

KÁSSYA JEMIMA BORGES DE OLIVEIRA

**DESEMPENHO AGROECONÔMICO DO BICULTIVO DE  
RÚCULA CONSORCIADA COM BETERRABA EM  
FUNÇÃO DE QUANTIDADES DE FLOR-DE-SEDA E  
ARRANJOS ESPACIAIS**

MOSSORÓ-RN

2014

KÁSSYA JEMIMA BORGES DE OLIVEIRA

**DESEMPENHO AGROECONÔMICO DO BICULTIVO DE RÚCULA  
CONSORCIADA COM BETERRABA EM FUNÇÃO DE  
QUANTIDADES DE FLOR-DE-SEDA E ARRANJOS ESPACIAIS**

Dissertação apresentada à Universidade  
Federal Rural do Semi-Árido, como parte  
das exigências para obtenção do grau de  
Mestre em Fitotecnia.

ORIENTADORA:

D.Sc. JAILMA SUERDA SILVA DE LIMA

MOSSORÓ-RN

2014

**Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)**  
**Biblioteca Central Orlando Teixeira (BCOT)**  
**Setor de Informação e Referência**

O48m Oliveira, Kássya Jemima Borges de.

Desempenho agroeconômico do bicultivo de rúcula consorciada com beterraba em função de quantidades de flor-de-seda e arranjos espaciais./ Kássya Jemima Borges de Oliveira. -- Mossoró, 2014.

103f.: il.

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

Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Pró-Reitoria de Pesquisa e Pós- Graduação.

1. Adubação verde. 2. *Beta vulgaris* L.. 3. *Calotropis procera*. 4. Cultivo consorciado. 5. *Eruca sativa*. I. Título.

RN/UFERSA/BCOT /134-14

CDD: 631.874

Bibliotecária: Vanessa Christiane Alves de Souza Borba  
CRB-15/452

KÁSSYA JEMIMA BORGES DE OLIVEIRA

**DESEMPENHO AGROECONÔMICO DO BICULTIVO DE RÚCULA  
CONSORCIADA COM BETERRABA EM FUNÇÃO DE QUANTIDADES DE  
FLOR-DE-SEDA E ARRANJOS ESPACIAIS**

Dissertação apresentada à  
Universidade Federal Rural do Semi-  
Árido, como parte das exigências  
para obtenção do grau de Mestre em  
Fitotecnia.

APROVADA EM: 24/02/2014

Jailma Suerda S. de Lima

D.Sc. Jailma Suerda Silva de Lima

Orientadora

Francisco Bezerra Neto

Ph.D. Francisco Bezerra Neto

Membro interno

Maiele Leandro da Silva

D.Sc. Maiele Leandro da Silva

Membro externo

Karidja Kalliany C.F. Moura

D.Sc. Karidja Kalliany Carlos de Freitas Moura

Membro externo

Ao meu esposo Cristiano, por sempre estar por perto, acompanhando em detalhes a minha trajetória, pelas palavras incentivadoras e pelo apoio.

**Ofereço**

Ao meu pai Joatan Borges da Costa e a minha mãe Maria Aparecida da Silva Borges, por investirem e acreditarem em mim.

**Dedico**

## AGRADECIMENTOS

A Deus, por sonhar sonhos para mim, que eu mesma nunca sonhei.

Aos meus pais Joatan Borges da Costa e Maria Aparecida da Silva Borges, pelas palavras ditas com sabedoria nos momentos certos.

Às minhas irmãs Midiã da Silva Borges Gomes e Sara Siméia da Silva Borges, pelo simples e tão importante fato de existirem em minha vida, não a deixando solitária.

Ao meu esposo Antonio Cristiano de Oliveira Bezerra, por ser meu amigo, incentivador, “psicólogo” nas horas de angústia, todo o meu reconhecimento por saber que se realiza em mim também. Obrigada pelas vezes que me corrigiu. Você faz parte desta conquista!

Ao meu cunhado Fernando Antônio Soares Gomes Júnior, por sempre me socorrer tão pacientemente nos meus problemas com a informática. Valeu mesmo. E também, ao mais novo membro da família, que mesmo ainda sem falar, ilumina meus dias difíceis com um sorriso que não tem explicação, meu sobrinho Tiago Borges Gomes.

A todos meus familiares, tios, primos e agregados, por acreditarem e torcerem por mim, quando eu mesma duvidava. Em especial, a minha prima Karidyamayara de Oliveira Reis e a Raphaella Lopes. Sei demais o quanto querem me ver bem.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido, especialmente ao Programa de Pós-graduação em Fitotecnia, pela oportunidade de concluir o Mestrado.

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo apoio com bolsa de estudo e financiamento da pesquisa.

À minha orientadora e amiga Jailma Suerda Silva de Lima, pela orientação, apoio, confiança, conselhos e dedicação dispensada a este trabalho. És um exemplo de conduta a ser seguido, te admiro muito.

Ao professor Francisco Bezerra Neto, pelas contribuições, palavras de incentivo e ajuda para que eu obtivesse êxito na conclusão desse trabalho.

Aos membros da banca Karidja Kalianny Carlos de Freitas Moura e Maiele Leandro da Silva, por aceitarem fazer parte deste trabalho. Especialmente, à Maiele Leandro da Silva, por todo o acompanhamento do trabalho em campo.

Aos professores Fábio Henrique Tavares de Oliveira, Francisco de Assis de Oliveira “Tikão”, Leilson Costa Grangeiro e Márcia Michelle de Queiroz Ambrósio, por toda ajuda prestada a esta pesquisa.

A todo o grupo de trabalho, pela ajuda, pelas conversas e risadas com vocês, Ana Paula, Angélica, Antônia Kênnia, Cristóvão Montenegro, Lissa Izabel, Maria Luiza “Vida” e Rafael de Freitas. Vocês foram por muitas vezes a força que me impulsionava a ir adiante.

Aos amigos Antonia Rosimeire, Aridênia Peixoto, Cheyla Magdala, Flaviana de Andrade, Francisca Sonally, Francisco Sidene, Hailton Barboza, Gardênia Silvana, Leidiane Albuquerque, Paula Gracielly, Paulo Linhares, Ricardo Carlos e Verícia Paula, pela contribuição e empenho. Sem vocês essa vitória não teria o mesmo valor.

À equipe do Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia do Departamento de Ciências Vegetais: Louise, Beatriz, Andréia, Cristiane, Juliana e Maria Alice; a todos que fazem parte do Laboratório de Nutrição de Plantas do Centro de Pesquisa Vegetal do Semi-Árido. Todo o esforço de vocês resultou na realização deste trabalho.

Aos técnicos e amigos do Centro de Pesquisa Vegetal do Semi-Árido, Monteiro, Bruno Fernandes, Paulo Sérgio e Christiane Noronha. A ajuda de vocês foi fundamental.

Aos funcionários e amigos da Horta Didática da UFERSA: Alderi, Cosmildo, Josimar, Josevam e Francisco “Seu Titico”, por toda a atenção e apoio sempre que necessário.

Aos funcionários da Pós-Graduação em Fitotecnia: Camila, Dona Lúcia, Liberta, Michael Serafim, Neto e Socorro Amorim, pelo carinho e dedicação a todos nós, alunos.

A todos que contribuíram de alguma forma para a realização deste trabalho.

Meu reconhecimento e agradecimento!

## **BIOGRAFIA**

KÁSSYA JEMIMA BORGES DE OLIVEIRA, filha de Joatan Borges da Costa e Maria Aparecida da Silva Borges, nasceu em 06 de maio de 1985, na cidade de Mossoró, Estado do Rio Grande do Norte. Iniciou sua trajetória escolar em 1991, aos 6 anos de idade, no Ensino Fundamental I da Escola Professor José Moreira da Costa. Entre 1996 e 1999, estudou o Ensino Fundamental II, na Escola Sílvio Mendes de Sousa. Em 2002, no Colégio Dom Bosco, concluiu o Ensino Médio. Todas as referidas escolas na cidade de Mossoró. Em agosto de 2005, ingressou na Universidade Federal Rural do Semi-Árido – UFERSA, para cursar o ensino superior em Agronomia, concluindo-o em dezembro de 2010 com a monografia intitulada “Alocação de massa seca em melão pele de sapo (*Cucumis melo* L.), submetidos a diferentes salinidades e estágio de desenvolvimento da planta”, para a obtenção do título de Engenheira Agrônoma. Em março de 2012, iniciou o curso de Mestrado no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia na mesma instituição, na área de concentração em Agricultura Tropical concluindo-o em fevereiro de 2014.

“Aquele que leva a preciosa semente, andando e chorando, voltará, sem dúvida, com alegria, trazendo *consigo* os seus molhos”. (Salmos 126.6)

## RESUMO

OLIVEIRA, Kássya Jemima Borges de. Desempenho agroeconômico do bicultivo de rúcula consorciada com beterraba em função de quantidades de flor-de-seda e arranjos espaciais. 2014. 103f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental ‘Rafael Fernandes’ da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), localizada no distrito de Alagoinha, no período de agosto de 2012 a fevereiro de 2013, com o objetivo de avaliar o desempenho agroeconômico da beterraba e rúcula consorciadas em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo e arranjos espaciais das culturas componentes. O delineamento experimental usado foi de blocos completos casualizados com cinco repetições, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 3. Os tratamentos consistiram de quatro quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo (10; 25; 40 e 55 t ha<sup>-1</sup> de matéria seca) e três arranjos espaciais (2B:2R, 3B:3R e 4B:4R), que corresponderam a fileiras de beterraba (B) alternadas com fileiras de rúcula (R). As características avaliadas na beterraba foram: altura de plantas, número de folhas por planta, produtividade total e comercial, produtividade classificada de raízes, massa fresca e seca da parte aérea. Já na rúcula foram: altura de plantas, número de folhas por planta, massa seca da parte aérea e rendimento de massa verde. Nas folhas diagnósticas de beterraba e rúcula foram avaliados os níveis de N, P, K. Por sua vez, no solo foram avaliadas as quantidades de colônias de bactérias e fungos presentes antes e após o plantio, bem como os teores nutrientes: N, P, K, pH, CTC e matéria orgânica do solo antes e depois do plantio. Índices de eficiência agrônômica e econômica de sistemas consorciados, tais como: índice de eficiência produtiva, escore da variável canônica, renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade também foram avaliados. O maior desempenho agroeconômico para o consórcio de beterraba e rúcula foi obtido na quantidade de 55 t ha<sup>-1</sup> de flor-de-seda incorporada ao solo e no arranjo 2B:2R. A quantidade de fungos e bactérias do solo aumentou com as quantidades crescentes da flor-de-seda incorporadas ao solo no arranjo 2B:2R. O método multivariado quando comparado com o univariado aplicado ao índice de eficiência produtiva foi bastante eficaz na determinação do melhor arranjo 2B:2R do bicultivo de rúcula com beterraba. Nas condições do experimento, é economicamente viável para o agricultor o uso da flor-de-seda como adubo verde na produção beterraba consorciada com rúcula.

**Palavras-chaves:** *Beta vulgaris* L., *Eruca sativa*, *Calotropis procera*, adubação verde, cultivo consorciado.

## ABSTRACT

OLIVEIRA, Kássya Jemima Borges de. Agroeconomic performance of arugula in bicropping intercropped with beet in function of amounts of roostertree and spatial arrangements. 2014. 103f. Thesis (M. Sc in Agronomy: Plant Science) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró - RN, 2014.

The experiment was conducted at the Experimental Farm 'Rafael Fernandes' of the Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), located in the district of Alagoinha, from August 2012 to February 2013 with the objective of evaluating the agroeconomic performance of the beet and arugula intercropped as a function of roostertree amounts incorporated into the soil and spatial arrangements of the component crops. The experimental design was of randomized complete blocks with five replications, with the treatments arranged in a 4 x 3 factorial scheme. The treatments consisted of the combinations of four amounts of roostertree incorporated into the soil (10, 25, 40 and 55 t ha<sup>-1</sup> of dry matter) and three spatial arrangements (2B:2A, 3B:3A and 4B:4A), corresponding rows of beet (B) alternated with rows of arugula (A). The characteristics evaluated in the beet were: plant height, number of leaves per plant, total and commercial productivity, productivity of classified roots, fresh and dry mass of shoot; in the arugula were: plant height, number of leaves per plant, dry mass of shoot and yield of green mass; in the diagnostic leaves of beet and arugula were evaluated the contents of N, P, K; in the soil were assessed the amounts of bacterial and fungal colonies present before and after planting, as well as, the nutrient contents: N, P, K, pH, CEC and soil organic matter before and after sowing. In the intercropping systems were evaluated the productive efficiency index, the canonical variable score, gross income, net income, rate of return and profit margin. The highest agroeconomic performance of the intercropping beet and arugula was obtained in the amount of 55 t ha<sup>-1</sup> of roostertree incorporated into the soil and in the spatial arrangement of 2B: 2A. The amount of fungi and bacteria of the soil increased with increasing amounts of roostertree added to the soil in the arrangement of 2B: 2A. The multivariate method compared to the univariate method applied to the productive efficiency index was quite effective in determining the best arrangement 2B: 2A of the bicropping of arugula intercropped with beet. It is economically viable for the farmer to use the roostertree as green manure in the beet production intercropped with arugula.

**Keywords:** *Beta vulgaris*, *Eruca sativa*, *Calotropis procera*, green manure, intercropping system.

## LISTAS DE FIGURAS

- Figura 1** – Temperatura máxima, média, mínima, umidade relativa máxima e mínima no período experimental de julho/2012 a fevereiro/2013. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....29
- Figura 2** – Precipitação, velocidade do vento, radiação e evapotranspiração no período experimental de julho/2012 a fevereiro/2013. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....30
- Figura 3** – Representação gráfica da parcela experimental no sistema de cultivo consorciado de beterraba e rúcula no arranjo 2B:2R. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....31
- Figura 4** – Representação gráfica da parcela experimental no sistema de cultivo consorciado de beterraba e rúcula no arranjo 3B:3R. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....32
- Figura 5** – Representação gráfica da parcela experimental no sistema de cultivo consorciado de beterraba e rúcula no arranjo 4B:4R. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....32
- Figura 6** – Procedimentos com a flor-de-seda desde a coleta até a incorporação no solo. Mossoró-RN, 2014. ....34
- Figura 7** – Altura de plantas (A), número de folhas por planta (B), produtividade total (C) e comercial (D) de beterraba consorciada com rúcula em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014. ....46

<b>Figura 8</b> – Percentagens de raízes graúdas (A), extra AA (B), extra A (C), extra (D) e refugo (E) de beterraba consorciada com rúcula em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	49
<b>Figura 9</b> – Massa fresca (A) e seca (B) da parte aérea de beterraba consorciada com rúcula em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014. ....	51
<b>Figura 10</b> – Altura de plantas de rúcula consorciada com beterraba em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	54
<b>Figura 11</b> – Número de folhas (A), rendimento de massa verde (B) e massa seca da parte aérea (C) de rúcula consorciada com beterraba em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo e cultivos. Mossoró-RN, UFERSA, 2014. ....	55
<b>Figura 12</b> – Teores de N, P e K em folha diagnóstica de beterraba consorciada com rúcula em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014. ....	57
<b>Figura 13</b> – Teores de N, P e K em folha diagnóstica de rúcula consorciada com beterraba em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014. ....	59
<b>Figura 14</b> – Teores de potássio (A), matéria orgânica (B) e capacidade de troca de cátions (C) no solo em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	62

<b>Figura 15</b> – Teor de nitrogênio (N) e pH no solo em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	64
<b>Figura 16</b> – Teor de fósforo (P) no solo em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	66
<b>Figura 17</b> – Unidades formadoras de colônias (UFC) de bactérias (A) e de fungos (B), em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo e épocas (antes e depois da incorporação). Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	69
<b>Figura 18</b> – Índice de eficiência produtiva (IEP) e escore da variável canônica (Z), em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	75
<b>Figura 19</b> – Renda bruta (A), renda líquida (B), taxa de retorno (C) e índice de lucratividade (D) em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	78

## LISTAS DE TABELAS

- Tabela 1** – Altura de plantas (AP), número de folhas por planta (NFP), produtividade total (PT) e comercial (PC) de beterraba consorciada com rúcula em função de arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....48
- Tabela 2** – Produtividade classificada de raízes extra, extra A, extra AA, graúdas e refugo (REF) de beterraba consorciada com rúcula em função de arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....50
- Tabela 3** – Massa fresca e seca da parte aérea de beterraba consorciada com rúcula em função de arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....52
- Tabela 4** – Altura de plantas (AP), número de folhas por planta (NFP) e massa seca da parte aérea (MSPA) de rúcula consorciada com beterraba em função de arranjos espaciais das culturas componentes e dos cultivos. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....53
- Tabela 5** – Número de folhas por planta (NFP), rendimento de massa verde (RMV) e massa seca da parte aérea (MSPA) de rúcula consorciada com beterraba em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo e dos cultivos. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....56
- Tabela 6** – Teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em folha diagnóstica de beterraba consorciada com rúcula em função de

arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	58
<b>Tabela 7</b> – Teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em folha diagnóstica de rúcula consorciada com beterraba em função de arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	60
<b>Tabela 8</b> – Teores de potássio (K), matéria orgânica (M.O.) e capacidade de troca de cátions (CTC) no solo em função de épocas de coleta e arranjos espaciais. Mossoró-RN, UFERSA, 2014. ....	63
<b>Tabela 9</b> – pH e teor de nitrogênio (N) no solo em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	64
<b>Tabela 10</b> – pH e teor de nitrogênio (N) no solo em função de arranjos espaciais. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	65
<b>Tabela 11</b> – Teor de fósforo (P) no solo em função de arranjos espaciais e épocas de coleta do solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	66
<b>Tabela 12</b> – Número médio de unidades formadoras de colônias (UFCs) de bactérias e fungos, em solo cultivado com beterraba e rúcula, em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo e épocas de análise do solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014. ....	67
<b>Tabela 13</b> – Testes para as pressuposições da homocedasticidade, normalidade e aditividade dos resíduos advindos do índice de eficiência produtiva (IEP), escore normalizado da variável canônica (ENZ), produtividade da rúcula no primeiro cultivo (PRUC1) e no segundo cultivo (PRUC2) e produtividade comercial da beterraba (PBET), pressuposições e	

análise multivariada das produtividades conjuntas de rúcula e produtividade comercial da beterraba. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.72

**Tabela 14** – Função discriminante, autovalor e vetores associados ao efeito significativo de tratamentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....74

**Tabela 15** – Índice de eficiência produtiva (A) e o escore da variável canônica (B) em função de arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014. ....75

**Tabela 16** – Renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade em função de arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014. ....77

## LISTAS DE TABELAS DO APÊNDICE

- Tabela 1 - Valores de “F” para altura de plantas (AP), número de folhas por planta (NFP), massa seca da parte aérea (MSPA), produtividade total (PT), produtividade comercial (PC) e produtividade não-comercial (PNC) de beterraba, em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo e arranjos espaciais entre as culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014..... 92
- Tabela 2 - Valores de “F” para produtividade classificada em raízes graúdas (graúdas), raízes extra AA (Extra AA), raízes extra A (Extra A), raízes extra (Extra), e raízes refugo (PRR) de beterraba, em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo e arranjos espaciais entre as culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014..... 92
- Tabela 3 - Valores de “F” para altura de plantas (AP), número de folhas por planta (NFP), rendimento de massa verde (RMV) e massa seca da parte aérea (MSPA) de rúcula, em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, cultivos e de arranjos espaciais entre as culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014..... 93
- Tabela 4 - Valores de “F” para os teores de nitrogênio (BETN), fósforo (BETP) e potássio (BETK) na folha diagnóstica de beterraba e os teores de nitrogênio (RUCN), fósforo (RUCP) e potássio (RUCK) na folha diagnóstica de rúcula, em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo e arranjos espaciais entre as culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014..... 93

Tabela 5 -	Valores de “F” para os teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), no solo em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, cultivos e arranjos espaciais entre as culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	94
Tabela 6 -	Valores de “F” para unidades formadoras de colônias (UFCs) de bactérias e fungos, em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, cultivos e de arranjos espaciais entre as culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	94
Tabela 7 -	Valores de “F” para variável canônica (Z), índice de eficiência produtiva (IEP), renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL), em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo e arranjos espaciais entre as culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.....	95

## SUMÁRIO

<b>1. INTRODUÇÃO</b> .....	20
<b>2. REVISÃO DE LITERATURA</b> .....	22
2.1 CONSÓRCIO DE HORTALIÇAS.....	22
2.2 FATORES DE PRODUÇÃO.....	24
<b>2.2.1 Arranjos espaciais</b> .....	24
<b>2.2.2 Adubação verde</b> .....	26
<b>3. MATERIAL E MÉTODOS</b> .....	29
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	29
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTO.....	30
3.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	33
3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	35
<b>3.4.1 Folha diagnóstica</b> .....	35
<b>3.4.2 Cultura da beterraba</b> .....	36
<b>3.4.3 Cultura da rúcula</b> .....	37
<b>3.4.4 Solo</b> .....	37
3.4.4.1 Análise Química.....	37
3.4.4.2 Análise Microbiológica.....	38
3.5 ÍNDICES DE EFICIÊNCIA DE SISTEMAS.....	39
<b>3.5.1 Índice de Eficiência Produtiva (IEP)</b> .....	39
<b>3.5.2 Escore da Variável Canônica (Z)</b> .....	40
3.6 INDICADORES ECONÔMICOS.....	40
<b>3.6.1 Custo de produção</b> .....	40
3.6.1.1 Custos associados ao capital estável.....	41
3.6.1.1.1 Depreciação.....	41
3.6.1.1.2. <i>Custos de oportunidade ou alternativos</i> .....	41

3.6.1.1.3 Mão de obra fixa .....	42
3.6.1.2 Custos associados ao capital circulante.....	42
3.6.1.2.1 Custo de aquisição .....	42
3.6.1.2.2 Conservação e manutenção .....	42
<b>3.6.2 Prazo.....</b>	<b>43</b>
<b>3.6.3. Medidas de resultado econômico .....</b>	<b>43</b>
3.6.3.1 Renda bruta (RB) .....	43
3.6.3.2 Renda líquida (RL) .....	44
3.6.3.3 Taxa de retorno (TR) .....	44
3.6.3.4 Índice de lucratividade (IL).....	44
3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA .....	44
<b>4. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>45</b>
4.1 A CULTURA DA BETERRABA .....	45
4.2 A CULTURA DA RÚCULA.....	52
4.3 FOLHA DIAGNÓSTICA .....	57
<b>4.3.1 Beterraba .....</b>	<b>57</b>
<b>4.3.2 Rúcula .....</b>	<b>59</b>
4.4 SOLO.....	60
4.5 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA .....	67
4.6 ÍNDICES AGROECONÔMICOS .....	70
<b>4.6.1 Índices de eficiência do sistema.....</b>	<b>70</b>
4.7 ANÁLISE ECONÔMICA .....	76
<b>5. CONCLUSÕES .....</b>	<b>80</b>
<b>6. REFERÊNCIAS.....</b>	<b>81</b>
<b>7. APÊNDICE.....</b>	<b>92</b>
<b>8. ORÇAMENTO DETALHADO.....</b>	<b>96</b>

## 1. INTRODUÇÃO

A crescente demanda por alimentos tem levantado questionamentos sobre sua forma de produção, no tocante a se obter maior quantidade e qualidade dos produtos em uma mesma área de cultivo. A necessidade de uma rápida solução está cada vez maior, já que a população não pode esperar, pois precisam de alimento em suas mesas todos os dias.

