



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

ARIDÊNIA PEIXOTO CHAVES

**DENSIDADES POPULACIONAIS DE CAUPI-HORTALIÇA
CONSORCIADAS COM BETERRABA EM DIFERENTES
ARRANJOS ESPACIAIS**

MOSSORÓ-RN

2017

ARIDÊNIA PEIXOTO CHAVES

**DENSIDADES POPULACIONAIS DE CAUPI-HORTALIÇA
CONSORCIADAS COM BETERRABA EM DIFERENTES
ARRANJOS ESPACIAIS**

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

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Orientador: Ph.D. Francisco Bezerra Neto

Co-orientadora: D.Sc. Jailma Suerda Silva de Lima

MOSSORÓ-RN

2017

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

CChav 474d Chaves, Aridênia Peixoto Chaves.
DENSIDADES POPULACIONAIS DE CAUPI-HORTALIÇA
CONSORCIADAS COM BETERRABA EM DIFERENTES ARRANJOS
ESPACIAIS / Aridênia Peixoto Chaves Chaves. -
2017.
88 f. : il.

Orientador: Francisco Bezerra Neto Bezerra
Neto.
Coorientadora: Jailma Suerda Silva de Lima
Lima.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural
do Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Fitotecnia, 2017.

1. Beta vulgaris. 2. Vigna unguiculata. 3.
Competição intra e interespecífica. I. Bezerra
Neto, Francisco Bezerra Neto, orient. II. Lima,
Jailma Suerda Silva de Lima, co-orient. III.
Título.

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

ARIDÊNIA PEIXOTO CHAVES

**DENSIDADES POPULACIONAIS DE CAUPI-HORTALIÇA
CONSORCIADAS COM BETERRABA EM DIFERENTES
ARRANJOS ESPACIAIS**

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

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

Defendida em: 15/12/2017.

BANCA EXAMINADORA



Ph.D. Francisco Bezerra Neto (UFERSA)
Presidente



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



D.Sc. Aurélio Paes Barros Júnior (UFERSA)
Membro Examinador



D.Sc. Eliane Queiroga de Oliveira (IFPB)
Membro Externo



D.Sc. Maiele Leandro da Silva (UEMS)
Membro Externo

BIOGRAFIA

ARIDÊNIA PEIXOTO CHAVES, filha de Antônio Luiz Chaves e Antônia Iraní Peixoto, nasceu em Mossoró-RN, em 21 de fevereiro de 1989. Em 2007 iniciou o Curso de Engenharia Agrônoma, na Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), obtendo o título de Engenheira Agrônoma, em janeiro de 2012. Em fevereiro de 2012, iniciou o Curso de Mestrado em Fitotecnia, concluindo-o em fevereiro de 2014. Em setembro de 2014, iniciou o Curso de Doutorado em Fitotecnia, concluindo-o em dezembro de 2017.

*Ao meu pai, Antônio Luiz
Chaves, pela vida e por ter sido
um modelo de honestidade e
dedicação.*

(In Memoriam).

*À minha mãe, avós, irmãos e
cunhados por todo amor e
incentivo. Sem vocês, nada
seria.*

Ofereço.

AGRADECIMENTOS

A Deus, por sua infinita bondade e misericórdia.

À Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA) pela oportunidade de realizar o Curso de Graduação em Agronomia e Pós-Graduação em Fitotecnia (mestrado e doutorado).

À Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pela concessão da bolsa de estudos.

Ao professor Francisco Bezerra Neto pela orientação, ensinamentos, apoio, compreensão, paciência e por acreditar no meu trabalho e desempenho.

Aos membros participantes da banca examinadora: D.Sc. Aurélio Paes Barros Júnior, D.Sc. Jailma Suerda Silva de Lima, D.Sc. Eliane Queiroga de Oliveira e D.Sc. Maiele Leandro da Silva, pelas sugestões e contribuições neste trabalho.

À minha mãe, por ter me educado e desempenhado como ninguém o papel de pai, tudo o que sou devo à senhora.

Aos meus irmãos, Mardônio, Aritusa e Ana Maria pelo apoio, amizade incondicional e por construírem essa história comigo, vocês são os meus melhores e prediletos torcedores.

Aos meus cunhados, Roberto Gomes e Elisângela André pelo incentivo, carinho e cuidado. Vocês são únicos!

Aos meus avós, Mamãe Terezinha e Papai Segundo, por serem como pais para mim e estarem presentes sempre.

Às minhas sobrinhas lindas, Ester e Cecília, por despertarem o melhor de mim.

À amiga e Co-Orientadora, Jailma Suerda, por ter me acompanhado e participado do meu crescimento profissional.

Aos amigos Paulo Cássio e Josimar Nogueira pelos conselhos, paciência e por serem um grande exemplo de esforço, dedicação e sucesso. Vocês foram um dos grandes presentes que a UFERSA me proporcionou.

Ao meu amigo mais positivo e brincalhão, Renato Leandro, pelo apoio, paciência, confiança e amizade.

Aos amigos e colegas que fazem e fizeram parte do grupo de pesquisa Ciência e Ação: Ana Paula, Lissa Izabel, Angélica Sanielly, Joabe Crispim, Cristovão Montenegro, Bruna Freitas, Daciano Miguel, Gardênia Silvana, Novo Júnior, Jacqueline Araújo, Antônio Gideilson, José Elinaldo, Iara Beatriz, Jeisy Rafaela, Paulo Cássio, Josimar Nogueira e Renato Leandro. Sem a presença constante de vocês nos experimentos, seria impossível a condução!

Aos amigos e colegas da Pós-Graduação, Valdívia Souza, Jandeílson Santos e Toni Irineu, pelos momentos de descontração.

À Grace Kelly pela supervisão durante o desenvolvimento deste trabalho.

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

A todo o corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia pela disponibilidade e pelos conhecimentos repassados no decorrer do Curso.

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

OBRIGADA A TODOS!

Numa batalha ou numa escalada de montanha, muitas vezes há uma manobra que exige muita coragem, mas é ela também que, no final, constitui o movimento mais seguro. Se você optar por outro curso de ação, ver-se-á horas depois num perigo muito maior. O caminho do covarde é também o caminho mais perigoso.

C.S. Lewis

LISTA DE FIGURAS

CAPÍTULO 1 - VANTAGEM AGRONÔMICA DO CONSÓRCIO CAUPI-HORTALIÇA COM BETERRABA EM DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS E ARRANJOS ESPACIAIS

- Figura 1.** Comprimento de vagem (A), número de vagens por m² (B), produtividade e massa seca de vagens verdes (C), número de grãos verdes por vagem e peso de 100 grãos verdes (D), produtividade e massa seca de grãos verdes (E) de caupi-hortaliça consorciado com beterraba em diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça. Mossoró, RN, UFERSA, 2017..... 30
- Figura 2.** Altura de plantas e massa fresca da parte aérea (A), diâmetro de raízes (B), produtividade total e comercial de raízes (C), produtividade de raízes extra e extra A (D), produtividade de raízes extra AA e graúdas (E) e produtividade de raízes refugo e massa seca de raízes (F) de beterraba consorciada com caupi-hortaliça em diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça Mossoró, RN, UFERSA, 2017..... 33
- Figura 3.** Índice de uso eficiente da terra do consórcio de caupi-hortaliça consorciado com beterraba em diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça. Mossoró, RN, UFERSA, 2017..... 35

CAPÍTULO 2 – RETORNO BIO-AGROECONÔMICO DE DENSIDADES POPULACIONAIS DE CAUPI-HORTALIÇA CONSORCIADAS COM BETERRABA EM DIFERENTES ARRANJOS ESPACIAIS

- Figura 1.** Produtividade de grãos verdes de caupi-hortaliça (A) e produtividade comercial de beterraba em sistema consorciado em diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça. Mossoró, RN, UFERSA, 2017..... 48
- Figura 2.** Índices de superação (A), taxa de competição (B), perda de rendimento real (C), e vantagem do consórcio (D) de caupi-hortaliça consorciado com beterraba em diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça. Mossoró, RN, UFERSA, 2017..... 49
- Figura 3.** Índices de uso eficiente da terra (A), índice de eficiência produtiva (B) e índice de produtividade equivalente de beterraba (C) consorciada com caupi-hortaliça em diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça.

Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	51
Figura 4. Renda bruta (A), renda líquida (B), taxa de retorno (C) e índice de lucratividade (D) de caupi-hortaliça consorciado com beterraba em diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	54

LISTA DE TABELAS

CAPÍTULO 1 - VANTAGEM AGRONÔMICA DO CONSÓRCIO CAUPI-HORTALIÇA COM BETERRABA EM DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS E ARRANJOS ESPACIAIS

- Tabela 1.** Valores médios de comprimento de vagem verde (CVV), número de vagens por m² (NVm⁻²), produtividade de vagens verdes (PVV), massa seca de vagens verdes (MSVV), número de grãos verdes por vagem (NGV), peso de 100 grãos verdes por vagem (P100GV), produtividade de grãos verdes (PGV) e massa seca de grãos verdes (MSGV) de caupi-hortaliça consorciado com beterraba em diferentes arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró, RN, UFERSA, 2017..... 32
- Tabela 2.** Valores médios de altura de plantas (AP), massa fresca da parte aérea (MFPA), diâmetro de raízes (DR), massa seca de raízes (MSR), produtividade total (PT), comercial (PC) e classificada de raízes extra (E), extra A (EA), extra AA (EAA), graúdas (G) e produtividade de raízes refugo (PRR) de beterraba consorciada com caupi-hortaliça em diferentes arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró, RN, UFERSA, 2017..... 35
- Tabela 3.** Valor médio do índice de uso eficiente da terra do consórcio de caupi-hortaliça com beterraba em diferentes arranjos espaciais. Mossoró, RN, UFERSA, 2017..... 36

CAPÍTULO 2 – RETORNO BIO-AGROECONÔMICO DE DENSIDADES POPULACIONAIS DE CAUPI-HORTALIÇA CONSORCIADAS COM BETERRABA EM DIFERENTES ARRANJOS ESPACIAIS

- Tabela 1.** Índice de superação da beterraba (IS_{bch}) e do caupi-hortaliça (IS_{chb}), taxa de competição da beterraba (TC_b) e do caupi-hortaliça (TC_{ch}), perda real de rendimento da beterraba (PRR_b), do caupi-hortaliça (PRR_{ch}) e do consórcio (PRR) e vantagem do consórcio de beterraba (VC_b), do caupi-hortaliça (VC_{ch}) e do sistema (VC) consorciado de beterraba com caupi-hortaliça em diferentes arranjos espaciais. Mossoró, RN, UFERSA, 2017..... 50
- Tabela 2.** Índices de uso eficiente da terra do sistema (UET_s), da beterraba (UET_b) e do caupi-hortaliça (UET_{ch}), índice de produtividade equivalente da beterraba

(IPE _b) e de eficiência produtiva (IEP) de caupi-hortaliça consorciado com beterraba em diferentes arranjos espaciais. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	53
---	----

Tabela 3 - Renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) de caupi-hortaliça consorciado com beterraba em diferentes arranjos espaciais. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	54
---	----

LISTA DE TABELAS DO APÊNDICE

Tabela 1.	Valores de “F” da produtividade total (PT), produtividade comercial (PC) e produtividade classificada de raízes em extra (E), extra A (EA), extra AA (EAA) e graúdas (GR) de beterraba consorciada com caupi-hortaliça sob diferentes densidades populacionais e arranjos espaciais das culturas componentes Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	61
Tabela 2.	Valores de “F” de altura de plantas (AP), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca de raízes (MSR), produtividade de raízes refugo (PRR) e diâmetro de raízes (DR) de beterraba consorciada com caupi-hortaliça sob diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça e arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	61
Tabela 3.	Valores de “F” de comprimento de vagem verde (CVV), número de vagens por m ² (NV/m ²), produtividade de vagens verdes (PVV), massa seca de vagens verdes (MSVV), número de grãos por vagem (NGV), peso de 100 grãos verdes (P100GV), produtividade (PGV) e massa seca de grãos verdes (MSGV) de caupi-hortaliça consorciado com beterraba sob diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça e arranjos espaciais. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	61
Tabela 4.	Valores de “F” do índice de superação da beterraba (IS _b) e do caupi-hortaliça (IS _{ch}), taxa de competição da beterraba (TC _b) e do caupi-hortaliça (TC _{ch}) consorciado com beterraba sob diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça e arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	62
Tabela 5.	Valores de “F” de perda real de rendimento de beterraba (PRR _b), de caupi-hortaliça (PRR _{ch}) e do sistema (PRR _s), vantagem do consórcio de beterraba (VC _b), do caupi-hortaliça (VC _{ch}) e do sistema consorciado (VC _s) de beterraba com caupi-hortaliça sob diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça e arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	62

Tabela 6.	Valores de “F” de índice de uso eficiente da terra da beterraba (UET_b), do caupi-hortaliça (UET_{ch}), e do sistema (UET_s), índice de produtividade equivalente da beterraba (IPE_b) e índice de eficiência produtiva (IEP) do consórcio de beterraba com caupi-hortaliça sob diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça e arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	62
Tabela 7.	Valores de “F” de renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) do consórcio de beterraba com caupi-hortaliça sob diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça e arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	63
Tabela 8.	Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça em consórcio na densidade populacional de 100% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 2:2. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	64
Tabela 9.	Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça em consórcio na densidade populacional de 80% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 2:2. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	66
Tabela 10.	Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça em consórcio na densidade populacional de 60% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 2:2. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	68
Tabela 11.	Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça no consórcio na densidade populacional de 40% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 2:2. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	70
Tabela 12.	Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça no consórcio na densidade populacional de 100% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 3:3. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	72
Tabela 13.	Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça no consórcio na densidade populacional de 80% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 3:3. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	74

Tabela 14.	Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça no consórcio na densidade populacional de 60% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 3:3. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	76
Tabela 15.	Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça no consórcio na densidade populacional de 40% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 3:3. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	78
Tabela 16.	Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça no consórcio na densidade populacional de 100% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 4:4. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	80
Tabela 17.	Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça no consórcio na densidade populacional de 80% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 4:4. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	82
Tabela 18.	Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça no consórcio na densidade populacional de 60% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 4:4. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	84
Tabela 19.	Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça no consórcio na densidade populacional de 40% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 4:4. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.....	86

CHAVES, Aridênia Peixoto. **Densidades populacionais de caupi-hortaliça consorciadas com beterraba em diferentes arranjos espaciais**. 2017. 88f (Doutorado em Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2017

RESUMO

Entre as culturas que podem ser consorciadas com sucesso, estão a beterraba e o caupi-hortaliça. Culturas essas que se distinguem em sua arquitetura e exploração dos recursos naturais. Neste sentido, o objetivo deste trabalho foi avaliar vantagem agrônômica e retorno bio-agroecômico do caupi-hortaliça consorciado com beterraba em diferentes densidades populacionais e arranjos espaciais. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 3, com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído pelas densidades populacionais de caupi-hortaliça (40, 60, 80 e 100% da população recomendada em cultivo solteiro – PRCS) em associação com beterraba e o segundo fator constituído por três arranjos espaciais (2:2, 3:3 e 4:4), formados por fileiras de beterraba (B) alternadas com fileiras de caupi-hortaliça (C). As características avaliadas no caupi-hortaliça foram: comprimento de vagens verdes, número de vagens verdes por m², produtividade e massa seca de vagens verdes, número de grãos verdes por vagem, peso de 100 grãos verdes, produtividade e massa seca de grãos verdes. As características avaliadas na beterraba foram: altura de plantas, massa fresca da parte aérea, diâmetro e massa seca de raízes, produtividade total, comercial e classificada de raízes em extra, extra A, extra AA, gráudas e refugo. O comportamento bio-agroecômico do sistema consorciado de beterraba e caupi-hortaliça foi avaliado através do índice de superação, taxa de competição, perda de rendimento real, vantagem do consórcio, índice de uso eficiente da terra, índice de produção equivalente da beterraba, índice de eficiência produtiva, renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade. A maior vantagem agrônômica do consórcio caupi-hortaliça e beterraba foi alcançada na densidade de 95,20% da PRCS do caupi-hortaliça. O maior retorno bio-agroecômico do consórcio de caupi-hortaliça e beterraba foi alcançado na população de 40% da PRCS do caupi-hortaliça. O caupi-hortaliça foi a cultura mais agressiva no sistema consorciado com a beterraba. Não houve influência dos arranjos espaciais entre as culturas componentes na eficiência bio-agroecômica do consórcio de beterraba e caupi-hortaliça.

Palavras-chave: *Beta vulgaris*, *Vigna unguiculata*, Competição intra e interespecífica.

CHAVES, Aridênia Peixoto. **Population densities of cowpea-vegetable intercropped with beets in different spatial arrangements.** 2017. 89f (Doctorate in Plant Science) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2017

ABSTRACT

Among the crops that can be successfully intercropped are cowpea-vegetable and beet. These cultures are distinguished in their architecture and exploitation of natural resources. In this sense, the objective of this work was to evaluate agronomic advantage and bio-agroeconomic return of cowpea-vegetable intercropped with beet at different population densities and spatial arrangements. The experimental design was in randomized blocks with treatments arranged in a 4 x 3 factorial scheme, with four replications. The first factor was constituted by the population densities of cowpea-vegetable (40, 60, 80 and 100% of the recommended population in the single crop - RPSC) in association with beet and the second factor constituted by three spatial arrangements (2: 2, 3: 3 and 4: 4), formed by rows of beets (B) alternated with rows of cowpea-vegetable (C). The characteristics evaluated in the cowpea-vegetable were: length of green pod, number of green pods per m², productivity and dry mass of green pods, number of grains per pod, weight of 100 green grains, productivity and dry mass of green grains. The characteristics evaluated in the beet were: plant height, fresh mass of shoot, diameter and dry mass of roots, total, commercial and classified productivity of roots in extra, extra A, extra AA, great and scrap. The bio-agroeconomic behavior of the intercropping beet and cowpea-vegetable system was evaluated through the index of overcoming, competition rate, real income loss, intercropping advantage, land equivalent ratio, beet equivalent production index, index of productive efficiency, gross income, net income, rate of return and profitability index. The greater agronomic advantage of the intercropping cowpea-vegetable and beet was reached in the density of 95.20%. The highest bio-agroeconomic return of the intercropping of cowpea-vegetable and beet was reached in the population of 40% of RPSC of cowpea-vegetable. Cowpea-vegetable was the most aggressive crop in the intercropping system with beet. There was no influence of the spatial arrangements between the component cultures on the bio-agroeconomic efficiency of the intercropping of beet and cowpea-vegetable.

Keywords: *Beta vulgaris*, *Vigna unguiculata*, Intra and interspecific competition.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO GERAL.....	20
2. REFERÊNCIAS	22
CAPÍTULO 1 – Vantagem agrônômica do consórcio caupi-hortaliça com beterraba em diferentes densidades populacionais e arranjos espaciais.....	23
1. INTRODUÇÃO.....	24
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	25
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	29
3.1 Caupi-hortaliça.....	29
3.2 Beterraba.....	32
3.3 Índices de eficiência agrônômica do sistema.....	35
4. CONCLUSÕES.....	37
5. REFERÊNCIAS.....	38
CAPÍTULO 2 – Retorno bio-agroeconômico do consórcio caupi-hortaliça com beterraba em diferentes densidades populacionais e arranjos espaciais.....	41
1. INTRODUÇÃO.....	42
2. MATERIAL E MÉTODOS.....	43
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	49
3.1 Produtividade de caupi-hortaliça e de beterraba.....	49
3.2 Índices de competição.....	50
3.3 Índices de eficiência agrônômico/biológica.....	53
3.4 Indicadores econômicos.....	55
4. CONCLUSÕES.....	58
5. REFERÊNCIAS.....	59
APÊNDICE.....	62

1. INTRODUÇÃO GERAL

A crescente preocupação com o meio ambiente e com os danos causados à saúde e ao bem-estar do homem, em decorrência da utilização de insumos químicos sintéticos na produção de alimentos tem impulsionado uma maior conscientização da população por uma dieta alimentar mais rica e saudável (DAMASCENO et al., 2016). Dentre as práticas agrícolas que vêm sendo utilizadas com sucesso por produtores, encontra-se o cultivo consorciado. Quando realizado em moldes agroecológicos, apresenta ganhos na produtividade, no valor nutricional, econômico e ambiental (PELLOSO et al., 2012).

