



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

GIORGIO MENDES RIBEIRO

**VANTAGENS AGROECONÔMICA DO CONSÓRCIO DE CENOURA E
CAUPI-HORTALIÇA SOB ARRANJOS ESPACIAIS E DENSIDADES
POPULACIONAIS**

MOSSORÓ-RN

2015

GIORGIO MENDES RIBEIRO

**VANTAGENS AGROECONÔMICA DO CONSÓRCIO DE CENOURA E
CAUPI-HORTALIÇA SOB ARRANJOS ESPACIAIS E DENSIDADES
POPULACIONAIS**

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

Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

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

Co-orientadora: Maiele Leandro da Silva, Prof^a. D.Sc.

MOSSORÓ-RN

2015

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

R499v Ribeiro, Giorgio Mendes.
 VANTAGENS AGROECONÔMICA DO CONSÓRCIO DE CENOURA E
CAUPI-HORTALIÇA SOB ARRANJOS ESPACIAIS E DENSIDADES
POPULACIONAIS / Giorgio Mendes Ribeiro. - 2015.
84 f. : il.

Orientador: Francisco Bezerra Neto.
Coorientadora: Maiele Leandro da Silva.
Tese (Doutorado) - Universidade Federal Rural do
Semi-árido, Programa de Pós-graduação em
Fitotecnia, 2015.

1. Daucus carota. 2. Vigna unguiculata. 3.
Sistemas consorciados. I. Neto, Francisco Bezerra,
orient. II. Silva, Maiele Leandro da, co-orient.
III. Título.

GIORGIO MENDES RIBEIRO

**VANTAGENS AGROECONÔMICA DO CONSÓRCIO DE CENOURA E
CAUPI-HORTALIÇA SOB ARRANJOS ESPACIAIS E DENSIDADES
POPULACIONAIS**

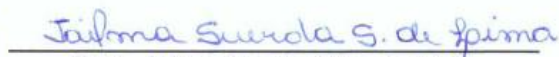
Tese apresentada ao Doutorado em
Fitotecnia do Programa de Pós-Graduação
em fitotecnia da Universidade Federal Rural
do Semi-Árido como requisito para obtenção
do título de Doutor em Agronomia

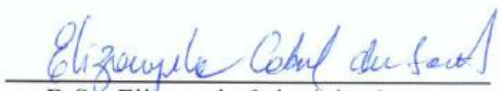
Linha de Pesquisa: Práticas Culturais

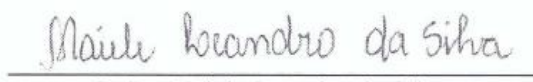
Defendida em: 29/12/2015

BANCA EXAMINADORA


D.Sc Aurélio Paes Barros Júnior
Membro Interno


D.Sc. Jailma Suerda Silva de Lima
Membro Interno


D.Sc. Elizangela Cabral dos Santos
Membro Interno


D.Sc. Maiele Leandro da Silva
Co-orientadora - Membro Externo


Ph.D. Francisco Bezerra Neto
Orientador

Dedico

À minha esposa Magda Oliveira,
pela compreensão e apoio e ao
meu filho Victor de Souza, fonte
incentivadora para a continuidade
de meus estudos.

Aos meus pais, Luzenir Mendes Ribeiro e Francisco
Antônio Ribeiro.

....Ofereço

“Ando devagar porque já tive pressa,
E levo esse sorriso porque já chorei demais.
Hoje me sinto mais forte, mais feliz quem sabe.
Só levo a certeza de que muito pouco sei
Ou nada sei.
Conhecer as manhas e as manhãs
O sabor das massas e das maçãs
É preciso amor para poder pulsar
É preciso paz para poder sorrir
É preciso a chuva para florir.
Penso que cumprir a vida seja simplesmente
Compreender a marcha e ir tocando em frente
Como um velho boiadeiro levando a boiada
Eu vou tocando os dias pela longa estrada eu vou
Estrada eu sou.
Conhecer as manhas e as manhãs
O sabor das massas e das maçãs
É preciso amor para poder pulsar
É preciso paz para poder sorrir
É preciso a chuva para florir.
Todo mundo ama um dia todo mundo chora
Um dia a gente chega e no outro vai embora.
Cada um de nós compõe a sua história
Cada ser em si carrega o dom de ser capaz
e ser feliz.”

(Autor: Almir Sater)

AGRADECIMENTOS

A Deus por me dar sabedoria suficiente em minha vida;

À UFRSA, pela oportunidade de ingressar no Programa de Pós-Graduação em Fitotecnia, no qual permitiu aumentar mais conhecimentos que servirão em minha vida profissional e pessoal;

Ao professor Francisco Bezerra Neto pela orientação deste trabalho, pela compreensão e apoio em minha vida pessoal em momentos críticos e difíceis pelo qual passei durante o curso;

A professora Maiele Leandro da Silva pela Co-orientação e que em todos os momentos me incentivou, ajudando em todas as fases do experimento e na escrita deste trabalho;

Aos professores, D.Sc Aurélio Paes Barros Júnior, D.Sc. Jailma Suerda Silva de Lima e D.Sc. Elizangela Cabral dos Santos pelas sugestões e participação na banca de avaliação;

Aos funcionários da Pós-Graduação em Fitotecnia: Socorro Amorim, Neto, Dona Lúcia, Camila, pela amizade, carinho e atenção sempre.

Aos funcionários da Horta Didática da UFRSA: Nanam, Josemar e Cosmildo pela valiosa ajuda nos tratos culturais referentes a este trabalho.

A todas as pessoas que me ajudaram direta ou indiretamente.

O MEU MUITO OBRIGADO!

DADOS BIOGRÁFICOS DO AUTOR

GIORGIO MENDES RIBEIRO, filho de Francisco Antônio Ribeiro e Luzenir Mendes Ribeiro, nasceu em Mossoró-RN, em 09 de setembro de 1969. Em 1987 iniciou o curso de Engenharia Agrônômica na então Escola Superior de Agricultura de Mossoró - ESAM, obtendo o título de Engenheiro Agrônomo, em janeiro de 1995. Em 2001 iniciou o curso de especialização em Irrigação e Drenagem pela antiga ESAM, concluindo-o em 2002. Em 2006, iniciou o Curso de Mestrado em Irrigação e Drenagem pela Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), concluindo-o em 2008. Em janeiro de 2009 ingressou no quadro de servidores da Universidade Federal Rural do Semi-Árido como assistente em administração e posteriormente assumindo a coordenação da Incubadora do agronegócio de Mossoró – IAGRAM/UFERSA. Em março de 2013, iniciou o Curso de Doutorado em Fitotecnia, concluindo-o em dezembro de 2015.

RESUMO

RIBEIRO, Giorgio Mendes. Vantagens agroeconômica do consórcio de cenoura e caupi-hortaliça sob arranjos espaciais e densidades populacionais. 2015. 84f. Tese (Doutorado em agronomia: Fitotecnia) – Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, 2015.

O presente trabalho foi realizado no período de julho de 2013 a fevereiro de 2014 na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró-RN, com o objetivo determinar as vantagens agroeconômica do consórcio cenoura e caupi-hortaliça sob diferentes arranjos espaciais e densidades populacionais. O delineamento experimental utilizado foi de blocos completo casualizados com 4 repetições, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 3x4. O primeiro fator foi constituído pelos arranjos espaciais (2:2; 3:3 e 4:4) e o segundo fator pelas densidades populacionais de caupi-hortaliça (100%, 80%, 60% e 40% da população recomendada no cultivo solteiro). A adubação verde foi feita com a incorporação de 51 t ha⁻¹ em base seca de flor-de-seda no pré-plantio e 60 dias após o plantio. As características avaliadas para a cenoura foram: altura de plantas, produtividade total e comercial de raízes, massa fresca da parte aérea, massa seca de raízes e produtividade classificada de raízes. Para o caupi-hortaliça foram avaliadas as seguintes características: número de vagens verdes, comprimento das vagens, produtividade de vagens verdes, número de grãos verdes por vagem, peso de 100 grãos verdes e produtividade de grãos verdes. Os índices de competição e de eficiência agroeconômica dos sistemas consorciados avaliados foram: índice de superação, taxa de competição, perda de rendimento real, vantagem do consórcio, índice de uso eficiente da terra, índice de eficiência produtiva e escore da variável canônica. Foram avaliados os seguintes indicadores econômicos: renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade. A eficiência agroeconômica do sistema consorciado de cenoura com caupi-hortaliça foi influenciada pelos arranjos espaciais, com o arranjo 2:2 sobressaindo-se dos demais. A maior eficiência agroeconômica do sistema consorciado de cenoura com caupi-hortaliça foi obtida na densidade populacional de 90% da PRCS quando o escore da variável canônica foi otimizado no valor de 1,16 e o índice de eficiência produtiva foi de 0,75.