Em virtude disso, a procura por práticas de cultivo que possibilitem a produção de culturas nas mesmas áreas é tão requerida. Entre essas práticas, encontra-se o cultivo consorciado como um dos métodos adequados na produção de hortaliças, com inúmeras vantagens no aspecto ambiental, produtivo e econômico (SOUZA; REZENDE, 2003). Associado a essa prática a adubação verde têm sido utilizados para melhorar as características físicas (NASCIMENTO *et al.*, 2005) e químicas do solo (VARINDERPAL-SINGH *et al.*, 2006) e aumentar a produtividade das culturas (FONTANÉTTI *et al.*, 2006). Dentre os vários aspectos a serem observados em um sistema consorciado, está a forma como as plantas são arranjadas em campo, pois esse arranjo responderá muitas questões acerca da competição entre as culturas consorciadas, forma de adubação, absorção de nutrientes pelas plantas e, conseqüentemente, o desenvolvimento das plantas.

Espécies do bioma caatinga têm surgido como alternativa à prática de adubação. Entre essas espécies espontâneas encontram-se a jitrana (*Merremia aegyptia* L.), flor-de-seda (*Calotropis procera* (Ait.) R.Br.) e mata-pasto (*Senna uniflora* L.). A utilização dessas espécies como adubos verdes pode favorecer a atividade microbiana do solo. Sabe-se, no entanto, que quanto maior a quantidade de material orgânico, maior será a biomassa microbiana. Ela é um dos componentes que controla as funções-chave no solo, como a decomposição e o acúmulo de matéria orgânica, ou transformações envolvendo os nutrientes minerais (BATISTA *et al.*,

2013). Ela representa uma reserva considerável de nutrientes, os quais são continuamente assimilados durante os ciclos de crescimento dos diferentes organismos que compõem o ecossistema (ARAÚJO & MONTEIRO, 2007).

Resultados promissores têm sido obtidos por Silva *et al.* (2013), quando avaliaram a produção de cenoura fertilizada com flor-de-seda em diferentes quantidades e parcelamentos dos adubos. A maior performance agrônômica para a cenoura foi obtida na quantidade de 45 t ha<sup>-1</sup> de flor-de-seda.

Fernandes (2012), avaliando a viabilidade agroeconômica do cultivo consorciado de cenoura e coentro em função de adubação verde e arranjos espaciais, observou maior desempenho produtivo da cenoura e do coentro no arranjo espacial 4:4, na quantidade 15 t ha<sup>-1</sup> de jitrana incorporada ao solo. Por outro lado, Silva (2013), trabalhando com o bicultivo de alface consorciada com beterraba, utilizando-se adubação verde e arranjos espaciais, observou que o desempenho agrônômico das culturas não foi influenciado pelos arranjos. Isso ocorreu devido às pressões de competição exercidas pelos mesmos sobre as variáveis analisadas não terem sido suficientemente fortes a ponto de diferenciá-las.

A consorciação de beterraba com rúcula está crescendo no Estado do Rio Grande do Norte, porém o manejo de seu cultivo necessita de informações científicas e tecnológicas sobre arranjo espacial e adubação adequada para seu estabelecimento.

Diante do exposto, o objetivo deste trabalho é avaliar o desempenho agroeconômico do bicultivo de rúcula consorciada com beterraba em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo e arranjos espaciais.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1 CONSÓRCIO DE HORTALIÇAS

Associação de culturas é definida como o cultivo de uma ou mais espécies em uma mesma área, não sendo necessário que sejam semeadas simultaneamente, porém que coexistam durante certo período de seus ciclos vegetativos (CHAGAS; VIEIRA, 1984). A importância fundamental dessa prática agrícola está no acúmulo de biomassa, que promove tanto a manutenção da fertilidade do solo como a regulação de problemas fitossanitários do sistema, além de manter o solo coberto o maior tempo possível e aumentar a diversidade das espécies, favorecendo um maior equilíbrio do sistema (KHATOUNIAN, 2001).

O cultivo consorciado apresenta diversas vantagens, dentre as quais: aumento da produtividade por unidade de área; possibilidade de produção diversificada de alimentos em uma mesma área, propiciando melhor distribuição temporal de renda; uso mais eficiente da mão de obra; aproveitamento mais adequado dos recursos disponíveis; aumento da proteção vegetativa do solo contra erosão; melhor controle de invasoras que o cultivo solteiro, por apresentar alta densidade de plantas por unidade de área, gerando uma cobertura vegetativa mais rápida do solo, além do sombreamento (INNIS, 1997; SUDO *et al.*, 1998; HEREDIA ZARATE *et al.*, 2003). Soma-se a isso, o fato de gerar renda extra, o que aumenta a receita do produtor.

Esses sistemas são de relevante importância nas características inerentes às raízes das culturas associadas, como o tipo, o tamanho e a profundidade do solo explorado. É de se esperar menos competição e melhor aproveitamento do solo quando o sistema é composto de culturas com raízes que exploram o solo a diferentes profundidades (TEIXEIRA *et al.*, 2005), permitindo às espécies consorciadas e de

portes vegetativos diferenciados, mostrar as diferenças do seu potencial produtivo em vários atributos inerentes à planta.

Na prática do consórcio é importante que as culturas componentes exerçam alguma complementaridade. De acordo com Granjeiro *et al.* (2007), isso é possível quando as espécies consorciadas apresentam nichos ecológicos diferentes resultando em melhor utilização da luz e absorção de nutrientes.

Alguns experimentos têm sido realizados na consorciação de hortaliças folhosas com tuberosas, mostrando que há complementaridade entre as mesmas. Essas pesquisas têm envolvido vários fatores de produção, dentre eles a combinação de culturas, os arranjos espaciais das culturas envolvidas e a adubação do sistema (BARROS JÚNIOR *et al.*, 2005; BEZERRA NETO *et al.*, 2005; OLIVEIRA *et al.*, 2004; OLIVEIRA *et al.*, 2005).

Com isso, o consórcio tem se demonstrado uma alternativa viável e possível de ser implantada nas condições de nosso Estado, utilizando as mais variadas espécies de hortaliças. Alguns estudos de consórcios com hortaliças têm sido desenvolvidos com as seguintes culturas: cenoura e alface (NEGREIROS *et al.*, 2002); beterraba e rúcula (GRANGEIRO *et al.*, 2007); alface e rabanete (CECÍLIO FILHO *et al.*, 2007).

Oliveira *et al.* (2005) avaliando cinco cultivares de coentro consorciadas com duas cultivares de alface, verificaram eficiências agronômicas em todos os sistemas consorciados, nos quais as maiores eficiências foram nos consórcios envolvendo as cultivares de alface Tainá e Asteca, e as cultivares de coentro Babá de Verão e Português.

Lima (2008), trabalhando o consórcio entre duas cultivares de cenoura (Brasília e Esplanada) e duas de rúcula (Cultivada e Folha Larga), observou que houve maior desempenho produtivo no consórcio entre a cultivar de cenoura Esplanada e a rúcula, evidenciando que a cultivar de cenoura Esplanada é menos competitiva que a cultivar Brasília quando consorciada.

Os benefícios potenciais da prática do cultivo consorciado devem sempre ser vistos no contexto no qual ele será aplicado. Assim, as iniciativas de desenvolver associação das culturas apenas terão sucesso se as condições socioeconômicas locais e suas limitações forem consideradas.

## 2.2 FATORES DE PRODUÇÃO

### 2.2.1 Arranjos espaciais

O manejo de sistemas consorciados consiste basicamente no desenho de combinações espaciais e temporais de culturas em uma área. O arranjo de culturas no espaço pode ser feito em faixas, cultivos mistos (sem arranjo definido em fileiras), cultivos em mosaico, cultivos em linhas alternadas e culturas de cobertura (ANDREWS; KASSAN, 1977).

O cultivo consorciado em faixa trata-se do cultivo de duas ou mais culturas simultaneamente em diferentes faixas, suficientemente largas para permitir o cultivo independente, mas suficientemente estreitas para que as culturas interajam agroeconomicamente (VANDERMEER, 1989).

Esse tipo de arranjo, em faixa, é estrutural, por trabalhar a maneira com que as plantas estão dispostas em campo, podendo ser chamado de faixas alternadas ou de cultivo de alameda. O arranjo em faixas é eficiente no controle da erosão e manutenção da estabilidade, no caso de terrenos com declive.

Existe a necessidade de se definir o arranjo espacial ideal para cada tipo de associação de culturas, uma vez que o mesmo acentua a complementaridade entre as culturas componentes, o que resulta em melhor proveito fisiológico para as plantas. As

culturas quando crescem juntas, podem complementar uma a outra e fazer melhor uso combinado dos recursos, mais do que quando elas crescem separadamente. E isso é possível devido à existência de uma variedade de culturas que podem ser consorciadas.

Maximizar as vantagens do consórcio é, portanto, uma questão de maximizar o grau de complementaridade entre as culturas componentes e minimizar a competição intercultural. Com isso, as vantagens do consórcio são mais prováveis de ocorrer onde as culturas componentes são muito diferentes.

Esta complementaridade pode ser considerada temporal, quando as culturas apresentam suas principais exigências por recursos em momentos diferentes, ou espacial, onde as diferenças na utilização de recursos ambientais são resultantes das diferenças no dossel das plantas ou na dispersão das raízes (WILLEY, 1990).

Contudo, alterações na disposição das plantas, no espaçamento e na densidade de plantio são fatores que induzem a uma série de modificações no crescimento e desenvolvimento das plantas e precisam ser estudadas, a fim de se obter com essas mudanças o aumento da produtividade. O ciclo das culturas envolvidas, suas exigências nutricionais, períodos críticos por fatores limitantes (água e nutrientes) devem ser considerados quando se trabalha com arranjos de plantas, tendo em vista que, se bem arranjadas e combinadas, essas plantas aumentarão seus rendimentos e produzirão com melhor qualidade.

Nestas associações, as culturas componentes não estão competindo por exatamente os mesmos fatores de crescimento e, assim, a competição intercultural é menor do que a competição intracultural.

### 2.2.2 Adubação verde

Na produção de hortaliças, ultimamente, têm sido empregados adubos orgânicos de várias origens, com intuito de reduzir o uso de adubos minerais, possibilitar o aumento nutricional do vegetal e ainda proporcionar melhoria nas propriedades físicas e químicas do solo (SOUZA *et al.*, 2005). Além de proporcionar uma alimentação mais saudável e rica em nutrientes para seus consumidores, permite aos mesmos a possibilidade de escolha entre os produtos oriundos do cultivo tradicional ou do que é produzido no sistema de cultivo orgânico.

O resultado dessa mudança na produção dos alimentos não é rápido e nem de fácil percepção, porém é conhecido que a prática da utilização de recursos naturais favorece o meio ambiente, bem como revela o que o mesmo tem a oferecer, ressaltando a importância de plantas que antes não se conheciam ou que pelo menos não se imaginava utilizar na produção agrícola como adubos.

Trabalhos têm evidenciado o efeito positivo de diferentes espécies utilizadas como adubos verdes em diversas hortaliças. Segundo Calegari (2002) e Fageria e Santos (2007), os adubos verdes, como a mucuna-preta (*Mucuna aterrima*), a crotalária (*Crotalaria juncea* L.), guandu-anão (*Cajanus cajan*) e leucena (*Leucena leucocephala*), são promissores para esta prática devido à produção de massa verde e riqueza em N.

Nesse sentido, a contribuição na fertilidade do solo pelo fornecimento de nutrientes é uma das qualidades esperadas pela aplicação do adubo verde (BUZINARO *et al.*, 2009). Para apresentar um bom desempenho, as plantas precisam que suas exigências nutricionais sejam atendidas, o que dificilmente ocorre em um solo que não tenha recebido adubação. Por esse motivo, este tipo de adubação é de grande importância em um cultivo, visto que os adubos verdes encontram-se facilmente

disponíveis na natureza, colaboram para o enriquecimento da microbiota do solo e melhoria na sua aeração, proporcionando plantas mais vigorosas e produtivas.

Outra opção entre as plantas utilizadas como adubação verde é o uso de espécies espontâneas. Essas espécies podem promover não apenas os mesmos efeitos que as plantas cultivadas para a adubação verde, mas também maior ciclagem de nutrientes favorecendo a biota do solo e contribuindo, de forma positiva, para os sucessivos cultivos agrícolas (FAVERO *et al.*, 2000).

Diversas espécies espontâneas têm sido introduzidas como alternativa de adubo verde para instalação e manutenção de cultivos, especialmente no setor das olerícolas, dentre elas: a jítirana (*Merremia aegyptia* L.), flor-de-seda (*Calotropis procera* (Ait.) R.Br.) e mata-pasto (*Senna uniflora* L.). Para isso, são necessárias algumas observações quanto à forma de propagação, condições ideais para dispersão, velocidade de crescimento, teor nutricional, relação C/N, entre outros atributos dessas espécies de plantas.

A flor-de-seda (*Calotropis procera* (Ait.) R.Br.) é uma espécie disseminada em todo o semi-árido (LINHARES, 2009), dotada de crescimento rápido, requerendo apenas 90 dias após sua germinação para alcançar altura superior a 50 cm e produzir suas primeiras flores (ANDRADE *et al.*, 2005), sempre se destacando na paisagem seca dos sertões, por permanecer verde mesmo nos períodos mais críticos (LINHARES, 2009). Possui diversas características, tais como: permanência das folhas até mesmo durante longos períodos de estiagem; rebrota vigorosa mesmo após sucessivos cortes, com disponibilidade mesmo em períodos sem chuvas.

Na literatura, estudos são escassos com a espécie de flor-de-seda (*Calotropis procera* (Ait.) R.Br.), mas observa-se que essa espécie possui uma boa relação C:N (20–30:1), o que contribui para uma decomposição mais rápida. Linhares *et al.* (2009; 2010; 2011), mediante resultados obtidos com várias espécies espontâneas da caatinga, como jítirana, flor-de-seda e mata-pasto, afirmam que estas espécies têm contribuído de forma positiva nas características agronômicas de várias hortaliças. Ressaltam

também a importância do efeito residual de espécies espontâneas da caatinga como forma de promover o desenvolvimento de cultivos sucessivos.

Silveira *et al.* (2009) observaram efeito significativo para os fatores principais testados na produtividade e matéria seca da parte aérea, tendo os adubos flor-de-seda e jitrana se destacado do mata-pasto na produtividade da alface. A produtividade de alface não apresentou diferença entre os adubos flor-de-seda (13,38 t ha<sup>-1</sup>) e jitrana (11,54 t ha<sup>-1</sup>), porém estes foram superiores ao mata-pasto (9,16 t ha<sup>-1</sup>). E quando comparados com a testemunha sem adubação (5,12 t ha<sup>-1</sup>), apresentou superioridade de 261,33% e 225,39%, respectivamente. Observou-se ainda um aumento na produtividade da alface com o aumento da quantidade do adubo verde. A produtividade máxima observada foi de 14,69 t ha<sup>-1</sup> na quantidade 15,6 t ha<sup>-1</sup> de adubo verde em base seca. Um comportamento crescente foi observado na MSPA da alface, com o aumento das quantidades de adubos verdes. A máxima MSPA (1,61 t ha<sup>-1</sup>) foi observada na quantidade 15,6 t ha<sup>-1</sup> de adubo em base seca.

De acordo com Linhares *et al.* (2011), para as características altura, diâmetro, massa fresca e seca da parte aérea, foram observadas diferenças significativas em função das diferentes quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. A maior altura de planta de rabanete (13,68 cm/planta) foi obtida na quantidade de 12,0 t ha<sup>-1</sup> de flor-de-seda, correspondendo a um incremento de 12,8% em relação à menor quantidade de flor-de-seda em base seca incorporada ao solo. Também na quantidade de 12,0 t ha<sup>-1</sup> obteve-se o maior incremento na massa fresca e seca da parte aérea do rabanete, com valores de 1561 e 344 g m<sup>-2</sup>, respectivamente, equivalente a 15,6 e 3,4 t ha<sup>-1</sup>, correspondendo a um incremento de 30,4% e 15,4%, respectivamente.

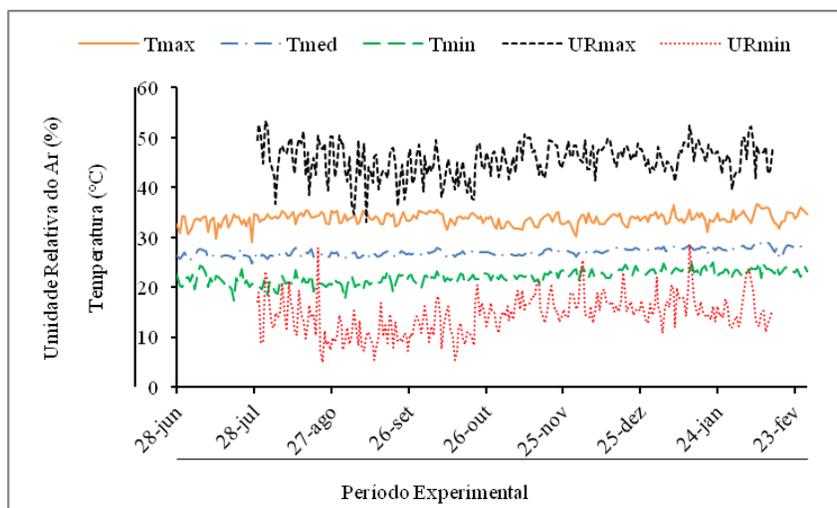
Assim, o uso de espécies espontâneas na produção de olerícolas tem mostrado resultados bastante animadores, como uma forma alternativa de se produzi-las com menor custo ao produtor.

### 3. MATERIAL E MÉTODOS

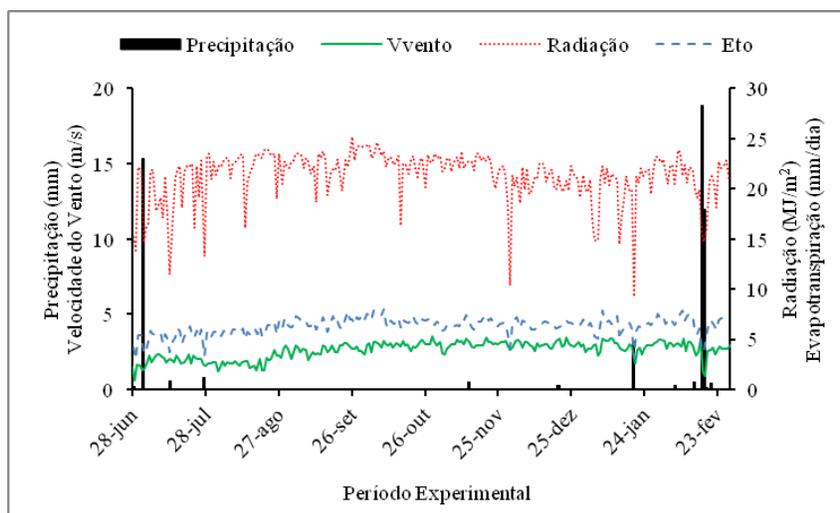
#### 3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, da UFERSA, no distrito de Alagoinha, distante 20 km do município de Mossoró, no período de julho de 2012 a fevereiro de 2013. Situada a 5° 03' de latitude sul, 37° 24' de longitude oeste e altitude de 18 m. Segundo Thornthwaite, o clima da região é semiárido e de acordo com Köppen é BSw<sup>h</sup>, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que vai geralmente de junho a janeiro e uma chuvosa, de fevereiro a maio (CARMO FILHO *et al.*, 1991).