Os benefícios que esse sistema de cultivo oferece pode ser muito bem aproveitado na produção de hortaliças, setor caracterizado por intenso manejo e exposição do solo, e de uso intensivo de fertilizantes e defensivos (OLIVEIRA et al., 2010). Entretanto, alguns fatores de produção devem ser manipulados para que ocorra a sua eficiência, dentre estes encontram-se a densidade populacional e os arranjos espaciais.

O manejo da densidade populacional é uma das práticas agrícolas importantes para maximizar a interceptação da radiação solar, otimizar o seu uso e potencializar a produtividade das culturas. Todavia, qualquer espécie cultivada tem como característica um ganho de produtividade até certa densidade, onde atingem o máximo de produção, pois se as plantas estiverem muito adensadas e a folhagem se sobrepuser em grande extensão, a luz na maioria dos lugares sombreados não será suficiente para suprir positivamente o balanço de CO₂, sendo o crescimento individual das plantas afetado, a ponto de haver prejuízos à produtividade da cultura (LOPES et al., 2008; STRASSBURGER et al., 2010).

A influência da densidade de plantas sobre a produtividade de oleráceas tem sido evidenciada em pesquisas realizadas nas condições do semiárido nordestino por autores como Ribeiro et al. (2018), que estudando o consórcio de caupi-hortaliça com cenoura em diferentes densidades populacionais, observaram que a melhor performance agroeconômica foi obtida na densidade de 42% da população recomendada para o cultivo solteiro do caupi-hortaliça.

Em contrapartida, dadas as especificidades das configurações dos arranjos espaciais, deve-se escolher o arranjo que maximize a vantagem fisiológica do cultivo consorciado, já que através da complementariedade espacial, pode-se alcançar retorno econômico satisfatório e uma maior diversidade alimentar, através de uma melhor exploração dos recursos ambientais. Logo, as modificações no arranjo podem ser obtidas por meio da alteração do espaçamento entre as plantas na linha de plantio e entre linhas

(KAPPES et al., 2011).

Estudos vêm sendo feitos sobre as combinações de distribuição espacial das plantas no dossel em cultivos consorciados. Oliveira et al. (2010) avaliando a produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral, obtiveram resultados satisfatórios nos arranjos espaciais 1:1 e 3:3, destacando-se dos demais com índice de uso eficiente da terra de 1,55 e 1,63 e rendimento de massa verde de 7,8 e 8,3 t ha⁻¹, respectivamente.

Para a determinação da eficiência de sistemas de cultivos consorciados, diversos índices vêm sendo utilizados para quantificar e expressar as vantagens da associação, assim como as respostas das culturas à competição interespecífica. Ademais, faz-se necessário uma avaliação econômica do sistema consorciado para que se possam determinar as vantagens agronômicas em termos econômicos (ARAÚJO et al., 2016).

Diante disto, o objetivo deste trabalho foi avaliar a vantagem agronômica dos cultivos bem como a eficiência bio-agroeconômica de densidades populacionais de caupi-hortaliça consorciadas com beterraba em diferentes arranjos espaciais.

2. REFERÊNCIAS

- ARAÚJO, A.C de. et al. Competição interespecífica e viabilidade econômica do consórcio de gergelim-feijão caupi em sistema orgânico de cultivo em função de épocas de semeadura. **Revista Brasileira de Agroecologia**, Porto Alegre, v. 11, n. 2, p. 110-116, 2016.
- DAMASCENO, A.S.V. et al. Avaliação da produção de alface e rabanete em consórcio. **Revista de Ciências Agroambientais**, Alta Floresta, v. 14, n. 1, p. 76-81, 2016.
- KAPPES, C. et al. Arranjo de plantas para diferentes híbridos de milho. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v. 41, n. 3, p. 348-359, 2011.
- LOPES, W.de A.R. et al. Produtividade de cultivares de cenoura sob diferentes densidades de plantio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 55, n. 5, p. 482-487, 2008.
- OLIVEIRA, E. Q. et al. Produtividade de alface e rúcula, em sistema consorciado, sob adubação orgânica e mineral. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 1, p. 36-40, 2010.
- PELLOSO, I.A de O. et al. Produção e renda bruta da calêndula, alface e rabanete solteiros e consorciados com dois arranjos de plantas. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 33, n. 2, p. 459-470, 2012.
- RIBEIRO et al. Productive performance of carrot and cowpea intercropping system under different spatial arrangements and population densities. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 1, p. 19 – 27, 2018
- STRASSBURGER, A. S.et al. Crescimento e produtividade de cultivares de morangueiro de “dia neutro” em diferentes densidades de plantio em sistema de cultivo orgânico. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 69, n. 3, p. 623-630, 2010.

CAPÍTULO 1 - VANTAGEM AGRONÔMICA DO CONSÓRCIO CAUPI-HORTALIÇA COM BETERRABA EM DIFERENTES DENSIDADES POPULACIONAIS E ARRANJOS ESPACIAIS

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar a vantagem agronômica do caupi-hortaliça em diferentes densidades populacionais consorciado com beterraba em diversos arranjos espaciais das culturas componentes. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 3, com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído pelas densidades populacionais de caupi-hortaliça (40, 60, 80 e 100% da população recomendada em cultivo solteiro – PRCS) em associação com beterraba, e o segundo fator constituído por três arranjos espaciais (2:2, 3:3 e 4:4), formados por fileiras de beterraba (B) alternadas com fileiras de caupi-hortaliça (C). As características avaliadas no caupi-hortaliça foram: comprimento de vagem verde, número de vagens verdes por m², produtividade e massa seca de vagens verdes, número de grãos verdes por vagem, peso de 100 grãos verdes, produtividade e massa seca de grãos verdes. As características avaliadas na beterraba foram: altura de plantas, massa fresca da parte área, diâmetro e massa seca de raízes, produtividade total, comercial e classificada de raízes em extra, extra A, extra AA, graúdas e refugo. Determinou-se a eficiência do consórcio caupi-hortaliça x beterraba através do índice de uso eficiente da terra. A maior vantagem agronômica do consórcio de caupi-hortaliça e beterraba foi alcançada na densidade de 95,20% da PRCS do caupi-hortaliça. Não houve influência dos arranjos espaciais na eficiência agronômica do consórcio de beterraba e caupi-hortaliça.

Palavras-chave: *Beta vulgaris*, *Vigna unguiculata*, Associação de culturas, Competição intra e interespecífica, Eficiência biológica.

CHAPTER 1 - AGRONOMIC ADVANTAGE OF INTERCROPPED COWPEA-VEGETABLE WITH BEET OF IN DIFFERENT POPULATION DENSITIES AND SPATIAL ARRANGEMENTS

ABSTRACT

The objective of this work was to evaluate an agronomic advantage of cowpea in different population densities intercropped with beets in several spatial arrangements of the component cultures. The experimental design was used in randomized blocks with treatments arranged in a 4 x 3 factorial scheme, with four replications. The first factor was constituted by the population densities of cowpea-vegetable (40, 60, 80 and 100% of the recommended population in single crop - RPCS) in association with beet, and the second factor constituted by three spatial arrangements (2:2, 3:3 and 4:4), consisting of rows of beet (B) alternated with rows of cowpea-vegetable (C). The characteristics evaluated in the cowpea-vegetable were: length of green pod, number of green pods per m², productivity and dry mass of green pods, number of grains per pod, weight of 100 green grains, productivity and dry mass of green grains. The characteristics evaluated in the beet were: plant height, fresh mass of shoot, diameter and dry mass of roots, total, commercial and classified productivity of roots in extra, extra A, extra AA, great and scrap. The efficiency of the intercropped with cowpea-vegetable x beet was determined through the land equivalatio ratio. The greater agronomic advantage of the intercropping of cowpea-vegetable and beet was reached in the density of 95.20% of PRCS of cowpea-vegetable. There was no influence of spatial arrangements on the agronomic efficiency of the beet and cowpea intercropping.

Keywords: *Beta vulgaris*. *Vigna unguiculata*, Association of cultures, Intra and interspecific competition, Biological efficiency.

1. INTRODUÇÃO

A busca pela sustentabilidade na agricultura prioriza o uso racional dos recursos naturais e insumos para a produção de alimentos, através da utilização de sistemas de produção que reduzam o impacto ambiental. Desse modo, a consorciação de culturas é uma das práticas de cultivo existente de fácil implementação que pode proporcionar aumento de rendimento de maneira ecologicamente sustentável, mitigando os danos causados pelo cultivo solteiro (BEZERRA NETO et al., 2007).

Dentre as culturas que podem ser consorciadas com sucesso, estão a beterraba e o caupi-hortaliça como uma combinação possível, pois essas culturas se distinguem em sua arquitetura e exploração dos recursos naturais. Pesquisas vêm sendo realizadas nas

condições semiárida do nordeste brasileiro com essas culturas e diversos desafios têm surgido, como o de manipular apropriadamente fatores de produção como densidades populacionais e arranjos espaciais das culturas componentes.

Sabe-se, no entanto, que a densidade populacional promove uma série de modificações no crescimento e no desenvolvimento das plantas, pois o seu aumento pode elevar a competição entre as espécies por espaço, luz e outros recursos do ambiente, interferindo no crescimento, na produtividade e na qualidade das culturas produzidas (FREITAS et al., 2009; NASCIMENTO et al., 2011).

A influência desse fator de produção na qualidade das hortaliças em sistemas consorciados tem sido observada por Ribeiro et al. (2017), avaliando a eficiência agroeconômica do consórcio de cenoura e caupi-hortaliça em diferentes densidades populacionais. Eles registraram maior eficiência agroeconômica na densidade populacional de 100% da PRCS de caupi-hortaliça, indicando melhor aproveitamento dos recursos ambientais nas maiores populações testadas.

A distribuição espacial das culturas é outro aspecto importante em sistema consorciado. Sabe-se que a competição intra e interespecífica é estabelecida pela disposição das plantas, dos espaçamentos entre e dentro das fileiras de plantio e pela época em que se inicia a competição. Para alcançar a maximização da produtividade das culturas, deve-se reduzir a competição entre e/ou dentro das espécies consorciadas, arranjando-as de tal forma que a sua distribuição espacial possa melhor utilizar os recursos ambientais, potencializando a produção e qualidade dos produtos (SCHONS et al., 2009).

Com o intuito de fornecer subsídios para sistemas de produção consorciados de beterraba e caupi, o objetivo deste trabalho foi avaliar vantagem agrônômica do caupi-hortaliça em diferentes densidades populacionais consorciado com beterraba em diversos arranjos espaciais das culturas componentes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Rafael Fernandes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, no período de agosto a novembro de 2015. O clima da região é semiárido e de acordo com Köppen é “BSwh”, seco e muito quente, com duas estações climáticas: uma seca, que vai geralmente de junho a janeiro e outra chuvosa, de fevereiro a maio (CARMO FILHO et al., 1991). Durante o período experimental, a temperatura média foi de 27,32°C, a média mínima de 27,18°C, a média máxima de 27,75°C, umidade relativa média do ar de 64,56%, radiação

média de 1906,74 kJm² e precipitação pluviométrica de 0 mm.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico de textura franco-arenosa (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 do Solo e Nutrição de Plantas da UFERSA, fornecendo os seguintes resultados: pH (solo) = 7,46; M.O. = 3,64 g kg⁻¹, P = 63,3 mg dm⁻³, K = 60 mg dm⁻³, Ca = 2,09 cmol_c dm⁻³, Mg = 0,58 cmol_c dm⁻³, Na = 1,7 cmol_c dm⁻³, SB = 8,67 cmol_c dm⁻³ e CE = 1,77 dS m⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com os tratamentos arranjos em esquema fatorial 4 x 3, com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído pelas densidades populacionais de caupi-hortaliça (40, 60, 80 e 100% da população recomendada em cultivo solteiro – PRCS) em associação com beterraba, e o segundo fator constituído por três arranjos espaciais entre as culturas componentes (2:2, 3:3 e 4:4), formado de fileiras de beterraba (B) alternadas com fileiras de caupi-hortaliça (C). A densidade de plantio recomendada na região para a beterraba em cultivo solteiro é de 500.000 plantas por hectare (SILVA et al., 2011) e para o caupi-hortaliça é de 200.000 plantas por hectare (SANTOS, 2011). As cultivares de beterraba e de caupi-hortaliça plantadas foram 'Early Wonder' e 'BRS Itaim' adaptadas ao cultivo na região nordeste.

O cultivo consorciado foi estabelecido em faixas alternadas, utilizando 50% da área com beterraba e os outros 50% da área com caupi-hortaliça, ladeadas por duas fileiras bordadura de cada cultura em cada lado. A área total das parcelas nos arranjos espaciais 2:2, 3:3 e 4:4 foi de 2,40 m², 3,00 m² e 3,60 m² respectivamente, com uma área útil de 1,00 m², 1,50 m² e 2,00 m². O espaçamento de plantio no consórcio foi de 0,25 m entre fileiras, e dentro das fileiras de caupi o espaçamento variou de acordo com as densidades populacionais estudadas, que foram 0,10; 0,12; 0,17 e 0,25 m, respectivamente. O espaçamento entre plantas de beterraba adotado foi de 0,04 m.

Em cada bloco, foram plantadas parcelas solteiras das culturas de beterraba e de caupi-hortaliça para obtenção do índice de eficiência do consórcio. Para a beterraba, a área total da parcela foi de 1,44 m², com área útil de 0,80 m², no espaçamento 0,20 m x 0,10 m. Para o caupi-hortaliça, a área total foi de 3,60 m², com área útil de 2,00 m², no espaçamento 0,50 m x 0,10 m.

O preparo do solo constituiu-se de limpeza mecânica da área com o auxílio de um trator com arado acoplado, seguida de uma gradagem e levantamento dos canteiros com auxílio de um retroencanteirador. Foi realizada uma solarização pré-plantio de acordo com

a metodologia de Silva et al. (2006).

Realizou-se a adubação verde com flor-de-seda (*Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton.) em todas as parcelas experimentais e a coleta desse adubo foi realizada nas proximidades da cidade de Mossoró-RN. As plantas foram cortadas manualmente com o auxílio de facão, extraíndo-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 atingirem teor de umidade de 10%. Para a determinação desse teor, amostras foram retiradas e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 65°C até atingirem peso constante. Esses resultados foram utilizados para corrigir os pesos das dosagens que foram utilizadas no experimento. Em seguida para a determinação da composição nutricional do material, amostras foram retiradas e encaminhadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da UFERSA, fornecendo os seguintes resultados: N=18,4 g kg⁻¹; P= 3,1 g kg⁻¹; K= 4,5 g kg⁻¹; Ca= 16,3 g kg⁻¹; Mg= 13,5 g kg⁻¹ e uma relação carbono/nitrogênio de 25:1.

Duas incorporações do adubo verde nas parcelas dos cultivos consorciados e solteiros foram realizadas, sendo 50% das quantidades da flor-de-seda incorporadas aos 20 dias antes do plantio (MORAES, 2015) e os 50% restantes incorporados aos 40 dias após o plantio (ANDRADE FILHO, 2012). As parcelas experimentais dos cultivos consorciados foram fertilizadas com a quantidade de 47 t ha⁻¹ de biomassa de flor-de-seda (BEZERRA NETO et al., 2013) e para os cultivos solteiros de beterraba e caupi-hortaliça foram utilizados as quantidades de 39 e 59 t ha⁻¹ de biomassa de flor-de-seda, respectivamente, tendo como base as recomendações de Andrade Filho (2012) e Vieira (2014).

Durante a condução do experimento, foram efetuadas irrigações em dois turnos de rega (manhã e tarde) e capinas manuais para o controle de plantas invasoras.

As sementeiras da beterraba e do caupi-hortaliça foram realizadas simultaneamente no dia 14 de setembro de 2015, em covas de aproximadamente 3 cm de profundidade, colocando-se em média 3 sementes por cova para a cultura da beterraba e 2 (duas) sementes por cova para o caupi-hortaliça. Aos 15 e 10 dias após a semeadura (DAS), foram realizados os desbastes das plantas de beterraba e do caupi-hortaliça, respectivamente.

Aos 50 dias após a semeadura (DAS) foram marcadas aleatoriamente oito plantas de caupi-hortaliça na área de cada parcela experimental para obtenção de dados. Foram realizadas quatro colheitas do caupi-hortaliça no período de 55 a 65 dias. Na beterraba a colheita foi efetuada aos 70 dias após a semeadura. Após a colheita, as culturas foram

encaminhadas ao laboratório para as devidas avaliações.

As características avaliadas na cultura do caupi-hortaliça foram: comprimento de vagem verde, número de vagens verdes por m², produtividade e massa seca de vagens verdes, número de grãos verdes por vagem, peso de 100 grãos verdes, produtividade e massa seca de grãos verdes.

O comprimento de vagens foi determinado em uma amostra de vinte vagens colhidas aleatoriamente com o auxílio de uma régua, expressa em centímetros. O número de vagens por m² foi quantificado a partir do número de vagens verdes colhidas por área. A produtividade de vagens verdes foi obtida através da quantificação de todas as vagens colhidas das plantas da área útil, expressa em t ha⁻¹. Massa seca de vagens verdes foi obtida da amostra aleatória de vinte plantas da área útil expressa em t ha⁻¹. Número de grãos verdes por vagem foi obtido das mesmas vagens utilizadas para calcular o peso seco de vagens verdes. Peso de 100 grãos verdes foi obtido de quatro amostras aleatórias de 100 grãos, expresso em g. Produtividade de grãos verdes foi determinada pela quantidade de grãos verdes obtida na área útil de cada parcela, expressa em t ha⁻¹. Massa seca de grãos verdes foi obtida através da amostra de grãos verdes retirada de vinte plantas, secos em estufa com circulação de ar forçada a 65 °C até atingir massa constante expressa em t ha⁻¹.

Na beterraba as características avaliadas foram: altura de plantas, massa fresca da parte aérea, diâmetro e massa seca de raízes, produtividade total, comercial e produtividade classificada de raízes em extra, extra A, extra AA, graúdas e refugo.

A altura de plantas foi determinada a partir 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. A massa fresca da parte aérea foi obtida a partir dessas plantas amostradas, na qual determinou-se sua quantidade, expressando-a em t ha⁻¹. O diâmetro de raízes foi obtido nessa mesma amostra com o auxílio de paquímetro digital, com valores expressos em milímetros. A massa seca de raízes foi obtida após a secagem dos materiais em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C até atingir massa constante e expressa em t ha⁻¹. A produtividade total foi determinada a partir da massa fresca das raízes de todas as plantas da área útil, expressa em t ha⁻¹, e a produtividade comercial determinada a partir da massa fresca das raízes das plantas da área útil, livres de rachaduras, bifurcações, nematóides e danos mecânicos, expressa em t ha⁻¹. A produtividade classificada de raízes foi 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).

Determinou-se também a eficiência do consórcio através do índice de uso eficiente da terra (UET), definido por Willey & Osiru (1972), como a área relativa de terra sob condições de plantio isolado requerida para proporcionar as produtividades alcançadas no consórcio, sendo definido pela seguinte expressão:

$(Y_{bch} / Y_{bb}) + (Y_{chb} / Y_{chch})$, onde:

Y_{bch} = produtividade de raízes comerciais de beterraba em consórcio com caupi-hortaliça;

Y_{bb} = produtividade de raízes comerciais de beterraba em cultivo solteiro;

Y_{chb} = produtividade de grãos verdes de caupi-hortaliça em consórcio com beterraba;

Y_{chch} = produtividade de grãos verdes de caupi-hortaliça em cultivo solteiro.

Análise univariada de variância foi realizada para cada característica estudada nas culturas componentes e no sistema consorciado, utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2011). Procedimento de ajustamento de curvas de resposta foi realizado em cada variável em função das densidades populacionais estudadas, através do software Table Curve (JANDEL SCIENTIFIC, 1991). O teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade foi usado na comparação das médias entre os arranjos espaciais das culturas componentes.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Caupi-hortaliça

Não houve interação significativa entre densidades populacionais de caupi-hortaliça e arranjos espaciais entre as culturas componentes para nenhuma das características analisadas.

Para o comprimento de vagem verde, observou-se um comportamento estável com valor máximo de 15,85 cm na densidade de 40% da PRCS de caupi-hortaliça (Figura 1A). Para o número de vagens por m² e produtividade de vagens verdes, observou-se um comportamento ascendente com o aumento das densidades populacionais do caupi-hortaliça, até os valores máximos de 121,22 vagens e 2,20 t ha⁻¹ nas densidades de 90,93 e 90,07 % da PRCS de caupi-hortaliça, respectivamente (Figura 1B e 1C), diminuindo então, até a última densidade populacional de caupi-hortaliça usada.