Palavras-chave: *Daucus carota*, *Vigna unguiculata*, Sistemas consorciados.

ABSTRACT

RIBEIRO, Giorgio Mendes. Agro-economic benefits of carrot and cowpea-vegetables in intercropping under spatial arrangements and population densities. 2015. 84f. Thesis (Doctorate in Agronomy: Plant Science) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, RN, 2015.

This work was carried out from July 2013 to February 2014 at the Experimental Farm Rafael Fernandes, of the Federal Rural University of the Semi-Arid, Mossoró-RN, in order to determine the agro-economic advantages of carrot and cowpea-vegetable in intercropping under different spatial arrangements and population densities. The experimental design was a randomized complete block with four replications, with the treatments arranged in a 3 x 4 factorial scheme. The first factor was composed of spatial arrangements (2: 2, 3: 3 and 4: 4) and the second factor by the population densities of cowpea-vegetables (100%, 80%, 60% and 40% of the recommended population in sole crop - RPSC). Green manure was made with the incorporation of 51 t ha⁻¹ on a dry basis of roostertree in pre-planting and at 60 days after planting. The characteristics evaluated for carrot were: plant height, total and commercial productivity of roots, fresh mass of shoot, dry mass of roots and classified productivity of roots. For the cowpea-vegetables were evaluated the following characteristics: number of green pods, pod length, yield of green pods, number of green grains per pod, weight of 100-green grains and productivity of green grains. The indices of competition and agro-economic efficiency of intercropping systems assessed were: Aggressivity, competition rate, loss of actual yield, intercropping advantage, land equivalent ratio, productive efficiency index and score of the canonical variable. It was also evaluated the following economic indicators: gross income, net income, rate of return and profit margin. The agro-economic efficiency of carrot and cowpea-vegetable in intercropping system was influenced by the spatial arrangements, with the arrangement 2: 2 standing out from the others. The highest agro-economic efficiency of carrot and cowpea-vegetable in intercropping system was obtained in population density of 90% for cowpea-vegetable in sole crop when the score of the canonical variable had a value of 1.16 and the productive efficiency index of 0.75.

Keywords: *Daucus carota*. *Vigna unguiculata*. Intercropping system.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Altura de plantas (A), produtividade comercial (B), produtividade total (C) e massa seca de raiz (D) da cenoura consorciada em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	46
Figura 2 - Massa fresca da parte aérea da cenoura consorciada em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	47
Figura 3 - Produtividade de raízes longas (A), médias (B), Curtas (C) e refugos (D) da cenoura consorciada com caupi-hortaliça em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	49
Figura 4 - Comprimento de vagem (A) e peso de 100 grãos verdes(B) do caupi-hortaliça consorciado com cenoura em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	51
Figura 5 - Número de vagens verdes por área (A), produtividade de vagens verdes (B), número de grãos verdes por vagens (C) e produtividade de grãos verdes (D) do caupi-hortaliça consorciado com cenoura em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	52
Figura 6 - Índice de superação da cenoura (A) e taxa de competição da cenoura (B) da cenoura consorciada com caupi-hortaliça em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	55
Figura 7 - Índice de superação do caupi (A) e taxa de competição do caupi-hortaliça da cenoura consorciada com caupi-hortaliça em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	55
Figura 8 - Perda de rendimento real da cenoura (A), perda de rendimento real do caupi-hortaliça (B) e vantagem do consórcio (C) da cenoura consorciada com caupi-hortaliça em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	56

Figura 9 - Índice uso eficiente da terra da cenoura (A), índice uso eficiente da terra do caupi-hortaliça (B), índice uso eficiente da terra do sistema (C) e variável canônica Z (D) e índice de eficiência produtiva (E) do consórcio da cenoura com caupi-hortaliça em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça. Mossoró-RN, UFERSA, 2015..... 59

Figura 10 - Renda bruta (A), renda líquida (B), taxa de retorno (C) e índice de lucratividade (D) do consórcio da cenoura com caupi-hortaliça em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça. Mossoró-RN, UFERSA, 2015..... 61

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 -	Altura de plantas (AP), produtividade comercial (PC) e total (PT), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca de raízes (MSR) da cenoura consorciada com caupi-hortaliça em função de arranjos espaciais. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	45
Tabela 2 -	Produtividade de raízes longas (RL), médias (RM), curtas (RC) e refugo (RR) da cenoura consorciada com caupi-hortaliça em função de arranjos espaciais. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	48
Tabela 3 -	Número de vagens verdes (NVV), comprimento de vagens verdes (CVV), produtividade de vagens verdes (PVV), número de grãos verdes por vagem (NGVV), peso de 100 grãos verdes (P100g) e produtividade de grãos verdes (PGV) do caupi-hortaliça consorciado com cenoura em função de arranjos espaciais. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	50
Tabela 4 -	Índice de superação da cenoura (ISc), índice de superação do caupi-hortaliça (ISch), taxa de competição da cenoura (TCc), taxa de competição do caupi-hortaliça (TCch), perda de rendimento real da cenoura (AYLc), perda de rendimento real do caupi-hortaliça (AYLCh) e vantagem do sistema consorciado (VC) da cenoura consorciada com caupi-hortaliça em função dos arranjos espaciais. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	54
Tabela 5 -	Índice de uso eficiente da terra do caupi-hortaliça (UETCh), índice de uso eficiente da terra da cenoura (UETCe), índice uso eficiente da terra do sistema (UET), escore da variável canônica (Z) e índice de eficiência produtiva (IEP) do consórcio do caupi-hortaliça com cenoura em função de arranjos espaciais. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	57
Tabela 6 -	Renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) do consórcio do caupi-hortaliça com cenoura em função de arranjos espaciais. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	60

LISTA DE TABELAS DO APÊNDICE

Tabela 1A -	Valores de “F” para altura de plantas (AP), produtividade comercial (PC) e total (PT), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca de raízes (MSR) da cenoura consorciada com caupi-hortaliça com diferentes arranjos espaciais e densidades populacionais do caupi-hortaliça. Mossoró, RN, UFERSA, 2015.....	74
Tabela 2A -	Valores de “F” para produtividade de raízes longas (RL), médias (RM), curtas (RC) e refugo (RR) da cenoura consorciada com caupi-hortaliça com diferentes arranjos espaciais e densidades populacionais do caupi-hortaliça Mossoró, RN, UFERSA, 2015.....	74
Tabela 3A -	Valores de “F” para índice de superação da cenoura (ISc) e do caupi-hortaliça (ISch), taxa de competição da cenoura (TCc), taxa de competição do caupi-hortaliça (TCch), perda de rendimento real da cenoura (PRRc), perda de rendimento real do caupi-hortaliça (PRRch) e vantagem do sistema consorciado (VC) da cenoura consorciada com caupi-hortaliça com diferentes arranjos espaciais e densidades populacionais do caupi-hortaliça.. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.....	75
Tabela 4A -	Valores de “F” para Renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR), índice de lucratividade (IL), índice de uso eficiente da terra da cenoura (UETCe), índice de uso eficiente da terra do caupi-hortaliça (UETCh) e índice de uso eficiente da terra do sistema (UET) do consórcio da cenoura com caupi-hortaliça com diferentes arranjos espaciais e densidades populacionais do caupi-hortaliça.. Mossoró, RN, UFERSA, 2015.....	75
Tabela 5A -	Valores de “F” para peso de 100 grãos verdes (P100), número de grãos verdes por vagem (NGVV), número de vagens verdes (NVV), comprimento de vagens verdes (CVV), produtividade de grãos verdes (PGV), produtividade de vagens verdes (PVV) do caupi-hortaliça consorciado com cenoura com diferentes arranjos espaciais e densidades populacionais do caupi-hortaliça. Mossoró, RN, UFERSA, 2015.....	76