Os dados de temperatura e umidade durante a condução do experimento encontram-se na Figura 1. Os dados de precipitação, velocidade do vento e evapotranspiração estão inseridos na Figura 2.



**Figura 1** – Temperatura máxima, média, mínima, umidade relativa máxima e mínima no período experimental de julho/2012 a fevereiro/2013. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.



**Figura 2** – Precipitação, velocidade do vento, radiação e evapotranspiração no período experimental de julho/2012 a fevereiro/2013. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

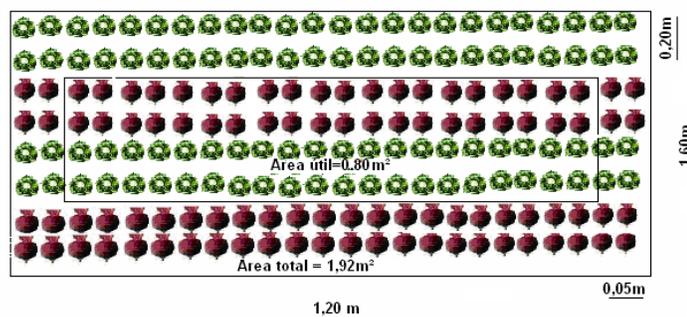
O solo desta área é classificado como Argissolo Vermelho Amarelo Eutrófico (EMBRAPA, 2006). Antes da instalação do experimento em campo, foram coletadas amostras de solo, a uma camada de 0–20 cm. Estas foram processadas e analisadas no Laboratório de Química e Fertilidade de Solos da UFERSA, fornecendo os seguintes resultados: pH = 7,06; P = 9,4 mg dm<sup>-3</sup>; K = 64,2 mg dm<sup>-3</sup>; Ca = 1,57 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Mg = 0,5 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; Na = 20,0 mg dm<sup>-3</sup>; CE=0,08 dS m<sup>-1</sup>; M.O.=7,06 g kg<sup>-1</sup>; SB = 2,32 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; CTC=2,73 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>; PST=3%; t=2,3 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup> e V = 85%.

### 3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL E TRATAMENTO

O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados completos, com os tratamentos arrançados em esquema fatorial 4 x 3, com cinco repetições. O primeiro fator foi constituído de quatro quantidades de flor-de-seda (10; 25; 40 e 55 t

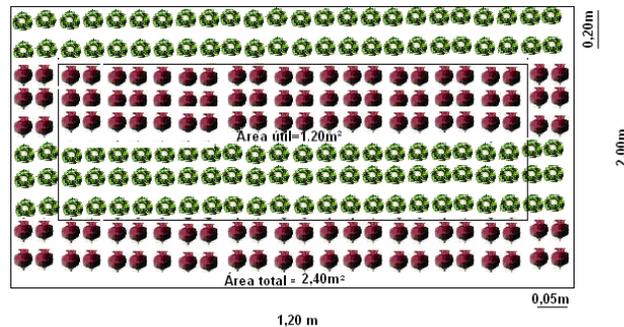
ha<sup>-1</sup> em base seca) incorporadas ao solo e o segundo fator, por três arranjos espaciais entre as culturas componentes (2B:2R, 3B:3R e 4B:4R).

O cultivo consorciado das culturas foi estabelecido em fileiras alternadas conforme o arranjo espacial entre a beterraba (B) e rúcula (R). A área total da parcela no arranjo 2B:2R foi de 1,92 m<sup>2</sup>, formada por fileiras duplas de beterraba alternando com fileiras duplas de rúcula (BB:RR), ladeadas por duas fileiras-bordadura de cada uma das culturas, com uma área útil de 0,80 m<sup>2</sup>, contendo 40 plantas de beterraba no espaçamento 0,20 x 0,05 m com uma planta por cova e 40 plantas de rúcula no espaçamento 0,20 x 0,05 m com duas plantas por cova (Figura 3).



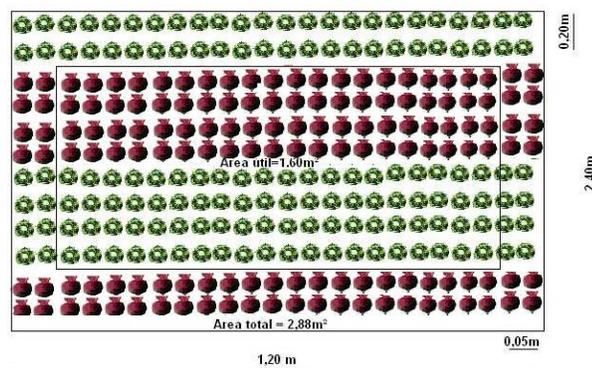
**Figura 3** – Representação gráfica da parcela experimental no sistema de cultivo consorciado de beterraba  e rúcula  no arranjo 2B:2R. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

O arranjo 3B:3R foi composto por fileiras triplas de beterraba alternadas com fileiras triplas de rúcula (BBB:RRR), ladeadas pelas mesmas fileiras-bordadura do arranjo 2B:2R. A área total da parcela foi de 2,40 m<sup>2</sup>, com uma área útil de 1,20 m<sup>2</sup>, contendo 60 plantas de beterraba no espaçamento 0,20 x 0,05 m com uma planta por cova e 60 plantas de rúcula no espaçamento 0,20 x 0,05 m com duas plantas por cova (Figura 4).



**Figura 4** – Representação gráfica da parcela experimental no sistema de cultivo consorciado de beterraba e rúcula no arranjo 3B:3R. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

O arranjo 4B:4R foi formado por fileiras quádruplas de beterraba alternadas com fileiras quádruplas de rúcula (BBBB:RRRR), ladeadas pelas mesmas fileiras-bordadura do arranjo 2B:2R. A área total da parcela foi de 2,88 m<sup>2</sup>, com uma área útil de 1,60 m<sup>2</sup>, contendo 80 plantas de beterraba no espaçamento 0,20 x 0,05 m com uma planta por cova e 80 plantas de rúcula no espaçamento 0,20 x 0,05 m com duas plantas por cova (Figura 5).



**Figura 5** – Representação gráfica da parcela experimental no sistema de cultivo consorciado de beterraba e rúcula no arranjo 4B:4R. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

### 3.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

O preparo do solo constituiu-se de limpeza manual da área com o auxílio de uma enxada, seguida de uma gradagem realizada por trator e levantamento dos canteiros. Após isso, uma solarização foi realizada com plástico transparente ‘Vulcabrilho Bril Fles’ de 30 micras durante 45 dias com o intuito de reduzir a população de fitopatógenos do solo.

Foram realizadas coletas de flor-de-seda no município de Quixeré - CE, na propriedade da empresa Cimento Apodi. As plantas foram cortadas manualmente com o auxílio de facão, extraindo-se apenas a parte verde da planta. Em seguida, o material foi triturado em forrageira mecânica e submetido ao processo de secagem em pleno sol até se obter em torno de 10% de umidade (Figura 6). Foram retiradas amostras do material seco e encaminhadas para o Laboratório onde se realizaram as análises químicas do mesmo, fornecendo os seguintes resultados: N = 20,3 g kg<sup>-1</sup>; P = 2,7 g kg<sup>-1</sup>; K = 36,63 g kg<sup>-1</sup>; Ca = 7,05 g kg<sup>-1</sup>; Mg = 12,38 g kg<sup>-1</sup>; Fe = 601,67 mg kg<sup>-1</sup>; Mn = 194 mg kg<sup>-1</sup>; Zn = 31,23 mg kg<sup>-1</sup>; Cu = 7,8 mg kg<sup>-1</sup> e Na = 4519 mg kg<sup>-1</sup>.

As parcelas experimentais no sistema consorciado foram adubadas com 50% das respectivas quantidades de flor-de-seda estudadas, incorporadas na camada de 0 a 20 cm do solo, 20 dias antes do plantio das culturas e em cobertura incorporada com os 50% restantes aos 45 dias após o plantio, onde foram abertos sulcos entre as fileiras de plantas e em seguida distribuído o adubo verde e cobertos os sulcos.



**Figura 6** – Procedimentos com a flor-de-seda desde a coleta até a incorporação no solo. Mossoró-RN, 2014.

Após a incorporação da flor-de-seda ao solo, irrigações diárias, por micro-aspersão, com turno de rega parcelado em duas aplicações (manhã e tarde), fornecendo-se uma lâmina de água de aproximadamente 8 mm dia<sup>-1</sup>, com a finalidade de favorecer atividade microbiota do solo no processo de decomposição do material vegetal. Durante a condução do experimento foram realizadas capinas manuais para o controle de plantas invasoras.

As cultivares de beterraba e de rúcula plantadas foram “*Early Wonder*” e a “*Cultivada*” adaptadas para o cultivo na região nordeste.

A semeadura da beterraba e rúcula foi em cultivo simultâneo, no dia 06 de novembro de 2012, em covas de aproximadamente 3cm de profundidade, colocando-se de 3 a 4 sementes por cova. Os desbastes das plantas ocorreram aos 10 dias após a semeadura (DAS) para a rúcula e aos 14 DAS para a beterraba, deixando-se duas e uma planta por cova, respectivamente. O tempo que levou para se fazer os desbastes, foi devido a germinação da rúcula ter ocorrido 3 dias após a semeadura, assim o desbaste foi realizado 7 dias após a emergência das plantas.

A colheita do 1º cultivo da rúcula foi realizada no dia 12 de dezembro de 2012, aos 36 dias após o plantio. Um segundo cultivo da rúcula foi realizado no dia 08 de janeiro de 2013, 15 dias antes da colheita da beterraba que se deu em 24 de janeiro de 2013, aos 79 dias em campo. A colheita da rúcula no 2º cultivo foi realizada no dia 07 de fevereiro de 2013, com 30 dias após seu plantio.

### 3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

#### 3.4.1 Folha diagnóstica

Aos 20 e 27 DAS (dias após a semeadura), foram coletadas as folhas diagnósticas da rúcula (apenas no 1º cultivo) e da beterraba, respectivamente, mediante

amostras aleatórias de folhas recém-desenvolvidas com aproximadamente 2/3 do ciclo da cultura, conforme metodologia utilizada para folha diagnóstica na cultura da alface (TRANI; RAIJ, 1997). Essas folhas foram secas em estufa de circulação forçada de ar a 65° C, moídas em moinho tipo Wiley e analisadas quanto aos teores de N, P e K, segundo métodos descritos em Tedesco *et al.* (1995). As análises químicas de plantas também foram realizadas no Laboratório Nutrição de Plantas do Centro de Pesquisa Vegetal do Semi-Árido da UFERSA.

### 3.4.2 Cultura da beterraba

Foram avaliadas **altura de plantas** – determinada a partir de uma amostra de quinze plantas, retiradas aleatoriamente da área útil, através de uma régua, a partir do nível do solo até a extremidade da folha mais alta, e expressa em centímetros; **número de folhas por planta** – determinado a partir de uma amostra de quinze plantas onde foi feita a contagem de todas as folhas; **produtividade classificada de raízes** – determinada através da classificação do diâmetro das raízes (DR) em extra (DR: > 4 e < 5 cm); extra A (DR: ≥ 5 e < 6 cm); extra AA (DR: ≥ 6 e < 7 cm) e graúdas (DR: > 7 cm), sendo consideradas refugo todas as raízes danificadas, rachadas, bifurcadas e menores de 4 cm de diâmetro (HORTA *et al.*, 2001); **produtividade total** – determinada a partir da massa fresca de raízes das plantas da área útil, expressa em t ha<sup>-1</sup>; **produtividade comercial de raízes** – determinada a partir da massa da matéria fresca das raízes das plantas da área útil livres de rachaduras, bifurcações, nematóides e danos mecânicos, expressa em t ha<sup>-1</sup>; **massa fresca da parte aérea** – obtida a partir de amostra de quinze plantas, na qual se determinou a massa fresca da parte aérea das plantas, expressa em t ha<sup>-1</sup>; e **massa seca da parte aérea** – obtida a partir de amostra de quinze plantas, na qual se determinou a massa seca em estufa com circulação forçada de ar à temperatura 65° C, até atingir peso constante e expresso em t ha<sup>-1</sup>.

### 3.4.3 Cultura da rúcula

Avaliaram-se **altura de plantas** – determinada de uma amostra de vinte plantas, retiradas aleatoriamente da área útil, através de uma régua, a partir do nível do solo até a extremidade da folha mais alta, e expressa em centímetros; **número de folhas por planta** – determinado de uma amostra de vinte plantas onde foi feita a contagem do número de todas as folhas; **rendimento de massa verde** – determinado pela massa fresca da parte aérea de todas as plantas da área útil da parcela e expressa em  $t\ ha^{-1}$ ; e **massa seca da parte aérea** – tomada da amostra anterior, na qual se determinou a massa seca em estufa com circulação forçada de ar a  $65^{\circ} C$ , até atingir peso constante, expressa em  $t\ ha^{-1}$ .

### 3.4.4 Solo

#### 3.4.4.1 Análise Química

Foram coletadas amostras de solo em duas épocas distintas, a primeira antes da incorporação do material vegetal e do plantio e a segunda coleta depois da colheita das culturas, ambas em todas as parcelas. Todas as amostras foram realizadas na profundidade de 0 a 20 cm. Foram retiradas 5 amostras simples para formar uma amostra composta, todas retiradas da área útil de cada parcela, utilizando-se um trado holandês. Nessas amostras compostas de solo foram determinados os teores de N total (TEDESCO *et al.*, 1995), P, K, pH, CTC e matéria orgânica disponíveis, pelo extrator Mehlich-1 (EMBRAPA, 2009). As análises químicas de solo foram realizadas no

Laboratório de Nutrição de Plantas do Centro de Pesquisa Vegetal do Semi-Árido da UFRSA.

#### 3.4.4.2 Análise Microbiológica

As análises microbiológicas do solo foram realizadas nas amostras obtidas antes da incorporação do material vegetal e do plantio e depois da colheita das culturas. As amostras de solo de cada parcela foram coletadas na profundidade de 0-20 cm, acondicionadas em sacos plásticos e levadas para o Laboratório de Microbiologia e Fitopatologia do Departamento de Ciências Vegetais da UFRSA, onde permaneceram armazenadas sob refrigeração a 15° C, até o dia do plaqueamento para a análise da comunidade microbiana.

A quantificação dos micro-organismos foi realizada pelo método da diluição seriada e plaqueamento em meio de cultura específico para cada grupo de micro-organismos (bactérias e fungos). De cada amostra foi retirada uma alíquota de 1 g de solo, que foi colocada em tubos de ensaio contendo 9 ml de água destilada esterilizada e homogeneizadas em agitador de tubos tipo vórtex.

A partir dessas amostras, realizaram-se diluições seriadas até  $10^{-5}$ , homogeneizadas para coleta de 100  $\mu$ L de cada diluição e adicionadas em placas de 9,0 cm de diâmetro, contendo os meios de cultura para posterior espalhamento com o auxílio da alça de Drigalski. As placas foram invertidas e colocadas em estufas tipo BOD, à temperatura de  $28 \pm 2^{\circ}\text{C}$ , por até seis dias. Para a contagem das populações totais de fungos, foi utilizado o meio de Martin (MARTIN, 1950) e para quantificação da comunidade bacteriana utilizou-se o meio nutriente ágar (ágar nutriente – 23,0 g; água destilada – 1000 ml).

Para cada diluição avaliada foram empregadas quatro placas, sendo consideradas para cálculos apenas as diluições que apresentaram de 25 a 250 colônias por placa, pois quando muitas colônias estão presentes, pode ocorrer uma saturação, impedindo o crescimento de outras colônias (TORTORA *et al.*, 2006).

### 3.5 ÍNDICES DE EFICIÊNCIA DE SISTEMAS

#### 3.5.1 Índice de Eficiência Produtiva (IEP)

Para calcular a eficiência produtiva de cada tratamento, foi usado o modelo IEP com retornos constantes à escala (CHARNES *et al.*, 1978), já que não há evidências de diferenças de escala significativas. Esse modelo tem a formulação geral matemática apresentada em:

$$\text{Max } \sum_{j=1}^r u_j y_{jo}$$

sujeito a

$$\sum_{i=1}^s v_i x_{ik} = 1$$

$$\sum_{i=1}^r v_i x_{jk} - \sum_{i=1}^s v_i x_{ik} \leq 0, k = 1 \dots n \quad v_i, u_j \geq 0, i = 1 \dots s, j = 1 \dots r$$

Onde  $x_{ik}$ : 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  $k$ ;  $v_i$  e  $u_j$ : pesos atribuídos a *inputs* e *outputs*, respectivamente; 0: tratamento em análise.

As unidades de avaliação foram os tratamentos, em um total de 60. Como *outputs*, foram utilizados os rendimentos da rúcula no 1º e no 2º cultivo, a produtividade comercial da beterraba e o índice de lucratividade. Para avaliar o desempenho de cada parcela, considerou-se que cada uma utiliza-se de um único recurso com nível unitário, seguindo abordagem semelhante à usada por Mello e Gomes (2004), já que os *outputs* incorporam os possíveis *inputs*. Esse modelo é equivalente a um modelo multicritério aditivo, com a particularidade de que as próprias alternativas atribuem pesos a cada critério, ignorando qualquer opinião de um eventual decisor. Ou seja, IEP é usado como ferramenta multicritério e não como uma medida de eficiência clássica.

É importante destacar que, nesse caso de modelagem IEP com *input* único e unitário, conforme provado em Lovell e Pastor (1999), modelos IEP com retornos constantes à escala (IEP CCR) são equivalentes a modelos IEP com retornos variáveis à escala (IEP BCC).

### **3.5.2 Escore da Variável Canônica (Z)**

Obtida através da análise bivariada de variância da produtividade da beterraba e do rendimento de massa verde da rúcula.

## **3.6 INDICADORES ECONÔMICOS**

### **3.6.1 Custo de produção**

Os custos foram calculados e analisados ao final do processo produtivo em fevereiro de 2013, procedendo-se a análise de custo do tipo *ex-post*. A modalidade de custos analisada neste trabalho corresponde aos gastos totais (custo total) por hectare

de área cultivada, que abrange os serviços prestados pelo capital estável, ou seja, a contribuição do capital circulante e o valor dos custos alternativos (também chamados de custos de oportunidade). De modo semelhante, as receitas referem-se ao valor da produção de um hectare.

### 3.6.1.1 Custos associados ao capital estável

#### *3.6.1.1.1 Depreciação*

Definida como o custo fixo não monetário que reflete a perda de valor de um bem de produção em função da idade, do uso e da obsolescência. O método utilizado para determinação do valor da depreciação foi o linear, ou método das cotas fixas, o qual determina o valor anual da depreciação a partir do tempo de vida útil do bem durável, do seu valor inicial e de sucata. Este último não foi considerado, uma vez que os bens de capital considerados não apresentam qualquer valor residual.

#### *3.6.1.1.2 Custos de oportunidade ou alternativos*

Para os itens de capital estável (construções, máquinas, equipamentos, etc.), o custo de oportunidade corresponde ao juro anual que reflete o uso alternativo do capital. De acordo com Leite (1998), a taxa de juros a ser escolhida para o cálculo do custo alternativo deve ser igual à taxa de retorno da melhor aplicação alternativa. Por ser impossível a determinação deste valor, optou-se por adotar a taxa de 6% ao ano, equivalente ao ganho em caderneta de poupança. Como os bens de capital depreciam

com o tempo, o juro incidirá sobre metade do valor atual de cada bem. Com relação ao custo de oportunidade da terra, considerou-se o arrendamento de um hectare na região como o equivalente ao custo alternativo da terra empregada na pesquisa.

#### *3.6.1.1.3 Mão de obra fixa*

Destinada ao gerenciamento das atividades produtivas, corresponde ao pagamento de um salário mínimo por mês durante o ciclo produtivo.

#### *3.6.1.2 Custos associados ao capital circulante*

##### *3.6.1.2.1 Custo de aquisição*

Obtido multiplicando-se o preço do insumo variável utilizado (sementes, adubos, defensivos, mão de obra eventual, etc.) pela quantidade do respectivo insumo utilizado.

##### *3.6.1.2.2 Conservação e manutenção*

Custo variável relativo à manutenção e conservação das instalações, máquinas e equipamentos diretamente relacionados com a produção. O valor estipulado para

estas despesas foi de 1% ao ano do valor de custo das construções. No caso de bomba e sistema de irrigação, o percentual foi de 7% ao ano.

### **3.6.2 Prazo**

O período compreendido entre a aplicação dos recursos e a resposta dos mesmos em forma de produto. Refere-se ao tempo de duração do ciclo produtivo da atividade (safra). Neste caso, considerando-se um único ciclo produtivo de 90 dias.