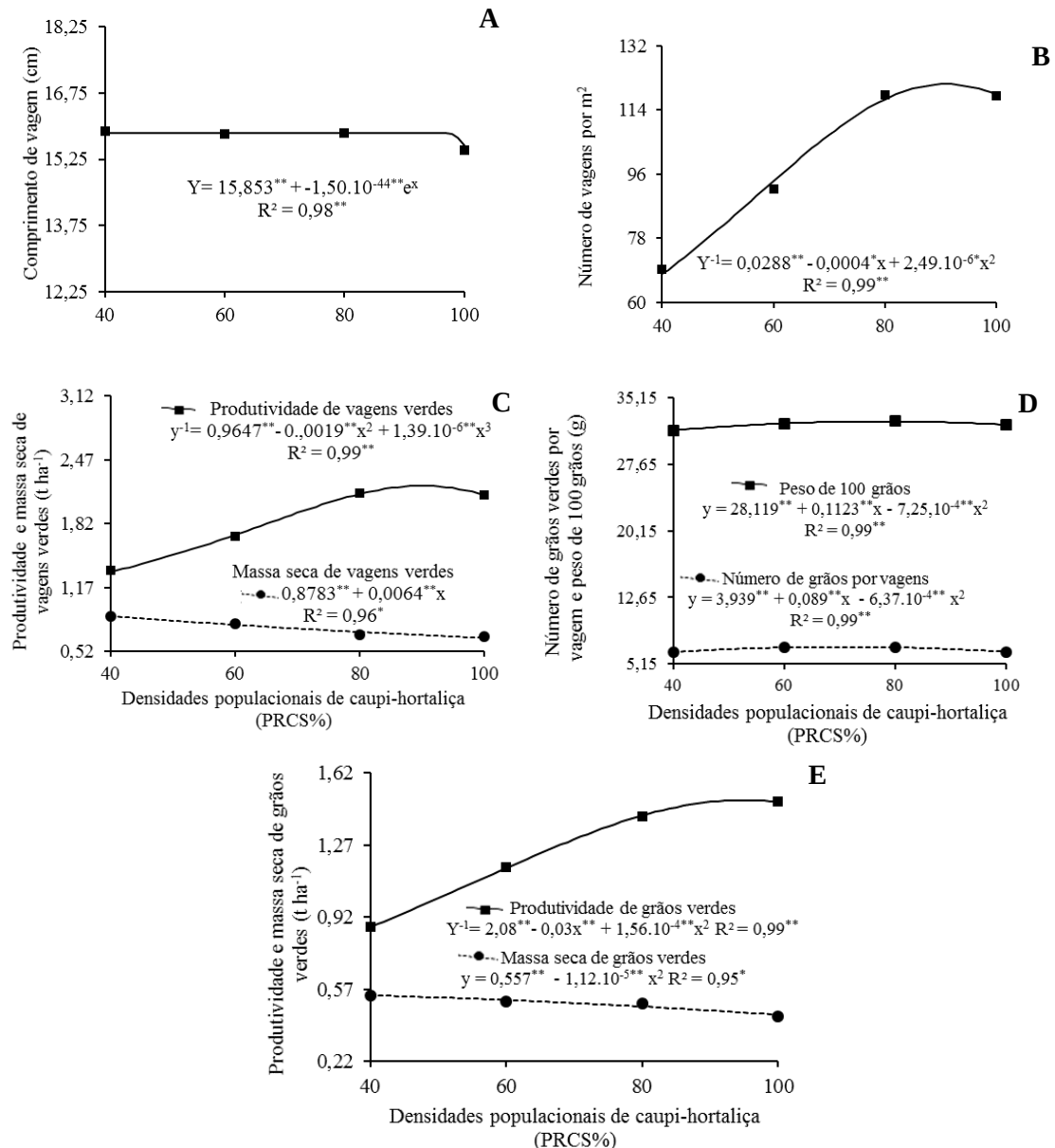


Figura 1. Comprimento de vagem (A), número de vagens por m² (B), produtividade e massa seca de vagens verdes (C), número de grãos verdes por vagem e peso de 100 grãos verdes (D), produtividade e massa seca de grãos verdes (E) de caupi-hortaliça consorciado com beterraba em diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

O valor de número de vagens por m² foi superior ao encontrado por Favacho et al. (2017) e semelhante ao de produtividade de vagens verdes, em que obtiveram valores de 83 vagens e 2,30 t ha⁻¹, respectivamente. O número de vagens por planta é um dos componentes essenciais de produção a ser definido na fase reprodutiva, sendo prontamente afetado pelo aumento da população, em decorrência do ambiente de competição por radiação solar, água e nutrientes. Entretanto, sabe-se que quando o espaçamento diminui dentro das fileiras, a densidade populacional aumenta, e dentro de certos limites, a produção poderá ficar estável ou com baixa variação devido o nível de competição não ser

forte a ponto de alterar o seu comportamento (OLIVEIRA et al., 2015).

Para a massa seca de vagens verdes registrou-se um comportamento decrescente em função do aumento das densidades populacionais do caupi-hortaliça, obtendo-se o valor máximo de $0,88 \text{ t ha}^{-1}$ na menor densidade estudada (Figura 1C).

O número de grãos verdes por vagem, peso de 100 grãos verdes e produtividade de grãos verdes tiveram um comportamento ascendente com as densidades do caupi alcançando os valores máximos de 7,08 grãos, 32,48 g e $1,49 \text{ t ha}^{-1}$ nas densidades de 70,23; 77,45 e 95,11% da PRCS de caupi-hortaliça, respectivamente, decrescendo em seguida até a última densidade populacional (Figura 1D e 1E). Conforme Santos et al. (2014), o número de grãos por vagem é uma característica mais influenciada pelas condições ambientais do que por densidades populacionais. Entretanto, redução do número de grãos por vagem em decorrência do aumento da população é, sistematicamente, encontrada por diversos autores no caupi-hortaliça (ALVES et al., 2009; BEZERRA et al., 2008).

Os resultados encontrados neste trabalho foram superiores aos obtidos por Costa et al. (2017), estudando o consórcio de caupi-hortaliça x cenoura, onde obtiveram valores de 29,31g e $0,81 \text{ t ha}^{-1}$ para o peso de 100 grãos e produtividade de grãos verdes, respectivamente. De acordo com Santos et al. (2014), os valores encontrados na literatura para peso de 100 grãos são bastante variáveis e influenciados pelo cultivar. Trata-se do componente de rendimento menos influenciado pela população de plantas. O aumento na produtividade de grãos verdes, está diretamente relacionado ao aumento observado no número de vagens.

Na massa seca de grãos verdes, observou-se comportamento decrescente em função do aumento das densidades populacionais do caupi-hortaliça, obtendo-se o valor máximo de $0,54 \text{ t ha}^{-1}$ na menor densidade do caupi-hortaliça (Figura 1E). A massa seca destinada a formação de grãos não é um indicativo de produtividade de grãos verdes.

Não foi observada diferença significativa entre os arranjos espaciais, no número de vagens verdes por m^2 , no comprimento de vagens, na massa seca de vagens verdes, no número de grãos por vagem, no peso de 100 grãos por vagens e na produtividade de grãos verdes de caupi-hortaliça (Tabela 1).

Tabela 1. Valores médios de comprimento de vagem verde (CVV), número de vagens por m² (NVm⁻²), produtividade de vagens verdes (PVV), massa seca de vagens verdes (MSVV), número de grãos verdes por vagem (NGV), peso de 100 grãos verdes por vagem (P100GV), produtividade de grãos verdes (PGV) e massa seca de grãos verdes (MSGV) de caupi-hortaliça consorciado com beterraba em diferentes arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

Arranjos espaciais	CVV (cm)	NV (m ²)	PVV (t ha ⁻¹)	MSVV (t ha ⁻¹)	NGV (nº)	P100GV (g)	PGV (t ha ⁻¹)	MSGV (t ha ⁻¹)
2:2	15,88 a	107,87 a	2,04 a	0,81 a	7,22 a	32,81 a	1,36 a	0,59 a
3:3	15,64 a	97,95 a	1,78 ab	0,79 a	6,91 a	31,76a	1,17a	0,50ab
4:4	15,73 a	92,25 a	1,64 b	0,69 a	6,90 a	31,62 a	1,16 a	0,43 b

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

Diferenças significativas foram registradas entre os arranjos espaciais apenas para a produtividade de vagens verdes e massa seca de grãos verdes, com o arranjo 2:2 se destacando dos demais (Tabela 1). Esse resultado provavelmente está relacionado com a manutenção da eficiência na absorção ou uso de água, dos nutrientes e do CO₂ (MORAES et al., 2008), os quais favoreceram o desenvolvimento das vagens e consequentemente a produção de massa seca de grãos, através do melhor aproveitamento dos recursos ambientais, os quais melhoraram a redistribuição de fotoassimilados em maior quantidade para a formação das vagens e grãos.

3.2 Beterraba

Não houve interação significativa entre densidades populacionais de caupi-hortaliça e arranjos espaciais entre as culturas componentes para nenhuma das características avaliadas na beterraba.

Na altura de plantas e na massa fresca da parte aérea foi observado um aumento em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça, até os valores máximos de 44,96 cm e 27,75 t ha⁻¹ nas densidades populacionais de 51,67 e 63,74% da PRCS de caupi-hortaliça, respectivamente, decrescendo em seguida até a maior densidade (Figura 2A).

Esse comportamento se deve, provavelmente, a competição interespecífica em face do aumento das densidades populacionais, produzindo assim, plantas de beterraba mais baixas nas maiores densidades. Conforme Bezerra Neto et al. (2005) em cultivos consorciados, a competição por luz se intensifica com o aumento das densidades populacionais. Portanto, as plantas precisam se desenvolver mais, para que possam competir por esse recurso. Esses resultados reforçam a hipótese de que a densidade populacional afeta a penetração da radiação solar no dossel da planta, a taxa fotossintética

e o equilíbrio entre o crescimento da fração vegetativa (DUARTE; PEIL, 2010).

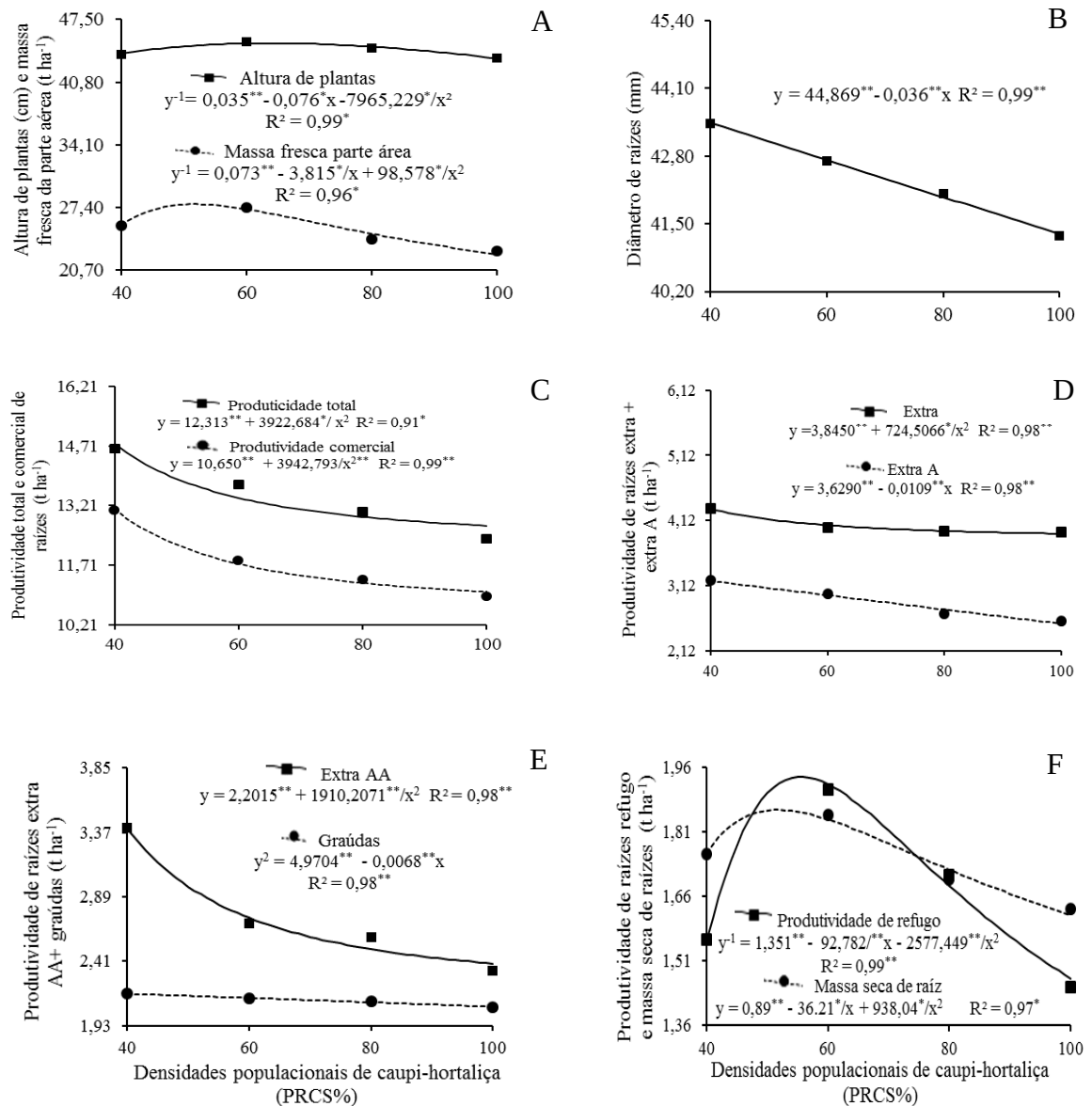


Figura 2. Altura de plantas e massa fresca da parte aérea (A), diâmetro de raízes (B), produtividade total e comercial de raízes (C), produtividade de raízes extra e extra A (D), produtividade de raízes extra AA e graúdas (E) e produtividade de raízes refugio e massa seca de raízes (F) de beterraba consorciada com caupi-hortaliça em diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça. Mossoró, RN, UFERSA, 2017

Para o diâmetro de raízes, foi registrado comportamento decrescente em função do aumento das densidades populacionais do caupi-hortaliça, sendo o maior resultado de 43,44 mm obtido na menor densidade do caupi-hortaliça (Figura 2B). Esse valor está próximo ao encontrado por Pereira et al. (2010) com valor de 46,79 mm. Os valores obtidos neste trabalho não afetaram a qualidade de raízes, pois raízes com diâmetros superiores a 40 mm, são caracterizadas como comerciais (HORTA et al., 2001).

Para a produtividade total, comercial e produtividade classificada de raízes em extra, extra A, extra AA e graúdas, também foi observado um comportamento decrescente em função do aumento das densidades populacionais do caupi-hortaliça, com os maiores valores de 14,76; 13,11; 4,30; 3,19; 3,40 e 2,17 t ha⁻¹, obtidos na menor densidade do caupi-hortaliça (Figura 2C, D e E). Esse resultado evidencia que nas maiores densidades, ocorreu uma maior competição intra e interespecífica pelos fatores de crescimento (água, luz e nutrientes), reduzindo assim, a disponibilidade desses fatores para as plantas de beterraba. Provavelmente, o sombreamento causado pela cultura do caupi-hortaliça reduziu a quantidade de radiação solar à cultura da beterraba e consequentemente, limitando a fotossíntese líquida, promovendo perdas no rendimento nas maiores densidades do caupi-hortaliça estudadas.

Comportamento semelhante foram obtidos por Ribeiro et al. (2018), avaliando o consórcio de cenoura e caupi-hortaliça sob diferentes densidades populacionais em que observaram a mais alta performance agroeconômica na densidade populacional de 42% da PRCS do caupi-hortaliça. A escolha da densidade de plantio para as culturas, em sistemas de produção consorciado, é de grande importância por influenciar a quantidade de recursos naturais disponíveis ao crescimento delas, bem como nas taxas de crescimento e sobrevivência das plantas, e por conseguinte, na produtividade e em outras características das culturas (LIMA et al., 2007).

Para a produtividade de raízes refugos e massa seca de raízes, observou-se um comportamento crescente com o aumento das densidades populacionais, até os valores máximos de 1,93 e 1,87 t ha⁻¹ nas densidades de 55,56 e 51,81% PRCS do caupi-hortaliça, decrescendo em seguida até a maior densidade (Figura 2F). De acordo com Resende et al. (2010), maiores espaçamentos entre linhas e plantas acarretam menores rendimentos de raízes por hectare, ou seja, é necessária uma adequada população de plantas, pois altas populações resultam em menor disponibilidade de radiação fotossintética para as folhas localizadas na parte inferior da planta, promovendo assim o autossombreamento, reduzindo a fotossíntese líquida e ocasionando redução na produtividade de raízes.

Analisando os arranjos espaciais, diferenças significativas não foram observadas para as características altura de plantas, massa fresca da parte aérea, diâmetro de raízes, produtividade total, comercial e classificada de raízes (Tabela 2). Esses resultados evidenciam que não houve interferência da competição proporcionada pelos arranjos espaciais entre as culturas do sistema consorciado para estas características.

Tabela 2. Valores médios de altura de plantas (AP), massa fresca da parte aérea (MFPA), diâmetro de raízes (DR), massa seca de raízes (MSR), produtividade total (PT), comercial (PC) e classificada de raízes extra (E), extra A (EA), extra AA (EAA), graúdas (G) e produtividade de raízes refugo (PRR) de beterraba consorciada com caupi-hortaliça em diferentes arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

Arranjos espaciais	AP (cm)	MFPA (t ha ⁻¹)	DR (mm)	MSR (t ha ⁻¹)	PT (t ha ⁻¹)	PC (t ha ⁻¹)
2:2	44,39 a	25,16 a	41,37 a	1,57 a	13,14 a	11,67 a
3:3	44,38 a	25,34 a	43,62 a	1,97 a	13,82 a	11,97 a
4:4	43,78 a	24,25 a	42,15 a	1,67 a	13,40 a	11,74 a
	E (t ha ⁻¹)	EA (t ha ⁻¹)	EAA (t ha ⁻¹)	GR (t ha ⁻¹)	PRR (t ha ⁻¹)	
2:2	3,91 a	3,05a	2,69a	2,01 a	1,47 b	
3:3	4,19 a	2,76a	3,12a	1,90 a	1,85 a	
4:4	4,06 a	2,77 a	2,59 a	2,30 a	1,66 ab	

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

Por outro lado, diferença significativa foi registrada entre os arranjos espaciais apenas na produtividade de raízes refugos, com o arranjo 3:3 se destacando dos demais (Tabela 2). É bem provável que esse arranjo tenha proporcionado uma maior competição de plantas por luz, possibilitando assim, uma redução na fotossíntese líquida, consequentemente, um aumento na produtividade de raízes refugos em relação aos demais arranjos espaciais.

3.3 Índice de eficiência agrônômica do sistema consorciado

Não houve interação significativa entre densidades populacionais e arranjos espaciais entre as culturas componentes para o índice de uso eficiente da terra no sistema consorciado.

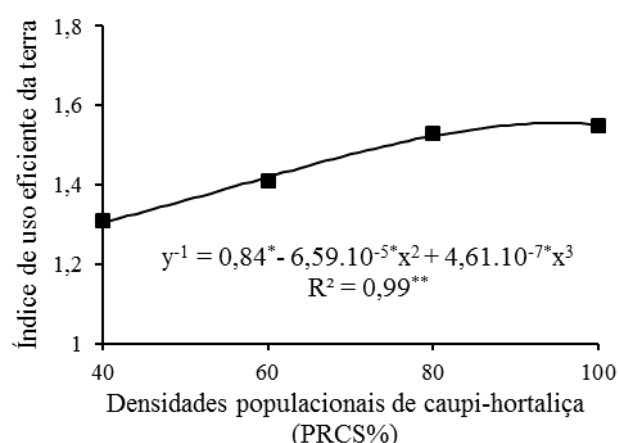


Figura 3. Índice de uso eficiente da terra do consórcio de caupi-hortaliça consorciado com beterraba em diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

Comportamento crescente do índice de uso eficiente da terra foi observado em função do aumento das densidades populacionais de caupi-hortaliça, até o valor máximo de 1,57 na densidade de 95,20% da PRCS de caupi-hortaliça, respectivamente, decrescendo em seguida até a última densidade estudada (Figura 3).

A UET do sistema, apresentou valores superiores a unidade, indicando a superioridade do consórcio em relação ao sistema de cultivo solteiro. Estes resultados indicam um ganho no uso da terra de 57%. Segundo Ascari et al. (2015), quando o índice de uso eficiente da terra (UET) for igual ou superior a um, isto indica o melhor aproveitamento dos recursos ambientais disponíveis pelo sistema consorciado em relação ao sistema solteiro, tornando esse sistema viável para ser adotado.