Tabela 6A -	Custos variáveis e fixos de produção por hectare da cenoura e caupi - hortaliça, na combinação populacional de 100% da PRCS de cenoura com 100% da PRCS do caupi-hortaliça. Mossoró, RN, UFERSA, 2015.....	77
Tabela 7A -	Custos variáveis e fixos de produção por hectare da cenoura e caupi - hortaliça, na combinação populacional de 100% da PRCS de cenoura com 80% da PRCS do caupi-hortaliça. Mossoró, RN, UFERSA, 2015.....	79
Tabela 8A -	Custos variáveis e fixos de produção por hectare da cenoura e caupi - hortaliça, na combinação populacional de 100% da PRCS de cenoura com 60% da PRCS do caupi-hortaliça. Mossoró, RN, UFERSA, 2015.	81
Tabela 9A -	Custos variáveis e fixos de produção por hectare da cenoura e caupi - hortaliça, na combinação populacional de 100% da PRCS de cenoura com 40% da PRCS do caupi-hortaliça. Mossoró, RN, UFERSA, 2015.....	83

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	18
2. REFERENCIAL TEORICO.....	20
2.1 ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS DA INTERAÇÃO ENTRE PLANTAS EM CONSÓRCIO.....	20
2.1.1 O interrelacionamento entre plantas.....	20
2.1.2 Competição e crescimento de plantas.....	21
2.1.2.1 Competição por luz.....	22
2.1.2.2 Competição por água e nutrientes.....	22
2.2 ARRANJOS ESPACIAIS EM CULTIVOS CONSORCIADO.....	24
2.3 DENSIDADES POPULACIONAIS ENTRE AS CULTURAS COMPONENTES.....	26
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	30
3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL.....	30
3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL.....	31
3.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO.....	32
3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS.....	33
3.4.1 Cultura da cenoura.....	33
3.4.1.1 Altura de plantas.....	33
3.4.1.2 Produtividade comercial de raízes.....	33
3.4.1.3 Produtividade total de raízes.....	34
3.4.1.4 Massa fresca da parte aérea.....	34
3.4.1.5 Massa seca de raízes.....	34
3.4.2 Cultura do caupi-hortaliça.....	35
3.4.2.1 Número de vagens verdes por área.....	35
3.4.2.2 Comprimento de vagem.....	35
3.4.2.3 Produtividade de vagens verdes por hectare.....	35
3.4.2.4 Número de grãos verdes por vagens.....	35
3.4.2.5 Peso de 100 grãos verdes.....	35
3.4.2.6 Produtividade de grãos verdes por hectare.....	36
3.4.3 Índices de competição e vantagem do consórcio.....	36

3.4.3.1 Índice de superação (IS).....	36
3.4.3.2 Taxa de competição (TC).....	36
3.4.3.3 Perda real de rendimento (PRR).....	37
3.4.3.4 Vantagem do consórcio (VC).....	38
3.4.4 Índices de avaliação da eficiência de sistemas consorciados.....	38
3.4.4.1 Índices de eficiência agronômica.....	39
3.4.4.1.1 Índices de uso eficiente da terra (UET).....	39
3.4.4.1.2 Índice de eficiência produtiva (IEP).....	39
3.4.4.1.3 Escore da variável canônica (Z).....	40
3.4.4.2 Indicadores econômicos.....	41
3.4.4.2.1 Custos Totais (CT).....	41
3.4.4.2.2 Depreciação.....	41
3.4.4.2.3 Custos de oportunidade ou alternativo.....	41
3.4.4.2.4 Mão-de-obra fixa.....	42
3.4.4.2.5 Custo de aquisição.....	42
3.4.4.2.6 Conservação e manutenção.....	42
3.4.4.2.7 Prazo.....	43
3.4.4.2.8 Renda bruta (RB).....	43
3.4.4.2.10 Taxa de retorno (TR).....	43
3.4.4.2.11 Índice de lucratividade (IL).....	44
3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA.....	44
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
4.1 Cultura da cenoura.....	45
4.2 Cultura do caupi-hortaliça.....	50
4.3 ÍNDICES DE COMPETIÇÃO, VANTAGEM DO SISTEMA CONSORCIADO, EFICIÊNCIA DE SISTEMAS E INDICADORES ECONÔMICOS.....	53
4.3.1 Índices de competição e vantagem do sistema consorciado.....	53
4.3.2 Índices de eficiência agronômica/biológica.....	53
4.3.3 Indicadores econômicos.....	60
5. CONCLUSÕES.....	63
6. REFERÊNCIAS.....	64
APENDICE.....	73

1. INTRODUÇÃO

A produção de hortaliças se caracteriza como uma atividade altamente intensiva na utilização do solo, água, insumos e mão-de-obra sendo praticada em sua maioria por pequenas propriedades familiares como forma de subsistência ou na comercialização em pequena escala da produção excedente.

Nesse sentido, os sistemas consorciados de hortaliças vêm crescendo como alternativa do aumento de produtividade através de um maior aproveitamento dos recursos ambientais. É uma prática de fácil implementação permitindo uma maior densidade de plantas por unidade de área, melhorando a cobertura do solo, diversificando a produção e diminuindo o risco de insucesso do sistema (CECÍLIO FILHO et al., 2007). A importância do consórcio envolve a diversificação de culturas, o melhor aproveitamento dos recursos naturais, entre eles a escassez de água e solo tornando essa prática mais viável econômica e agronomicamente.

A consorciação de culturas, desde que conduzida de forma correta, proporciona diversas vantagens em relação ao monocultivo. Entre as vantagens que podem surgir do consórcio de culturas, estão a redução das populações de insetos, o controle de plantas espontâneas, através do sombreamento por dosséis complexos ou alelopatia, o melhor uso de nutrientes do solo e o aumento da produtividade por unidade de área. Para tanto, é necessário levar em consideração os benefícios mútuos entre espécies para compor o sistema, e obter um adequado desenho do arranjo das culturas no que se refere às densidades e espaçamentos para cada cultura componente (ALTIERE et al., 2003).

Sabe-se, no entanto, que a eficiência do consórcio depende diretamente do manejo e das culturas envolvidas (BEZERRA NETO et al., 2003). O manejo adequado dos fatores de produção tais como, arranjo espacial das culturas, população e densidade de plantio entre outros, podem diminuir a competição pelo uso dos recursos. O consórcio de cenoura e caupi-hortaliça se constitui numa associação adequada para a exploração desses recursos.

A disposição das plantas proporciona alteração no microclima, na disponibilidade de luz, nutrientes, água, temperatura entre outros (JAUER et al., 2003). Com o aumento na interceptação de luz e do melhor aproveitamento da água e nutrientes disponíveis, acréscimos na produtividade podem

ser obtidos pelo aumento da densidade de semeadura, associado à redução do espaçamento entre linhas.

A densidade populacional consiste num fator de suma importância na eficiência dos sistemas de consórcio e consiste basicamente na quantidade de plantas a serem utilizadas no cultivo. Bezerra Neto et al. (2005), evidenciaram em pesquisas realizadas nas condições do semiárido nordestino a influência da densidade de plantas sobre a qualidade de oleráceas. Estudando a associação de densidades populacionais de cenoura e alface em cultivo consorciado em faixas, observaram que, o aumento na combinação de densidades populacionais de cenoura e de alface aumentou a produtividade total e comercial da cenoura.

Em busca de atender as necessidades específicas dos tratos culturais e a melhoria da produtividade, propostas de espaçamento e densidade de plantio são apresentadas, todavia, as alterações nesses fatores de produção induzem uma série de modificações no crescimento e desenvolvimento das plantas e precisam ser mais bem conhecidas (SOUZA, 1996).

Com o intuito de fornecer informações relevantes aos produtores familiares sobre a produção de hortaliças em consórcio, o objetivo do presente trabalho consistiu em determinar as vantagens agroeconômica do consórcio de cenoura e caupi-hortaliça sob diferentes arranjos espaciais e densidades populacionais.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 ASPECTOS ECOFISIOLÓGICOS DA INTERAÇÃO ENTRE PLANTAS EM CONSÓRCIO

2.1.1 O interrelacionamento entre plantas

As plantas podem competir entre si (competição intraespecífica) e com outras plantas (competição interespecífica) pelos recursos do meio (luz, água, nutrientes, CO₂, etc.). A duração do tempo da competição determina prejuízos no crescimento, no desenvolvimento e, conseqüentemente, na produção das culturas. Uma redução considerável no crescimento de espécies, tanto em combinações intra como interespecíficas, é resultante da competição espacial entre grupos de plantas que ocupam o mesmo local em um determinado período de tempo (ZANINE; SANTOS, 2004). Raventós e Silva (1995) argumentaram que essa redução, ocasionada por plantas vizinhas, poderia ser devido à competição por água durante a estação seca e por luz durante a estação úmida, sendo que a natureza complexa da competição entre plantas tem sido amplamente ignorada, sendo investigada apenas na forma de estudos experimentais e em condições controladas.