### **3.6.3. Medidas de resultado econômico**

A análise da renda, através de indicadores de resultado econômico, serve para auferir a eficiência do administrador e da sua força de trabalho. A análise econômica permite, ainda, verificar se e como os recursos alocados em uma atividade de produção estão sendo remunerados, possibilitando também verificar o desempenho no que se refere à rentabilidade da atividade em questão, comparada às outras alternativas de emprego do tempo do empresário e do capital. Assim, os indicadores analisados foram renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL).

#### **3.6.3.1 Renda bruta (RB)**

Corresponde ao valor da produção obtida por hectare no sistema consorciado, a preço pago ao produtor na região, no mês de fevereiro de 2013. Para a beterraba e a rúcula, os valores pagos foram de R\$ 2,00 kg<sup>-1</sup> e R\$ 0,90 kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

### 3.6.3.2 Renda líquida (RL)

A diferença entre a renda bruta (RB) por hectare e os custos totais (CT) envolvidos na obtenção da mesma.

### 3.6.3.3 Taxa de retorno (TR)

É definida como a relação entre renda bruta e o custo total. Corresponde a quantos reais são obtidos de retorno para cada real aplicado no sistema consorciado avaliado.

### 3.6.3.4 Índice de lucratividade (IL)

É a relação entre a renda líquida (RL) e a renda bruta (RB), expressa em porcentagem.

## 3.7 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Realizou-se a análise de variância conjunta dos dados dos dois experimentos, após verificar-se que a razão entre os quadrados médios do resíduo de cada característica observada na época de cultivo não diferiram entre si em mais de 7 vezes. As análises de variância para as características analisadas das duas culturas foram realizadas através do software SISVAR (FERREIRA, 2000). Para a comparação das médias entre os arranjos e as épocas, foi utilizado o teste de Tukey. E para as quantidades de flor-de-seda, procedeu-se com o ajustamento de curva de resposta, que foi realizado através do software Table Curve (JANDEL SCIENTIFIC, 1991).

A análise multivariada de variância foi utilizada na produtividade das hortaliças em função dos fatores-tratamento utilizando o critério de Wilks para testar cada fator.

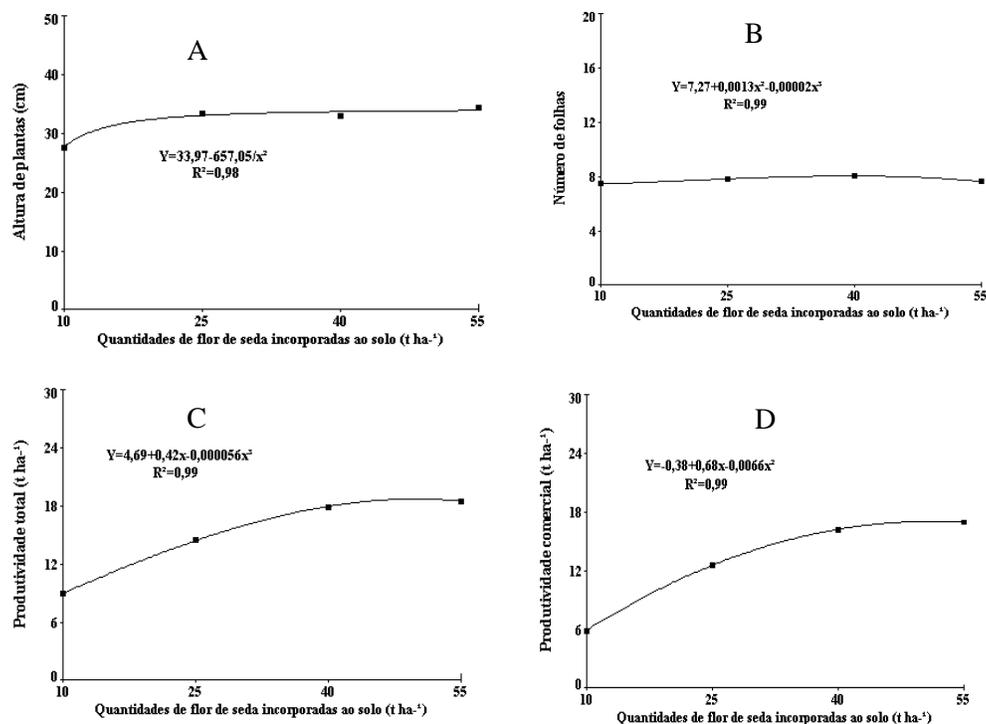
## 4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

### 4.1 A CULTURA DA BETERRABA

Não houve interação significativa entre as quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo e os arranjos espaciais para todas as características avaliadas na beterraba (Figura 7). Isso significa que o comportamento das características avaliadas na beterraba em função das quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo foi semelhante em cada arranjo espacial e vice-versa.

No entanto, comportamento crescente foi observado na altura de plantas em função do aumento nas quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, obtendo valores máximos de 34 cm na quantidade de flor-de-seda de 55 t ha<sup>-1</sup> (Figura 7A).

Para o número de folhas, a produtividade total e comercial de beterraba, foi observado aumento em função das quantidades, atingindo valores máximos de 8 folhas por planta, 16,95 t ha<sup>-1</sup> e 18,63 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, e nas quantidades de 39 t ha<sup>-1</sup>, 51,11 t ha<sup>-1</sup> e 49,90 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, decrescendo em seguida até a última quantidade adicionada (Figura 7B a 7D).



**Figura 7** – Altura de plantas (A), número de folhas por planta (B), produtividade total (C) e comercial (D) de beterraba consorciada com rúcula em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Esses resultados podem ser explicados pelo fornecimento de quantidades adequadas de nitrogênio incorporado, favorecendo assim o crescimento, o desenvolvimento vegetativo, a expansão da área fotossintética, a ativação e a elevação do potencial produtivo da cultura (FILGUEIRA, 2008). Essa ocorrência de otimização se deve ao fornecimento de nutrientes no período de maior exigência da beterraba, que está entre 35-45 dias após a semeadura, em especial do potássio que ajuda na formação e desenvolvimento das raízes. O material vegetal utilizado, a flor-de-seda, apresentava um teor de 36,63 g kg<sup>-1</sup> de K, assim houve sincronia entre os fatores de liberação de nutrientes e o período de necessidade nutricional da cultura.

Esses resultados corroboram com os obtidos por Bezerra Neto *et al.* (2013), avaliando as quantidades de flor-de-seda em cultivo consorciado de beterraba com caupi-hortaliça. Nesse trabalho, os autores obtiveram um aumento na produtividade comercial de raízes de beterraba, à medida que aumentaram as quantidades de flor-de-seda utilizadas na incorporação, alcançando uma produtividade comercial máxima de 16,35 t ha<sup>-1</sup>, na quantidade de 46,84 t ha<sup>-1</sup>. Valores bem próximos dos obtidos nesta pesquisa. Silva *et al.* (2013) verificaram que a beterraba obteve respostas crescentes com as quantidades de jitirana adicionadas ao solo, com altura de plantas e número de folhas obtendo valores máximos de 27,22 cm, 9,42 folhas por planta, 40 e 21,33 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, nas quantidades de 37,30, 32,50, 37,72 e 38,19 t ha<sup>-1</sup> de jitirana, respectivamente, decrescendo até a maior quantidade incorporada ao solo.

A possível explicação para o bom desempenho da beterraba com a flor-de-seda e jitirana está no fato dessas espécies apresentarem valores mais altos de nutrientes na flor-de-seda (24,06 g kg<sup>-1</sup> de N; 1,7 g kg<sup>-1</sup> de S, 27,0 mg kg<sup>-1</sup> de Zn e 66,0 mg kg<sup>-1</sup> de B) (BATISTA, 2011).

Diferenças significativas entre os arranjos espaciais foram observadas para a altura de plantas, produtividade total e comercial de beterraba, com o arranjo 2B:2R destacando-se dos demais (Tabela 1). Não foram verificadas diferenças estatísticas entre os arranjos no número de folhas por planta. O melhor desempenho da beterraba obtido para a altura de plantas, produtividade comercial e total de beterraba, no arranjo 2B:2R, se deve ao melhor aproveitamento dos recursos ambientais pelas hortaliças. Desempenho semelhante foi obtido por Carvalho (2011), trabalhando com cenoura e rúcula, onde obteve o melhor desempenho produtivo da cenoura consorciada com rúcula em bicultivo no arranjo espacial 2C:2R.

**Tabela 1** – Altura de plantas (AP), número de folhas por planta (NFP), produtividade total (PT) e comercial (PC) de beterraba consorciada com rúcula em função de arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró-RN, UFRSA, 2014.

Arranjos espaciais	AP	NFP	PT	PC
Arranjo 2:2	32,62 a	7,43 a	14,86 a	17,00 a
Arranjo 3:3	31,14 b	7,76 a	12,11 ab	14,19 ab
Arranjo 4:4	31,95 ab	7,82 a	11,39 b	13,34 b
CV(%)	5,35	12,35	31,86	26,49

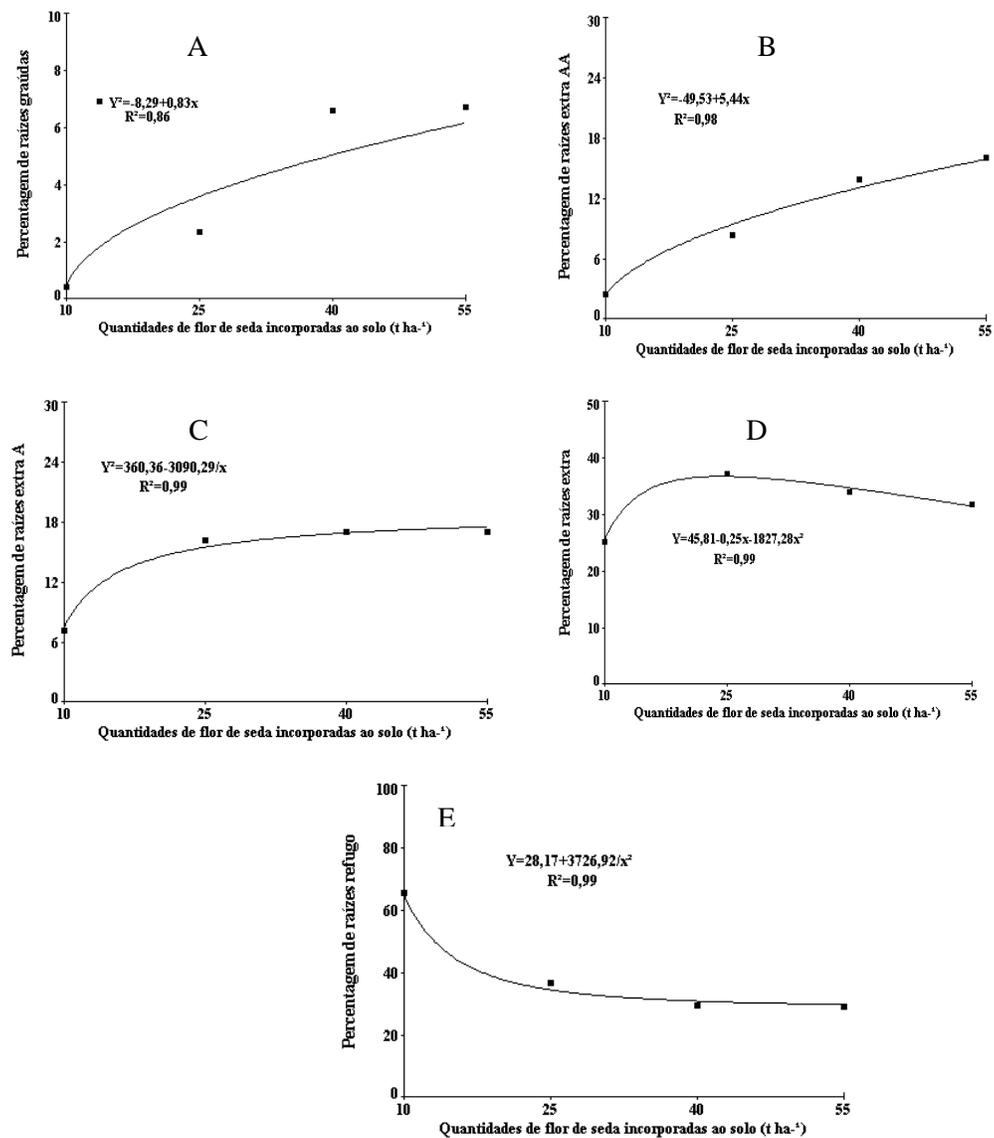
\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Na produtividade classificada, foi observado comportamento crescente nas percentagens de raízes graúdas, extra AA e extra A, em função das quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo (Figura 8A a 8C), com as percentagens máximas de 6,11%, 15,80% e 17,44%, na quantidade de 55 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Por outro lado, para as percentagens de raízes extra da beterraba, observou-se um aumento, alcançando o valor máximo de 36,64% na quantidade de 24,37 t ha<sup>-1</sup>, decrescendo em seguida até a última quantidade de flor-de-seda adicionada (Figura 8D).

Para a percentagem de raízes refugo, podemos verificar que, com o aumento das quantidades de flor-de-seda, houve uma redução nesse percentual, à medida que se aumentavam as quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo (Figura 8E). Essa redução na percentagem de raízes refugo também foi observada por Fernandes (2012), na cultura da cenoura consorciada com coentro em função de diferentes quantidades de jitirana incorporadas ao solo e arranjos espaciais.

Esse comportamento evidencia que quanto maior a quantidade de material vegetal incorporado ao solo, mais se favorece a produção e, com isso, ocorre uma redução na percentagem de raízes de beterraba para descarte, o que torna esse comportamento interessante para o produtor. Isso também evidencia que a cultura da beterraba se mostra responsiva ao fornecimento de nutrientes, bem como presta

informações satisfatórias ao seu cultivo com a adição de flor-de-seda ao solo, uma vez que as categorias comerciáveis têm seu peso incrementado com adubo verde.



**Figura 8** – Percentagens de raízes graúdas (A), extra AA (B), extra A (C), extra (D) e refugo (E) de beterraba consorciada com rúcula em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

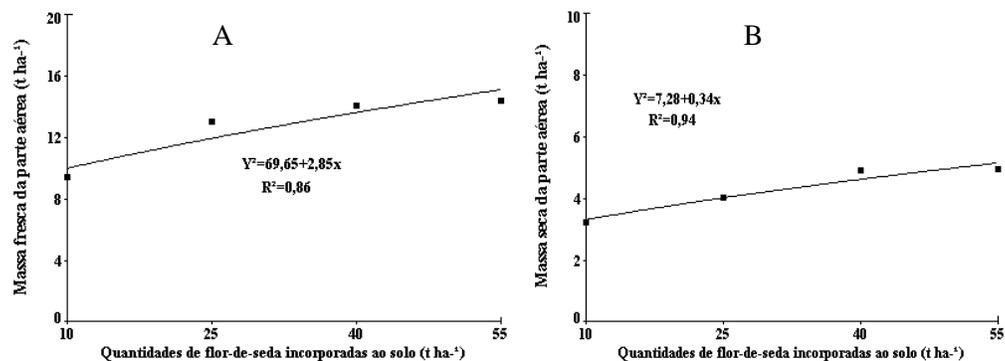
Para as produtividades classificadas, não foi observada diferença significativa entre os arranjos espaciais em nenhuma categoria (Tabela 2), mostrando que não houve influência competitiva destes para essas características. Resultados semelhantes foram observados por Silva (2013) para raízes extra A, extra e refugo de beterraba, incorporada com diferentes quantidades de jitirana, onde os arranjos espaciais estudados (2:2, 3:3 e 4:4) não afetaram significativamente essas categorias de raízes de beterraba.

**Tabela 2** – Produtividade classificada de raízes extra, extra A, extra AA, graúdas e refugo (REF) de beterraba consorciada com rúcula em função de arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Arranjos espaciais	Extra	Extra A	Extra AA	Graúdas	REF
Arranjo 2:2	32,43 a	13,93 a	11,76 a	5,73 a	36,16 a
Arranjo 3:3	33,30 a	14,02 a	9,30 a	2,98 a	40,40 a
Arranjo 4:4	29,86 a	14,73 a	9,18 a	3,23 a	43,03 a
CV(%)	21,92	43,14	47,13	111,36	25,63

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para a massa fresca e a massa seca da parte aérea de beterraba, observou-se um comportamento crescente em função das quantidades de flor-de-seda adicionadas ao solo, com valores máximos de 15,05 t ha<sup>-1</sup> e 5,10 t ha<sup>-1</sup>, observados na quantidade 55 t ha<sup>-1</sup> (Figura 9A e 9B). Obteve-se, assim, um acréscimo de 34,15% e 35,88%, respectivamente, entre a menor e a maior quantidade de adubo verde adicionado ao solo.



**Figura 9** – Massa fresca (A) e seca (B) da parte aérea de beterraba consorciada com rúcula em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Comportamento semelhante foi observado por Silva *et al.* (2011), trabalhando com beterraba sob diferentes quantidades e tempos de incorporação de jitrana ao solo. Eles observaram um aumento crescente do rendimento de massa fresca da parte aérea das plantas de beterraba, onde o maior rendimento, 9,03 t ha<sup>-1</sup> foi obtido na quantidade de jitrana de 15,6 t ha<sup>-1</sup>. Da mesma forma, Oliveira (2012), ao avaliar consórcio entre cenoura e folhosas sob diferentes quantidades de jitrana adicionadas ao solo e densidades populacionais, registrou um aumento na massa seca da parte aérea das plantas de cenoura até o valor máximo de 2,20 t ha<sup>-1</sup>, na quantidade de 29,08 t ha<sup>-1</sup> de jitrana, decrescendo em seguida, até a maior quantidade incorporada ao solo.

Esses resultados são confirmados por Filgueira (2008), ao afirmar que a eficiência do adubo orgânico está relacionada com o aumento da parte aérea e do rendimento de massa verde das plantas, devido aumentar a disponibilidade de nutrientes, expandir a área fotossintética, favorecer as propriedades físicas do solo, bem como as atividades dos organismos presentes no mesmo.

Entre os arranjos espaciais, diferenças significativas foram observadas para a massa fresca da parte aérea, com o arranjo 2B:2R destacando-se dos demais arranjos. Para a massa seca da parte aérea, diferença entre os arranjos também foi observada,

com o arranjo 4B:4R superando os outros arranjos. Isso ocorreu provavelmente devido ao maior número de plantas de beterraba envolvidas nesse arranjo (Tabela 3). Esse resultado evidencia que houve interferência na competição proporcionada pelos arranjos espaciais entre as culturas consorciadas

**Tabela 3** – Massa fresca e seca da parte aérea de beterraba consorciada com rúcula em função de arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Arranjos espaciais	MFPA	MSPA
Arranjo 2:2	18,51 a	4,39 ab
Arranjo 3:3	10,98 b	3,86 b
Arranjo 4:4	8,53 c	4,51 a
CV(%)	22,37	19,02

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.2 A CULTURA DA RÚCULA

Para a altura de plantas, número de folhas por planta, rendimento de massa verde e massa seca da parte aérea de rúcula, não foi observada interação significativa entre quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, arranjos de plantio e cultivos. Também não foi observada interação significativa entre quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo e arranjos de plantio para nenhuma das características avaliadas.

Interação significativa foi registrada entre os cultivos de rúcula e quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo para o número de folhas por planta, rendimento de massa verde e na massa seca da parte aérea de rúcula. Também houve interação significativa entre cultivos de rúcula e arranjos espaciais para o rendimento de massa verde. Para a altura de plantas, não foi observada nenhuma interação significativa.

Diferença significativa entre arranjos de plantio foi observada no número de folhas por planta, rendimento de massa verde e de massa seca da parte aérea, com o arranjo 3B:3R destacando-se dos arranjos 2B:2R e 4B:4R (Tabela 4). Comportamento semelhante foi observado por Paula (2011), com o arranjo 3C:3R sobressaindo-se dos demais no número de folhas por planta.

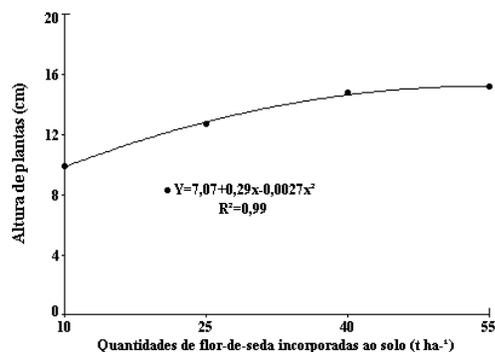
Para a altura de plantas, não se observou diferença significativa entre os arranjos de plantio, mas houve diferença significativa entre os cultivos da rúcula, observando-se o 1º cultivo sobressaindo-se do 2º cultivo (Tabela 4). Isso pode ter ocorrido devido no primeiro cultivo a beterraba e a rúcula serem plantadas simultaneamente, não havendo competição por luz, uma vez que a rúcula tem o ciclo menor que o da beterraba. Porém, no segundo cultivo, a beterraba já estava instalada, ocorrendo, assim, sombreamento e competição entre as plantas.