Para os arranjos espaciais, não foi observada diferença significativa entre eles para o índice de uso eficiente da terra (Tabela 3), demonstrando que este fator de produção não influenciou na eficiência do consórcio de caupi-hortaliça e beterraba.

Tabela 3. Valor médio do índice de uso eficiente da terra do consórcio de caupi-hortaliça com beterraba em diferentes arranjos espaciais. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

Arranjos espaciais	UET
2:2	1,52a
3:3	1,43a
4:4	1,41a

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

4. CONCLUSÕES

A maior vantagem agronômica do consórcio caupi-hortaliça e beterraba foi alcançada na densidade de 95,20% da PRCS do caupi-hortaliça.

Não houve efeito dos arranjos espaciais na eficiência agronômica do consórcio de beterraba e caupi-hortaliça.

5. REFERÊNCIAS

- ANDRADE FILHO, F. C. **Bicultivo de folhosas consorciadas com beterraba em função de adubação com flor-de-seda e densidades populacionais**. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2012. 94p. Tese Doutorado.
- ALVES, A. F. et al. Densidades populacionais para cultivares alternativas de feijoeiro no Norte de Minas Gerais. **Revista Ciências Agrotecnologia**, Lavras, v. 33, n. 6, p. 1495-1502, 2009.
- BEZERRA, A. A. C. et al. Morfologia e produção de grãos em linhagens modernas de feijão- caupi submetidas a diferentes densidades populacionais. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, São Cristovão, v. 8, n. 1, p. 85 93, 2008.
- BEZERRA NETO, F. et al. Performance produtiva de cenoura consorciada com caupi-hortaliça sob diferentes quantidades de flor-de-seda. III CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO CAUPI. 2013 **Anais...** Recife-PE, 2013.
- BEZERRA NETO, F. et al. Desempenho de sistemas consorciados de cenoura e alface avaliados através de métodos uni e multivariados. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 4, p. 514- 520. 2007.
- BEZERRA NETO, F. et al. Associação de densidades populacionais de cenoura e alface no desempenho agrônômico da cenoura em cultivo consorciado em faixa. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 23, n. 2, p. 233-237, 2005.
- 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).
- COSTA, A. P. et al. Intercropping of carrot x cowpea-vegetables: evaluation of cultivar combinations fertilized with roostertree. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 30, p. 633-641, 2017.
- DUARTE, T. S.; PEIL, R. M. N. Relações fonte:dreno e crescimento vegetativo do meloeiro. **Revista Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 28, n. 3, p. 271-276, 2010.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- FAVACHO, F. S. et al. Productive and economic efficiency of carrot intercropped with

cowpea vegetable resulting from green manure and different spatial arrangements. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 48, p. 337-346, 2017.

FREITAS, K. K. C. et al. Desempenho agrônômico de rúcula sob diferentes espaçamentos e épocas de plantio. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 40, n. 3, p. 449-454. 2009.

HORTA, A. C. S. et al. Relação entre produção de beterraba, *Beta vulgaris* var. conditiva, e diferentes métodos de plantio. **Revista Acta Scientiarum**, Maringá, v. 23, n. 5, p. 1123-1129, 2001.

JANDEL SCIENTIFIC. **Table Curve: curve fitting software**. 2 ed. Corte Madera, CA: Jandel Scientific, 1991. 280p.

LIMA, J. S. S. et al. Productive performance of carrot and rocket cultivars in strip-intercropping system and sole crops. **Revista Agrociencia**, Montecillo, v. 44, n. 5, p. 561-574, 2010.

LIMA, J. S. S. et al. Produtividade da cenoura, coentro e rúcula em função de densidades populacionais. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 8, n. 1, p. 110-116, 2013.

LIMA, J. S. S. et al. Desempenho agroeconômico de coentro em função de espaçamentos e em dois cultivos. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 38, n. 4, p. 407-413, 2007.

MORAES, E. C. de. **Viabilidade do consócio de beterraba e caupi-hortaliça sob adubação com flor-de-seda e arranjos espaciais**. Mossoró. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2016. 79f. Tese Doutorado.

MORAES, A. A. et al. Produção da capuchinha em cultivo solteiro e consorciado com os repolhos verde e roxo sob dois arranjos de plantas. **Revista Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 32, n. 4, p. 1195-1202, 2008.

NASCIMENTO, C. S. et al. Densidades populacionais de consórcios de alface e rúcula: efeitos na produtividade das culturas. **Revista Ciência & Tecnologia: FATEC-JB**, Jaboticabal, v. 3, 2011. Suplemento.

OLIVEIRA, L. A. A. et al. Viabilidade agrônômica de policultivos de rúcula/cenoura/alface sob quantidades de flor-de-seda e densidades populacionais. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 116-126, 2015

PEREIRA, A. L. S. et al. Adubação orgânica e mineral na cultura da beterraba. IN: SEMINÁRIO DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA, 8.; JORNADA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO, 5., 2010, Goiás. **Anais...** Goiás: Universidade Estadual de Goiás, 2010.

REZENDE, B. L. A. et al. Consórcios de alface crespa e pepino em função da população

do pepino e época de cultivo. **Revista Interciência**, Caracas, v. 35, n. 5, p. 374-379, 2010.

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

RIBEIRO et al. Productive performance of carrot and cowpea intercropping system under different spatial arrangements and population densities. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 31, n. 1, p. 19 – 27, 2018

SANTOS, C. A. F. Cultivares de feijão-caupi para o Vale do São Francisco. **Embrapa Semiárido**. Petrolina, PE, 2011. (Circular técnica, 94).

SANTOS, M. G. P. et al. Densidades de semeadura e safras de cultivo no desempenho produtivo de cultivares de feijoeiro-comum. **Revista Semina**, Londrina, v. 35, n. 5, p. 2309-2324, 2014.

SCHONS, A. et al. Arranjos de plantas de mandioca e milho em cultivo solteiro e consorciado: crescimento, desenvolvimento e produtividade. **Revista Bragantia**, Campinas, v. 68, n. 1, p. 155-167, 2009.

SILVA, M. G. et al. Efeito da solarização, adubação química e orgânica no controle de nematóides em alface sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 4, p. 489-494, 2006.

SILVA, J. A. L.; NEVES, J.A. Produção de feijão-caupi semi-prostrado em cultivos de sequeiro e irrigado. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, Recife, v. 6, n. 1, p. 29-36, 2011.

VIEIRA, F. A. **Dose de máxima eficiência agroeconômica de flor-de-seda no cultivo solteiro do caupi-hortaliça**. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2014. 55p. Dissertação Mestrado.

CAPÍTULO 2 - RETORNO BIO-AGROECONÔMICO DE DENSIDADES POPULACIONAIS DE CAUPI-HORTALIÇA CONSORCIADAS COM BETERRABA EM DIFERENTES ARRANJOS ESPACIAIS

RESUMO - O objetivo deste trabalho foi avaliar o retorno bio-agroeconômico de densidades populacionais de caupi-hortaliça consorciadas com beterraba em diferentes arranjos espaciais das culturas componentes. O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 3, com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído pelas densidades populacionais de caupi-hortaliça (100, 80, 60 e 40% da população recomendada em cultivo solteiro – PRCS) em associação com beterraba, e o segundo fator constituído pelos três arranjos espaciais (2:2, 3:3 e 4:4), formados pelas fileiras de beterraba (B) alternadas com as fileiras de caupi-hortaliça (C). As características avaliadas no caupi-hortaliça e na beterraba foram: produtividade de grãos verdes e produtividade comercial de raízes. Os índices de competição e agronômicos avaliados foram: índice de superação, taxa de competição, índice de uso eficiente da terra, perda de rendimento real, vantagem do consórcio, índice de produção equivalente da beterraba e índice de eficiência produtiva. Os indicadores econômicos avaliados foram: renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade. O caupi-hortaliça foi a cultura mais agressiva no sistema consorciado com a beterraba. O maior retorno agroecônômico do consórcio de caupi-hortaliça com beterraba foi obtido na densidade populacional de 40% da PRCS de caupi-hortaliça, independentemente do arranjo espacial utilizado. Não houve influência dos arranjos espaciais entre as culturas componentes na eficiência bio-agroeconômica do consórcio de beterraba e caupi-hortaliça.

Palavras-chave: Competição intra e interespecífica. *Beta vulgaris*. *Vigna unguiculata*.

CHAPTER 2 - BIO-AGROECONOMIC RETURN OF POPULATION DENSITIES OF COWPEA-VEGETABLE INTERCROPPED WITH BEET IN DIFFERENT SPATIAL ARRANGEMENTS.

ABSTRACT

The objective of this work is to evaluate the bio-agroeconomic return of population densities of cowpea-vegetable intercropping with beets in different spatial arrangements of the component cultures. The experimental design was used in randomized blocks with treatments arranged in a 4 x 3 factorial scheme, with four replications. The first factor was

constituted by the population densities of cowpea-vegetable (40, 60, 80 and 100% of the recommended population in single crop - RPSC) in association with beet, and the second factor constituted by three spatial arrangements (2:2, 3:3 and 4:4), consisting of rows of beet (B) alternated with rows of cowpea-vegetable (C). The characteristics evaluated in the cowpea-vegetable and beet were: productivity of green grains and commercial productivity of roots. The indices evaluated competition and agronomic were: overrun index, competitive ratio, land equivalent ratio, actual yield loss, intercropping advantage, beet equivalent production index and productive efficiency index. The economic indicators evaluated were: gross income, net income, rate of return and profitability index. Cowpea-vegetable was a the most aggressive crop in the intercropping system with beet. The greater agroeconomic return of the intercropping of cowpea-vegetable and beet was reached in the population of 40% of RPSC of cowpea-vegetable, regardless of the spatial arrangement used. There was no influence of spatial arrangements between component cultures on the bio-agroeconomic efficiency of the beet and cowpea-vegetable intercropping.

Keywords: Intra and interspecific competition. *Beta vulgaris*. *Vigna unguiculata*.

1. INTRODUÇÃO

Uma das práticas de cultivo usada na agricultura sustentável é a consorciação de culturas que consiste na combinação espacial e temporal, de duas ou mais culturas na mesma área (SEDIYAMA et al., 2014). Esta forma de cultivo permite maior densidade de plantas por unidade de área em relação ao sistema de cultivo solteiro (CUSTÓDIO et al., 2015), promovendo assim, melhor cobertura do solo e, conseqüentemente, menor erosão e maior aproveitamento de água, fertilizantes e defensivos (COSTA et al., 2007), além de contribuir para o aumento da renda do produtor rural (VIEIRA et al., 2014).

A eficiência e as vantagens desse sistema estão interligadas a uma série de fatores de produção que devem ser considerados, entre eles a escolha das espécies que compõem o sistema, densidade populacional, arranjos espaciais, entre outros fatores (OLIVEIRA et al., 2015).

Sabe-se que a densidade populacional intervém na complementaridade espacial e temporal do consórcio. Recomendações de espaçamento e densidade de plantio, no consórcio, têm proporcionado aumento na produtividade e racionalização dos tratamentos culturais necessários. Além de impulsionar uma série de alterações no crescimento e no desenvolvimento das plantas, ditada pela competição intra e interespecífica e pelos

recursos ambientais, afeta também a produção das culturas e seus componentes (LOPES et al., 2008).

Todavia, as várias possibilidades de adequação de espaçamentos e densidades de plantas são denominadas como arranjo de plantas, isto é, a configuração como as plantas estão alocadas na área. Teoricamente, essa configuração, quando em densidade manejada adequadamente promove incrementos na produtividade das culturas, proveniente da complementação da exploração dos recursos do ambiente abaixo e acima do solo, através do melhor arranjo das plantas, minimizando assim, os efeitos da competição intra e interespecífica pelos recursos ambientais (PINTO et al., 2012).

Em sistemas consorciados índices têm sido desenvolvidos para quantificar a habilidade competitiva, eficiência agrônomo/biológica e a viabilidade econômica dos sistemas (PINTO et al., 2011). Entre eles, estão o índice de superação, taxa de competição (TC), índice de uso eficiente da terra (UET), perda de rendimento real (PRR) (CECÍLIO FILHO et al., 2015), índice de eficiência produtiva (IEP), e os indicadores econômicos de renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) (LIMA et al., 2014; OLIVEIRA et al., 2015).

Esses índices são indispensáveis para a análise e descrição de sistemas consorciados, já que representam a ação da competição entre as culturas componentes. Seus valores podem assim ajudar a determinar possíveis combinações de culturas e estabelecer o manejo em sistemas consorciados (CECÍLIO FILHO et al., 2013).

Pesquisas envolvendo a avaliação de sistema consorciado de hortaliças através de índices de habilidade competitiva e eficiência biológica foram realizadas por Cecílio Filho et al. (2015), estudando a eficiência do consórcio de pepino e alface, através de índices biológicos e agroeconômicos, obtiveram vantagens do consórcio em relação ao cultivo solteiro. Batista et al. (2016) avaliando os retornos bio-agroeconômico do consórcio de rúcula e cenoura em diferentes densidades populacionais, obtiveram maior eficiência agroeconômica do consórcio dessas hortaliças na combinação populacional de 40% da PRCS de cenoura com 100% da PRCS de rúcula.

Nesse contexto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o retorno bio-agroeconômico de densidades populacionais de caupi-hortaliça consorciadas com beterraba em diferentes arranjos espaciais das culturas componentes.

2. MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Rafael Fernandes da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, no período de agosto a novembro de 2015. O clima da região é semiárido e de acordo com Köppen é “BSwh”, seco e muito quente, com duas estações climáticas uma seca, que vai geralmente de junho a janeiro e outra chuvosa, de fevereiro a maio (CARMO FILHO et al., 1991). Durante o período experimental, a temperatura média foi de 27,32°C, a média mínima de 27,18°C, a média máxima de 27,75°C, umidade relativa média do ar de 64,56%, radiação solar média de 1906,74 kJm² e precipitação pluviométrica de 0 mm.

O solo da área experimental é classificado como Argissolo Vermelho-Amarelo distrófico latossólico de textura franco-arenosa (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 do Solo e Nutrição de Plantas da UFERSA, fornecendo os seguintes resultados: pH (solo) = 7,46; M.O. = 3,64 g kg⁻¹, P = 63,3 mg dm⁻³, K = 60 mg dm⁻³, Ca = 2,09 cmol_c dm⁻³, Mg = 0,58 cmol_c dm⁻³, Na = 1,7 cmol_c dm⁻³, SB = 8,67 cmol_c dm⁻³ e CE = 1,77 dS m⁻¹.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 x 3, com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído pelas densidades populacionais de caupi-hortaliça de 40, 60, 80 e 100% da população recomendada em cultivo solteiro – PRCS em associação com beterraba, e o segundo fator constituído por três arranjos espaciais entre as culturas componentes (2:2, 3:3 e 4:4), formado de fileiras de beterraba (B) alternadas com fileiras de caupi-hortaliça (C). A densidade de plantio recomendada na região para a beterraba em cultivo solteiro é de 500.000 plantas por hectare (SILVA et al., 2011) e para o caupi-hortaliça é de 200.000 plantas por hectare (SANTOS, 2011). As cultivares de beterraba e de caupi-hortaliça plantadas foram '*Early Wonder*' e '*BRS Itaim*' adaptadas para o cultivo na região nordeste.

O cultivo consorciado foi estabelecido em faixas alternadas, utilizando 50% da área com beterraba e os outros 50% da área com caupi-hortaliça, ladeadas por duas fileiras bordadura de cada cultura em cada lado. A área total das parcelas nos arranjos espaciais 2:2; 3:3 e 4:4 foram de 2,40 m², 3,00 m² e 3,60 m², respectivamente, com uma área útil de 1,00 m², 1,50 m² e 2,00 m². O espaçamento de plantio no consórcio foi de 0,25 m entre fileiras, e dentro das fileiras de caupi o espaçamento variou de acordo com as densidades populacionais estudadas, que foram 0,10; 0,12; 0,17 e 0,25 m, respectivamente. O espaçamento entre plantas de beterraba adotado foi de 0,04 m.

Em cada bloco, foram plantadas parcelas solteiras das culturas de beterraba e de

caupi- hortaliça para obtenção do índice de eficiência do consórcio. Para a beterraba, a área total da parcela foi de 1,44 m², com área útil de 0,80 m², no espaçamento 0,20 m x 0,10 m. Para o caupi-hortaliça, a área total foi de 3,60 m², com área útil de 2,00 m², no espaçamento 0,50 m x 0,10 m.

O preparo do solo constituiu-se de limpeza mecânica da área com o auxílio de um trator com arado acoplado, seguida de uma gradagem e levantamento dos canteiros com auxílio de um retroencanteirador. Foi realizada uma solarização pré-plantio de acordo com a metodologia de Silva et al. (2006).

Realizou-se a adubação verde com flor-de-seda (*Calotropis procera* (Aiton) W.T. Aiton.) em todas as parcelas experimentais e a coleta desse adubo foi realizada nas proximidades da cidade de Mossoró-RN. As plantas foram cortadas manualmente com o auxílio de facão, extraíndo-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 atingirem teor de umidade de 10%. Para a determinação desse teor, amostras foram retiradas e colocadas em estufa de circulação forçada de ar a uma temperatura de 65°C até atingirem peso constante. Esses resultados foram utilizados para corrigir os pesos das dosagens que foram utilizadas no experimento. Em seguida para a determinação da composição nutricional do material, amostras foram retiradas e encaminhadas ao Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas da UFERSA, fornecendo os seguintes resultados: N=18,4 g kg⁻¹; P= 3,1 g kg⁻¹; K= 4,5 g kg⁻¹; Ca= 16,3 g kg⁻¹; Mg= 13,5 g kg⁻¹ e uma relação carbono/nitrogênio de 25:1.

Duas incorporações do adubo verde nas parcelas dos cultivos consorciados e solteiros foram realizadas, sendo 50% das quantidades da flor-de-seda incorporadas aos 20 dias antes do plantio (MORAES, 2015) e os 50% restantes incorporado aos 40 dias após o plantio (ANDRADE FILHO, 2012). As parcelas experimentais dos cultivos consorciados foram fertilizadas com a quantidade de 47 t ha⁻¹ de biomassa de flor-de-seda (BEZERRA NETO et al., 2013) e para os cultivos solteiros de beterraba e caupi-hortaliça foram utilizados as quantidades de 39 e 59 t ha⁻¹ de biomassa de flor-de-seda, respectivamente, tendo como base as recomendações de Andrade Filho (2012) e Vieira (2014).

Durante a condução do experimento, foram efetuadas irrigações em dois turnos de rega (manhã e tarde) e capinas manuais para o controle de plantas invasoras.

As sementes da beterraba e do caupi-hortaliça foram realizadas simultaneamente, no dia 14 de setembro de 2015, em covas de aproximadamente 3 cm de profundidade,

colocando-se em média 3 sementes por cova para a cultura da beterraba e 2 duas sementes por cova para o caupi-hortaliça. Aos 15 e 10 dias após a semeadura (DAS), foram realizados os desbaste das plantas de beterraba e do caupi-hortaliça, respectivamente.

Aos 50 dias após a semeadura (DAS) foram marcadas aleatoriamente oito plantas de caupi na área de cada parcela experimental, para obtenção de dados. Foram realizadas quatro colheitas do caupi-hortaliça no período de 55 a 65 dias. Na beterraba, a colheita foi efetuada aos 70 dias após a semeadura. Após a colheita, as culturas foram encaminhadas ao laboratório para as devidas avaliações.

As características avaliadas na cultura da beterraba e do caupi-hortaliça para avaliação dos índices foram: produtividade de raízes comerciais determinada através da massa fresca das raízes das plantas da área útil, livres de rachaduras, bifurcações, nematóides e danos mecânicos, expressa em t ha⁻¹ e produtividade de grãos verdes de caupi-hortaliça, determinado, através da quantidade de grãos verdes obtida na área útil de cada parcela, expressa em t ha⁻¹.

Os índices avaliados foram: índice de superação (IS), taxa de competição (TC), índice de uso eficiente da terra (UET), perda de rendimento real (PRR), vantagem do consórcio (VC), índice de produtividade equivalente de beterraba (IPE_b) e índice de eficiência produtiva (IEP). Os indicadores econômicos avaliados foram: renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL).