Em uma comunidade vegetal, homogênea ou heterogênea, as plantas estão sujeitas a diversos tipos de interações. Normalmente os vários tipos de interação entre plantas vizinhas têm sido descritos como forma de competição. Contudo, podem distinguir-se dois tipos de interação: a competição e a alelopatia (TEIXEIRA et al., 2005). A competição entre plantas vizinhas ocorre pelos fatores de crescimento tais como luz, nutrientes ou água. À medida que se aumenta a densidade de plantas, ocorre redução da disponibilidade desses fatores para cada indivíduo. A redução da energia fotossinteticamente ativa (RAF) disponível para uma ou mais culturas limita a fotossíntese e a energia para a evapotranspiração. Por outro lado, plantas parcialmente sombreadas podem ser menos sujeitas ao estresse por falta de umidade.

A competição por recursos não deve ser confundida com alelopatia. De acordo com FERREIRA (2000) alelopatia seria qualquer efeito direto ou indireto danoso ou benéfico que uma

planta (incluindo microrganismos) exerce sobre outra pela produção de compostos químicos liberados no ambiente. O que diferencia a alelopatia da competição entre plantas é o fato da competição reduzir ou remover do ambiente um fator de crescimento necessário a ambas às plantas (luz, água, nutrientes, etc.), enquanto a alelopatia ocorre pela adição de um fator ao meio. No entanto, não é fácil distinguir se o efeito nocivo de uma planta sobre a outra cabe à alelopatia ou à competição.

As interferências podem ser não-competitivas, competitivas e complementares. *Interferência não-competitiva* ocorre quando plantas diferentes dividem um fator de crescimento (tais como, luz, água e nutrientes), que esteja presente em quantidade suficiente, de modo que ele não seja limitante. As interferências competitivas há uma competição onde uma cultura se sobressai da outra não a beneficiando de algum modo. A competição ou complementaridade de culturas é a mais comum encontrada entre produtores que têm obviamente selecionado associações com reduzida competição que assim produz uma vantagem no rendimento por não competir pelos mesmos fatores de crescimento com a competição interespecífica sendo menor do que a intraespecífica.

2.1.2 Competição e crescimento de plantas

Competição é uma interação entre indivíduos, provocada por uma exigência compartilhada para um recurso de provisão limitada, conduzindo a uma redução no crescimento e sobrevivência da espécie menos adaptada. (WILSON, 1988).

A competição entre plantas vizinhas ocorre pelos fatores de crescimento tais como luz, nutrientes ou água. À medida que se aumenta a densidade de plantas, ocorre redução da disponibilidade desses fatores para cada indivíduo.

Estudos baseados na fisiologia comumente identificam como a captação de um recurso por um indivíduo afeta a quantidade do recurso captado pelo outros, sem determinar as consequências na performance da planta. A habilidade de captar recursos no solo e a habilidade competitiva de plantas não são necessariamente correlacionadas (CASPER; JACKSON, 1997).

2.1.2.1 Competição por luz

A influência que as copas das plantas de diferentes espécies podem ter sobre outras, podem ser dividida em: a) efeito protetor (redução na velocidade do vento) e b) efeito de sombreamento (redução no fluxo de radiação). Os efeitos de sombreamento são geralmente associados com a competição por luz desde que o sombreamento seja frequentemente nocivo. Quando a copa de uma cultura componente de um consórcio é estabelecida mais alta do que outra, a copa mais alta (espécie dominante) intercepta a maior porção da luz. Se as condições de solo não são limitantes e as espécies sombreadas não é extremamente dependente de sombra (que é raramente o caso), a taxa fotossintética e de crescimento das plantas sombreadas será próxima a proporcional a radiação que elas interceptaram.

A conclusão geral de todos os experimentos envolvendo competição por luz é que a cultura componente com a maior área foliar na copa da comunidade está em vantagem. É também provável, que, se as folhas são horizontais, a vantagem é maior do que se elas são eretas, desde que as folhas horizontais interceptem mais do total do fluxo de luz descendente por unidade de área foliar do que as folhas eretas. Desde que a fertilidade e o balanço de umidade possam ser relativamente fáceis de controlar, a competição por luz difere daquela produzida por nutriente ou água, em que não há nenhuma "fonte comum" da qual as plantas possam tirar seus suprimentos. A energia da luz é instantaneamente disponível e ela deve ser instantaneamente interceptada e não pode ser armazenada. O aumento da capacidade competitiva de plantas é atribuído à emergência precoce, elevado vigor de plântulas, rapidez de expansão foliar, formação de dossel denso, elevada altura de planta, ciclo de desenvolvimento longo e rápido crescimento do sistema radicular (REES; BERGELSON, 1997; HAUGLAND; TAWFUQ, 2001; SANDERSON; ELWINGER, 2002).

2.1.2.2 Competição por água e nutrientes

Boa parte da competição entre plantas ocorre abaixo do solo. Na competição abaixo do solo, diferentemente da competição acima do solo, que primariamente envolve uma simples fonte (luz), as plantas competem por vários recursos do solo, incluindo água e pelo menos 20 minerais essenciais que diferem em peso molecular, valência, estado de oxidação e mobilidade dentro do solo. A competição abaixo do solo frequentemente reduz a performance de plantas de forma mais acentuada que a competição acima do solo, e esta é a principal forma de competição que ocorre em solos áridos e outros sistemas com baixa densidade de plantas (CASPER; JACKSON, 1997).

No estágio inicial de desenvolvimento da planta, as raízes individuais das plantas estarão bastantes distantes umas das outras, a ponto de não interferir com o suprimento de fatores do solo de suas plantas vizinhas. Contudo, desde que a área superficial do sistema radicular seja muito grande em algum estágio do desenvolvimento cultural, a competição pelo suprimento pode começar. Quando o sistema de cultivo consiste de diferentes espécies, a superposição de sistemas radiculares da mesma espécie dentro da mistura é provável começar mais cedo do que para espécies diferentes.

Portanto, a competição intraespecífica é provável começar mais cedo do que a competição interespecífica. O grau de superposição entre os sistemas radiculares das culturas componentes determina a intensidade dos efeitos de competição. A distribuição espacial de raízes individuais, tão bem como os sistemas radiculares completos, mais provavelmente influencia a intensidade de competição.

A absorção de água produz um gradiente do conteúdo de água ao redor das raízes. Quando o solo ao redor da raiz é seco, a água fluirá para o solo esgotado. Dependendo de uma série de fatores tais como condutividade hidráulica e conteúdo de água do solo, a zona de esgotamento de água pode estender-se até 25 cm de uma simples raiz.

A competição por água está, portanto, estritamente relacionada com os arranjos espaciais e padrões radiculares. Sistemas radiculares parecem evitar outros a fim de prevenir a competição. Isto frequentemente resultará em uma penetração mais profunda de raízes em uma associação de culturas, que significa que mais água estará disponível e a competição será menor do que a esperada. Quando as espécies são cultivadas em consorciação, os seguintes fatores determinam a natureza e a extensão da competição por água e nutriente: produção de raízes; rápida penetração no solo frequentemente resultará em uma vantagem competitiva; densidade de raízes; proporção do sistema radicular que cresce ativamente; e potencial de absorção de água e nutriente.

De acordo com Kawano et al. (1974), absorção mais cedo parece ser a chave do sucesso em competição para nutrientes móveis. O tempo do fator também desempenha um importante papel em outra parte, por exemplo, quando os requerimentos por nutrientes das várias espécies ocorrem ao mesmo tempo, os efeitos competitivos podem ser esperados serem maiores do que quando as espécies absorvem elementos em tempos diferentes.

A competição por nitrogênio é o mais móvel, e desempenha um papel muito importante na produção da planta. O nitrato no solo está na forma de íons móveis e é carregado passivamente em água em movimento. A zona de escassez de nitrogênio será, portanto, tão grande quando aquelas de água, desde que os íons sejam absorvidos tão rápidos eles cheguem às raízes (BARLEY, 1970).