**Tabela 4** – Altura de plantas (AP), número de folhas por planta (NFP) e massa seca da parte aérea (MSPA) de rúcula consorciada com beterraba em função de arranjos espaciais das culturas componentes e dos cultivos. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Arranjos espaciais	AP	REND	NFP	MSPA
Arranjo 2:2	12,73 a	3,63 ab	7,20 b	0,58 ab
Arranjo 3:3	13,69 a	3,75 a	7,93 a	0,64 a
Arranjo 4:4	12,83 a	3,15 b	7,29 b	0,54 b
Cultivos	AP			
1	15,78 a			
2	10,34 b			

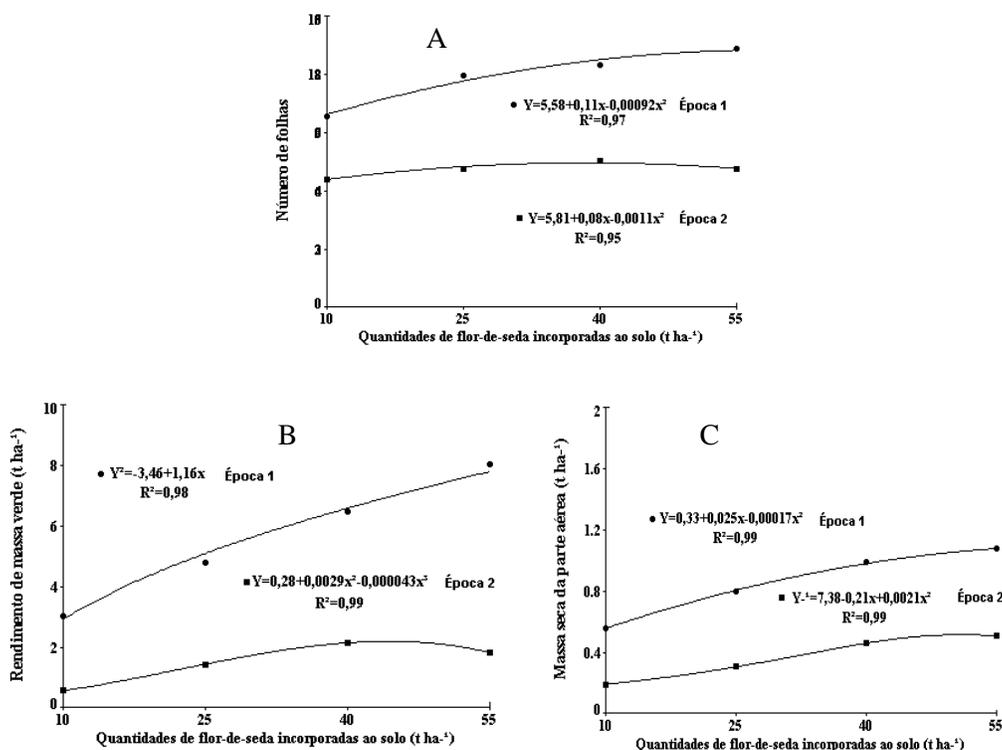
\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Houve aumento da altura de plantas de rúcula com as crescentes quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, com valor máximo de 14,85 cm na maior quantidade, 55 t ha<sup>-1</sup>. O aumento foi de 5,15 cm entre a menor e a maior quantidade de adubo verde incorporado (Figura 10).



**Figura 10** – Altura de plantas de rúcula consorciada com beterraba em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Para o número de folhas por planta, rendimento de massa verde e de massa seca da parte aérea de rúcula, no primeiro cultivo, verificou-se um aumento dessas características em função das quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, obtendo valores máximos de 8,79 folhas por planta, 7,76 t ha<sup>-1</sup> de rendimento de massa verde e 1,07 t ha<sup>-1</sup> de massa seca, na quantidade de 55 t ha<sup>-1</sup> (Figura 11A a 11C). Para essas mesmas características, no segundo cultivo, foi observado aumento em função das quantidades de flor-de-seda fornecidas, atingindo um máximo de 7,39 folhas por planta, 2,16 t ha<sup>-1</sup> de rendimento de massa verde, 0,51 t ha<sup>-1</sup> de massa seca da parte aérea, nas quantidades de 38,5 t ha<sup>-1</sup>, 44,36 t ha<sup>-1</sup> e 51 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente. Esses valores obtidos no segundo cultivo são 16%, 72% e 52%, respectivamente, inferiores aos obtidos no primeiro cultivo.



**Figura 11** – Número de folhas (A), rendimento de massa verde (B) e massa seca da parte aérea (C) de rúcula consorciada com beterraba em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo e cultivos. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Resultado semelhante foi obtido por Andrade Filho (2012), verificando o incremento na altura de plantas de rúcula com as quantidades crescentes de flor-de-seda, até o valor máximo de 14,09 cm. Esse comportamento evidencia que as plantas são responsivas quanto ao fornecimento de matéria orgânica ao solo e que, possivelmente, o 1º cultivo da rúcula foi superior ao 2º cultivo nas características avaliadas, em virtude de não coincidir com o período de maior exigência da cultura da beterraba (fase do enchimento).

A flor-de-seda utilizada na adubação deste trabalho apresentou resultados nutricionais de: 20,3 g kg<sup>-1</sup> de N; 2,7 g kg<sup>-1</sup> de P; 36,63 g kg<sup>-1</sup> de K; 7,05 g kg<sup>-1</sup> de Ca e

12,38 g kg<sup>-1</sup> de Mg, o que possibilitou um aumento na produtividade. Segundo Andrade Filho (2012), nas folhosas, o efeito desses nutrientes, principalmente o nitrogênio, fósforo e potássio, se reflete diretamente no aumento da produtividade.

Por outro lado, desdobrando-se as quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo dentro de cada cultivo de rúcula, observou-se, para o número de folhas por planta, que apenas na menor quantidade de flor-de-seda (10 t ha<sup>-1</sup>) não houve diferenças significativas entre os cultivos. Nas demais quantidades, foi constatada diferença significativa entre os cultivos, com o primeiro cultivo sobressaindo do segundo cultivo. Já para o rendimento de massa verde e massa seca da parte aérea da rúcula, em todas as quantidades estudadas (10, 25, 40 e 55 t ha<sup>-1</sup>), o primeiro cultivo foi superior ao segundo cultivo (Tabela 5).

**Tabela 5** – Número de folhas por planta (NFP), rendimento de massa verde (RMV) e massa seca da parte aérea (MSPA) de rúcula consorciada com beterraba em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo e dos cultivos. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Quantidades	NFP		RMV		MSPA	
	Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 1	Cultivo 2	Cultivo 1	Cultivo 2
10	6,52 A	3,00 A	0,55 A	0,53 B	0,55 A	0,18 B
25	7,92 A	4,75 A	0,79 A	1,39 B	0,79 A	0,30 B
40	8,29 A	6,46 A	0,98 A	2,12 B	0,98 A	0,45 B
55	8,57 A	8,02 A	1,07 A	1,79 B	1,07 A	0,39 B

\* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados mostram que, para as variáveis analisadas na rúcula, o primeiro cultivo foi superior ao segundo cultivo em relação às quantidades de flor-de-seda adicionadas ao solo. Possivelmente, esse comportamento deve-se ao fato de que, no segundo cultivo, a beterraba estava com um porte maior, ocorrendo, assim, maior competição entre as culturas envolvidas.

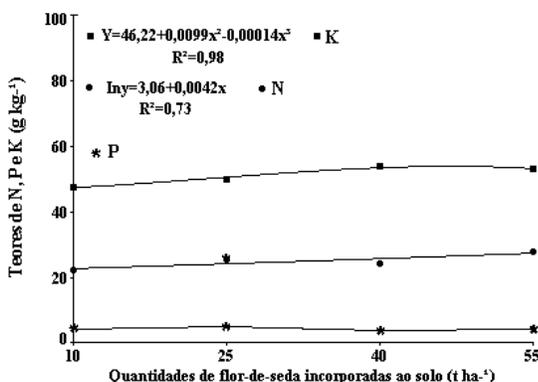
### 4.3 FOLHA DIAGNÓSTICA

A análise foliar é uma das maneiras de avaliar se o manejo adotado no solo possui reflexos desejados nas plantas. Sabe-se que a adição de material vegetal ao solo melhora a estrutura do solo, além de fornecer nutrientes à planta e em quantidades suficientes.

#### 4.3.1 Beterraba

Para os teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) da folha diagnóstica de beterraba, não foi observada interação significativa entre as quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo e os arranjos espaciais das culturas componentes.

Pode-se observar que, à medida que aumenta-se as quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, ocorre um aumento no teor de N nas folhas, obtendo valor máximo de 27,04 g kg<sup>-1</sup> na quantidade de 55 t ha<sup>-1</sup>. Já para o K, observa-se um aumento no teor desse nutriente, com valor máximo 53,58 g kg<sup>-1</sup>, na quantidade de 47 t ha<sup>-1</sup> de flor-de-seda incorporada ao solo. Para o P não foi possível ajustar nenhuma equação de regressão, mas apresentou valor médio de 24,58 g kg<sup>-1</sup> (Figura 12).



**Figura 12** – Teores de N, P e K em folha diagnóstica de beterraba consorciada com rúcula em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Esse comportamento também foi observado por Batista (2011), estudando adubação verde na produtividade, qualidade e rentabilidade de beterraba e rabanete. O autor observou que os teores de nitrogênio e fósforo aumentaram com as quantidades de biomassa dos adubos verdes adicionados ao solo, na cultura da beterraba, com valores máximos de 27,55 g kg<sup>-1</sup> e 3,70 g kg<sup>-1</sup>, registrados na maior quantidade (21 t ha<sup>-1</sup>). Por outro lado, Moreira (2011), trabalhando com efeito residual de jirirana em rabanete, observou um aumento no teor de fósforo total, com máximo de 18,67 g kg<sup>-1</sup> na quantidade de 16,2 t ha<sup>-1</sup>. Para os teores de N e K total, nenhuma equação de regressão foi ajustada na folha diagnóstica, mas apresentaram valores médios de 40,17 e 53,18 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente.

A influência exercida pelos arranjos espaciais nos teores de N, P e K da folha diagnóstica de beterraba não foi suficientemente forte para expressar diferenças significativas entre si (Tabela 6). Por outro lado, Moreira (2011) encontrou diferenças significativas entre os arranjos espaciais para os teores de N, P e K total na folha diagnóstica de rabanete, verificando que o arranjo 2:2 sobressaiu-se dos demais arranjos no teor de N total e P total. Já para o teor de K total, foi o arranjo 1:1 que se sobressaiu dos demais.

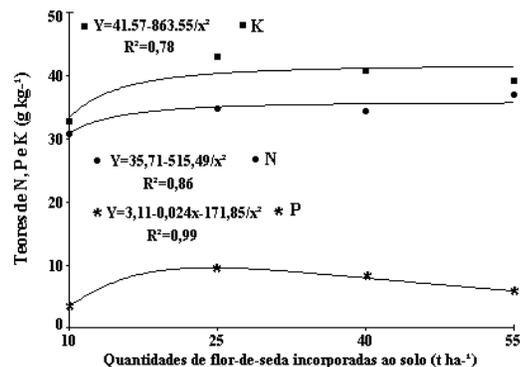
**Tabela 6** – Teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em folha diagnóstica de beterraba consorciada com rúcula em função de arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Arranjos espaciais	N	P	K
Arranjo 2:2	24,57 a	3,38 a	51,44 a
Arranjo 3:3	25,45 a	4,23 a	52,19 a
Arranjo 4:4	23,70 a	4,07 a	48,86 a

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

### 4.3.2 Rúcula

Não foi observada interação significativa entre as quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo e os arranjos espaciais nos teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) avaliados na folha diagnóstica da rúcula. Aumento nos teores de N e K foi observado à medida que se aumentou as quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, com valores máximos de 41,28 g kg<sup>-1</sup> e 35,54 g kg<sup>-1</sup>, respectivamente, na quantidade de 55 t ha<sup>-1</sup>. Já para o P, observou-se um valor máximo neste teor de 9,39 g kg<sup>-1</sup> na quantidade de 24,37 t ha<sup>-1</sup>, em seguida decrescendo até a maior quantidade de flor-de-seda incorporada (Figura 13).



**Figura 13** – Teores de N (●), P (\*) e K (■) em folha diagnóstica de rúcula consorciada com beterraba em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Teores de N e K próximos aos obtidos neste estudo nas folhas de rúcula foram observados por Moreira (2011) quando utilizou quantidades crescentes de jitrana. Ele observou valor máximo de 37,12 g kg<sup>-1</sup> de N na quantidade de 12,6 t ha<sup>-1</sup> de jitrana incorporada ao solo e um valor máximo de 43,57 g kg<sup>-1</sup> de K na maior quantidade de jitrana de 16,2 t ha<sup>-1</sup>.

Os arranjos espaciais para os teores de N e K na folha diagnóstica de rúcula não diferiram estatisticamente entre si. Já para o P, diferença significativa foi observada entre os arranjos para o teor deste com o arranjo 4:4 sobressaindo-se entre os demais (Tabela 7).

**Tabela 7** – Teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K) em folha diagnóstica de rúcula consorciada com beterraba em função de arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Arranjos espaciais	N	P	K
Arranjo 2:2	34,49 a	5,78 b	38,04 a
Arranjo 3:3	33,83 a	4,06 c	37,83 a
Arranjo 4:4	33,98 a	9,68 a	40,72 a

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

#### 4.4 SOLO

Não foi observada interação entre os fatores épocas de coleta, arranjos espaciais e quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, nem interação entre arranjos espaciais e quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo para nenhuma das características analisadas.

Para os teores de K, M.O e CTC, não foi observada nenhum tipo de interação entre os fatores estudados, sendo observado apenas o efeito isolado desses fatores (Figura 14A a 14C).

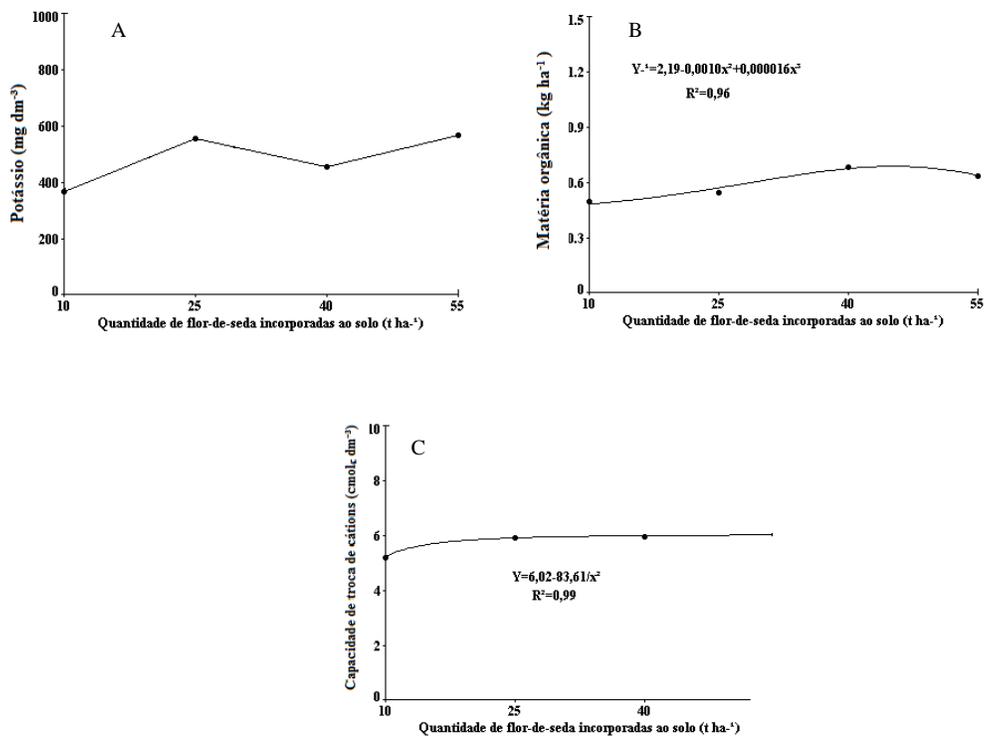
Para o teor de K no solo, não foi ajustada nenhuma equação resposta em função das quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, no entanto o teor médio observado foi de 481,36 mg dm<sup>-3</sup> (Figura 14A).

Para a M.O, observou-se com o aumento das quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo um valor máximo de 0,68 kg ha<sup>-1</sup>, na quantidade de 45,28 t ha<sup>-1</sup>,

decrecendo em seguida até a última quantidade estudada (Figura 14B). Já para a CTC, verificou-se o valor máximo de  $5,99 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$  na quantidade de  $55 \text{ t ha}^{-1}$  (Figura 14C). Esse resultado corrobora com a afirmação de Souza (2000), de que há efeito positivo da adubação orgânica no aumento e na manutenção da fertilidade do solo, uma vez que a adição de matéria orgânica aumenta as cargas negativas do solo, contribuindo para maior retenção de bases trocáveis, aumentando a CTC (CARVALHO, 2002). Os valores de CTC encontrados nesse trabalho são considerados médios por Faria et al. (2007), pois encontram-se na faixa de  $5,0\text{-}10,0 \text{ cmol}_c \text{ dm}^{-3}$ .

Comportamento semelhante foi observado por Batista (2011), que estudando adubação verde na produtividade, qualidade e rentabilidade de beterraba e rabanete, observou que os teores máximos de potássio de  $1,57 \text{ mg dm}^{-3}$  e de matéria orgânica de  $9,03 \text{ g kg}^{-1}$  aumentaram em função das quantidades de biomassa dos adubos verdes até  $13,72 \text{ t ha}^{-1}$  e  $17,67 \text{ t ha}^{-1}$ , respectivamente, decrescendo, em seguida, até a maior quantidade ( $21 \text{ t ha}^{-1}$ ) de adubo incorporada ao solo, para a cultura da beterraba.

Já Almeida (2013), trabalhando com flor-de-seda na adubação do consórcio de alface e rúcula, verificou que após a colheita, os teores de matéria orgânica se mantiveram estáveis com o aumento das quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, obtendo o máximo de  $6,86 \text{ g kg}^{-1}$  na quantidade de  $45 \text{ t ha}^{-1}$ .



**Figura 14** – Teores de potássio (A), matéria orgânica (B) e capacidade de troca de cátions (C) no solo em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Não houve diferença significativa entre os arranjos espaciais utilizados para os teores de K, M.O e CTC. Porém, para as épocas de coleta, observou-se diferença significativa, com a segunda época destacando-se da primeira (Tabela 8). Esse comportamento pode ser explicado pela adição de material vegetal ao solo. No caso da flor-de-seda, isso aumentou a disponibilidade de nutrientes ao solo.

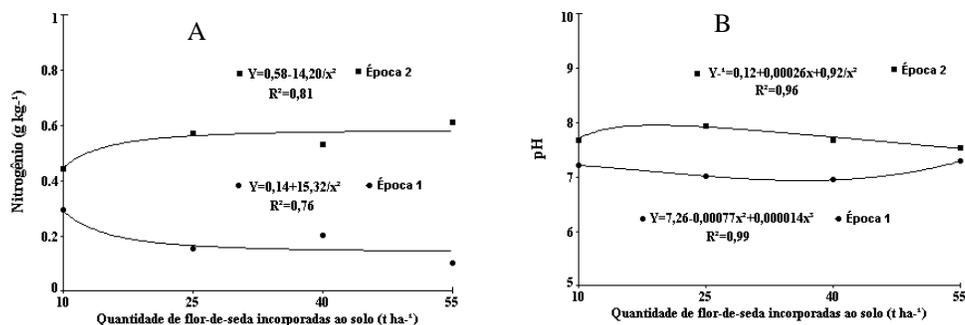
**Tabela 8** – Teores de potássio (K), matéria orgânica (M.O.) e capacidade de troca de cátions (CTC) no solo em função de épocas de coleta e arranjos espaciais. Mossoró-RN, UFRS, 2014.

Épocas	K	M.O.	CTC
1	66,76 b	0,45 b	3,03 b
2	895,97 a	0,72 a	8,51 a
Arranjos espaciais			
Arranjo 2:2	472,82 a	0,55 a	5,63 a
Arranjo 3:3	454,97 a	0,62 a	5,59 a
Arranjo 4:4	516,31 a	0,59 a	6,09 a

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Interação significativa entre as épocas de coleta e as quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo foi observada para o teor de N e pH no solo (Figura 15A e 15B). Desdobrando a interação de quantidades de flor-de-seda dentro de épocas de coleta do solo, observou-se que à medida que se aumenta as quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, há um incremento no teor de N, obtendo-se um aumento em função das quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo até o valor máximo de 0,61 g kg<sup>-1</sup> na quantidade 55 t ha<sup>-1</sup>, enquanto que, na época 1, o máximo obtido foi de 0,29 na menor quantidade 10 t ha<sup>-1</sup> (Figura 15).

Para o pH, foi percebido comportamento semelhante em função das quantidades de flor-de-seda, obtendo valor máximo de 7,93 na quantidade de 25 t ha<sup>-1</sup>. A partir dessa quantidade o pH diminuiu, chegando ao valor mínimo obtido de 7,53 na quantidade de 55 t ha<sup>-1</sup>. Já na época 1, o valor máximo obtido foi de 7,27 na quantidade de 55 t ha<sup>-1</sup>.