O índice de superação (IS), foi determinado a através da seguinte expressão: (MCGILCHRIST; TRENBATH, 1971)

$$IS_{bch} = [(Y_{bch}/(Y_b * Z_{bch}) - (Y_{chb}/(Y_{ch} * Z_{chb})) * (Z_{chb}/Z_{bch})] \text{ e } IS_{chb} = [(Y_{chb}/(Y_{ch} * Z_{chb}) - (Y_{bch}/(Y_b * Z_{bch})) * (Z_{chb}/Z_{bch})].$$

IS_{bch} = é o índice de superação da beterraba em consórcio com o caupi-hortaliça;

IS_{chb} = é o índice de superação do caupi-hortaliça em consórcio com a beterraba;

Y_{bch} = é o rendimento da beterraba consorciada com o caupi-hortaliça;

Y_{chb} = é o rendimento do caupi-hortaliça consorciado com a beterraba;

Y_b = é o rendimento de beterraba em cultivo solteiro;

Y_{ch} = é o rendimento do caupi-hortaliça em cultivo solteiro;

Z_{bch} = é a proporção de plantio da beterraba em consórcio com o caupi-hortaliça;

Z_{chb} = é a proporção de plantio do caupi-hortaliça em consórcio com a beterraba;

Quando IS_{bch} é maior que zero, a habilidade da cultura da beterraba, excede a habilidade

do caupi-hortaliça no consórcio, ou vice-versa.

A taxa de competição da beterraba (TC_b) e do caupi-hortaliça (TC_{ch}) foi calculada a partir do índice de superação proposto por Willey e Rao (1980), determinado pelas seguintes expressões:

$$TC_b = [(Y_{bch}/Y_b)/(Y_{chb}/Y_{ch})]*(Z_{chb}/Z_{bch}) \text{ e } TC_{ch} = [(Y_{chb}/Y_{ch})/(Y_{bch}/Y_b)]*(Z_{bch}/Z_{chb}).$$

Y_{ch} , Y_b , Y_{bch} , Y_{chb} , Z_{chb} e Z_{bch} estão definidos na descrição do índice de superação (IS).

O índice de uso eficiente da terra (UET) é definido por Willey & Osiru (1972), como a área relativa de terra sob condições de plantio isolado que é requerida para proporcionar as produtividades alcançadas no consórcio, sendo definido pela seguinte expressão:

$$(Y_{bch}/Y_{bb}) + (Y_{chb}/Y_{ch}), \text{ onde:}$$

Y_{bch} = produtividade de raízes comerciais de beterraba em consórcio com a produtividade de grãos verdes do caupi-hortaliça;

Y_{bb} = produtividade de raízes comerciais de beterraba em cultivo solteiro;

Y_{chb} = produtividade de grãos verdes de caupi-hortaliça em consórcio com a beterraba;

Y_{ch} = produtividade de grãos verdes de caupi-hortaliça em cultivo solteiro.

A perda de rendimento real (PRR), segundo Banik (1996) foi definida pela seguinte expressão:

$$PRR = PRR_b + PRR_{ch}; PRR_b = [\{(Y_b / Z_{bch}) / (Y_b / Z_{bb})\} - 1] \text{ e } PRR_{ch} = [\{(Y_{chb} / Z_{chb}) / (Y_{ch} / Z_{ch})\} - 1], \text{ onde:}$$

PRR = perda real de rendimento da consorciação;

PRR_b = perda real de rendimento da beterraba;

PRR_{ch} = perda real de rendimento do caupi-hortaliça;

Z_{ch} = proporção de plantio do caupi-hortaliça em cultivo solteiro;

Z_{bb} = proporção de plantio da beterraba em cultivo solteiro;

Z_{chb} = proporção de plantio de caupi-hortaliça em consórcio com a beterraba;

Z_{bch} = proporção de plantio da beterraba em consórcio com o caupi-hortaliça;

Y_{ch} , Y_b , Y_{bch} , Y_{chb} , Z_{chb} , Z_{bch} , Z_{bb} e Z_{ch} , estão definidos na descrição do índice de superação (IS).

A vantagem do consórcio (VC), foi determinada pela fórmula:

$$VC = VC_b + VC_{ch}, \text{ onde:}$$

VC_b = Vantagem do consórcio da beterraba;

VC_{ch} = Vantagem do consórcio de caupi-hortaliça $VC_b = PRR_b * P_b$

$VC_{ch} = PRR_{ch} * P_{ch}$, onde:

PRR_b e PRR_{ch} estão definidos na descrição da perda de rendimento real (PRR), P_b é o preço da beterraba em R\$ kg⁻¹ e P_{ch} é o preço do caupi-hortaliça em R\$ kg⁻¹. Os valores pagos para beterraba e o caupi-hortaliça em dezembro de 2015 foram de R\$ 2,50 kg⁻¹ e R\$ 7,50 kg⁻¹, respectivamente.

O índice de produção equivalente de beterraba (IPE_b) é um índice de produção combinada para duas culturas que foi determinado através da seguinte equação de transformação de acordo com Ramalho et al. (1983):

$$\text{IPE}_b = Y_b + r Y_{ch}, \text{ onde:}$$

IPE_b é o índice de produção equivalente da beterraba;

Y_b é a produção comercial de raízes de beterraba (t ha⁻¹);

Y_{ch} é a produção de grãos verdes de caupi-hortaliça (t ha⁻¹);

r é a relação entre os preços de caupi-hortaliça (R\$ 7,50 kg⁻¹) e de beterraba (R\$ 2,50 kg⁻¹).

No cálculo do índice de eficiência produtiva de cada tratamento, foi usado o modelo DEA com retornos constantes à escala (CHARMES et al., 1979), já que, não há diferenças de escalas significativas. Esse modelo tem a formulação matemática na qual: X_{ik}: valor do *input* i (i = 1, ..., s), para o tratamento k (k = 1, ..., n); Y_{jk}: valor do *output* j (j = 1, ..., r), para o tratamento k; v_i e u_j: pesos atribuídos a inputs e outputs, respectivamente; O: tratamento em análise.

$$\begin{aligned} &\text{Max } \sum_{i=1}^s v_i x_{io} \\ &\sum_{j=1}^s u_j y_{jo} = 1 \\ &\sum_{j=1}^s u_j y_{jk} - \sum_{i=1}^s v_i x_{ik} \leq 0, k = 1, \dots, n \quad u_j, v_i \geq 0, i=1, \dots, s, j=1, \dots, r \end{aligned}$$

As unidades de avaliação foram os tratamentos (consórcios), em um total de doze. Como *outputs*, foram utilizadas as produtividades de beterraba e de caupi-hortaliça. Para avaliar os rendimentos de cada parcela, considerou-se um único recurso com nível unitário, já que, os *outputs* incorporaram os possíveis *inputs*. Esse modelo é equivalente ao modelo multicritério aditivo, com particularidade de que as próprias alternativas atribuem pesos a cada critério, ignorando qualquer opinião de eventual decisor. Ou seja, o DEA é usado como ferramenta multicritério e não como uma medida de eficiência clássica.

Na modelagem deste estudo usou-se o índice de renda líquida como *input*.

Os custos foram determinados e verificados ao final do ciclo produtivo em dezembro de 2015, procedendo-se a análise de custo do tipo ex-post. A modalidade de

custos analisada nesta pesquisa representa os gastos totais (custos totais) por hectare de área cultivada, que engloba 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

A renda bruta (RB), foi determinada através do valor de produção obtida por hectare, e o preço pago ao produtor em nível de mercado na região, no mês de dezembro de 2015. Os preços pagos para a beterraba e o caupi-hortaliça foram de R\$ 2,50 kg⁻¹ e R\$ 7,50 kg⁻¹, respectivamente. A renda líquida (RL) foi calculada subtraindo-se a renda bruta (RB) por hectare, dos custos totais (CT) de produção.

A taxa de retorno (TR) foi expressa pela relação entre a renda bruta (RB) e os custos totais (CT), ou seja, $TR = RB/CT$, correspondendo a quantos reais são obtidos para cada real investido no cultivo consorciado de beterraba e caupi-hortaliça em função dos tratamentos aplicados. Somado a isto, o índice de lucratividade (IL), consistiu na relação entre a renda líquida (RL) e a renda bruta (RB), expressa em porcentagem.

Análises univariadas de variância foram realizadas na avaliação das características das culturas componentes e dos índices de eficiência agroeconômico do consórcio, utilizando o software SISVAR (FERREIRA, 2011). O procedimento de ajustamento de curvas de resposta para as diferentes densidades populacionais foi realizado através do software Table Curve (JANDEL SCIENTIFIC, 1991). O teste de Tukey a 5% de probabilidade foi usado para comparar as médias entre os arranjos espaciais.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Produtividade de caupi-hortaliça e de beterraba

Não houve interação significativa entre densidades populacionais de caupi-hortaliça e arranjos espaciais entre as culturas componentes para nenhuma das características avaliadas na beterraba. Entretanto em relação as diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça verificaram-se ajustamento de curva de resposta para produtividade de grãos verdes e produtividade comercial de beterraba.

Na produtividade de grãos verdes, observou-se um comportamento crescente em função do aumento das densidades populacionais de caupi-hortaliça, alcançando o valor máximo de 1,49 t ha⁻¹ na densidade de 95,11% da PRCS de caupi-hortaliça, decrescendo em seguida até a última densidade populacional estudada. Comportamento inverso foi

observado para a produtividade comercial de beterraba, onde se observou um comportamento decrescente em função do aumento das densidades populacionais do caupi-hortaliça, com o valor máximo de 13,11 t ha⁻¹ na menor densidade populacional estudada (Figura 1).

Esse comportamento demonstra que a produtividade de beterraba foi reduzida com o aumento da produtividade do caupi-hortaliça, revelando uma forte competição interespecífica entre as culturas. Entretanto, a produtividade do caupi-hortaliça não foi afetada pela presença da beterraba, indiferença essa decorrente dos atributos do caupi-hortaliça, como rápida emergência e crescimento.

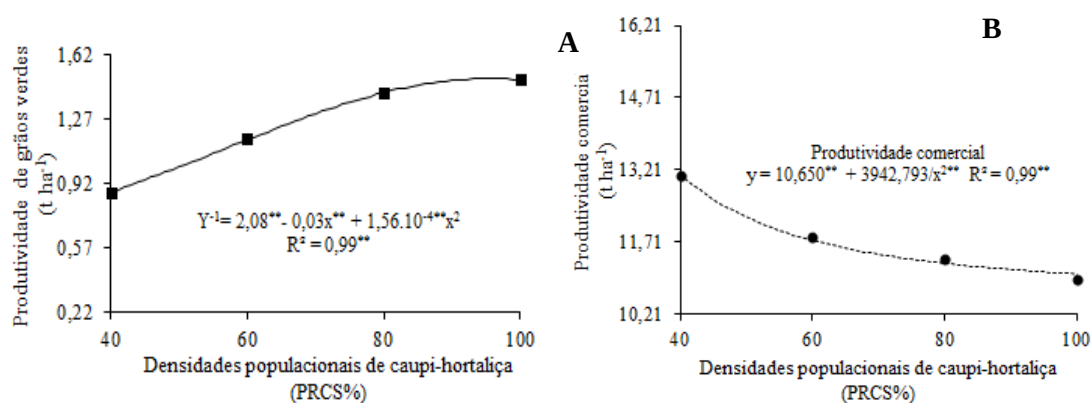


Figura 1. Produtividade de grãos verdes de caupi-hortaliça (A) e produtividade comercial de beterraba em sistema consorciado em diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

3.2 Índices de competição

Não houve interação significativa entre densidades populacionais de beterraba e caupi-hortaliça e arranjos espaciais entre as culturas componentes nos índices de superação e nas taxas de competição da beterraba, e do caupi-hortaliça, na perda real de rendimento e na vantagem do consórcio dessas culturas.

Comportamento crescente no índice de superação e na taxa de competição da beterraba em função do aumento das densidades populacionais do caupi-hortaliça, foi registrada com valores máximos de -0,41 e 0,75 na densidade populacional de caupi-hortaliça de 100% da PRCS. Comportamento inverso foi registrado no índice de superação e na taxa de competição do caupi-hortaliça, no qual estes índices decresceram com o aumento das densidades populacionais, obtendo-se os valores máximos de 0,64 e 1,73 na densidade de caupi-hortaliça de 40% da PRCS (Figuras 2A e B).

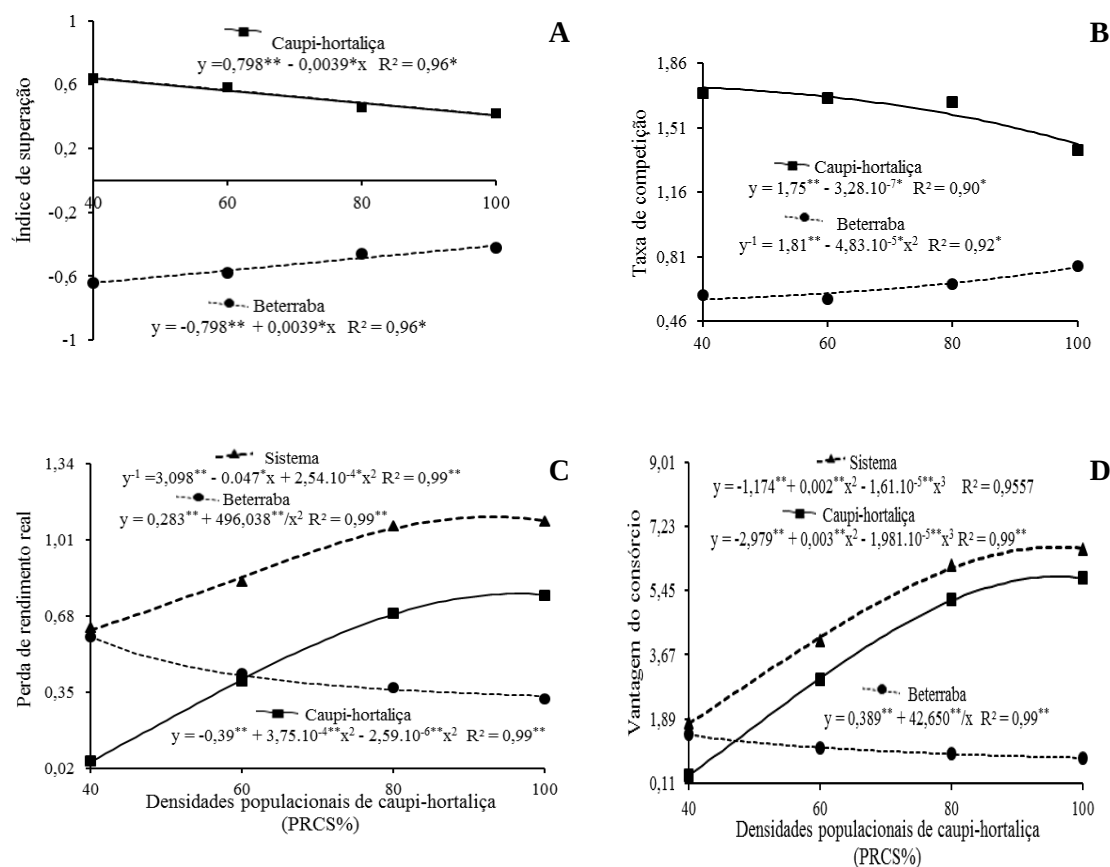


Figura 2. Índices de superação (A), taxa de competição (B), perda de rendimento real (C), e vantagem do consórcio (D) de caupi-hortaliça consorciado com beterraba em diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

Esses índices identificam as relações de competição entre as espécies cultivadas, evidenciando que a beterraba foi a cultura dominada no consórcio e o caupi-hortaliça a cultura dominante. Isso mostra que a beterraba possuiu menor capacidade de competir pelos recursos ambientais que o caupi-hortaliça, provavelmente por este apresentar uma rápida velocidade de emergência e crescimento inicial, permitindo assim, um melhor aproveitamento dos recursos ambientais.

Para a perda de rendimento real e vantagem do consórcio da beterraba observou-se um comportamento decrescente em função do aumento das densidades estudadas, com valores máximos de 0,59 e 1,45 na densidade populacional de 40% da PRCS do caupi-hortaliça. Esses resultados podem ser atribuídos a melhor utilização dos recursos do ambiente e a baixa concorrência entre a beterraba e o caupi-hortaliça nas menores densidades estudadas.

Por outro lado, um comportamento crescente em função das densidades

populacionais do caupi foi registrado para a perda de rendimento real e vantagem do consórcio do caupi-hortaliça e do sistema associado, alcançando os valores máximos de 0,77 e 1,10 e de 5,86 e 6,66 nas densidades de 96,39 e 92,94% e de 96,20 e 97,17% da PRCS de caupi-hortaliça, respectivamente, decrescendo em seguida até a última densidade populacional estudada, (Figura 2C e 2D). Esses valores indicam vantagem do sistema consorciado em relação ao monocultivo, já que os valores encontrados foram superiores a unidade no sistema. E também demonstram que apesar de toda a competição sofrida pelo caupi-hortaliça, a beterraba não sofreu perdas significativas em sua produtividade no sistema consorciado.

Não foi observada diferença significativa entre os arranjos espaciais, na taxa de competição, na perda real de rendimento e na vantagem do consórcio (Tabelas 1). Esse resultado evidencia que não houve praticamente interferência de competição proporcionada pelos arranjos espaciais no consórcio de caupi-hortaliça e beterraba.

Tabela 1. Índice de superação da beterraba (IS_{bch}) e do caupi-hortaliça (IS_{chb}), taxa de competição da beterraba (TC_b) e do caupi-hortaliça (TC_{ch}), perda real de rendimento da beterraba (PRR_b), do caupi-hortaliça (PRR_{ch}) e do consórcio (PRR) e vantagem do consórcio de beterraba (VC_b), do caupi-hortaliça (VC_{ch}) e do sistema (VC) consorciado de beterraba com caupi-hortaliça em diferentes arranjos espaciais. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

Arranjos espaciais	IS_{bch}	IS_{chb}	TC_b	TC_{ch}	PRR_b
2:2	-0,66b	0,66a	0,59a	1,75a	0,41a
3:3	-0,45a	0,45b	0,70a	1,51a	0,45a
4:4	-0,47a	0,47b	0,66a	1,54a	0,42a
Arranjos espaciais	PRR_{ch}	PRR	VC_b	VC_{ch}	VC
2:2	0,63a	1,05a	1,04a	4,75a	5,79a
3:3	0,41a	0,86a	1,13a	3,05a	4,17a
4:4	0,39a	0,81a	1,06a	2,95a	4,01a

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

Diferença significativa foi registrada entre os arranjos espaciais apenas nos índices de superação da beterraba e do caupi-hortaliça, com o arranjo 2:2 se destacando dos demais no índice de superação do caupi-hortaliça e os arranjos espaciais 3:3 e 4:4 sobressaindo-se do 2:2 no índice de superação da beterraba (Tabela 1). Esses resultados provavelmente foram decorrentes do arranjo 2:2 apresentar um menor número de entre linhas da beterraba, os quais possibilitaram que esta melhor aproveitasse os fatores do meio (luz, água, nutrientes, CO_2 , etc.), permitindo um maior arejamento entre as plantas, favorecendo as

trocas gasosas e evitando a umidade excessiva, possibilitando assim plantas mais competitivas.

3.3 Índices de eficiência agrônomo/biológica

Não houve interação significativa entre densidades populacionais de caupi-hortaliça e arranjos espaciais, entre as culturas componentes para os índices de uso eficiente da terra, da beterraba, do caupi-hortaliça e do sistema, e para os índices de eficiência produtiva e produção equivalente da beterraba.