2.2 ARRANJOS ESPACIAIS EM CULTIVOS CONSORCIADOS

O manejo de sistemas consorciados consiste basicamente no desenho de combinações espaciais e temporais de culturas em uma área. O arranjo das culturas no espaço pode ser feito na forma de sistemas tais como cultivo em faixas, cultivos mistos (sem arranjo definido em fileiras), parcelas em mosaico, cultivos em linhas alternadas e culturas de cobertura.

O arranjo espacial por ser um fator de manejo que pode ser manipulado para melhorar o uso de recursos ambientais e a eficiência de sistemas consorciados de hortaliças, pode ser definido como o padrão de distribuição das plantas em relação ao solo, o qual determina a forma da área disponível para a planta individual. Isso se torna importante em função do grau de competição intra e interespecífica. A competição interespecífica é maior quando as plantas estão intimamente arranjadas do que quando há menos contato entre as espécies. O plantio em sistema consorciado pode envolver diversas configurações de plantio, como a utilização de duas espécies vegetais em fileiras alternadas ou mesmo em consórcios complexos entre várias espécies (CECÍLIO FILHO et al., 2003).

Cultivares e arranjos espaciais são importantes fatores de manejo que podem ser manipulados para melhorar o uso de recursos e a eficiência da prática do consórcio em hortaliças (BEZERRA NETO et al., 2003). Buscam-se espécies que proporcionem boa capacidade de combinação

interespecífica e, conseqüentemente, maior produção e eficiência agroeconômica nos sistemas consorciados.

Em um cultivo consorciado, as espécies normalmente diferem em altura e em distribuição das folhas no espaço, entre outras características morfológicas (FLESCH, 2002), que podem levar as plantas a competir por energia luminosa, água e nutrientes. A divisão da radiação solar incidente sobre as plantas, em um sistema consorciado, será determinada pela altura e formato das plantas e pela eficiência de interceptação e absorção. O sombreamento causado pela cultura mais alta reduz tanto a quantidade de radiação solar à cultura mais baixa como a sua área foliar (TRENBATH, 1975). Uma vez que a radiação solar afeta o desenvolvimento da segunda cultura semeada, a escolha do melhor arranjo e da época ideal de semeadura é crucial no desempenho da consorciação, ou seja, na maximização da produção.

Segundo Oliveira (2003), o arranjo de plantio ideal é aquele que maximiza a complementaridade entre as culturas componentes resultando no rendimento do sistema consorciado. No entanto, o padrão de plantio que produz a mais alta vantagem fisiológica não pode sempre ser usado pelo produtor, porque a sua escolha é provavelmente influenciada por outras considerações como preferência por uma componente específica, conveniência no plantio, capina e colheita.

Os estudos de sistemas e arranjos para cultivos consorciados devem basear-se em observações de instalações, sendo de fundamental importância, para que se possa propiciar uma exploração a campo, respeitando às características regionais e procurando melhorar alguns aspectos que possam aumentar a rentabilidade dos sistemas. A prática a ser recomendada deve ser simples e de fácil execução (FLESCH, 1988). O sistema de arranjo das plantas é muito variável, e neste aspecto a definição do melhor arranjo a ser utilizado é de suma importância para o sucesso do sistema.

A principal consideração na escolha da configuração de plantio dever ser a de maximizar a vantagem fisiológica do sistema consorciado, pois, se duas culturas tem igual importância econômica ou alimentar para o produtor, e se ele pode aceitar qualquer proporção produzida por essas culturas, pode-se com isso se alcançar retorno econômico satisfatório e/ou maior diversidade alimentar (SILVA, 2013).

O arranjo espacial das plantas cultivadas constitui-se, portanto, em fator relevante na definição das relações de competição inter e intraespecífica entre plantas (FISCHER; MILES, 1973; NORRIS et al., 2001a). A redução do espaçamento entre fileiras propicia aumento da capacidade de interceptação

de luz pelo dossel das plantas cultivadas. Dessa forma, a cultura ocupará o espaço de forma mais rápida, diminuindo a disponibilidade de recursos ao crescimento e desenvolvimento de plantas daninhas (THARP; KELLS, 2001). Usualmente, o termo 'espaço' integra o conjunto de recursos necessários ao desenvolvimento das plantas.

2.3 DENSIDADES POPULACIONAIS ENTRE AS CULTURAS COMPONENTES

A densidade de plantio pode ser definida como o número de plantas por unidade de área. As propostas de espaçamento e densidade de plantio, para as culturas em geral, têm procurado atender às necessidades específicas dos tratos culturais e a melhoria da produtividade. Todavia, alterações nestes fatores induzem uma série de modificações no crescimento e no desenvolvimento das plantas e precisam ser conhecidas com maiores detalhes (BEZERRA NETO et al., 2005).

Nas maiores densidades de plantio, o maior número de plantas por metro linear provoca redução na disponibilidade de recursos para as plantas, que é traduzida em menor diâmetro das hastes. Cultivares que ramificam e espaçamentos mais adensados influenciam, individualmente, os períodos necessários para os fechamentos da linha e da entrelinha pelas plantas, promovendo uma cobertura mais rápida do terreno. A distribuição espacial também afeta a arquitetura de planta e o comportamento vegetativo e produtivo das plantas (IROLIVEA et al., 1998).

Benjamim (1982) trabalhando com cenoura, observou que quanto maior a densidade de plantio, maior foi a variação entre plantas. Esse aumento, porém, na variação entre plantas, ocorreu pela intensificação de diferenças preexistentes entre as plantas, ocasionadas, sobretudo, por diferenças no tempo de emergência. A maior densidade de plantio apenas acentuou as desigualdades, tornando dominantes as plantas maiores e dominadas as menores, ao longo do ciclo da cultura.

Hole et al. (1984) observaram um aumento na relação parte aérea/raiz para altas densidades de plantio: densidades muito elevadas chegaram a inibir a formação de raízes comerciais. A luz, porém, não deve ter sido o único fator limitante para essas plantas. A competição deve ter sido agravada pela limitação de água e nitrogênio, pois não foi feita adubação em cobertura, devido ao pequeno ciclo da cultura.

Schmitt et al. (1986) destacaram que as plantas apresentavam certa plasticidade no seu crescimento, caracterizada pela grande variação no crescimento entre plantas dentro de uma população. Essa variação é devida, em grande parte, à competição intraespecífica, levando ao aparecimento de indivíduos dominadores e dominados. Os autores destacaram, ainda, que, quanto maior for a densidade de plantio, maior será a variação entre plantas na população, e tanto maior será essa variação quanto mais limitante for o fator luz.

Um dos fatores que exercem maior influência no desenvolvimento de plantas e na produtividade é a densidade de plantio, ou seja, a população de plantas por área. Essa densidade é determinada por três critérios básicos, que são o espaçamento entre fileiras, entre plantas e o número de plantas por cova. O espaçamento adequado entre plantas e linhas é essencial para otimizar o uso da área e prevenir a incidência de doenças. Com efeito, a população de plantas pode alterar a distribuição da radiação solar e a ventilação em torno das plantas, influenciando a umidade relativa e a concentração de gás carbônico atmosférico, entre e dentro das fileiras (ANDRIOLLO, 1999; GEISENBERG; STEWART, 1986). Desse modo, a população de plantas exageradamente elevada ocasiona sombreamento, elevação da umidade e as plantas se tornam mais sujeitas à incidência de doenças.

Com relação ao número de plantas presentes no consórcio, tanto a população total (todas as culturas) como a população de cada cultura componente deve ser distinguida. Diferenças nesses componentes podem influenciar as plantas, afetando-lhes a arquitetura, o desenvolvimento, a fitomassa, a qualidade e, principalmente, a produtividade. A maior vantagem dos plantios adensados é o ganho de produtividade com menor custo de produção. Porém, quando se aumenta a população por unidade de área, cada planta começa a competir por recursos de crescimento. A resposta das plantas, depois de iniciada a competição, está ligada a fatores como espécies, cultivares, doses de adubação, irrigação e esquema de plantio. A maior densidade de plantas e as possíveis interações entre as espécies cultivadas, com diferentes hábitos de crescimento, arquiteturas e habilidades competitivas, aumentam o risco de insucesso cultural nos cultivos consorciados. Assim, o entendimento da competição entre plantas é de fundamental importância nestes sistemas de cultivo (MONDIM, 1988).