**Figura 15** – Teor de nitrogênio (N) e pH no solo em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Desdobrando a interação épocas de coleta do solo dentro das quantidades de flor-de-seda, observou-se que em todas as quantidades estudadas o valor do pH foi superior na segunda época. Comportamento semelhante ocorreu com o teor de nitrogênio no solo, com a segunda época apresentando valor superior ao da primeira época em todas as quantidades de flor-de-seda estudadas, com exceção de 10 t ha<sup>-1</sup>, na qual não foi observada diferença entre as épocas de coleta (Tabela 9).

**Tabela 9** – pH e teor de nitrogênio (N) no solo em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Quantidades	pH		N	
	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2
10	7,20 B	7,67 A	0,29 A	0,45 A
25	7,00 B	7,93 A	0,16 B	0,58 A
40	6,93 B	7,67 A	0,20 B	0,53 A
55	7,27 B	7,53 A	0,10 B	0,61 A

\* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Comportamento semelhante foi obtido por Almeida (2013) que, ao analisar o efeito da adubação com flor-de-seda em consórcio de folhosas, observou que aumentaram os teores de nitrogênio em função das quantidades crescentes do adubo verde adicionadas ao solo, até o máximo de  $0,71 \text{ g kg}^{-1}$  na quantidade de  $28,3 \text{ t ha}^{-1}$ , decrescendo em seguida até a última quantidade incorporada ao solo. Batista (2011) observou que o solo antes do cultivo da beterraba estava com pH neutro, porém, após incorporação e coleta das culturas, o pH estava entre 8,10 – 8,20, ou seja, pH de um solo alcalino. Isso evidencia que a incorporação de material vegetal ao solo com espécies espontâneas realmente aumenta os teores de nutrientes do solo, melhorando assim a fertilidade do mesmo.

Por outro lado, não foi observada diferença significativa entre os valores de pH e nitrogênio em função dos arranjos espaciais (Tabela 10).

**Tabela 10** – pH e teor de nitrogênio (N) no solo em função de arranjos espaciais. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Arranjos espaciais	pH	N
Arranjo 2:2	7,40 a	0,39 a
Arranjo 3:3	7,45 a	0,30 a
Arranjo 4:4	7,35 a	0,40 a

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Para o teor de P no solo, não houve interações entre as épocas de coleta do solo, arranjos espaciais e quantidades de flor-de-seda, nem tão pouco entre quantidades e arranjos, ou mesmo entre épocas e quantidades. Todavia, foi observada interação significativa entre os arranjos espaciais e as épocas de coleta do solo.

Desdobrando-se a interação e arranjos dentro de épocas de coleta, observou-se que na época 1 não houve diferença significativa entre os arranjos de plantio para o teor de P no solo. Porém, na época 2 houve diferença significativa entre os arranjos,

constatando que os maiores valores de fósforo (P) foram encontrados no arranjo 3B:3R (248,60 g kg<sup>-1</sup>).

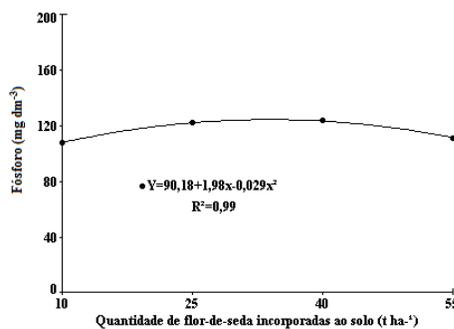
**Tabela 11** – Teor de fósforo (P) no solo em função de arranjos espaciais e épocas de coleta do solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Arranjos espaciais	P	
	Época 1	Época 2
Arranjo 2:2	25,75 aB	180,49 bA
Arranjo 3:3	23,75 aB	248,60 aA
Arranjo 4:4	31,42 aB	183,18 bA

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna e maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Por outro lado, desdobrando a interação épocas de coleta dentro de arranjos espaciais, pode-se observar que a época 2 foi superior à época 1 em todos os arranjos (Tabela 11).

Observa-se que o teor de fósforo aumentou em função das quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, com valor máximo obtido de 123,62 mg dm<sup>-3</sup> na quantidade de 34 t ha<sup>-1</sup>. Depois houve um declínio nesse teor até a última quantidade incorporada (Figura 16).



**Figura 16** – Teor de fósforo (P) no solo em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

#### 4.5 ANÁLISE MICROBIOLÓGICA

Interação significativa entre quantidade de flor-de-seda incorporada ao solo e épocas de coleta foi observada na quantidade de bactérias e fungos no solo. Contudo, não foi observada interação significativa entre quantidade de flor-de-seda incorporada ao solo e arranjos espaciais, nem entre arranjos espaciais e épocas de coleta, nem tão pouco efeito da interação tripla desses fatores.

Desdobrando épocas de análise do solo (antes e depois da incorporação) dentro das quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo no número médio de unidades formadoras de colônias de bactérias e fungos no solo (Tabela 12), pode-se constatar que o número médio de fungos, na época 2, foi estatisticamente superior à época 1, nas quantidades de flor-de-seda 40 e 55 t ha<sup>-1</sup>. Resultado semelhante também foi encontrado por Oliveira *et al.* (2012), quando estudaram a influência de adubações e manejo de adubo verde nos atributos biológicos de solo cultivado com alface em sistema de cultivo orgânico. Estes pesquisadores concluíram que ocorreu aumento na população de fungos, com a incorporação do adubo verde mucuna preta. Entretanto, quando se avaliou o número de UFCs de bactérias, a diferença estatística ocorreu apenas na maior quantidade (55 t ha<sup>-1</sup>).

**Tabela 12** – Número médio de unidades formadoras de colônias (UFCs) de bactérias e fungos, em solo cultivado com beterraba e rúcula, em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo e épocas de análise do solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Quantidades	Bactéria		Fungo	
	Época 1	Época 2	Época 1	Época 2
10	34084,00 a	82133,33 a	412,53 a	392,00 a
25	48200,67 a	56733,33 a	296,00 a	342,00 a
40	44794,00 a	121666,67 a	308,00 b	725,33 a
55	33938,67 b	310200,00 a	305,73 b	1108,67 a

Época 1=antes da incorporação; Época 2=depois da incorporação.

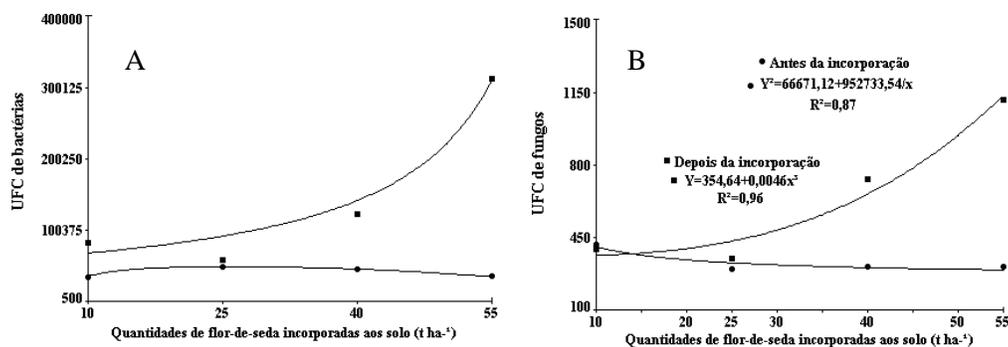
\* Médias seguidas pela mesma letra maiúscula na linha não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

O resultado do presente trabalho ressalta o valor da incorporação de materiais orgânicos no aumento da microbiota do solo. Nas quantidades de flor-de-seda testadas, foi observado maior valor numérico de UFCs, tanto de bactérias como de fungos, quando se realizou a incorporação de flor-de-seda, exceto na avaliação do número de UFC de fungos na menor dosagem (Tabela 12). Certamente, isso ocorreu devido aos compostos exsudatos pelas plantas que podem atuar como sinais moleculares, que ativam o crescimento micelial dos fungos e bactérias (PAULA; SIQUEIRA, 1990).

A incorporação ao solo de qualquer material vegetal favorece a atividade microbiana, pois existe uma estreita relação entre matéria orgânica e a biomassa microbiana do solo. A aplicação de um resíduo orgânico no solo resulta em estímulos diferenciados aos micro-organismos, devido a uma modificação direta ou indireta das características do meio, determinantes da qualidade, quantidade e atividade da população microbiana existente (OLIVEIRA *et al.*, 2011).

Para Khatounian (2001), o uso de adubos orgânicos aumenta a produção e mantém a fertilidade do solo. A matéria orgânica adicionada ao solo, de acordo com o grau de decomposição, pode ter efeito imediato ou efeito residual, por isso ganha importância sob o ponto de vista econômico e na conservação das propriedades físicas, químicas e biológicas do solo.

Por outro lado, desdobrando-se as quantidades de flor-de-seda dentro de épocas de análise do solo, pode-se observar um aumento ascendente no número de UFCs de bactérias e fungos com a incorporação de quantidades crescentes do adubo verde (Figura 17A e 17B).



**Figura 17** – Unidades formadoras de colônias (UFC) de bactérias (A) e de fungos (B), em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo e épocas (antes e depois da incorporação). Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Resultado semelhante também foi obtido por Batista *et al.* (2013), quando estudaram os atributos microbiológicos do solo e a produtividade de rabanete, influenciados pelo uso de espécies espontâneas, inclusive flor-de-seda. Esses pesquisadores concluíram que, embora o crescimento dos micro-organismos no solo não tenha sido influenciado pelas espécies estudadas, ocorreu aumento no número de UFCs de micro-organismos com as quantidades aplicadas.

O aumento de bactérias e fungos no solo é de grande importância, pois estes atuam no processo de decomposição da matéria orgânica, manutenção das condições físico-químicas, na ciclagem de nutrientes e no fluxo de energia (CARDOSO, 2004; D'ANDRÉA *et al.*, 2002). Também podem estabelecer relações simbióticas com plantas, aumentando, assim, a capacidade de resistência a estresses, como o *deficit* hídrico ou baixas concentrações de nutrientes, e ainda podem causar alterações físicas. Dessa forma, favorecem positivamente a produtividade das culturas.

Para Stark *et al.* (2007), os adubos verdes são decompostos principalmente pelos micro-organismos, assim, há uma tendência para o aumento da diversidade e atividade microbiana pela mineralização de resíduo orgânico. Entretanto, vários fatores

podem influenciar a decomposição dos resíduos vegetais, o que pode limitar ou estimular o crescimento dos micro-organismos.

Também foi verificado no presente trabalho (Tabela 12) que as bactérias foram os micro-organismos predominantes no solo, como relatado por Stamford *et al.* (2005), quando comentaram que esses micro-organismos do solo constituem o grupo mais numeroso e de maior importância, uma vez que além de promoverem doenças em plantas e animais são responsáveis por inúmeras transformações relacionadas com a fertilidade do solo, tais como: decomposição e síntese da matéria orgânica; mineralização e imobilização de nutrientes; fixação biológica do nitrogênio atmosférico (dinitrogênio); nitrificação e desnitrificação; redução e oxidação de elementos minerais; recuperação de solos salinos/alcalinos; formação de compostos gasosos (metano, gás carbônico, gás sulfídrico, entre outros).

## 4.6 ÍNDICES AGROECONÔMICOS

### 4.6.1 Índices de eficiência do sistema

As pressuposições da análise de variância para o delineamento de blocos completos casualizados não puderam ser rejeitadas na análise univariada de variância das seguintes características: índice de eficiência produtiva, escore da variável canônica e produção das culturas em função de quantidades de flor-de-seda e arranjos espaciais (Tabela 13). A não rejeição dessas hipóteses é de fundamental importância para validar os testes de significância e intervalos de confiança (LAVORENTI, 1998).

A análise multivariada aplicada às produções das culturas componentes do sistema consorciado permite não somente a realização de análises individuais, mas

também, particularmente, a investigação da covariância existente entre essas produções.

Para a análise multivariada, além das três pressuposições requeridas na análise univariada, é necessária outra pressuposição adicional: o coeficiente de correlação entre os rendimentos das culturas deve ser o mesmo em todos os tratamentos. A pressuposição da normalidade multivariada foi realizada pelo método gráfico dos percentis do qui-quadrado contra as distâncias de Mahalanobis ao quadrado (SHARMA, 1996). Obteve-se praticamente uma linha reta partindo da origem.

**Tabela 13** – Testes para as pressuposições da homocedasticidade, normalidade e aditividade dos resíduos advindos do índice de eficiência produtiva (IEP), escore normalizado da variável canônica (ENZ), produtividade da rúcula no primeiro cultivo (PRUC1) e no segundo cultivo (PRUC2) e produtividade comercial da beterraba (PBET), pressuposições e análise multivariada das produtividades conjuntas de rúcula e produtividade comercial da beterraba. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Variáveis	Testes das pressuposições de homocedasticidade, normalidade e aditividade					
	F	Bartlett-Box	Shapiro-Wilk		F	Tukey
IEP	20,73	0,0363	0,0896	0,9656	0,34	0,5618
ENZ	1,51	0,1573	0,9905	0,9224	1,66	0,2051
PRUC1	16,55	0,1218	0,2111	0,9733	0,46	0,5021
PRUC2	1,01	0,4551	0,1090	0,0762	0,39	0,5341
PBET	10,38	0,4964	0,3370	0,9570	1,42	0,2395
Teste de Box para homogeneidade de matrizes de covariância			M de Box	Prob	Variáveis	Prob
			11,16	0,9435	PRUC1	0,3968
					PRUC2	0,6398
					PBET	0,4873
Multinormality tested by the relationship between value of chi-squared and the Mahalanobis distance ordered				r =0,9683*		
Teste da esfericidade de Bartlett		$\chi^2$	Prob			
		26,04	0,0001			
Fontes de variação		Gl para F (n,d)	$\lambda$ (Wilks)	F	Prob > F	
Blocos		(12,111)	0,5099	2,69	0,0032*	
Quantidades (Q)		(06,084)	0,6675	3,13	0,0080**	
Arranjos (A)		(09,102)	0,1174	16,05	0,0001**	
Q x A		(18,119)	0,6628	1,04	0,4245 <sup>ns</sup>	

\*\* - Significativo a 1% de probabilidade; \* - Significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> - Não significativo. RUC1 e RUC2 = produtividade de rúcula em primeiro e segundo cultivo.

O coeficiente de correlação obtido foi de 0,9683 significativo a 5% de probabilidade. Assim, não é irracional assumir que os resíduos das produtividades de beterraba e rúcula realmente vêm de uma distribuição normal multivariada (Tabela 13). A hipótese de que as produtividades das culturas sejam independentes foi testada pelo teste da esfericidade de Bartlett (NORUSIS, 1992), cujo resultado foi  $\chi^2=26,04$ ;  $P=0,0001$ . Observa-se que é rejeitada a hipótese de que as variáveis dependentes sejam independentes. Portanto, as pressuposições para análise multivariada foram razoavelmente satisfeitas.

O índice de eficiência produtiva geralmente, quando determinado em sistema consorciado, reduz um problema essencialmente multivariado a um univariado, sempre reduzindo informações contidas nos dados originais (CARVALHO, 1988). O importante é que a análise escolhida examine o relacionamento entre duas ou mais variáveis componentes das culturas. Dessa forma, a maneira mais indicada para analisar as respostas de duas ou mais culturas, sem qualquer perda de informação, é usar a análise multivariada de variância (LAVORENTI; MEAD, 1996).

Não se observou efeito significativo da interação entre quantidades de flor-de-seda e arranjos espaciais nos vetores de produtividades de beterraba e rúcula, pelo critério de Wilks (Tabela 13). Comportamento semelhante foi observado nos vetores produtividade das duas hortaliças, obtidos pelo método univariado, utilizando-se o índice combinado de produtividade IEP. Ferreira e Duarte (1982) destacaram como desvantagem desse método de análise o fato de conduzir o pesquisador, muitas vezes, a conclusões divergentes em cada uma dessas análises feitas individualmente. Assim, a solução para eliminar essa deficiência seria utilizar técnicas de análise estatística multivariada.

Para comparações múltiplas, foi utilizada a técnica da variável canônica ou função discriminante (PIMENTEL GOMES, 2000). Verificou-se que o primeiro autovalor explicou 86,56% da variação total dos dados. (Tabela 14).

**Tabela 14** – Função discriminante, autovalor e vetores associados ao efeito significativo de tratamentos. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Eigen Value	Variance (%)		Equation of the canonical variable (Z)		
5,87	86,56		$Z = 0,16(\text{BET}) + 0,76(\text{PRUC1}) + 0,63(\text{PRUC2})$		
Variables	Eigen Value	Variance (%)	Coefficients	Deviation	Relative importance
PRUC1 –X <sub>1</sub>	5,87	86,56	0,7578	1,15	0,87
PRUC2 –X <sub>2</sub>			0,6317	0,72	0,45
PBET –X <sub>3</sub>			0,1633	4,07	1,00

PRUC1 e PRUC2 = produtividade de rúcula em primeiro e segundo cultivo.

PBET = produtividade de beterraba.

Este resultado está de acordo com os obtidos por Porto *et al.* (2011) e diferente dos obtidos por Bezerra Neto *et al.* (2007), onde a primeira variável canônica apresentava maior variância, ao redor de 85,25%, sendo definida como aquela de maior importância, uma vez que reteve a maior parte da variação dos dados. A função discriminante ou variável canônica obtida no presente estudo foi  $Z = 0,16(\text{BET}) + 0,76(\text{RUC1}) + 0,63(\text{RUC2})$ . Os escores foram obtidos em cada parcela e posteriormente submetido à análise univariada de variância

Diante disso, observou-se que, para o índice de eficiência produtiva (IEP) e o escore da variável canônica (Z), não ocorreu interação significativa entre os fatores principais estudados, porém significância do fator arranjo foi verificada. Assim, foi registrado maior desempenho dessas variáveis no arranjo 2B:2R, ou seja, através do método univariado e multivariado foi possível observar efeito significativo dos fatores principais (Tabela 15).

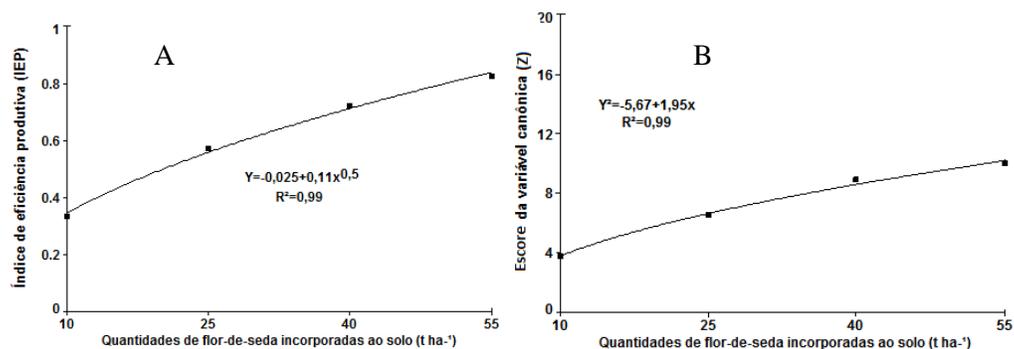
**Tabela 15** – Índice de eficiência produtiva (IEP) e o escore da variável canônica (Z) em função de arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Arranjos espaciais	IEP	Z
Arranjo 2:2	0,66 a	7,76 a
Arranjo 3:3	0,63 ab	7,40 ab
Arranjo 4:4	0,56 b	6,55 b

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Pode-se observar, do resultado desta análise, que o arranjo 2B:2R destacou-se dos demais em termos de desempenho produtivo conjunto. Isso corrobora com os resultados obtidos em termos de produtividade conjunta e confirma o resultado da análise do IEP.

Respostas crescentes com as quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo foram observadas no índice de eficiência produtiva e no escore da variável canônica, atingindo valores máximos de 0,87 e 10,09, respectivamente, na quantidade de 55 t ha<sup>-1</sup> (Figura 18). Com isso, fica confirmada a máxima eficiência do sistema na quantidade de 55 t ha<sup>-1</sup> de flor-de-seda incorporada ao solo.



**Figura 18** – Índice de eficiência produtiva (A) e escore da variável canônica (B), em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Avaliando sistemas consorciados de cenoura e alface, através de índices combinados como UET e IEP, pelo método univariado e pelo escore normalizado da variável canônica (ENZ) proveniente do método multivariado, Bezerra Neto *et al.* (2007) observaram diferença significativa entre os valores desses índices apenas quando eles foram avaliados pelo escore normalizado da variável canônica (ENZ), com maior eficiência dos sistemas quando as cenouras estavam consorciadas com a cultivar de alface Lucy Brown.

Porto *et al.* (2011), trabalhando com o consórcio de alface, cenoura e rúcula, utilizando o método multivariado, mostraram que esse método é bastante informativo e vantajoso em razão da maior capacidade discriminante, além da descrição da superioridade relativa dos tratamentos por meio da técnica das variáveis canônicas. Por outro lado, os índices combinados de medida de eficiência tiveram comportamento diferente em não discriminar as cultivares de alface quando avaliadas pelo método univariado. Estes resultados indicam a importância de não se considerar somente um método na avaliação de consórcios.

#### 4.7 ANÁLISE ECONÔMICA

Não houve interação significativa entre as quantidades de flor-de-seda e os arranjos espaciais para nenhuma das receitas, taxas ou margens de retorno. Porém, observou-se que o arranjo 2B:2R apresentou superioridade para renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade em relação aos arranjos 3B:3R e 4B:4R (Tabela 16).