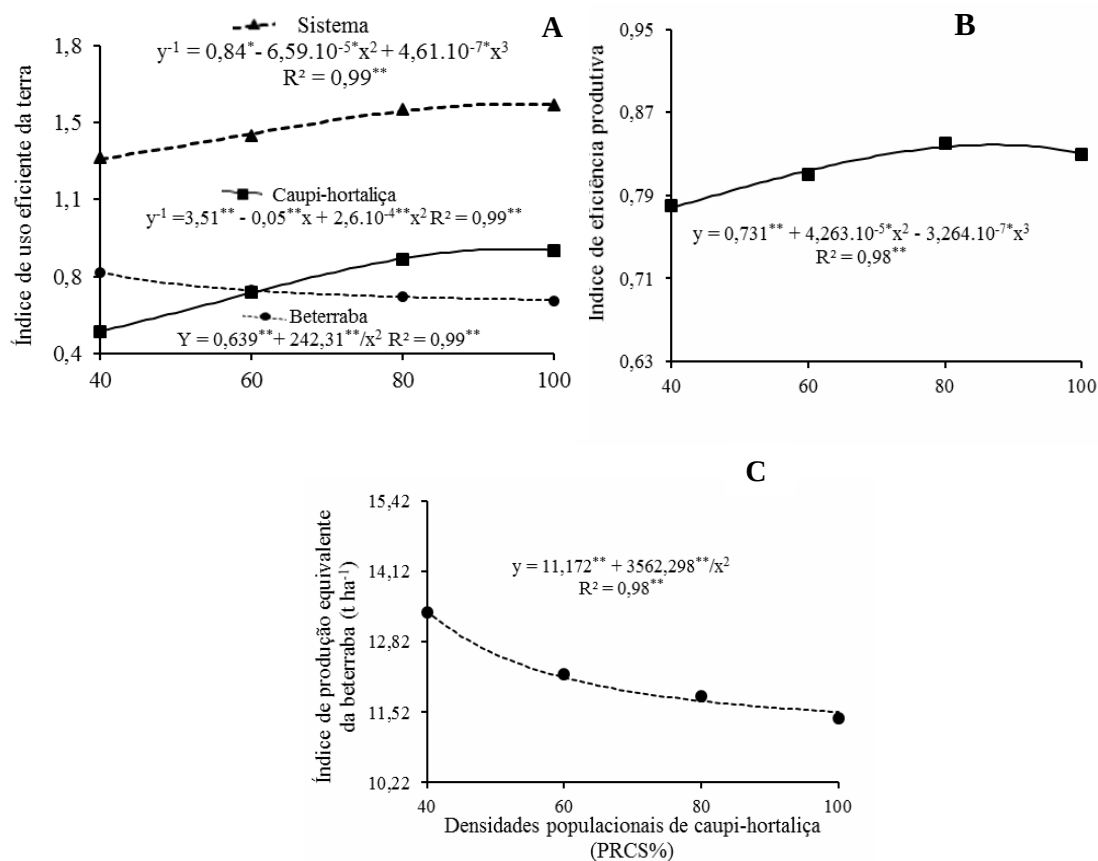


Figura 3. Índices de uso eficiente da terra (A), índice de eficiência produtiva (B) e índice de produtividade equivalente de beterraba (C) consorciada com caupi-hortaliça em diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

Comportamento crescente foi observado nos índices de uso eficiente da terra do sistema (UET_s), do caupi-hortaliça (UET_{ch}) e no índice de eficiência produtiva (IEP), em função do aumento das densidades populacionais de caupi-hortaliça, até os valores máximos de 1,57; 0,89 e 0,84 nas densidades de 95,20; 94,49 e 87% da PRCS de caupi-

hortaliça, respectivamente, decrescendo em seguida até a última densidade estudada (Figura 3A e 3B).

Para o índice de uso eficiente da terra do sistema, os valores encontrados foram acima de 1, comprovando a eficiência do consórcio. Esses valores indicam melhor aproveitamento dos recursos ambientais.

Ao se comparar os resultados dos índices que fornecem indicação de vantagem relativa de produção combinada, IEP e UET, verifica-se que ambos foram semelhantes ao apresentarem comportamento crescente. Ribeiro et al. (2017) estudando diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça consorciado com cenoura, observaram um índice de eficiência produtiva de 0,75 na densidade de 100% da PRCS do caupi-hortaliça, valor distinto do obtido neste trabalho. De acordo com Bezerra Neto et al. (2007), em determinados sistemas consorciados, as eficiências nos rendimentos são maximizadas pelo aumento da pressão nas densidades populacionais a um nível maior ou semelhante aos das culturas componentes em cultivo solteiro.

Os índices de uso eficiente de terra e de produção equivalente da beterraba apresentaram um comportamento decrescente em função do aumento das densidades populacionais do caupi-hortaliça, obtendo-se valores máximos de 0,79 e 13,39 t ha⁻¹ na densidade populacional de 40% do caupi-hortaliça da PRCS (Figura 3A e 3C). Diante dos índices individuais de competição das culturas, observou-se que a consorciação com o caupi-hortaliça nas maiores densidades foi prejudicial à produção da beterraba.

Os resultados encontrados para as UETs parciais das culturas são equivalentes aos encontrados para o índice de superação e taxa de competição, reforçando mais uma vez que o caupi-hortaliça foi mais competitivo que a beterraba no sistema consorciado. De acordo com Ribas (2017) quando uma cultura é mais agressiva que a outra dentro do consórcio, quando se aumenta sua população tende a haver uma diminuição na produtividade da outra.

Diferenças significativas entre os arranjos espaciais não foram observados em nenhum dos índices avaliados (Tabela 2). Apesar dessas culturas apresentarem hábitos de crescimento e desenvolvimento temporal distintos, os resultados encontrados indicam uma reduzida interferência na competição proporcionada pelos arranjos espaciais entre as culturas, pelos fatores ambientais.

Tabela 2. Índices de uso eficiente da terra do sistema (UET_s), da beterraba (UET_b) e do caupi-hortaliça (UET_{ch}), índice de produtividade equivalente da beterraba (IPE_b) e de eficiência produtiva (IEP) de caupi-hortaliça consorciado com beterraba em diferentes arranjos espaciais. Mossoró, RN, UFRSA, 2017.

Arranjos espaciais	UET _s	UET _b	UET _{ch}	IPE _b (t ha ⁻¹)	IEP
2:2	1,52a	0,70a	0,82a	12,12a	0,86a
3:3	1,43a	0,72a	0,70a	12,36a	0,81a
4:4	1,41a	0,71a	0,69a	12,13a	0,77a

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

3.4 Indicadores econômicos

Não houve interação significativa entre densidades populacionais de beterraba e caupi-hortaliça e arranjos espaciais entre as culturas componentes para os indicadores econômicos de renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade.

Para a renda bruta e líquida, verificou-se um aumento em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça, até os valores máximos de 39.330,87 e 17.022,38 R\$ ha⁻¹ nas densidades de 52,22 e 42,45% da PRCS do caupi-hortaliça, respectivamente, decrescendo em seguida até a maior densidade estudada (Figura 4A e 4B).

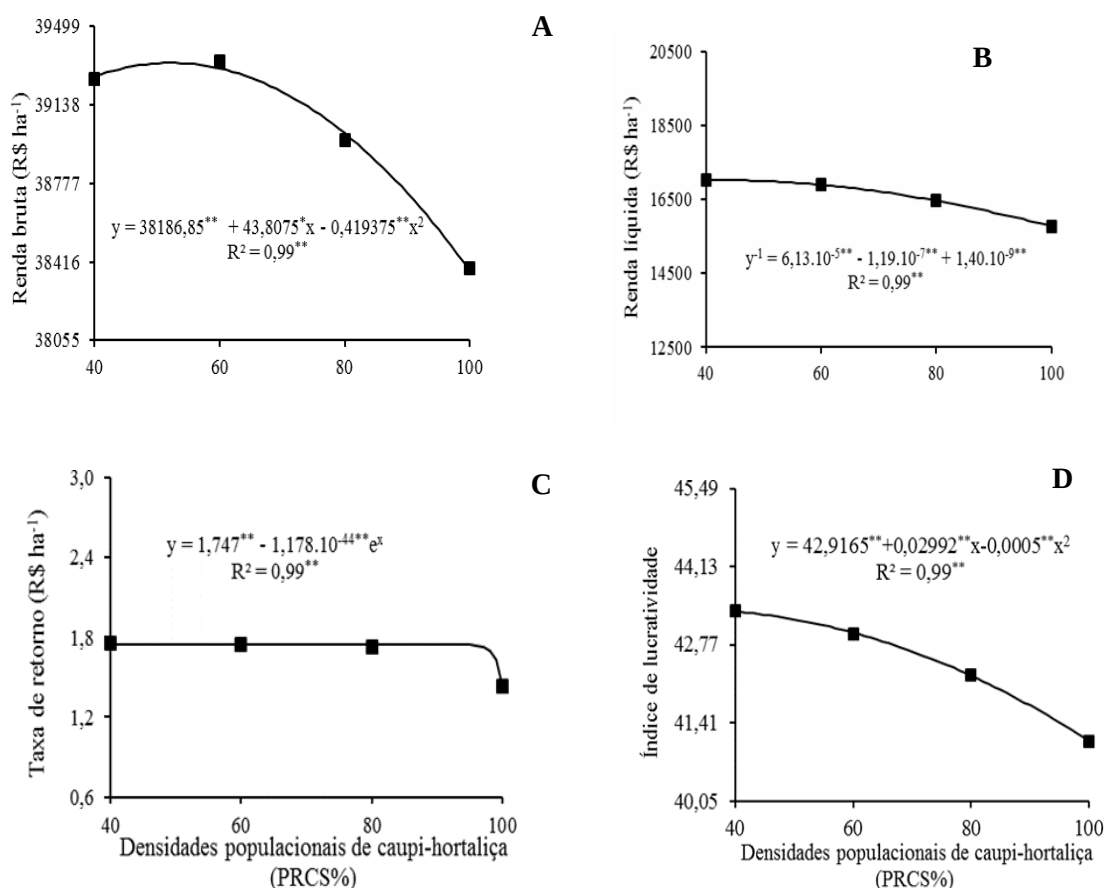


Figura 4. Renda bruta (A), renda líquida (B), taxa de retorno (C) e índice de lucratividade (D) de caupi-hortaliça consorciado com beterraba em diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

Esses resultados foram superiores aos encontrados por Ribeiro et al. (2017), que avaliando agroeconomicamente o consórcio de cenoura e caupi-hortaliça em diferentes densidades populacionais, encontraram valores para renda bruta e renda líquida de R\$ 23.493,07 e 7.957,12; respectivamente. Dentre esses indicadores a renda líquida expressa melhor o valor econômico dos sistemas de cultivos consorciados, pois nela se encontram deduzidos os custos de produção (Bezerra Neto et al., 2012). Esses indicadores indicam também que a superioridade agrônômica obtida nos consórcios se traduziram em vantagem econômica.

Observou-se um comportamento estável na taxa de retorno com o valor máximo de 1,75 na densidade de 40% da PRCS (Figura 4C). Para o índice de lucratividade esse comportamento foi decrescente com o aumento das densidades populacionais do caupi-hortaliça, obtendo-se valor máximo de 43,34% na densidade de 40% da PRCS (Figura 4D). Esses valores expressam a viabilidade econômica desse sistema de cultivo, indicando

que a cada R\$ 1,00 investido no consórcio de beterraba e caupi-hortaliça tem-se um retorno da ordem de R\$ 1,75. Em termos de vantagem econômica, o índice de lucratividade de 43,34% representa a margem de lucro obtida com o consórcio de beterraba e caupi-hortaliça (PEREIRA et al., 2015).

Estes resultados são semelhantes aos encontrados para a renda líquida demonstrando que a superioridade agrônômica obtida através da maior produtividade de beterraba e caupi-hortaliça em consórcio traduziu-se em vantagens econômicas.

Diferenças significativas entre os arranjos espaciais não foram observadas em nenhum dos indicadores avaliados (Tabela 3). Resultados distintos foram obtidos por Ribeiro et al. (2017), em que obtiveram melhor eficiência econômica no arranjo 2:2. Entretanto, os resultados encontrados neste trabalho para esses índices são semelhantes aos obtidos nos índices agrônômico/biológico, indicando que independente do arranjo utilizado, o consórcio foi eficiente.

Tabela 3 - Renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) de caupi-hortaliça consorciado com beterraba em diferentes arranjos espaciais. Mossoró, RN, UFERSA, 2017

Arranjos espaciais	RB (R\$ t ha ⁻¹)	RL (R\$ t ha ⁻¹)	TR	IL
2:2	39405 a	17046 a	1,76 a	42,31 a
3:3	38734 a	16178 a	1,71 a	39,33 a
4:4	38077 a	16020 a	1,72 a	39,45 a

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

4. CONCLUSÕES

O caupi-hortaliça foi a cultura mais agressiva no sistema consorciado com a beterraba.

Os retornos bio-agroeconômico do consórcio de caupi-hortaliça com beterraba foram obtidos na densidade populacional de 40% da PRCS do caupi-hortaliça, independentemente do arranjo espacial utilizado.

Não houve influência dos arranjos espaciais entre as culturas componentes na eficiência agroeconômica do consórcio de beterraba e caupi-hortaliça.

5. REFERÊNCIAS

- BANIK, P. Evaluation of wheat (*Triticum aestivum*) and legume intercropping under 1:1 e 2:1 row-replacement series system. **Journal Agronomy and Crop Science**, Berlin or Malden, v. 176, n. 5, p. 289- 294, 1996.
- BATISTA, T.M. de. V. et al. Bio-agro-economic returns from carrot and salad rocket as intercrops using hairy woodrose as green manure in a semi-arid region of Brazil. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 67, p. 458-465, 2016.
- BEZERRA NETO, F. et al. Assessment of agroeconomic indices in polycultures of lettuce, rocket and carrot through uni- and multivariate approaches in semi-arid Brazil. **Ecological Indicators**, Amsterdam, v. 1, n. 14, p. 11-17, 2012.
- BEZERRA NETO, F. et al. Análise multidimensional de consórcios cenoura-alface sob diferentes combinações de densidades populacionais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 42, n. 12, p. 1697-1704, 2007.
- 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).
- CECÍLIO FILHO, A. B. et al. Indices of bio-agroeconomic efficiency in intercropping systems of cucumber and lettuce in greenhouse. **Australian Journal of Crop Science**, Austrália, v. 9, n. 12, p. 1154-1164, 2015.
- CECÍLIO FILHO, A.B. et al. Indices of competition and bio-agroeconomic efficiency of lettuce and tomato intercrops in greenhouses. **Australian Journal of Crop Science**, Austrália, v. 7, n. 6, p. 809-819, 2013.
- 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.
- COSTA, C.C. et al. Viabilidade agrônômica do consórcio de alface e rúcula, em duas épocas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 25, n. 1, p. 34-40, 2007.
- CUSTÓDIO, A.M. et al. Desempenho agrônômico de consórcios entre rabanete e alface no Oeste goiano. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 10, n. 5, p. 56 - 60, 2015.
- EMBRAPA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2ª ed. Rio de Janeiro: Embrapa, 2006. 306p.
- FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v. 35, n. 6, p. 1039-1042, 2011.
- JANDEL SCIENTIFIC. **Table Curve**: curve fitting software. 2 ed. Corte Madera, CA: Jandel Scientific, 1991. 280 p.

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

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

McGILCHRIST, C. A.; TRENBATH, B. R. A revised analysis of plant competition experiments. **Biometrics**, Raleigh, v. 27, n. 2, p 659-671, 1971.

MORAES, E. C. de. **Viabilidade do consócio de beterraba e caupi-hortaliça sob adubação com flor-de-seda e arranjos espaciais**. Mossoró. Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2016. 79f. Tese Doutorado.

OLIVEIRA, L. A. A. et al. Viabilidade agronômica de policultivos de rúcula/cenoura/ alface sob quantidades de flor-de-seda e densidades populacionais. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 28, n. 4, p. 116-126, 2015.

PEREIRA, B.B.M. et al. Eficiência econômica de cultivares de coentro consorciado com rabanete adubado com jitrana mais esterco bovino. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 10, n.3, p 23 - 28, 2015.

PINTO, C. M.; PINTO, O. R. O.; PITOMBEIRA, J. B. Mamona e girassol no sistema de consorciação em arranjo de fileiras: habilidade competitiva. **Revista Brasileira de Agropecuária Sustentável**, Viçosa, v.2, n.2., p.103-113, 2012.

PINTO, C. M. et al. Produtividade e índices competição da mamona consorciada com Gergelim, algodão, milho e feijão caupi. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, Pombal, v. 6, n. 2, p. 75-85, 2011.

RAMALHO, M. A. P.; OLIVEIRA, A.C.; GARCIA, J. C.1983. **Recomendações para o planejamento e análise de experimentos com as culturas de milho e feijão consorciadas**. Sete Lagoas: EMBRAPA/CNPMS. 74p. (Documentos, 2).

RIBAS, R.G.T. **Densidades populacionais de pepino sobre índices agroeconômicos do consócio com alface**. Jaboticabal: Universidade Estadual Paulista, 2017, 185p. Tese Doutorado.

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

SANTOS, C. A. F. **Cultivares de feijão-caupi para o Vale do São Francisco**. Embrapa Semiárido. Petrolina, PE, 2011. (Circular técnico, 94).

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

SILVA, M. L. et al. Produção de beterraba fertilizada com jitrana em diferentes doses e

tempos de incorporação ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 8, p. 801-809, 2011.

SILVA, M. G. et al. Efeito da solarização, adubação química e orgânica no controle de nematóides em alface sob cultivo protegido. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 24, n. 4, p. 489-494, 2006.

VIEIRA, F. A. **Dose de máxima eficiência agroeconômica de flor-de-seda no cultivo solteiro do caupi-hortaliça**. Mossoró: Universidade Federal Rural do Semi-Árido, 2014. 55p. Dissertação Mestrado.

VIEIRA, J.C.B. et al. Viabilidade agroeconômica da consorciação do taro com feijão-vagem indeterminado em razão da época de plantio. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 61, n. 2, p. 229-233, 2014.

WILLEY, R.W.; RAO, M.R. A competitive ratio for quantifying completion between intercrops. **Experimental Agriculture**, London, v. 16, n. 2, p. 117-125, 1980.

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

APÊNDICE

Tabela 1. Valores de “F” da produtividade total (PT), produtividade comercial (PC) e produtividade classificada de raízes em extra (E), extra A (EA), extra AA (EAA) e graúdas (GR) de beterraba consorciada com caupi-hortaliça sob diferentes densidades populacionais e arranjos espaciais das culturas componentes Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

FV	GL	PT	PC	E	EA	EAA	GR
Blocos	3	0,94 ^{ns}	1,23 ^{ns}	0,09 ^{ns}	1,60 ^{ns}	0,94 ^{ns}	1,43 ^{ns}
Densidades (D)	3	2,16 ^{ns}	1,72 ^{ns}	0,39 ^{ns}	1,40 ^{ns}	0,85 ^{ns}	0,05 ^{ns}
Arranjos (A)	3	0,36 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,36 ^{ns}	0,62 ^{ns}	0,47 ^{ns}	0,25 ^{ns}
D x A	9	2,30 ^{ns}	2,16 ^{ns}	2,36 ^{ns}	2,28 ^{ns}	2,35 ^{ns}	0,61 ^{ns}
CV (%)		16,99	20,97	23,75	29,25	58,86	47,26

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

Tabela 2. Valores de “F” de altura de plantas (AP), massa fresca da parte aérea (MFPA), massa seca de raízes (MSR), produtividade de raízes refugo (PRR) e diâmetro de raízes (DR) de beterraba consorciada com caupi-hortaliça sob diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça e arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

FV	GL	AP	MFPA	PRR	MSR	DR
Blocos	3	0,40 ^{ns}	0,36 ^{ns}	2,22 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,83 ^{ns}
Densidades (D)	3	1,22 ^{ns}	3,22 ^{ns}	3,62*	0,58**	0,37 ^{ns}
Arranjos (A)	2	0,37 ^{ns}	0,35 ^{ns}	4,68*	3,09 ^{ns}	0,77 ^{ns}
D x A	6	2,21 ^{ns}	1,88 ^{ns}	1,57 ^{ns}	0,48 ^{ns}	1,69 ^{ns}
CV (%)		5,21	11,24	21,26	27,23	12,36

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

Tabela 3. Valores de “F” de comprimento de vagem verde (CVV), número de vagens por m² (NV/m²), produtividade de vagens verdes (PVV), massa seca de vagens verdes (MSVV), número de grãos por vagem (NGV), peso de 100 grãos verdes (P100GV), produtividade de grãos verdes (PGV) e massa seca de grãos verdes (MSGV) de caupi-hortaliça consorciado com beterraba sob diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça e arranjos espaciais. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

FV	GL	CVV (cm)	NV (m ²)	PVV (t ha ⁻¹)	MSVV (t ha ⁻¹)	NGV	P100GV (g)	PGV (t ha ⁻¹)	MSGV (t ha ⁻¹)
Blocos	3	0,16 ^{ns}	0,97 ^{ns}	1,00 ^{ns}	1,61 ^{ns}	1,11 ^{ns}	2,66 ^{ns}	0,47 ^{ns}	1,24 ^{ns}
Densidades (D)	3	1,77 ^{ns}	20,15**	12,66**	1,99 ^{ns}	5,56 ^{ns}	0,38 ^{ns}	9,39**	1,05 ^{ns}
Arranjos (A)	2	0,84 ^{ns}	3,04 ^{ns}	4,90**	1,22 ^{ns}	1,27 ^{ns}	1,15 ^{ns}	2,09 ^{ns}	3,50**
D x A	6	0,91 ^{ns}	1,47 ^{ns}	1,47 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,79 ^{ns}	0,59 ^{ns}	1,10 ^{ns}	0,87 ^{ns}
CV (%)		3,36	18,31	20,23	29,30	9,26	7,59	25,28	32,12