Em sistemas de cultivo consorciado, a população ideal das culturas está relacionada com a capacidade do solo em fornecer nutrientes e com a capacidade de cada cultura em competir por água, luz e nutrientes (ZANINE; SANTOS, 2004). Portanto, a competição depende da população e do

arranjo das plantas, das condições de ambiente e solo e, ainda, da interação entre as culturas consorciadas. Desse modo, a produtividade tende a se elevar com o aumento da população, até atingir determinado número de plantas por área, que é considerada como população ótima. Após esse ponto, a produtividade decresce com o aumento do número de plantas por área (PEREIRA, 1991).

Quando duas culturas são plantadas juntas para formar um sistema consorciado e o rendimento resultante das populações combinadas é maior do que aquele dos monocultivos, é muito provável que estes aumentos sejam resultados da complementaridade das características e do nicho das populações usadas no consórcio (GLIESSMAN, 2000). Portanto, quando o período de maior demanda pelos recursos ambientais das culturas consorciadas não é coincidente, a competição entre as mesmas pode ser minimizada, sendo esta situação denominada complementaridade temporal. Quando as diferenças na arquitetura das plantas favorecem à melhor utilização da luz, água e nutrientes disponíveis ocorre a denominada complementaridade espacial. Entretanto, a complementaridade temporal é o principal fator determinante da eficiência dos sistemas consorciados normalmente empregados (MONTEZANO; PEIL, 2006). Deste modo, quando se busca a otimização da produção, um dos primeiros pontos a se considerar é a densidade de plantas, pois um modo óbvio de tentar aumentar a produtividade de uma cultura é plantar um número maior de plantas por unidade de área. Entretanto, o aumento da produtividade por este método tem um limite, pois com o aumento na densidade populacional, cresce a competição entre plantas, sendo o desenvolvimento individual prejudicado, podendo ocorrer queda no rendimento e/ou na qualidade (MINAMI et al., 1998).

Através de estudos envolvendo população de plantas e rendimento, Holliday (1960) destaca que existem duas relações definidas, a relação assintótica e a parabólica, em que na primeira, à medida que aumenta a população de plantas, o rendimento da lavoura também se eleva a um ponto máximo e, então, mantém-se relativamente constante.

Há evidências, na literatura, de que estas relações se aplicam às culturas individuais nos sistemas consorciados (OSIRU; WILLEY, 1972; WILLEY; LAKHANI, 1976). Nesses sistemas, o estudo de população de plantas é mais complexo porque envolve dois tipos de populações: a população total, que é a somatória das populações de todas as culturas do sistema, e a proporcional, isto é, a população individual de cada cultura (WILLEY; RAO 1981). O importante, nesse tipo de estudo, é dimensionar a “pressão populacional” de cada componente no substrato ecológico. Uma simples planta de uma espécie não pode ser comparada com uma única planta de outra cultura

(OSIRU; WILLEY, 1972). Sabe-se que a população total combinada (somatório das populações das culturas componentes do sistema) deve ser mais elevada que a população individual ótima de cada cultura em regime isolado (WILLEY, 1979 e AZEVEDO, 1990).

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA EXPERIMENTAL

O experimento foi realizado na Fazenda Rafael Fernandes pertencente à Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), no período de julho a dezembro de 2013, situada no distrito de Alagoinha, distante 20 km da sede do município de Mossoró (5° 11' S e 37° 20' W, 18 m de altitude). O clima 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°C; a média mínima de 22°C; a média máxima de 32°C; umidade relativa média do ar de 67%; velocidade do vento média de 4 m s⁻¹; radiação média de 23,39 mjm²; precipitação pluviométrica de 0 mm; pressão atmosférica média de 1009 hPa e temperatura média do ponto de orvalho de 19 °C.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2009). No local do experimento, foram coletadas amostras simples do solo, utilizando-se um trado holandês à profundidade de 0-20 cm e, posteriormente homogeneizadas, para se obter uma amostra composta, a qual foram enviadas para análise no Laboratório de Fertilidade do Solo e Nutrição de Plantas do Departamento de Ciências Ambientais e Tecnológicas da UFERSA, cujos resultados foram os seguintes: pH (água) = 7,09; MO = 11,5 mg dm⁻³; N = 0,04 g kg⁻¹; P = 15,14 g kg⁻¹; K = 50,5 mg dm⁻³; Na = 4,1 mg dm⁻³; Ca = 1,84 cmol_c dm⁻³; Mg = 1,39 cmol_c dm⁻³; e CTC = 3,38 cmol_c dm⁻³.

3.2 DELINEAMENTO EXPERIMENTAL

O delineamento experimental utilizado foi em blocos completos casualizados, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 3 x 4, com quatro repetições. O primeiro fator foi constituído por três arranjos espaciais (2:2, 3:3, e 4:4) que correspondem às fileiras de cenoura (Brasília) alternadas com fileiras de caupi-hortaliça (BRS Itaim), e o segundo fator foi constituído pelas densidades populacionais do caupi-hortaliça (40, 60, 80 e 100% da população recomendada no cultivo solteiro – PRCS). A população de plantas recomendada para o cultivo solteiro na região para o caupi-hortaliça é de 200.000 plantas por hectare (EMBRAPA, 2009). Para a cenoura foi utilizada a população de 500.000 plantas ha⁻¹ (OLIVEIRA, 2012b), ou seja, 100% da população.

A área total do experimento constitui-se de 4 (quatro) blocos medindo 31,20m de comprimento e 1,20m de largura. O cultivo consorciado foi estabelecido em faixas alternadas das culturas componentes na proporção de 50% da área para a cenoura 50% da área para o caupi-hortaliça, onde as parcelas foram constituídas por duas, três e quatro fileiras de cenoura alternada com duas, três e quatro fileiras de caupi-hortaliça ladeadas por duas fileiras-bordaduras de cenoura por um lado e por duas fileiras de caupi-hortaliça pelo outro lado, constituindo assim as bordaduras laterais. As áreas totais das parcelas foram 2,40 m², 3,00 m² e 3,60 m² com áreas úteis de 1,00 m², 1,50 m² e 2,00 m² respectivamente.

Foram plantadas parcelas solteiras das culturas de cenoura e caupi-hortaliça para obtenção dos índices de eficiência de cada cultivar e do sistema consorciado. O cultivo solteiro de cada hortaliça foi estabelecido através do plantio de seis linhas por parcela com uma área total de 1,44 m² com área útil de 0,80 m², no espaçamento 0,20 m x 0,10 m para a cultura da cenoura e de uma área total 3,60 m² e área útil de 2,00 m², no espaçamento de 0,50 m x 0,10 m para a cultura do caupi-hortaliça. As áreas úteis foram constituídas pelas fileiras centrais de plantas, excluindo-se as primeiras e últimas plantas de cada fileira, usadas como bordaduras.

3.3 INSTALAÇÃO E CONDUÇÃO DO EXPERIMENTO

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. Foi realizada uma solarização com plástico transparente ‘Vulcabrilho Bril Fles’ de 30 micra durante 57 dias com o intuito de reduzir a população de fitopatógenos do solo que viessem a prejudicar a produtividade das culturas (OLIVEIRA, 2012b).

Foi realizada adubação verde com flor-de-seda (*Calotropis procera* (Ait.) R.Br.) em todas as parcelas experimentais no qual foi coletada da vegetação nativa do perímetro urbano Mossoró-Apodi triturados em pedaços de 2-3 cm e colocados para secar em temperatura ambiente até atingirem ponto de fenação, sendo armazenada com teor de umidade de 8,3%. Amostras desse adubo verde foram retiradas aleatoriamente para quantificação dos teores de nutrientes, cuja composição química obtida foi: 15,3 g kg⁻¹ N; 4,0 g kg⁻¹ P; 15,7 g kg⁻¹ K; 9,3 g kg⁻¹ Ca e 7,03 g kg⁻¹ Mg, com uma relação carbono/nitrogênio de 25:1. A quantidade utilizada nas parcelas experimentais foi de 51 t ha⁻¹ (SILVA, 2014) sendo 40% da quantidade de cada parcela incorporada aos 20 dias antes do plantio das culturas, e os 60% restantes incorporados aos 40 dias após a semeadura da cenoura e do caupi-hortaliça.

A semeadura da cenoura e do caupi-hortaliça ocorreu no dia 22 de outubro de 2013, em covas de aproximadamente 3 cm de profundidade, colocando-se 2-3 sementes para a cenoura e 2 para o caupi-hortaliça. O desbaste da cenoura e do caupi-hortaliça foi feito aos 20 e 09 dias após o plantio respectivamente. Uma semana antes da colheita foram identificadas aleatoriamente 20 plantas em cada parcela experimental para obtenção dos dados.