**Tabela 16** – Renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade em função de arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró-RN, UFRS, 2014.

Arranjos espaciais	RB	RL	TR	IL
Arranjo 2:2	27885,05 a	12602,80 a	1,78 a	37,82 a
Arranjo 3:3	25887,95 ab	10605,70 ab	1,65 ab	30,80 ab
Arranjo 4:4	22865,75 b	7583,50 b	1,45 b	17,64 b

\* Médias seguidas pela mesma letra minúscula na coluna não diferem entre si pelo Teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

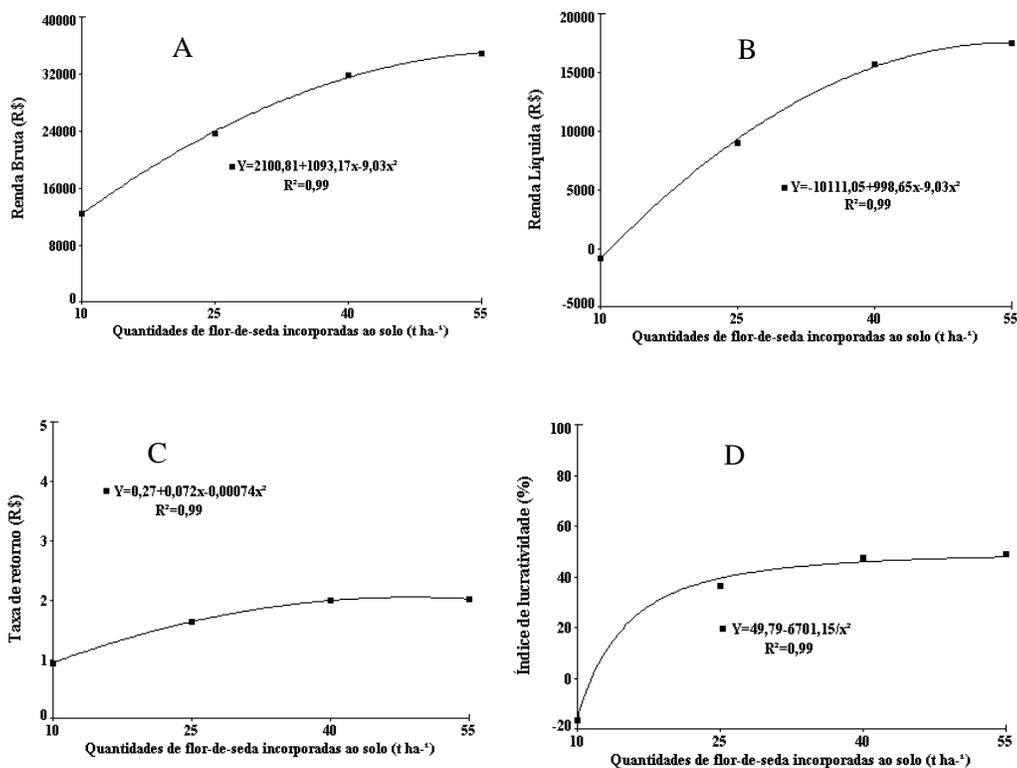
Pode-se observar que tanto a taxa de retorno (1,78) como o índice de lucratividade (37,82%) expressaram também a superioridade do arranjo espacial 2R:2C, indicando que a cada R\$ 1,00 investido no consórcio rúcula e beterraba no arranjo 2R:2C tem-se de retorno R\$ 1,78, ou, em termos de vantagem econômica, uma lucratividade de cerca de 38%.

Esses resultados expressam a vantagem biológica em termos monetários, indicando que a superioridade agrônômica obtida no arranjo espacial 2R:2C traduziu-se em vantagem econômica (PORTO, 2008). O destaque no arranjo 2:2 também foi observado por Moreira (2011) nos consórcios de rúcula e coentro adubados com jitirana. Paula (2011) também constatou essa performance no arranjo 2:2 nos consórcios de cenoura e rúcula adubados com jitirana.

As rendas bruta, líquida e o índice de lucratividade aumentaram em função das quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, alcançando valores máximos de R\$ 34.898,20, R\$ 17.491,15 e 47,57%, respectivamente, na maior quantidade adicionada, 55 t ha<sup>-1</sup> (Figura 19A, 19B e 19D). A taxa de retorno também aumentou em função das quantidades de flor-de-seda, chegando ao valor máximo de R\$ 2,03 na quantidade de 48,66 t ha<sup>-1</sup>, decrescendo em seguida até a última quantidade incorporada (Figura 19C).

Valores de renda bruta próximos aos obtidos nesse trabalho, de R\$ 36.664,15, também foram observados por Almeida (2013), trabalhando com consórcio de alface e rúcula, com a quantidade de 36,7 t ha<sup>-1</sup> de flor-de-seda. Por outro lado, Silva (2013)

encontrou renda bruta superior a obtida neste trabalho, de R\$ 46.031,72, para a quantidade incorporada de jitirana de 37,54 t ha<sup>-1</sup>.



**Figura 19** – Renda bruta (A), renda líquida (B), taxa de retorno (C) e índice de lucratividade (D) em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

Para a taxa de retorno, valores semelhantes foram encontrados por Silva (2013), que estudando o consórcio de alface e beterraba com a incorporação de jitirana, observou que o maior valor da taxa de retorno foi de R\$ 2,00, na quantidade de 34,87 t ha<sup>-1</sup> de jitirana. Enquanto, Almeida (2013), avaliando o consórcio de alface e rúcula

com adubação de flor-de-seda, verificou índice de lucratividade 75,87%, na quantidade de 34,6 t ha<sup>-1</sup> de flor-de-seda adicionada ao solo.

Para se obter progresso na produção de hortaliças é importante que o sistema de cultivo utilizado seja adequado, resultando em produção satisfatória e com baixo custo. Necessita-se, para isso, de um bom planejamento, condição primordial para ter bons resultados na atividade.

Diante disso, o cálculo da estimativa do custo operacional total é um importante instrumento para indicar se um determinado sistema produtivo é eficiente, pois proporciona informações aos produtores, ajudando-os a tomar decisões na administração da atividade econômica. Assim, para maior segurança na recomendação do consórcio, é necessário realizar a análise econômica do sistema de cultivo, pois as hortaliças apresentam variações de preço (sazonalidade) e no custo de produção ao longo do ano, podendo corroborar ou não com o sucesso do cultivo consorciado, indicado pelo índice de eficiência produtiva – IEP (CATELAN, 2002).

## 5. CONCLUSÕES

O melhor desempenho agroeconômico no consórcio de beterraba e rúcula foi obtido na quantidade de 55 t ha<sup>-1</sup> de flor-de-seda incorporada ao solo.

O arranjo espacial que proporcionou a melhor eficiência agronômica do consórcio beterraba e rúcula foi o de 2B:2R.

A quantidade de fungos e bactérias do solo aumentou com as quantidades crescentes da flor-de-seda incorporadas ao solo no arranjo 2B:2R.

O método multivariado, quando comparado com o univariado aplicado ao índice de eficiência produtiva, foi bastante eficaz na determinação do melhor arranjo 2B:2R do bicultivo de rúcula com beterraba.

Nas condições do experimento, é economicamente viável para o agricultor o uso da flor-de-seda como adubo verde na produção de beterraba consorciada com rúcula.

## 6. REFERÊNCIAS

ALMEIDA, A. E. S. **Uso da flor-de-seda como adubo verde no consórcio de alface e rúcula**. 51f. Dissertação (Mestrado em Ciências do Solo) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2013.

ANDRADE, M. V. M.; SILVA, D. S.; ANDRADE, A. P.; MEDEIROS, A. N.; PINTO, M. S. C. Fenologia da *Calotropis procera* Ait R.Br., em função do sistema e da densidade de plantio. **Archivos de Zootecnia**, v. 54, n. 208, p. 631-634, 2005.

ANDRADE FILHO, F. C. Utilização de flor-de-seda como planta adubadeira em sistemas de cultivos entre as oleráceas beterraba, coentro e rúcula na agricultura familiar. 94f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2012.

ANDREWS, D. J.; KASSAN, A. H. **The importance of multiple cropping in increasing world food supplies**. In: Multiple Cropping. Madison, Wisconsin: American Society of Agronomy, 1977. p. 1 - 3 (ASA Special Publication, 27).

ARAÚJO, A. S. F.; MONTEIRO, R. T. R. 2007. Indicadores biológicos de qualidade do solo. **Bioscience Journal**, Uberlândia, v.23, n.3, p. 66-75, July/Sept. 2007.

BARROS JÚNIOR, A. P.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z.; OLIVEIRA, E. Q.; SILVEIRA, L. M.; CAMARA, M. J. T. Desempenho agroeconômico do bicultivo da alface em sistemas consorciados com cenoura em faixa sob diferentes densidades populacionais. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 712-717, 2005.

BATISTA, M. A. V. **Adubação verde na produtividade, qualidade e rentabilidade de beterraba e rabanete.** 123f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2011.

BATISTA M. A. V.; BEZERRA NETO F.; AMBROSIO M. M. Q.; GUIMARÃES L. M.S.; SARAIVA J. P. B.; SILVA M. L. Atributos microbiológicos do solo e produtividade de rabanete influenciados pelo uso de espécies espontâneas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.31, n.4, p.587-594, 2013.

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**, Brasília, v. 23, n. 1, p.233-237, 2005.

BEZERRA NETO F.; GOMES E. G.; NUNES G. H. S.; OLIVEIRA E. Q. Desempenho de sistemas consorciados de cenoura e alface avaliados através de métodos uni e multivariados. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p.514-520, 2007.

BEZERRA NETO, F.; SILVA, M. L.; VIEIRA, F. A.; SILVA, R. C. P.; SILVA, I. N. **Consórcio de beterraba com caupi-hortaliça adubado com diferentes quantidades de flor-de-seda.** Anais III Congresso Nacional de Feijão-caupi, Recife-PE, abril, 2013.

BUZINARO, T. N.; BARBOSA, J. C.; NAHAS, E. Atividade microbiana do solo em pomar de laranja em resposta ao cultivo de adubos verdes. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal – SP, v. 31, n. 2, p.408–415, 2009.

CALEGARI, A. Rotação de culturas e uso de plantas de cobertura. **Agroecologia Hoje**, Botucatu, v. 2, n. 14, p. 14-17, 2002.

CARDOSO, M. O. Método para quantificação da biomassa microbiana do solo. **Agropecuária Técnica**, Areia, v.25, n.1, p.1-12, 2004.

CARMO FILHO, F. D.; ESPÍNOLA SOBRINHO, J.; MAIA NETO, J. M. Dados climatológicos de Mossoró: um município semi-árido nordestino. Mossoró: ESAM, 1991. 121p. (Coleção Mossoroense, C. 30).

CARVALHO, J. R. P. 1988. *Bivariate analysis in intercropping with two levels of error variation*. 245p. Doctorate Thesis. Reading: The University of Reading.

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

CATELAN, F. **Análise econômica dos cultivos consorciados de alface americana x rabanete e beterraba e rúcula em Jaboticabal-SP**. 2002. 63f. Monografia (Graduação em Agronomia) - Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinária "Júlio de Mesquita Filho", Universidade Estadual Paulista, Jaboticabal, 2002.

CHAGAS, J. M.; VIEIRA, C. Consórcio de culturas e razões de sua utilização. *Informe Agropecuário*, Belo Horizonte, v.10, n.118, p.10-12, 1984.

CHARNES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision making units. **European Journal of Operational Research**, Holland, v.2, n.6, p.429-444, 1978.

CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; CANATO, G. H. D. Produtividade de alface e rabanete em cultivo consorciado estabelecido em diferentes épocas e espaçamentos entre linhas. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 15-19, 2007.

D'ANDRÉA, A. F.; SILVA, M. L. N.; CURI, N.; SIQUEIRA, J. O.; CARNEIRO, M. A. C. Atributos biológicos indicadores da qualidade do solo em sistemas de manejo na região do cerrado no sul do estado de Goiás. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.26, n.5, p.913-923, 2002.

EMBRAPA. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306p.

EMBRAPA. Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes / editor técnico, Fábio Cesar da Silva – 2. Ver. Ampl. – Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2009. 627 p.

FAGERIA, N. K.; SANTOS, A. B. Resposta do arroz irrigado à adubação verde e química no Estado de Tocantins. **Revista Brasileira Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 11, n.4, p. 387-392, 2007.

FAVERO, C.; JUCKSCH, I.; COSTA, L. M.; ALVARENGA, R. C.; NEVES, J. C. L. Crescimento e acúmulo de nutrientes por plantas espontâneas e por leguminosas utilizadas para adubação verde. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 24, n.1, p. 171-177, 2000.

FERNANDES, Y. T. D. Viabilidade agroeconômica do consórcio de cenoura e coentro em função de diferentes quantidades de jitirana e arranjos espaciais. 87p. (Dissertação de mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2012.

FERREIRA D. F.; DUARTE G. S. Eficiência da análise de variância multivariada comparada à análise de variância univariada em experimentos de soja. **Ciência e Prática**, Lavras, v. 16, n.2, p. 229-232, 1992.

FERREIRA, D. F. **Sistema SISVAR para análises estatísticas**: Manual de orientação. Lavras: Universidade Federal de Lavras/ Departamento de Ciências Exatas, 2000. 37p.

FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2008. 421p.

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 de repolho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 2, p. 146–150, 2006.

GRANGEIRO, L. C.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z.; CECÍLIO, FILHO, A. B.; CALDAS, A. V. C.; COSTA, N. L. Produtividade de beterraba e rúcula em função da época de plantio em monocultivo e consórcio. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p. 577-581, 2007.

HEREDIA ZARATE, N. A.; VIEIRA, M. C.; WEISMANN, M.; LOURENÇÃO, A. L. F. Produção e renda bruta de cebolinha e de salsa em cultivo solteiro e consorciado. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 3, p. 574–577, 2003.

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. **Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1123-1129, 2001.

INNIS, D. Q. Intercropping and the scientific basis of the traditional agriculture. London: **Intermediate Publications**, p. 179, 1997.

JANDEL SCIENTIFIC. **Table curve**: curve fitting software. Corte Madera, CA: Jandel Scientific, 1991. 280p.

KHATOUNIAN, C. A.; A reconstrução ecológica da agricultura. **Agroecológica**. Botucatu, p. 348, 2001.

LAVORENTI, N. A.; MEAD, R. **O uso da análise bivariada em consorciação de culturas envolvendo a cana-de-açúcar**. In: CONGRESSO NACIONAL DA SOCIEDADE DOS TÉCNICO AÇUCAREIROS E ALCOOLEIROS DO BRASIL, 6. *Anais...* Maceió: STAB. p. 619-626. 1996.

LAVORENTI, N. A. 1998. *Fitting models in abivariate analysis of intercropping*. Reading: The University of Reading. 305p (Doctorate Thesis).

LEITE, C. A. M. **Planejamento da empresa rural**. Brasília, 66p. (Curso de Especialização por Tutoria à Distância, v. 4), 1998.

LIMA, J. S. S. **Viabilidade agroeconômica de consórcios em faixas de cenoura e rúcula em bicultivo**. 98f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2008.

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

LINHARES, P. C. F.; SILVA, M. L.; SILVA, U. L.; SILVA, J. S.; BEZERRA, A. K. H. Velocidade e tempo de decomposição da jitrana incorporada na cultura do rabanete. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 22, n. 2, p. 213-217, 2009.

LINHARES, P. C. F.; PEREIRA, M. F. S.; OLIVEIRA, B. S.; HENRIQUES, G. P. S. A. MARACAJÁ, P. B. Produtividade de rabanete em sistema orgânico de produção. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 5, n. 5, p. 94–101, 2010.

LINHARES, P. C. F.; SILVA, M. L.; PEREIRA, M. F. S.; BEZERRA, A. K. H.; PAIVA, A. C. C.; Quantidades e tempos de decomposição da flor-da-seda no desempenho agrônômico do rabanete. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Mossoró, v. 6, n. 1, p. 168-173, 2011.

LOVELL, C.; PASTOR, J. T. Radial DEA models without inputs or without outputs. **European Journal of Operational Research**, Holland, v.118, n.1, p. 46-51, 1999.

MARTIN, J.P. Use of acid, rose bengal, and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. **Soil Science**, v. 69, p. 215 - 232, 1950.

MOREIRA, J. N. **Consortiação de rúcula e coentro adubada com espécie espontânea sucedida pelo cultivo de rabanete.** 116f. Tese (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2011.

NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. F.; SANTIAGO, R. D.; NETO, L. F. S. Efeito de leguminosas nos atributos físicos e carbono orgânico de um luvissole. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v. 29, n.5, p. 825-831, 2005.

NEGREIROS, M. Z.; BEZERRA NETO, F.; PORTO, V. C. N.; SANTOS, R. H. S. Cultivares de alface em sistemas solteiro e consorciado com cenoura em Mossoró. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.20, n.2, p.162-166, 2002.

NORUSIS MJ. 1992. *SPSS/PC+ Advanced statistics*. Chicago: SPSS Inc. 481p.

OLIVEIRA E. Q.; BEZERRA NETO F.; NEGREIROS M. Z.; BARROS JÚNIOR A. P. Desempenho agroeconômico do bicultivo de alface em sistema solteiro e consorciado com cenoura. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 22, n. 4, p. 712-717, 2004.

OLIVEIRA E. Q.; BEZERRA NETO F.; NEGREIROS M. Z.; BARROS JÚNIOR A. P.; FREITAS K. K. C.; SILVEIRA L. M.; LIMA, J. S. S. Produção e valor agroeconômico no consórcio entre cultivares de coentro e de alface. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 285-289, 2005.

OLIVEIRA, E. M.; QUEIROZ, S. B.; SILVA, V. F. Microrganismos em diferentes substratos: composto, vermicomposto e solo. **Revista de Biologia e Farmácia**, Campina Grande, v. 5, n. 2, 2011.

OLIVEIRA, L. C.; STANGARLIN, J. R.; LANA, M. C.; SIMON, D. N.; ZIMMERMANN, A. Influência de adubações e manejo de adubo verde nos atributos biológicos de solo cultivado com alface (*Lactuca sativa* L.) em sistema de cultivo orgânico. *Arquivos do Instituto Biológico*, São Paulo, v.79, n.4, p.557-565, 2012.

OLIVEIRA, L. J. Viabilidade agroeconômica do bicultivo de rúcula e coentro consorciado com cenoura em função de quantidades de jitirana e densidades populacionais. 102 f. (Tese de doutorado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2012.

PAULA, M. A.; SIQUEIRA, S. D. Stimulation of hyphal growth of the va mycorrhizal fungus *Gigaspora margarita* by suspension-cultured *Pueraria phaseoleoides* cells and cell products. **New Phytologist**, Cambridge, v. 115, n. 1, p. 69-75, 1990.

PAULA, V. F. S. Viabilidade agroeconômica de consórcios de cenoura e rúcula em diferentes quantidades de jitirana e arranjos espaciais. 63f. (Dissertação de mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2011.

PIMENTEL-GOMES F. **Curso de estatística experimental**. Piracicaba: Degaspari. 477p. 2000.

PORTO, V. C. N.; BEZERRA NETO, F.; LIMA, J. S. S.; BARROS JÚNIOR, A. P.; MOREIRA, J. N. Combination of lettuce and rocket cultivars in two cultures intercropped with carrots. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, n. 3, p. 404-411, jul.-set. 2011.

SHARMA S. 1996. *Applied multivariate techniques*. New York: Wiley & Sons Inc. 493p.

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

SILVA, I. N. Bicultivo de alface consorciada com beterraba sob diferentes quantidades de jitrana incorporadas ao solo e arranjos espaciais. 73p. (Dissertação de mestrado em Fitotecnia). Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2013.

SILVA, M. L.; BEZERRA NETO, F.; LINHARES, P. C. F.; BEZERRA, A. K. H. Produção de cenoura fertilizada com flor-de-seda (*Calotropis procera* (Ait.) R. Br.). **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 44, n. 4, p. 732–740, 2013.

SILVEIRA, L. M.; BARROS JÚNIOR, A. P.; BEZERRA NETO, F.; LINHARES, P. C. F.; LIMA, J. S. S.; MOREIRA, J. N.; SILVA, M.L.; PACHECO, I.W.L.; OLIVEIRA, M. K. T.; FERNANDES, Y. T. D. Viabilidade produtiva de alface em função de diferentes adubos verdes e quantidades aplicadas ao solo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 27, n.2, p. 283-287, 2009.

SOUZA, P. A.; NEGREIROS, M. Z.; MENEZES, J. B.; BEZERRA NETO, F.; SOUZA, G. L. F. M.; CARNEIRO, C. R.; QUEIROGA, R. C. F. Características químicas de folhas de alface cultivada sob efeito residual da adubação com composto orgânico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 3, p. 754-757, 2005.

SOUZA, J. L.; REZENDE, P. **Manual de horticultura orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564 p.

STARK, C.H.; CONDRON, L.M.; O'CALLAGHAN, M.; STEWART, A.; DI, H.J. Differences in soil enzyme activities, microbial community structure and short-term nitrogen mineralisation resulting from farm management history and organic matter amendments. **Soil Biology and Biochemistry**, Oxford, v.40, n.6, p. 1352- 1363, 2007.