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

Tabela 4. Valores de “F” do índice de superação da beterraba (IS_b) e do caupi-hortaliça (IS_{ch}), taxa de competição da beterraba (TC_b) e do caupi-hortaliça (TC_{ch}) consorciado com beterraba sob diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça e arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

FV	GL	IS_b	IS_{ch}	TC_b	TC_{ch}
Blocos	3	2,55 ^{ns}	2,55 ^{ns}	0,23 ^{ns}	0,14 ^{ns}
Densidades (D)	3	3,24*	3,24*	7,51**	9,44**
Arranjos (A)	2	5,69**	5,69**	0,41*	1,65 ^{ns}
D x A	6	1,93 ^{ns}	1,93 ^{ns}	1,50 ^{ns}	1,20 ^{ns}
CV (%)		37,43	-37,43	43,51	33,46

** = $P < 0,01$; * = $P < 0,05$; ns = $P > 0,05$

Tabela 5. Valores de “F” de perda real de rendimento de beterraba (PRR_b), de caupi-hortaliça (PRR_{ch}) e do sistema (PRR_s), vantagem do consórcio de beterraba (VC_b), do caupi-hortaliça (VC_{ch}) e do sistema consorciado (VC_s) de beterraba com caupi-hortaliça sob diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça e arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

FV	GL	PRR_b	PRR_{ch}	PRR_s	VC_b	VC_{ch}	VC_s
Blocos	3	1,23 ^{ns}	0,48 ^{ns}	1,34 ^{ns}	1,23 ^{ns}	0,48 ^{ns}	0,85 ^{ns}
Densidades (D)	3	1,72 ^{ns}	9,31**	2,26 ^{ns}	1,71 ^{ns}	9,35**	6,48**
Arranjos (A)	2	0,06 ^{ns}	2,08 ^{ns}	0,96 ^{ns}	0,06 ^{ns}	2,07 ^{ns}	1,72 ^{ns}
D x A	6	2,16 ^{ns}	1,10 ^{ns}	1,26 ^{ns}	2,17 ^{ns}	1,10 ^{ns}	1,05 ^{ns}
CV (%)		69,84	67,94	55,66	69,87	68,86	64,08

** = $P < 0,01$; * = $P < 0,05$; ns = $P > 0,05$

Tabela 6. Valores de “F” de índice de uso eficiente da terra da beterraba (UET_b), do caupi-hortaliça (UET_{ch}), e do sistema (UET_s), índice de produtividade equivalente da beterraba (IPE_b) e índice de eficiência produtiva (IEP) do consórcio de beterraba com caupi-hortaliça sob diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça e arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

FV	GL	UET_b	UET_{ch}	UET_s	IPE_b	IEP
Blocos	3	1,22 ^{ns}	0,48 ^{ns}	1,34 ^{ns}	1,27 ^{ns}	0,75 ^{ns}
Densidades(D)	3	1,74 ^{ns}	9,34*	2,23*	1,39*	0,48*
Arranjos(A)	2	0,06 ^{ns}	2,07 ^{ns}	0,95 ^{ns}	0,05 ^{ns}	1,77 ^s
D x A	6	2,21 ^{ns}	1,10 ^{ns}	1,26 ^{ns}	2,12 ^{ns}	1,79 ^s
CV (%)		20,93	25,28	17,39	20,39	16,51

** = $P < 0,01$; * = $P < 0,05$; ns = $P > 0,05$

Tabela 7. Valores de “F” de renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) do consórcio de beterraba com caupi-hortaliça sob diferentes densidades populacionais de caupi-hortaliça e arranjos espaciais das culturas componentes. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

FV	GL	RB	RL	TR	IL
Blocos	3	1,51 ^{ns}	1,51 ^{ns}	1,50 ^{ns}	1,16 ^{ns}
Densidades (D)	3	0,05 ^{ns}	0,07 ^{ns}	0,08 ^{ns}	0,11 ^{ns}
Arranjos (A)	2	0,15 ^{ns}	0,10 ^{ns}	0,09 ^{ns}	0,33 ^{ns}
D x A	6	1,81 ^{ns}	1,72 ^{ns}	1,68 ^{ns}	1,53 ^{ns}
CV (%)		17,72	41,83	17,81	29,02

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

Tabela 8. Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça em consórcio na densidade populacional de 100% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 2:2. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
A-CUSTOS VARIÁVEIS				18375,28	
A.1 Insumos				3948,2	17,77
sementes de beterraba (cv. Euler Wonder)	1 KG	10	120	1200	
sementes de caupi-hortaliça densidade 1	1 KG	10	2,83	28,3	
substrato	22 KG	5	89,9	449,5	
bobina de plástico	M	2064	1,1	2270,4	
A.2 Mão-de-obra				13855,6	62,35
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				7740	
Corte (47 t ha ⁻¹)	D/H	147	40	5880	
transporte	FRETE	9	60	540	
trituração	D/H	12	40	480	
secagem	D/H	12	40	480	
ensacamento	D/H	9	40	360	
A.2.2 Custos com demais serviços				6115,6	
Limpeza do terreno	H/T	1	120	120	
aração	H/T	2	120	240	
gradagem	H/T	2	120	240	
confeção de canteiros	H/T	4	120	480	
distribuição e incorporação do adubo	D/H	41	40	1640	
plantio	D/H	10	40	400	
Desbaste da beterraba	D/H	13	40	520	
Desbaste do feijão	D/H	5	40	200	
capina manual	D/H	25	40	1000	
colheita da beterraba arranjo 2:2	D/H	3,37	40	134,8	

transporte da beterraba arranjo 2:2	D/H	6,88	40	275,2	
Classificação da beterraba arranjo 2:2	D/H	5,39	40	215,6	
colheita do feijão (4 repasses) arranjo 2:2	D/H	12,19	40	487,6	
transportado feijão (4 repasses) arranjo 2:2	D/H	4,06	40	162,4	
A.3 Energia elétrica				230,703	1,04
Uso da forrageira	KW/H	66,66	0,22	14,6652	
bombeamento de água de irrigação	KW/H	981,99	0,22	216,0378	
A.4 Outras despesas				120,6048	0,54
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	12060,48	120,6048	
A.5 Manutenção e conservação				220,17	0,99
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
B. CUSTOS FIXOS				2746,00	12,36
B.1 Depreciação				372,00	
	Vida útil (mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação	
Forrageira	120	5000	0,03	1,25	
bomba submersa	60	2776	3	138,8	
tubos 2°	120	498	3	12,45	
poço	600	5000	3	25	
microaspesores	60	2600	3	130	
conexões	60	790	3	39,5	
galpão	600	5000	3	25	
B.2 impostos e taxas				10	
imposto territorial rural	Hectare	3	10	30	
B.3 mão-de-obra				2364	
aux. Administrativo	SALÁRIO	3	788	2364	
C. custos operacionais totais (COT)				21121,28	
C.1 (A) e (B)				21121,28	
D. custos de oportunidade (CO)				1099,84	4,95
D.1. remuneração da terra				100	
arrendamento	Hectare	3	100	300	
D.2. remuneração do capital fixo (6% a.a.)				999,84	
infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
E. CUSTOS TOTAIS				22221,12	100,00
E.1 CV e CF e CO				22221,12	

Tabela 9. Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça em consórcio na densidade populacional de 80% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 2:2. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
A-CUSTOS VARIÁVEIS				18800,218	
A.1 Insumos				3942,54	17,39
sementes de beterraba (cv. Euler Wonder)	1 KG	10	120	1200	
sementes de caupi-hortaliça densidade 2	1 KG	8	2,83	22,64	
substrato	22 KG	5	89,9	449,5	
bobina de plástico	M	2064	1,1	2270,4	
A.2 Mão-de-obra				14266,4	62,94
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				7740	
Corte (47 t ha ⁻¹)	D/H	147	40	5880	
transporte	FRETE	9	60	540	
trituração	D/H	12	40	480	
secagem	D/H	12	40	480	
ensacamento	D/H	9	40	360	
A.2.2 Custos com demais serviços				6526,4	
Limpeza do terreno	H/T	1	120	120	
aração	H/T	2	120	240	
gradagem	H/T	2	120	240	
confeção de canteiros	H/T	4	120	480	
distribuição e incorporação do adubo	D/H	41	40	1640	
plantio	D/H	10	40	400	
Desbaste da beterraba	D/H	13	40	520	
Desbaste do feijão	D/H	4	40	160	
capina manual	D/H	25	40	1000	
colheita da beterraba arranjo 2:2	D/H	3,61	40	144,4	
transporte da beterraba arranjo 2:2	D/H	7,38	40	295,2	
Classificação da beterraba arranjo 2:2	D/H	5,78	40	231,2	
colheita do feijão (4 repasses) arranjo 2:2	D/H	13,66	40	546,4	
transportado feijão (4 repasses) arranjo 2:2	D/H	12,73	40	509,2	
A.3 Energia elétrica				250,503	1,11
Uso da forrageira	KW/H	156,66	0,22	34,4652	
bombeamento de água de irrigação	KW/H	981,99	0,22	216,0378	

A.4 Outras despesas				120,6048	0,53
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	12060,48	120,6048	
A.5 Manutenção e conservação				220,17	0,97
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
B. CUSTOS FIXOS				2766,00	12,20
B.1 Depreciação				372,00	
	Vida útil (mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação	
Forrageira	120	5000	0,03	1,25	
bomba submersa	60	2776	3	138,8	
tubos 2°	120	498	3	12,45	
poço	600	5000	3	25	
microaspesores	60	2600	3	130	
conexões	60	790	3	39,5	
galpão	600	5000	3	25	
B.2 impostos e taxas				30	
imposto territorial rural	Hectare	3	10	30	
B.3 mão-de-obra				2364	
aux. Administrativo	SALÁRIO	3	788	2364	
C. custos operacionais totais (COT)				21566,22	
C.1 (A) e (B)				21566,22	
D. custos de oportunidade (CO)				1099,84	4,85
D.1. remuneração da terra				100	
arrendamento	Hectare	3	100	300	
D.2. remuneração do capital fixo (6% a.a.)				999,84	
infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
E. CUSTOS TOTAIS				22666,06	
E.1 CV e CF e CO				22666,06	100,00

Tabela 10. Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça em consórcio na densidade populacional de 60% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 2:2. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
A-CUSTOS VARIÁVEIS				18278,158	
A.1 Insumos				3936,88	17,78
sementes de beterraba (cv. Euler Wonder)	1 KG	10	120	1200	
sementes de caupi-hortaliça densidade 3	1 KG	6	2,83	16,98	
substrato	22 KG	5	89,9	449,5	
bobina de plástico	M	2064	1,1	2270,4	
A.2 Mão-de-obra				13750	62,09
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				7740	
Corte (47 t ha ⁻¹)	D/H	147	40	5880	
transporte	FRETE	9	60	540	
trituração	D/H	12	40	480	
secagem	D/H	12	40	480	
ensacamento	D/H	9	40	360	
A.2.2 Custos com demais serviços				6010	
Limpeza do terreno	H/T	1	120	120	
aração	H/T	2	120	240	
gradagem	H/T	2	120	240	
confeção de canteiros	H/T	4	120	480	
distribuição e incorporação do adubo	D/H	41	40	1640	
plantio	D/H	10	40	400	
Desbaste da beterraba	D/H	13	40	520	
Desbaste do feijão	D/H	3	40	120	
capina manual	D/H	25	40	1000	
colheita da beterraba arranjo 2:2	D/H	3,81	40	152,4	
transporte da beterraba arranjo 2:2	D/H	7,79	40	311,6	
Classificação da beterraba arranjo 2:2	D/H	6,1	40	244	
colheita do feijão (4 repasses) arranjo 2:2	D/H	10,05	40	402	
transporte do feijão (4 repasses) arranjo 2:2	D/H	3,5	40	140	
A.3 Energia elétrica				250,503	1,13
Uso da forrageira	KW/H	156,66	0,22	34,4652	
bombeamento de água de irrigação	KW/H	981,99	0,22	216,0378	
A.4 Outras despesas				120,6048	0,54
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	12060,48	120,6048	
A.5 Manutenção e conservação				220,17	0,99
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	

5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
B. CUSTOS FIXOS				2766	12,49
B.1 Depreciação				372,00	
	Vida útil (mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação	
<i>Forrageira</i>	120	5000	0,03	1,25	
bomba submersa	60	2776	3	138,8	
tubos 2°	120	498	3	12,45	
poço	600	5000	3	25	
microaspesores	60	2600	3	130	
conexões	60	790	3	39,5	
galpão	600	5000	3	25	
B.2 impostos e taxas				30	
imposto territorial rural	Hectare	3	10	30	
B.3 mão-de-obra				2364	
aux. Administrativo	SALÁRIO	3	788	2364	
C. custos operacionais totais (COT)				21044,158	
C.1 (A) e (B)				32764,4039	
D. custos de oportunidade (CO)				1099,84	4,97
D.1. remuneração da terra				100	
arrendamento	Hectare	3	100	300	
D.2. remuneração do capital fixo (6% a.a.)				999,84	
infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
E. CUSTOS TOTAIS				22143,998	
E.1 CV e CF e CO				22143,9978	100,00

Tabela 11. Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça no consórcio na densidade populacional de 40% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 2:2. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
A-CUSTOS VARIÁVEIS				18536,09	
A.1 Insumos				3931,22	17,55
Sementes de beterraba (cv. Euler Wonder)	1 KG	10	120	1200	
sementes de caupi-hortaliça densidade 4	1 KG	4	2,83	11,32	
Substrato	22 KG	5	89,9	449,5	
Bobina de plástico	M	2064	1,1	2270,4	
A.2 Mão-de-obra				14008,4	62,53
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				7740	
Corte (47 t ha ⁻¹)	D/H	147	40	5880	
transporte	FRETE	9	60	540	
trituração	D/H	12	40	480	
secagem	D/H	12	40	480	
ensacamento	D/H	9	40	360	
A.2.2 Custos com demais serviços				6268,4	
Limpeza do terreno	H/T	1	120	120	
Aração	H/T	2	120	240	
Gradagem	H/T	2	120	240	
Confecção de canteiros	H/T	4	120	480	
Distribuição e incorporação do adubo	D/H	41	40	1640	
Plantio	D/H	10	40	400	
Desbaste da beterraba	D/H	13	40	520	
Desbaste do feijão	D/H	2	40	80	
Capina manual	D/H	25	40	1000	
colheita da beterraba arranjo 2:2	D/H	4,45	40	178	
transporte da beterraba arranjo 2:2	D/H	9,08	40	363,2	
Classificação da beterraba arranjo 2:2	D/H	7,11	40	284,4	
colheita do feijão (4 repasses) arranjo 2:2	D/H	13,14	40	525,6	
transportado feijão (4 repasses) arranjo 2:2	D/H	4,93	40	197,2	
A.3 Energia elétrica				263,70	1,18
Uso da forrageira	KW/H	216,64	0,22	47,66	
Bombeamento de água de irrigação	KW/H	981,99	0,22	216,04	
A.4 Outras despesas				120,60	0,54
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	12060,48	120,60	
A.5 Manutenção e conservação				212,17	0,95

1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	25	
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
B. CUSTOS FIXOS				2766,00	12,35
B.1 Depreciação				372,00	
	Vida útil (mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação	
<i>Forrageira</i>	120	5000	0,03	1,25	
Bomba submersa	60	2776	3	138,80	
Tubos 2°	120	498	3	12,45	
Poço	600	5000	3	25,00	
Microaspesores	60	2600	3	130,00	
Coneções	60	790	3	39,50	
Galpão	600	5000	3	25,00	
B.2 Impostos e taxas				30,00	
imposto territorial rural	Hectare	3	10	30,00	
B.3 mão-de-obra				2364,00	
Aux. Administrativo	SALÁRIO	3	788	2364,00	
C. custos operacionais totais (COT)				21302,09	
C.1 (A) e (B)				21302,09	
D. custos de oportunidade (CO)				1099,84	4,91
D.1. remuneração da terra				100	
Arrendamento	Hectare	3	100	300,00	
D.2. remuneração do capital fixo (6% a.a.)				999,84	
Infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
E. CUSTOS TOTAIS				22401,93	
E.1 CV e CF e CO				22401,93	100,00

Tabela 12. Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça no consórcio na densidade populacional de 100% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 3:3. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
A-CUSTOS VARIÁVEIS				18411,48	
A.1 Insumos				3948,2	17,74
sementes de beterraba (cv. Euler Wonder)	1 KG	10	120	1200	
sementes de caupi-hortaliça densidade 1	1 KG	10	2,83	28,3	
substrato	22 KG	5	89,9	449,5	
bobina de plástico	M	2064	1,1	2270,4	
A.2 Mão-de-obra				13872	62,33
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				7740	
Corte (47 t ha ⁻¹)	D/H	147	40	5880	
transporte	FRETE	9	60	540	
trituração	D/H	12	40	480	
secagem	D/H	12	40	480	
ensacamento	D/H	9	40	360	
A.2.2 Custos com demais serviços				6132	
Limpeza do terreno	H/T	1	120	120	
aração	H/T	2	120	240	
gradagem	H/T	2	120	240	
confeção de canteiros	H/T	4	120	480	
distribuição e incorporação do adubo	D/H	41	40	1640	
plantio	D/H	10	40	400	
Desbaste da beterraba	D/H	13	40	520	
Desbaste do feijão	D/H	5	40	200	
capina manual	D/H	25	40	1000	
colheita da beterraba arranjo 3:3	D/H	3,09	40	123,6	
transporte da beterraba arranjo 3:3	D/H	6,31	40	252,4	
Classificação da beterraba arranjo 3:3	D/H	4,94	40	197,6	
colheita do feijão (4 repasses) arranjo 3:3	D/H	15	40	600	
transportado feijão (4 repasses) arranjo 3:3	D/H	2,96	40	118,4	
A.3 Energia elétrica				250,503	1,13
Uso da forrageira	KW/H	156,66	0,22	34,4652	
bombeamento de água de irrigação	KW/H	981,99	0,22	216,0378	
A.4 Outras despesas				120,605	0,54
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	12060,48	120,6048	
A.5 Manutenção e conservação				220,17	0,99
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	
5% a.a. sobre valor de máquina	%	0,05	5000	16,5	

forrageira					
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
B. CUSTOS FIXOS				2746,00	12,34
B.1 Depreciação				372,00	
	Vida útil (mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação	
<i>Forrageira</i>	120	5000	0,03	1,25	
bomba submersa	60	2776	3	138,8	
tubos 2°	120	498	3	12,45	
poço	600	5000	3	25	
microaspesores	60	2600	3	130	
conexões	60	790	3	39,5	
galpão	600	5000	3	25	
B.2 impostos e taxas				10	
imposto territorial rural	Hectare	3	10	30	
B.3 mão-de-obra				2364	
aux. Administrativo	SALÁRIO	3	788	2364	
C. custos operacionais totais (COT)				21157,48	
C.1 (A) e (B)				21157,48	
D. custos de oportunidade (CO)				1099,84	4,94
D.1. remuneração da terra				100	
arrendamento	Hectare	3	100	300	
D.2. remuneração do capital fixo (6% a.a.)				999,84	
infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
E. CUSTOS TOTAIS				22257,32	100,00
E.1 CV e CF e CO				22257,32	

Tabela 13. Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça no consórcio na densidade populacional de 80% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 3:3. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
A-CUSTOS VARIÁVEIS				18215,4	
A.1 Insumos				3942,54	17,85
sementes de beterraba (cv. Euler Wonder)	1 KG	10	120	1200	
sementes de caupi-hortaliça densidade 2	1 KG	8	2,83	22,64	
substrato	22 KG	5	89,9	449,5	
bobina de plástico	M	2064	1,1	2270,4	
A.2 Mão-de-obra				13681,6	61,96
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				7740	
Corte (47 t ha ⁻¹)	D/H	147	40	5880	
transporte	FRETE	9	60	540	
trituração	D/H	12	40	480	
secagem	D/H	12	40	480	
ensacamento	D/H	9	40	360	
A.2.2 Custos com demais serviços				5941,6	
Limpeza do terreno	H/T	1	120	120	
aração	H/T	2	120	240	
gradagem	H/T	2	120	240	
confeção de canteiros	H/T	4	120	480	
distribuição e incorporação do adubo	D/H	41	40	1640	
plantio	D/H	10	40	400	
Desbaste da beterraba	D/H	13	40	520	
Desbaste do feijão	D/H	4	40	160	
capina manual	D/H	25	40	1000	
colheita da beterraba arranjo 3:3	D/H	3,73	40	149,2	
transporte da beterraba arranjo 3:3	D/H	7,6	40	304	
Classificação da beterraba arranjo 3:3	D/H	5,96	40	238,4	
colheita do feijão (4 repasses) arranjo 3:3	D/H	8,84	40	353,6	
transportado feijão (4 repasses) arranjo 3:3	D/H	2,41	40	96,4	
A.3 Energia elétrica				250,503	1,13
Uso da forrageira	KW/H	156,66	0,22	34,4652	
bombeamento de água de irrigação	KW/H	981,99	0,22	216,0378	
A.4 Outras despesas				120,605	0,55
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	12060,48	120,6048	
A.5 Manutenção e conservação				220,17	1,00

