	600	5000	3,16	26,33	
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>31,6</b>	
Imposto territorial rural	HECTARE	3,16	10	31,6	
<b>B.3. Mão-de-obra</b>				<b>3153,68</b>	
Aux. Administrativo	SALÁRIO	3,16	998	3153,68	
<b>C. CUSTOS OPERACIONAIS TOTAIS (COT)</b>				<b>20754,52</b>	
C.1 (A) e (B)					
<b>D. CUSTOS DE OPORTUNIDADE (CO)</b>				<b>1315,84</b>	5,96
<b>D.1. Remuneração da terra</b>				<b>3160</b>	
Arrendamento	HECTARE	3,16	100	316,00	
<b>D.2. Remuneração do capital fixo</b>				<b>999,84</b>	
Infraestrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
<b>E. CUSTOS TOTAIS</b>				<b>22070,36</b>	100,00
E.1. CO e COT					

Fonte: Elaborado pelo autor.

\*d/h=dia/homem

\*\* h/t= hora/trator