As irrigações foram efetuadas por microaspersão, com dois turnos de rega diária parcelados em duas aplicações pela manhã e a tarde, fornecendo-se uma lâmina diária de água de aproximadamente 8 mm (PORTO et al., 2011). O controle de invasoras foi feito por capinas manuais aos 15, 30 e 35 dias após a semeadura.

A colheita da cenoura ocorreu no dia 03 de fevereiro de 2014 (105 dias após o plantio). A colheita do caupi-hortaliça ocorreu nos dias 17, 23 e 27 de dezembro de 2013 (57, 63 e 67 dias após a semeadura).

3.4 CARACTERÍSTICAS AVALIADAS

3.4.1 Cultura da cenoura

3.4.1.1 Altura de plantas

Realizada em uma amostra de vinte plantas retiradas aleatoriamente da área útil da parcela, fazendo-se uma medição do solo até a extremidade das folhas mais altas, estimando-se a média, e expressando-a em centímetros.

3.4.1.2 Produtividade comercial de raízes

Obtida da massa fresca das raízes das plantas da área útil, livres de rachaduras, bifurcações, nematoides e danos mecânicos, e expressa em $t\ ha^{-1}$.

3.4.1.3 Produtividade total de raízes

Obtida da massa fresca das raízes das plantas da área útil, e expressa em $t\ ha^{-1}$.

3.4.1.4 Massa fresca da parte aérea

Através da amostra de vinte plantas determinou-se a massa fresca da parte aérea em balança e expressa em $t\ ha^{-1}$.

3.4.1.5 Massa seca de raízes

Obtida das raízes da amostra de vinte plantas, em estufa de circulação de ar forçada a 65 °C até atingir massa constante e expressa em $t\ ha^{-1}$.

3.4.1.6 Produtividade classificada de raízes

Avaliada segundo o comprimento e maior diâmetro em: longas, com comprimento de 17 a 25 cm e diâmetro menor que 5 cm; médias, com comprimento de 12 a 17 cm e diâmetro maior que 2,5 cm; curtas, com comprimento de 5 a 12 cm e diâmetro maior que 1 cm e refugo, considerada as raízes que não se enquadram nas medidas anteriores, com rachaduras, bifurcações, nematoides e/ou danos mecânicos (VIEIRA et al.,1997).

3.4.2 Cultura do caupi-hortaliça

3.4.2.1 Número de vagens verdes por área

Quantificado a partir do número de vagens verdes colhidas de 20 plantas da área útil por m².

3.4.2.2 Comprimento de vagem

Foi determinado em uma amostra aleatória de 20 plantas da área útil, marcadas com fita de cetim a partir da primeira colheita, através de uma régua, expressa em centímetro.

3.4.2.3 Produtividade de vagens verdes por hectare

Quantificada de todas as vagens colhidas das plantas da área útil, expressa em kg ha⁻¹.

3.4.2.4 Número de grãos verdes por vagens

Obtido de uma amostra de 20 plantas colhidas aleatoriamente na área útil de cada parcela.

3.4.2.5 Peso de 100 grãos verdes

Obtido de quatro amostras aleatória de 100 grãos verdes, expressa em g.

3.4.2.6 Produtividade de grãos verdes por hectare

Determinada da quantidade de grãos verdes obtida da área útil de cada parcela, expressa em kg ha⁻¹.

3.4.3 Índices de competição e vantagem do consórcio

3.4.3.1 Índice de superação (IS)

Foi proposto por McGilchrist e Trenbath (1971) para medir a dominância de uma cultura sobre a outra. Este índice é dado pelas seguintes expressões:

$$IS_c = (Y_{cch}/Y_{cs}Z_{cch}) - (Y_{chc}/Y_{chs}Z_{chc})$$
$$IS_{ch} = (Y_{chc}/Y_{chs}Z_{chc}) - (Y_{cch}/Y_{cs}Z_{cch}), \text{ onde:}$$

IS_c e IS_{ch} são os índices de superação da cenoura e do caupi-hortaliça, respectivamente;

Y_{cch} e Y_{chc} são as produtividades comerciais de raízes de cenoura e de grãos verdes de caupi-hortaliça em consórcio;

Y_{cs} e Y_{chs} são as produtividades comerciais de raízes de cenoura e de grãos verdes de caupi-hortaliça em cultivo solteiro;

Z_{cch} é a proporção do plantio da cenoura em consórcio com caupi-hortaliça;

Z_{chc} é a proporção do plantio do caupi-hortaliça em consórcio com cenoura.

Se o valor de IS for igual a zero, ambas as culturas são igualmente competitivas. Se IS for positivo, então a cultura componente com sinal positivo é a dominante e com sinal negativo é a dominada.

3.4.3.2 Taxa de competição (TC)

As taxas de competição TC_c e TC_{ch} foram obtidas a partir do índice de superação proposto por Willey e Rao (1980). É calculada pelas seguintes expressões:

$$TC_c = [(Y_{cch}/Y_{cs})/(Y_{chc}/Y_{chs})](Z_{chc}/Z_{cch})$$

$$TC_{ch} = [(Y_{chc}/Y_{chs})/(Y_{cch}/Y_{cs})](Z_{cch}/Z_{chc}), \text{ onde:}$$

TC_c e TC_{ch} são as taxas de competição da cenoura e do caupi-hortaliça, respectivamente;

Y_{cch} e Y_{chc} são as produtividades comerciais de raízes de cenoura e de grãos verdes de caupi-hortaliça em consórcio;

Y_{cs} e Y_{chs} são as produtividades comerciais de raízes de cenoura e de grãos verdes de caupi-hortaliça em cultivo solteiro;

Z_{cch} é a proporção do plantio da cenoura em consórcio com caupi-hortaliça;

Z_{chc} é a proporção do plantio do caupi-hortaliça em consórcio com cenoura.

Em um consórcio, a cultura de maior TC tem maior habilidade para usar os recursos ambientais quando comparada com a outra cultura componente.

3.4.3.3 Perda real de rendimento (PRR)

É a proporção da perda ou ganho de rendimento do consórcio comparado com o cultivo solteiro (Banik et al., 1996).

PRR cenoura + PRR caupi-hortaliça

PRR cenoura = $\{[(Y_{cch}/Z_{cch})/(Y_c/Z_c)] - 1\}$

PRR caupi-hortaliça = $\{[(Y_{chc}/Z_{chc})/(Y_{ch}/Z_{ch})] - 1\}$, onde:

Y_{cch} e Y_{chc} são as produtividades comerciais de raízes de cenoura e de grãos verdes de caupi-hortaliça em consórcio;

Y_{cs} e Y_{chs} são as produtividades comerciais de raízes de cenoura e de grãos verdes de caupi-hortaliça em cultivo solteiro;

Z_{cch} é a proporção do plantio da cenoura em consórcio com caupi-hortaliça;

Z_{chc} é a proporção do plantio do caupi-hortaliça em consórcio com cenoura;

Z_c é a proporção de plantio da cenoura no cultivo solteiro;

Z_{ch} é a proporção de plantio do caupi-hortaliça no cultivo solteiro.

3.4.3.4 Vantagem do consórcio (VC)

É um índice que expressa a vantagem ou desvantagem das culturas consorciadas. É calculada pela seguinte expressão:

$$VC = (P_c \times PRR_c) + (P_{ch} \times PRR_{ch})$$

VC é a vantagem do sistema do consórcio;

P_c e P_{ch} é o preço pago ao produtor a nível de mercado na região da cultura da cenoura (R\$ 0,80 kg⁻¹) de raízes e do caupi-hortaliça (R\$ 6,00 kg⁻¹) de grãos, respectivamente;

PRR_c e PRR_{ch} é a perda de rendimento real da cenoura e do caupi-hortaliça, respectivamente, que é calculada através da seguinte expressão:

$$PRR_c = \{[(Y_{cch}/Z_{cch})/(Y_c/Z_c)] - 1\}$$

$$PRR_{ch} = \{[(Y_{chc}/Z_{chc})/(Y_{ch}/Z_{ch})] - 1\}$$

3.4.4 Índices de avaliação da eficiência de sistemas consorciados

3.4.4.1 Índices de eficiência agronômica

3.4.4.1.1 Índices de uso eficiente da terra (UET)

Este índice foi definido por Osiru e Willey (1972) como a área relativa de terra, sob condições de plantio isolado, que é requerida para proporcionar as produtividades alcançadas no consórcio. Obtido pela seguinte expressão:

$$UET = (Y_{cch}/Y_{cs}) + (Y_{chc}/Y_{chs}), \text{ onde:}$$

Y_{cch} = Produtividade comercial de raízes de cenoura em consórcio com o caupi-hortaliça;

Y_{cs} = Produtividade comercial de raízes de cenoura solteira;

Y_{chc} = Produtividade de grãos verdes de caupi-hortaliça em consórcio com a cenoura;

Y_{chs} = Produtividade de grãos verdes de caupi-hortaliça em cultivo solteiro.