1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
B. CUSTOS FIXOS				2766,00	12,53
B.1 Depreciação				372,00	
	Vida útil (mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação	
<i>Forrageira</i>	120	5000	0,03	1,25	
bomba submersa	60	2776	3	138,8	
tubos 2°	120	498	3	12,45	
poço	600	5000	3	25	
microaspesores	60	2600	3	130	
conexões	60	790	3	39,5	
galpão	600	5000	3	25	
B.2 impostos e taxas				30	
imposto territorial rural	Hectare	3	10	30	
B.3 mão-de-obra				2364	
aux. Administrativo	SALÁRIO	3	788	2364	
C. custos operacionais totais (COT)				20981,42	
C.1 (A) e (B)				20981,42	
D. custos de oportunidade (CO)				1099,84	4,98
D.1. remuneração da terra				100	
arrendamento	Hectare	3	100	300	
D.2. remuneração do capital fixo (6% a.a.)				999,84	
infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
E. CUSTOS TOTAIS				22081,26	
E.1 CV e CF e CO				22081,26	100,00

Tabela 14. Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça no consórcio na densidade populacional de 60% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 3:3. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
A-CUSTOS VARIÁVEIS				18392,2	
A.1 Insumos				3936,88	16,78
sementes de beterraba (cv. Euler Wonder)	1 KG	10	120	1200	
sementes de caupi-hortaliça densidade 3	1 KG	6	2,83	16,98	
substrato	22 KG	5	89,9	449,5	
bobina de plástico	M	2064	1,1	2270,4	
A.2 Mão-de-obra				13864	59,10
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				7740	
Corte (47 t ha ⁻¹)	D/H	147	40	5880	
transporte	FRETE	9	60	540	
trituração	D/H	12	40	480	
secagem	D/H	12	40	480	
ensacamento	D/H	9	40	360	
A.2.2 Custos com demais serviços				6124	
Limpeza do terreno	H/T	1	120	120	
aração	H/T	2	120	240	
gradagem	H/T	2	120	240	
confeção de canteiros	H/T	4	120	480	
distribuição e incorporação do adubo	D/H	41	40	1640	
plantio	D/H	10	40	400	
Desbaste da beterraba	D/H	13	40	520	
Desbaste do feijão	D/H	5	40	200	
capina manual	D/H	25	40	1000	
colheita da beterraba arranjo 3:3	D/H	3,81	40	152,4	
transporte da beterraba arranjo 3:3	D/H	7,78	40	311,2	
Classificação da beterraba arranjo 3:3	D/H	6,1	40	244	
colheita do feijão (4 repasses) arranjo 3:3	D/H	13,08	40	523,2	
transportado feijão (4 repasses) arranjo 3:3	D/H	1,33	40	53,2	
A.3 Energia elétrica				250,503	1,07
Uso da forrageira	KW/H	156,66	0,22	34,4652	
bombeamento de água de irrigação	KW/H	981,99	0,22	216,0378	
A.4 Outras despesas				120,605	0,51
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	12060,48	120,6048	

A.5 Manutenção e conservação				220,17	0,94
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
B. CUSTOS FIXOS				2766	11,79
B.1 Depreciação				372,00	
	Vida útil (mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação	
<i>Forrageira</i>	120	5000	0,03	1,25	
bomba submersa	60	2776	3	138,8	
tubos 2°	120	498	3	12,45	
poço	600	5000	3	25	
microaspesores	60	2600	3	130	
conexões	60	790	3	39,5	
galpão	600	5000	3	25	
B.2 impostos e taxas				30	
imposto territorial rural	Hectare	3	10	30	
B.3 mão-de-obra				2364	
aux. Administrativo	SALÁRIO	3	788	2364	
C. custos operacionais totais (COT)				21158,2	
C.1 (A) e (B)				32764,4	
D. custos de oportunidade (CO)				2299,68	9,80
D.1. remuneração da terra				100	
arrendamento	Hectare	3	100	300	
D.2. remuneração do capital fixo (6% a.a.)				999,84	
infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
E. CUSTOS TOTAIS				23457,8	
E.1 CV e CF e CO				23457,84	100,00

Tabela 15. Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça no consórcio na densidade populacional de 40% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 3:3. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
A-CUSTOS VARIÁVEIS				18563,30	
A.1 Insumos				3931,22	17,53
Sementes de beterraba (cv. Euler Wonder)	1 KG	10	120	1200	
sementes de caupi-hortaliça densidade 4	1 KG	4	2,83	11,32	
Substrato	22 KG	5	89,9	449,5	
Bobina de plástico	M	2064	1,1	2270,4	
A.2 Mão-de-obra				14048,8	62,64
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				7740	
Corte (47 t ha ⁻¹)	D/H	147	40	5880	
transporte	FRETE	9	60	540	
trituração	D/H	12	40	480	
secagem	D/H	12	40	480	
ensacamento	D/H	9	40	360	
A.2.2 Custos com demais serviços				6308,8	
Limpeza do terreno	H/T	1	120	120	
Aração	H/T	2	120	240	
Gradagem	H/T	2	120	240	
Confecção de canteiros	H/T	4	120	480	
Distribuição e incorporação do adubo	D/H	41	40	1640	
Plantio	D/H	10	40	400	
Desbaste da beterraba	D/H	13	40	520	
Desbaste do feijão	D/H	5	40	200	
Capina manual	D/H	25	40	1000	
colheita da beterraba arranjo 3:3	D/H	5,01	40	200,4	
transporte da beterraba arranjo 3:3	D/H	10,22	40	408,8	
Classificação da beterraba arranjo 3:3	D/H	8,01	40	320,4	
colheita do feijão (4 repasses) arranjo 3:3	D/H	10,11	40	404,4	
transportado feijão (4 repasses) arranjo 3:3	D/H	3,37	40	134,8	
A.3 Energia elétrica				250,50	1,12
Uso da forrageira	KW/H	156,66	0,22	34,47	
Bombeamento de água de irrigação	KW/H	981,99	0,22	216,04	
A.4 Outras despesas				120,60	0,54
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	12060,48	120,60	
A.5 Manutenção e conservação				212,17	0,95
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	25	

5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
B. CUSTOS FIXOS				2766,00	12,33
B.1 Depreciação				372,00	
	Vida útil (mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação	
<i>Forrageira</i>	120	5000	0,03	1,25	
Bomba submersa	60	2776	3	138,80	
Tubos 2°	120	498	3	12,45	
Poço	600	5000	3	25,00	
Microaspesores	60	2600	3	130,00	
Coneções	60	790	3	39,50	
Galpão	600	5000	3	25,00	
B.2 Impostos e taxas				30,00	
imposto territorial rural	Hectare	3	10	30,00	
B.3 mão-de-obra				2364,00	
Aux. Administrativo	SALÁRIO	3	788	2364,00	
C. custos operacionais totais (COT)				21329,30	
C.1 (A) e (B)				21329,30	
D. custos de oportunidade (CO)				1099,84	4,90
D.1. remuneração da terra				100	
Arrendamento	Hectare	3	100	300,00	
D.2. remuneração do capital fixo (6% a.a.)				999,84	
Infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
E. CUSTOS TOTAIS				22429,14	
E.1 CV e CF e CO				22429,14	100,00

Tabela 16. Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça no consórcio na densidade populacional de 100% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 4:4. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
A-CUSTOS VARIÁVEIS				18308,68	
A.1 Insumos				3948,2	17,82
sementes de beterraba (cv. Euler Wonder)	1 KG	10	120	1200	
sementes de caupi-hortaliça densidade 1	1 KG	10	2,83	28,3	
substrato	22 KG	5	89,9	449,5	
bobina de plástico	M	2064	1,1	2270,4	
A.2 Mão-de-obra				13769,2	62,15
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				7740	
Corte (47 t ha ⁻¹)	D/H	147	40	5880	
transporte	FRETE	9	60	540	
trituração	D/H	12	40	480	
secagem	D/H	12	40	480	
ensacamento	D/H	9	40	360	
A.2.2 Custos com demais serviços				6029,2	
Limpeza do terreno	H/T	1	120	120	
aração	H/T	2	120	240	
gradagem	H/T	2	120	240	
confeção de canteiros	H/T	4	120	480	
distribuição e incorporação do adubo	D/H	41	40	1640	
plantio	D/H	10	40	400	
Desbaste da beterraba	D/H	13	40	520	
Desbaste do feijão	D/H	5	40	200	
capina manual	D/H	25	40	1000	
colheita da beterraba arranjo 4:4	D/H	4,23	40	169,2	
transporte da beterraba ararranjo 4:4	D/H	8,64	40	345,6	
Classificação da beterraba arranjo 4:4	D/H	6,77	40	270,8	
colheita do feijão (4 repasses) arranjo 4:4	D/H	8,63	40	345,2	
transportedo feijão (4 repasses) arranjo 4:4	D/H	1,46	40	58,4	
A.3 Energia elétrica				250,503	1,13
Uso da forrageira	KW/H	156,66	0,22	34,4652	
bombeamento de água de irrigação	KW/H	981,99	0,22	216,0378	
A.4 Outras despesas				120,605	0,54
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	12060,48	120,6048	
A.5 Manutenção e conservação	-			220,17	0,99
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a.a. sobre valor do sistema irrigação	%	0,07	7325	170,67	

B. CUSTOS FIXOS				2746,00	12,39
B.1 Depreciação				372,00	
	Vida útil (mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação	
<i>Forrageira</i>	120	5000	0,03	1,25	
bomba submersa	60	2776	3	138,8	
tubos 2°	120	498	3	12,45	
poço	600	5000	3	25	
microaspesores	60	2600	3	130	
conexões	60	790	3	39,5	
galpão	600	5000	3	25	
B.2 impostos e taxas				10	
imposto territorial rural	Hectare	3	10	30	
B.3 mão-de-obra				2364	
aux. Administrativo	SALÁRIO	3	788	2364	
C. custos operacionais totais (COT)				21054,68	
C.1 (A) e (B)				21054,68	
D. custos de oportunidade (CO)				1099,84	4,96
D.1. remuneração da terra				100	
arrendamento	Hectare	3	100	300	
D.2. remuneração do capital fixo (6% a.a.)				999,84	
infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
E. CUSTOS TOTAIS				22154,52	100,00
E.1 CV e CF e CO				22154,52	

Tabela 17. Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça no consórcio na densidade populacional de 80% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 4:4. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
A-CUSTOS VARIÁVEIS				18334,62	
A.1 Insumos				3942,54	17,77
sementes de beterraba (cv. Euler Wonder)	1 KG	10	120	1200	
sementes de caupi-hortaliça densidade 2	1 KG	8	2,83	22,64	
substrato	22 KG	5	89,9	449,5	
bobina de plástico	M	2064	1,1	2270,4	
A.2 Mão-de-obra				13800,8	62,22
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				7740	
Corte (47 t ha ⁻¹)	D/H	147	40	5880	
transporte	FRETE	9	60	540	
trituração	D/H	12	40	480	
secagem	D/H	12	40	480	
ensacamento	D/H	9	40	360	
A.2.2 Custos com demais serviços				6060,8	
Limpeza do terreno	H/T	1	120	120	
aração	H/T	2	120	240	
gradagem	H/T	2	120	240	
confeção de canteiros	H/T	4	120	480	
distribuição e incorporação do adubo	D/H	41	40	1640	
plantio	D/H	10	40	400	
Desbaste da beterraba	D/H	13	40	520	
Desbaste do feijão	D/H	4	40	160	
capina manual	D/H	25	40	1000	
colheita da beterraba arranjo 4:4	D/H	3,78	40	151,2	
transporte da beterraba arranjo 4:4	D/H	7,71	40	308,4	
Classificação da beterraba arranjo 4:4	D/H	6,04	40	241,6	
colheita do feijão (4 repasses) arranjo 4:4	D/H	10,7	40	428	
transportado feijão (4 repasses) arranjo 4:4	D/H	3,29	40	131,6	
A.3 Energia elétrica				250,503	1,13
Uso da forrageira	KW/H	156,66	0,22	34,4652	
bombeamento de água de irrigação	KW/H	981,99	0,22	216,0378	
A.4 Outras despesas				120,605	0,54
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	12060,48	120,6048	
A.5 Manutenção e conservação				220,17	0,99

1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
B. CUSTOS FIXOS				2746,00	12,38
B.1 Depreciação				372,00	
	Vida útil (mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação	
<i>Forrageira</i>	120	5000	0,03	1,25	
bomba submersa	60	2776	3	138,8	
tubos 2°	120	498	3	12,45	
poço	600	5000	3	25	
microaspesores	60	2600	3	130	
conexões	60	790	3	39,5	
galpão	600	5000	3	25	
B.2 impostos e taxas				10	
imposto territorial rural	Hectare	3	10	30	
B.3 mão-de-obra				2364	
aux. Administrativo	SALÁRIO	3	788	2364	
C. custos operacionais totais (COT)				21080,62	
C.1 (A) e (B)				21080,62	
D. custos de oportunidade (CO)				1099,84	4,96
D.1. remuneração da terra				100	
arrendamento	Hectare	3	100	300	
D.2. remuneração do capital fixo (6% a.a.)				999,84	
infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
E. CUSTOS TOTAIS				22180,46	100,00
E.1 CV e CF e CO				22180,46	

Tabela 18. Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça no consórcio na densidade populacional de 60% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 4:4. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
A-CUSTOS VARIÁVEIS				18165,36	
A.1 Insumos				3936,88	17,89
sementes de beterraba (cv. Euler Wonder)	1 KG	10	120	1200	
sementes de caupi-hortaliça densidade 3	1 KG	6	2,83	16,98	
substrato	22 KG	5	89,9	449,5	
bobina de plástico	M	2064	1,1	2270,4	
A.2 Mão-de-obra				13637,2	61,96
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				7740	
Corte (47 t ha ⁻¹)	D/H	147	40	5880	
transporte	FRETE	9	60	540	
trituração	D/H	12	40	480	
secagem	D/H	12	40	480	
ensacamento	D/H	9	40	360	
A.2.2 Custos com demais serviços				5897,2	
Limpeza do terreno	H/T	1	120	120	
aração	H/T	2	120	240	
gradagem	H/T	2	120	240	
confeção de canteiros	H/T	4	120	480	
distribuição e incorporação do adubo	D/H	41	40	1640	
plantio	D/H	10	40	400	
Desbaste da beterraba	D/H	13	40	520	
Desbaste do feijão	D/H	3	40	120	
capina manual	D/H	25	40	1000	
colheita da beterraba arranjo 4:4	D/H	3,96	40	158,4	
transporte da beterraba arranjo 4:4	D/H	8,09	40	323,6	
Classificação da beterraba arranjo 4:4	D/H	6,34	40	253,6	
colheita do feijão (4 repasses) arranjo 4:4	D/H	7,72	40	308,8	
transportado feijão (4 repasses) arranjo 4:4	D/H	2,32	40	92,8	
A.3 Energia elétrica				250,503	1,14
Uso da forrageira	KW/H	156,66	0,22	34,4652	
bombeamento de água de irrigação	KW/H	981,99	0,22	216,0378	
A.4 Outras despesas				120,605	0,55
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	12060,48	120,6048	
A.5 Manutenção e conservação				220,17	1,00

1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10000	33	
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
B. CUSTOS FIXOS				2746,00	12,48
B.1 Depreciação				372,00	
	Vida útil (mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação	
<i>Forrageira</i>	120	5000	0,03	1,25	
bomba submersa	60	2776	3	138,8	
tubos 2°	120	498	3	12,45	
poço	600	5000	3	25	
microaspesores	60	2600	3	130	
conexões	60	790	3	39,5	
galpão	600	5000	3	25	
B.2 impostos e taxas				10	
imposto territorial rural	Hectare	3	10	30	
B.3 mão-de-obra				2364	
aux. Administrativo	SALÁRIO	3	788	2364	
C. custos operacionais totais (COT)				20911,36	
C.1 (A) e (B)				20911,36	
D. custos de oportunidade (CO)				1099,84	5,00
D.1. remuneração da terra				100	
arrendamento	Hectare	3	100	300	
D.2. remuneração do capital fixo (6% a.a.)				999,84	
infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
E. CUSTOS TOTAIS				22011,20	100,00
E.1 CV e CF e CO				22011,20	

Tabela 19. Custos variáveis e fixos de produção por hectare de beterraba e caupi-hortaliça no consórcio na densidade populacional de 40% da PRCS de caupi-hortaliça no arranjo espacial 4:4. Mossoró, RN, UFERSA, 2017.

COMPONENTES	Un.	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
A-CUSTOS VARIÁVEIS				18038,10	
A.1 Insumos				3931,22	17,96
sementes de beterraba (cv. Euler Wonder)	1 KG	10	120	1200	
sementes de caupi-hortaliça densidade 4	1 KG	4	2,83	11,32	
substrato	22 KG	5	89,9	449,5	
bobina de plástico	M	2064	1,1	2270,4	
A.2 Mão-de-obra				13515,6	61,76
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				7740	
Corte (47 t ha ⁻¹)	D/H	147	40	5880	
transporte	FRETE	9	60	540	
trituração	D/H	12	40	480	
secagem	D/H	12	40	480	
ensacamento	D/H	9	40	360	
A.2.2 Custos com demais serviços				5775,6	
Limpeza do terreno	H/T	1	120	120	
aração	H/T	2	120	240	
gradagem	H/T	2	120	240	
confeção de canteiros	H/T	4	120	480	
distribuição e incorporação do adubo	D/H	41	40	1640	
plantio	D/H	10	40	400	
Desbaste da beterraba	D/H	13	40	520	
Desbaste do feijão	D/H	2	40	80	
capina manual	D/H	25	40	1000	
colheita da beterraba arranjo 4:4	D/H	3,36	40	134,4	
transporte da beterraba arranjo 4:4	D/H	6,87	40	274,8	
Classificação da beterraba arranjo 4:4	D/H	5,38	40	215,2	
colheita do feijão (4 repasses) arranjo 4:4	D/H	8,09	40	323,6	
transportado feijão (4 repasses) arranjo 4:4	D/H	2,69	40	107,6	
A.3 Energia elétrica				250,503	1,14
Uso da forrageira	KW/H	156,66	0,22	34,4652	
bombeamento de água de irrigação	KW/H	981,99	0,22	216,0378	
A.4 Outras despesas				120,605	0,55
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	12060,48	120,6048	
A.5 Manutenção e conservação				220,17	1,01
1% a.a. sobre valor das construções	%	0,01	10000	33	

(galpão e poço)					
5% a.a. sobre valor de máquina forrageira	%	0,05	5000	16,5	
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7325	170,67	
B. CUSTOS FIXOS				2746,00	12,55
B.1 Depreciação				372,00	
	Vida útil (mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação	
<i>Forrageira</i>	120	5000	0,03	1,25	
bomba submersa	60	2776	3	138,8	
tubos 2°	120	498	3	12,45	
poço	600	5000	3	25	
microaspesores	60	2600	3	130	
conexões	60	790	3	39,5	
galpão	600	5000	3	25	
B.2 impostos e taxas				10	
imposto territorial rural	Hectare	3	10	30	
B.3 mão-de-obra				2364	
aux. Administrativo	SALÁRIO	3	788	2364	
C. custos operacionais totais (COT)				20784,10	
C.1 (A) e (B)				20784,10	
D. custos de oportunidade (CO)				1099,84	5,03
D.1. remuneração da terra				100	
arrendamento	Hectare	3	100	300	
D.2. remuneração do capital fixo (6% a.a.)				999,84	
infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	16664	999,84	
E. CUSTOS TOTAIS				21883,94	100,00
E.1 CV e CF e CO				21883,94	