SUDO, A.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; RIBEIRO, R. L. D. Cultivo consorciado de cenoura e alface sob o manejo orgânico. Seropédica: CNPAB, 1998. 4 p. (Recomendação Técnica, 2).

TEDESCO, M.J.; GIANELLO, C.; BISSANI, C.A.; BOHNEN, H. & VOLKWEISS, S.J. Análises de solo, plantas e outros materiais. 2. ed. Porto Alegre, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 1995. 174p. (Boletim Técnico, 5).

TEIXEIRA, I. R.; MOTA, J. H.; SILVA, A. G. Consórcio de hortaliças. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 26, n. 4, p. 507–514, 2005.

TORTORA, G. J.; FUNKE, B. R.; CASE, C. L. **Microbiologia**. 8. ed. Porto Alegre: editora Artmed, 2006. 894p.

TRANI, P. E.; RAIJ. B. Van. **Hortaliças**. In: RAIJ. B. Van; CANTARELLA, H.; QUAGGIO, J. A. FURLANI A. M. C. Recomendações de adubação e calagem para o estado de São Paulo. 2ed. Campinas: IAC, 1997. p.157-186. (Boletim técnico 100).

VANDERMEER, J. The ecology of intercropping. **Cambridge University Press**, Cambridge, UK, 1989.

VARINDERPAL-SINGH; DHILLON, N. S.; RAJ-KUMAR; BRAR, B. S. Effect of incorporation of crop residues and organic manures on adsorption/desorption and bio-availability of phosphate. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, Netherlands, v. 76, n. 1, p. 95 – 108, 2006.

WILLEY, R. W. Resource use in intercropping system. **Agricultural Water Management**, Amsterdam, v. 17, n. 1 - 3, p. 215 - 231, 1990.

## 7. APÊNDICE

**Tabela 1.** Valores de “F” para altura de plantas (AP), número de folhas por planta (NFP), massa seca da parte aérea (MSPA), produtividade total (PT), produtividade comercial (PC) e produtividade não-comercial (PNC) de beterraba, em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo e arranjos espaciais entre as culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

FV	GL	AP	NFP	MSPA	PT	PC	PNC
Blocos	4	4,67*	2,71*	7,06**	0,14 <sup>ns</sup>	0,18 <sup>ns</sup>	1,16*
Quantidades (Q)	3	48,38**	1,10 <sup>ns</sup>	15,16**	18,84**	23,33**	16,68*
Arranjos (A)	2	3,76*	1,00 <sup>ns</sup>	3,59*	4,73*	4,04*	0,43*
Q x A	6	2,00 <sup>ns</sup>	1,08 <sup>ns</sup>	1,24 <sup>ns</sup>	0,45 <sup>ns</sup>	0,62 <sup>ns</sup>	3,21*
CV (%)		5,35	12,35	19,02	26,49	31,86	

\*\* - Significativo a 1% de probabilidade; \* - Significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> - Não significativo.

**Tabela 2.** Valores de “F” para produtividade classificada em raízes graúdas (graúdas), raízes extra AA (Extra AA), raízes extra A (Extra A), raízes extra (Extra), e raízes refugio (PRR) de beterraba, em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo e arranjos espaciais entre as culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

FV	GL	Graúdas	Extra AA	Extra A	Extra	PRR
Blocos	4	0,67 <sup>ns</sup>	1,16 <sup>ns</sup>	1,56 <sup>ns</sup>	2,04 <sup>ns</sup>	0,14 <sup>ns</sup>
Quantidades (Q)	3	7,54**	24,53**	9,09**	7,93**	42,74**
Arranjos (A)	2	2,34 <sup>ns</sup>	1,87 <sup>ns</sup>	0,10 <sup>ns</sup>	1,31 <sup>ns</sup>	2,30 <sup>ns</sup>
Q x A	6	0,90 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	0,85 <sup>ns</sup>	0,25 <sup>ns</sup>	0,55 <sup>ns</sup>
CV (%)		111,34	47,12	43,14	21,92	25,63

\*\* - Significativo a 1% de probabilidade; \* - Significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> - Não significativo.

**Tabela 3.** Valores de “F” para altura de plantas (AP), número de folhas por planta (NFP), rendimento de massa verde (RMV) e massa seca da parte aérea (MSPA) de rúcula, em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, cultivos e de arranjos espaciais entre as culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

FV	GL	AP	NFP	RMV	MSPA
Blocos (cultivo)	4	2,18*	5,84**	7,28**	6,14**
Cultivos (C)	1	243,56**	19,81**	534,61**	385,45**
Quantidades (Q)	3	48,93**	12,01**	61,24**	43,81**
Arranjos(A)	2	2,68 <sup>ns</sup>	5,76*	4,19*	5,11*
CxQ	3	1,86 <sup>ns</sup>	3,92*	20,55**	5,95*
CxA	2	1,11 <sup>ns</sup>	1,09 <sup>ns</sup>	3,35*	1,31 <sup>ns</sup>
QxA	6	1,17 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>	0,81 <sup>ns</sup>	1,14 <sup>ns</sup>
CxAxQ	6	1,02 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>	0,79 <sup>ns</sup>	1,59 <sup>ns</sup>
CV (%)		14,58	13,85	27,72	24,50

\*\* - Significativo a 1% de probabilidade; \* - Significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> - Não significativo.

**Tabela 4.** Valores de “F” para os teores de nitrogênio (BETN), fósforo (BETP) e potássio (BETK) na folha diagnóstica de beterraba e os teores de nitrogênio (RUCN), fósforo (RUCP) e potássio (RUCK) na folha diagnóstica de rúcula, em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo e arranjos espaciais entre as culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

FV	GL	BET N	BET P	BET K	RUC N	RUC P	RUC K
Blocos	4	0,01 <sup>ns</sup>	0,11 <sup>ns</sup>	3,65*	5,64*	0,01 <sup>ns</sup>	0,64 <sup>ns</sup>
Quantidades (Q)	3	2,95 <sup>ns</sup>	3,36*	1,68 <sup>ns</sup>	7,79*	26,09**	2,95 <sup>ns</sup>
Arranjos(A)	2	0,54 <sup>ns</sup>	2,86 <sup>ns</sup>	0,84 <sup>ns</sup>	0,19 <sup>ns</sup>	40,00**	0,51 <sup>ns</sup>
Q x A	6	0,56 <sup>ns</sup>	4,99 <sup>ns</sup>	0,90 <sup>ns</sup>	2,06 <sup>ns</sup>	2,18 <sup>ns</sup>	0,51 <sup>ns</sup>
CV (%)		16,80	23,80	12,95	8,03	24,25	20,18

\*\* - Significativo a 1% de probabilidade; \* - Significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> - Não significativo.

**Tabela 5.** Valores de “F” para os teores de nitrogênio (N), fósforo (P) e potássio (K), no solo em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, cultivos e arranjos espaciais entre as culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

FV	GL	N	P	K	pH	M.O.	CTC
Blocos (cultivo)	8	1,53 <sup>ns</sup>	0,80 <sup>ns</sup>	1,97 <sup>ns</sup>	4,44 <sup>**</sup>	4,88 <sup>**</sup>	2,16 <sup>*</sup>
Cultivos (C)	1	82,16 <sup>**</sup>	179,49 <sup>**</sup>	151,58 <sup>**</sup>	57,48 <sup>**</sup>	40,25 <sup>**</sup>	332,98 <sup>**</sup>
Quantidades (Q)	3	0,02 <sup>ns</sup>	0,35 <sup>ns</sup>	1,97 <sup>ns</sup>	0,83 <sup>ns</sup>	3,85 <sup>*</sup>	1,75 <sup>ns</sup>
Arranjos (A)	2	2,37 <sup>ns</sup>	2,47 <sup>ns</sup>	0,29 <sup>ns</sup>	0,53 <sup>ns</sup>	1,05 <sup>ns</sup>	1,17 <sup>ns</sup>
C x Q	3	3,86 <sup>*</sup>	0,91 <sup>ns</sup>	1,96 <sup>ns</sup>	3,43 <sup>*</sup>	2,36 <sup>ns</sup>	1,23 <sup>ns</sup>
C x A	2	1,23 <sup>ns</sup>	3,26 <sup>ns</sup>	0,26 <sup>ns</sup>	0,00 <sup>ns</sup>	2,99 <sup>ns</sup>	0,88 <sup>ns</sup>
Q x A	6	0,37 <sup>ns</sup>	0,68 <sup>ns</sup>	0,59 <sup>ns</sup>	0,83 <sup>ns</sup>	0,93 <sup>ns</sup>	0,40 <sup>ns</sup>
C x A x Q	6	1,85 <sup>ns</sup>	1,24 <sup>ns</sup>	0,58 <sup>ns</sup>	1,12 <sup>ns</sup>	1,18 <sup>ns</sup>	0,36 <sup>ns</sup>
CV (%)		58,01	62,67	76,64	5,86	39,82	28,48

\*\* - Significativo a 1% de probabilidade; \* - Significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> - Não significativo.

**Tabela 6.** Valores de “F” para unidades formadoras de colônias (UFCs) de bactérias e fungos, em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, cultivos e de arranjos espaciais entre as culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

FV	GL	Bactéria	Fungo
Blocos (cultivo)	4	2,12 <sup>ns</sup>	2,33 <sup>ns</sup>
Cultivos (C)	1	12,56 <sup>**</sup>	16,19 <sup>**</sup>
Quantidades (Q)	3	3,67 <sup>*</sup>	4,72 <sup>*</sup>
Arranjos(A)	2	0,62 <sup>ns</sup>	1,67 <sup>ns</sup>
CxQ	3	4,25 <sup>*</sup>	6,03 <sup>**</sup>
CxA	2	0,46 <sup>ns</sup>	0,73 <sup>ns</sup>
QxA	6	0,56 <sup>ns</sup>	0,50 <sup>ns</sup>
CxAxQ	6	0,56 <sup>ns</sup>	0,41 <sup>ns</sup>
CV (%)		173,05	87,17

\*\* - Significativo a 1% de probabilidade; \* - Significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> - Não significativo.

**Tabela 7.** Valores de “F” para variável canônica (Z), índice de eficiência produtiva (IEP), renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL), em função de quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo e arranjos espaciais entre as culturas componentes. Mossoró-RN, UFERSA, 2014.

FV	GL	Z	IEP	RB	RL	TR	IL
Blocos	4	6,22 <sup>**</sup>	3,97 <sup>*</sup>	3,39 <sup>*</sup>	3,39 <sup>*</sup>	3,48 <sup>*</sup>	1,78 <sup>ns</sup>
Quantidades (Q)	3	81,61 <sup>**</sup>	52,26 <sup>**</sup>	73,07 <sup>**</sup>	49,69 <sup>**</sup>	44,99 <sup>**</sup>	35,82 <sup>**</sup>
Arranjos(A)	2	5,57 <sup>*</sup>	4,15 <sup>*</sup>	6,12 <sup>*</sup>	6,12 <sup>*</sup>	6,54 <sup>*</sup>	5,23 <sup>*</sup>
Q x A	6	0,37 <sup>ns</sup>	0,70 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	0,28 <sup>ns</sup>	1,42 <sup>ns</sup>
CV (%)		16,27	18,47	17,87	44,49	17,75	69,64

<sup>\*\*</sup> - Significativo a 1% de probabilidade; <sup>\*</sup> - Significativo a 5% de probabilidade; <sup>ns</sup> - Não significativo.

## 8. ORÇAMENTO DETALHADO

**Tabela 1.** Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba na quantidade 10 t ha<sup>-1</sup> de flor-de-seda como adubo verde. Mossoró, UFERSA, 2014.

COMPONENTES	UNID.	QUANT.	R\$/ Fevereiro/2013	
			VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				11.759,00
<b>A.1. Insumos</b>				6.925,70
Beterraba	100g	15	8,50	127,50
Rúcula	100g	14	8,50	119,00
Adubo verde (flor de seda)	t	10	90	900,00
Bobina de plástico	m	2064	2,8	5779,2
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				4.260,00
Confecção de canteiros	d/h*	40	30	1200,00
Distribuição e incorporação de flor-de-seda	d/h*	2	30	60,00
Plantio	d/h*	30	30	900,00
Desbaste	d/h*	13	30	390,00
Capina manual	d/h*	17	30	510,00
Amontoa	d/h*	10	30	300,00
Colheita	d/h*	20	30	600,00
Transporte	d/h*	10	30	300,00
<b>A.3. Energia elétrica</b>				186,23
Bombeamento da água	Kw/h	980,15	0,19	186,23
<b>A.4. Outras despesas</b>				113,67
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	11.366,93	113,67
<b>A.5. Manutenção e Conservação</b>				273,40
1% a.a. sobre Construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	25,00
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7194	125,90
7% a.a. sobre forrageira		0,07	7000	122,50
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				1.169,10
<b>B.1. Depreciação</b>				481,10
	Vida útil/ mês	Valor (R\$)	Meses	Depreciação
Bomba submersa	60	3430	3	171,50
Tubos 2"	120	504	3	12,60
Poço	600	5000	3	25,00
Microaspressores	60	2400	3	120,00
Conexões	60	860	3	43,00
Galpão	600	5000	3	25,00
Forrageira	250	7000	3	84,00

**Continuação tabela 1**

B.2. Impostos e taxas				10,00
Imposto Territorial rural	ha	1	10,00	10,00
B.3. Mão-de-obra fixa				678,00
Aux. Administração	Salário	1	678,00	678,00
C. Custos Operacionais Totais (COpT)				12.928,10
C.1. (A) + (B)				12.928,10
D. Custos de Oportunidade (CO)				228,96
D.1. Remuneração da terra (arrendamento)	ha	1	100	100,00
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				128,96
Infra-estrutura, máquinas equipamentos	%	0,06	17194	128,96
E. CUSTOS TOTAIS (CV + CF + CO)				13.157,06

**Tabela 2.** Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba utilizando 25 t ha<sup>-1</sup> de flor-de-seda como adubo verde. Mossoró, UFERSA, 2014.

COMPONENTES	UNID.	QUANT.	R\$/ Fevereiro/2013	
			VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>13.175,75</b>
<b>A.1. Insumos</b>				<b>8.275,70</b>
Beterraba	100g	15	8,50	127,50
Rúcula	100g	14	8,50	119,00
Adubo verde (flor de seda)	t	25	90	2250,00
Bobina de plástico	m	2064	2,8	5779,20
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				<b>4.320,00</b>
Confecção de canteiros	d/h*	40	30	1200,00
Distribuição e incorporação de flor-de-seda	d/h*	4	30	120,00
Plantio	d/h*	30	30	900,00
Desbaste	d/h*	13	30	390,00
Capina manual	d/h*	17	30	510,00
Amontoa	d/h*	10	30	300,00
Colheita	d/h*	20	30	600,00
Transporte	d/h*	10	30	300,00
<b>A.3. Energia elétrica</b>				<b>186,23</b>
Bombeamento da água	Kw/h	980,15	0,19	186,23
<b>A.4. Outras despesas</b>				<b>120,42</b>
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	12.041,93	120,42
<b>A.5. Manutenção e Conservação</b>				<b>273,40</b>
1% a.a. sobre Construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	25,00
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7194	125,90
7% a.a. sobre forrageira		0,07	7000	122,50
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>1.169,10</b>
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>481,10</b>
	Vida útil/mês	Valor (R\$)	Meses	Depreciação
Bomba submersa	60	3430	3	171,50
Tubos 2"	120	504	3	12,60
Poço	600	5000	3	25,00
Microaspressores	60	2400	3	120,00
Conexões	60	860	3	43,00
Galpão	600	5000	3	25,00
Forrageira	250	7000	3	84,00
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>10,00</b>

**Continuação tabela 2**

Imposto Territorial rural	ha	1	10,00	10,00
B.3. Mão-de-obra fixa				678,00
Aux. Administração	Salário	1	678,00	678,00
C. Custos Operacionais Totais (COpT)				14.344,85
C.1. (A) + (B)				14.344,85
D. Custos de Oportunidade (CO)				228,96
D.1. Remuneração da terra (arrendamento)	há	1	100	100,00
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				128,96
Infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	17194	128,96
E. CUSTOS TOTAIS (CV + CF + CO)				14.573,81

**Tabela 3.** Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba utilizando 40 t ha<sup>-1</sup> de flor-de-seda como adubo verde. Mossoró, UFRSA, 2014.

COMPONENTES	UNID.	QUANT.	R\$/ Fevereiro/2013	
			VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>14.592,50</b>
<b>A.1. Insumos</b>				<b>9.625,70</b>
Beterraba	100g	15	8,50	127,50
Rúcula	100g	14	8,50	119,00
Adubo verde (flor de seda)	t	40	90	3600,00
Bobina de plástico	m	2064	2,8	5779,20
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				<b>4.380,00</b>
Confecção de canteiros	d/h*	40	30	1200,00
Distribuição e incorporação de flor-de-seda	d/h*	6	30	180,00
Plantio	d/h*	30	30	900,00
Desbaste	d/h*	13	30	390,00
Capina manual	d/h*	17	30	510,00
Amontoa	d/h*	10	30	300,00
Colheita	d/h*	20	30	600,00
Transporte	d/h*	10	30	300,00
<b>A.3. Energia elétrica</b>				<b>186,23</b>
Bombeamento da água	Kw/h	980,15	0,19	186,23
<b>A.4. Outras despesas</b>				<b>127,17</b>
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	12.716,93	127,17
<b>A.5. Manutenção e Conservação</b>				<b>273,40</b>
1% a.a. sobre Construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	25,00
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7194	125,90
7% a.a. sobre forrageira		0,07	7000	122,50
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>1.169,10</b>
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>481,10</b>
	vida útil/mês	valor (R\$)	Meses	Depreciação
Bomba submersa	60	3430	3	171,50
Tubos 2"	120	504	3	12,60
Poço	600	5000	3	25,00
Microaspressores	60	2400	3	120,00
Conexões	60	860	3	43,00
Galpão	600	5000	3	25,00
Forrageira	250	7000	3	84,00

**Continuação tabela 3**

B.2. Impostos e taxas				10,00
Imposto Territorial rural	ha	1	10,00	10,00
B.3. Mão-de-obra fixa				678,00
Aux. Administração	Salário	1	678,00	678,00
<b>C. Custos Operacionais Totais (COpT)</b>				<b>15.761,60</b>
C.1. (A) + (B)				15.761,60
<b>D. Custos de Oportunidade (CO)</b>				<b>228,96</b>
D.1. Remuneração da terra (arrendamento)	ha	1	100	100,00
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				128,96
Infra-estrutura máquinas e equipamentos	%	0,06	17194	128,96
<b>E. CUSTOS TOTAIS (CV + CF + CO)</b>				<b>15.990,56</b>

**Tabela 4.** Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba utilizando 55 t ha<sup>-1</sup> de flor-de-seda como adubo verde. Mossoró, UFERSA, 2014.

COMPONENTES	UNID.	QUA NT.	R\$/ Fevereiro/2013	
			VALOR UNITÁRIO	VALOR TOTAL
<b>A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)</b>				<b>16.009,25</b>
<b>A.1. Insumos</b>				<b>10.975,70</b>
Beterraba	100 g	15	8,50	127,50
Rúcula	100 g	14	8,50	119,00
Adubo verde (flor de seda)	t	55	90	4950,00
Bobina de plástico	m	2064	2,8	5779,20
<b>A.2. Mão-de-obra</b>				<b>4.440,00</b>
Confecção de canteiros	d/h*	40	30	1200,00
Distribuição e incorporação de flor-de-seda	d/h*	8	30	240,00
Plantio	d/h*	30	30	900,00
Desbaste	d/h*	13	30	390,00
Capina manual	d/h*	17	30	510,00
Amontoa	d/h*	10	30	300,00
Colheita	d/h*	20	30	600,00
Transporte	d/h*	10	30	300,00
<b>A.3. Energia elétrica</b>				<b>186,23</b>
Bombeamento da água	Kw/h	980,15	0,19	186,23
<b>A.4. Outras despesas</b>				<b>133,92</b>
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	13.391,93	133,92
<b>A.5. Manutenção e Conservação</b>				<b>273,40</b>
1% a.a. sobre Construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	25,00
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7194	125,90
7% a.a. sobre forrageira		0,07	7000	122,50
<b>B. CUSTOS FIXOS (CF)</b>				<b>1.169,10</b>
<b>B.1. Depreciação</b>				<b>481,10</b>
	vida útil/mês	valor (R\$)	Meses	Depreciação
Bomba submersa	60	3430	3	171,50
Tubos 2"	120	504	3	12,60
Poço	600	5000	3	25,00
Microspessores	60	2400	3	120,00
Conexões	60	860	3	43,00
Galpão	600	5000	3	25,00
Forrageira	250	7000	3	84,00
<b>B.2. Impostos e taxas</b>				<b>10,00</b>

**Continuação tabela 4**

Imposto Territorial rural	ha	1	10,00	10,00
B.3. Mão-de-obra fixa				678,00
Aux. Administração	Salário	1	678,00	678,00
C. Custos Operacionais Totais (COpT)				17.178,35
C.1. (A) + (B)				17.178,35
D. Custos de Oportunidade (CO)				228,96
D.1. Remuneração da terra Arrendamento	ha	1	100	100,00
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				128,96
Infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	17194	128,96
E. CUSTOS TOTAIS (CV + CF + CO)				17.407,31