3.4.4.1.2 Índice de eficiência produtiva (IEP)

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 ($i = 1, \dots, s$), para o tratamento k ($k = 1, \dots, n$); Y_{jk} : valor do *output* j ($j = 1, \dots, r$), para o tratamento k ; v_i e u_j : pesos atribuídos a inputs e outputs, respectivamente; O : tratamento em análise.

$$\text{Max } \sum_{i=1}^r v_i x_{io}$$

$$\sum_{j=1}^s u_j y_{jo} = 1$$

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

As unidades de avaliação foram os tratamentos (consórcios), em um total de doze. Como *outputs*, foram utilizadas as produtividades de cenoura e de caupi-hortaliça. Para avaliar os rendimentos de cada parcela, considerou-se que cada parcela utilizou-se de um único recurso com nível unitário, seguindo abordagem semelhante à usada por (MELLO; GOMES, 2004), 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 foi usado o índice de lucratividade como *input*.

3.4.4.1.3 Escore da variável canônica (Z)

A eficiência do sistema consorciado foi determinada também pelo escore da variável canônica (Z), obtida através da análise bivariada de variância das produtividades do caupi-hortaliça e da cenoura.

3.4.4.2 Indicadores econômicos

3.4.4.2.1 Custos Totais (CT)

O custo de produção foi calculado e quantificado ao final do processo produtivo em fevereiro de 2014. A modalidade de custo analisada corresponde aos gastos totais por hectare de uma área cultivada, o qual abrange os serviços prestados pelo capital estável, ou seja, a contribuição do capital circulante e o valor dos custos alternativos. De modo semelhante, as receitas referem-se ao valor da produção de um hectare.

3.4.4.2.2 Depreciação

A depreciação é o custo fixo não-monetário que reflete a perda de valor de um bem de produção em função da idade, do uso e da obsolescência. O método de cálculo do valor da depreciação foi o linear ou de cotas fixas, que determina o valor anual da depreciação a partir do tempo de vida útil do bem durável, do seu valor inicial e de sucata. Este último não foi considerado, uma vez que os bens de capital considerados não apresentam qualquer valor residual (LEITE, 1998).

3.4.4.2.3 Custos de oportunidade ou alternativo

O custo de oportunidade ou alternativo, para os itens de capital estável (construções, máquinas, equipamentos, etc.), corresponde ao juro anual que reflete o uso alternativo do capital. De acordo com Leite (1998), a taxa de juros a ser escolhida para o cálculo do custo alternativo deve ser igual à taxa de retorno da melhor aplicação alternativa, por ser impossível a determinação deste valor, optou-se por adotar a taxa de 6% a.a., equivalente ao ganho em caderneta de poupança. Como os bens de capital depreciam com o tempo, o juro incidirá sobre metade do valor atual de cada bem. Com relação ao custo de oportunidade da terra, considerou-se o arrendamento de um hectare na região como o equivalente ao custo alternativo da terra empregada na pesquisa.

3.4.4.2.4 Mão-de-obra fixa

A mão-de-obra fixa foi aquela destinada ao gerenciamento das atividades produtivas, correspondente ao pagamento de um salário mínimo por mês durante o ciclo produtivo, que no caso foi no valor de R\$ 600,00, baseado no custo da diária do trabalhador em campo, correspondente a R\$ 30,00.

3.4.4.2.5 Custo de aquisição

O custo de aquisição foi obtido multiplicando-se o preço do insumo variável utilizado (sementes, adubos, mão-de-obra eventual, etc.) pela quantidade do respectivo insumo referente ao mês de fevereiro de 2014.

3.4.4.2.6 Conservação e manutenção

A conservação e manutenção foi o custo variável relativo à manutenção e conservação das instalações, máquinas e equipamentos diretamente relacionados com a produção. O valor estipulado para estas despesas foi de 1% a.a. do valor de custo das construções; no caso de bomba e sistema de irrigação, o percentual foi de 7% a.a.

3.4.4.2.7 Prazo

O prazo é o período compreendido entre a aplicação dos recursos e a resposta dos mesmos em forma de produto, ou seja, o tempo de duração do ciclo produtivo da atividade (safra). Neste caso, considerou-se um ciclo produtivo de 90 dias.

3.4.4.2.8 Renda bruta (RB)

A renda bruta (RB) foi obtida através do valor da produção por hectare, a preço pago ao produtor em nível de mercado na região, no mês de fevereiro de 2014. Para cenoura o valor pago foi de R\$ 0,80 kg⁻¹ de raízes e para caupi-hortaliça foi de R\$ 6,00 kg⁻¹ de grãos.

3.4.4.2.9 Renda líquida (RL)

A renda líquida (RL) foi obtida através da diferença entre a renda bruta (RB) e os custos totais (CT) envolvidos na obtenção da mesma.

3.4.4.2.10 Taxa de retorno (TR)

A taxa de retorno é a relação entre a renda bruta e o custo total. Significa quantos reais são obtidos de retorno para cada real aplicado no sistema consorciado avaliado.

3.4.4.2.11 Índice de lucratividade (IL)

O índice de lucratividade (IL) foi obtido pela relação entre a renda líquida (RL) e a renda bruta (RB), expresso em porcentagem.

3.5 ANÁLISE ESTATÍSTICA

Realizaram-se análises univariadas de variância nas variáveis determinadas através do pacote estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011) para o delineamento em blocos completos casualizados com os tratamentos arranjos em esquema fatorial. O teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade foi usado na comparação entre as médias dos arranjos espaciais das culturas componentes. Procedimento de ajustamento de curvas de resposta foi realizado em cada variável em função das densidades populacionais através do software Table Curve (JANDEL SCIENTIFIC, 1991).

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Cultura da cenoura

Não houve interação significativa entre os arranjos espaciais e densidades populacionais do caupi-hortaliça na altura de plantas, produtividade comercial e total, massa fresca da parte aérea e massa seca de raiz da cenoura consorciada com o caupi-hortaliça. No entanto, diferenças significativas entre os arranjos espaciais foram observadas na produtividade comercial, produtividade total e massa fresca da parte aérea da cenoura com o arranjo 2:2 se sobressaindo dos demais. Por outro lado, não se registrou diferenças significativas entre os arranjos espaciais na altura de plantas e massa seca da raiz da cenoura (Tabela 1).

Tabela 1. Altura de plantas (AP), produtividade comercial (PC) e total (PT), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca de raízes (MSR) da cenoura consorciada com caupi-hortaliça em função de arranjos espaciais. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Arranjos espaciais	Variáveis analisadas				
	AP (cm)	PC (t ha ⁻¹)	PT (t ha ⁻¹)	MFPA (t ha ⁻¹)	MSR (t ha ⁻¹)
2:2	47,85 a*	24,75 a	26,80 a	10,36 a	3,16 a
3:3	47,72 a	21,07 b	22,68 b	5,74 b	2,60 a
4:4	48,51 a	21,81 ab	23,65 b	4,78 b	3,26 a

* Médias seguidas de letras minúscula diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade

Para a produtividade comercial, produtividade total e massa fresca da parte aérea de cenoura, os maiores valores obtidos foi no arranjo espacial 2:2, onde as menores competições intra e interespecífica foram registradas em comparação aos arranjos espaciais 3:3 e 4:4, ou seja, o melhor

aproveitamento dos recursos ambientais realizou-se nesse arranjo (2:2). Esses resultados concordam com os obtidos por Paula (2011), que, conduzindo apenas um cultivo de rúcula consorciada com cenoura, obteve melhor performance produtiva das culturas componentes no arranjo espacial 2:2.

Não foi possível ajustar nenhuma equação de resposta para altura de plantas, produtividade comercial, produtividade total, e massa seca de raiz em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça (Figuras 1A, 1B, 1C e 1D).

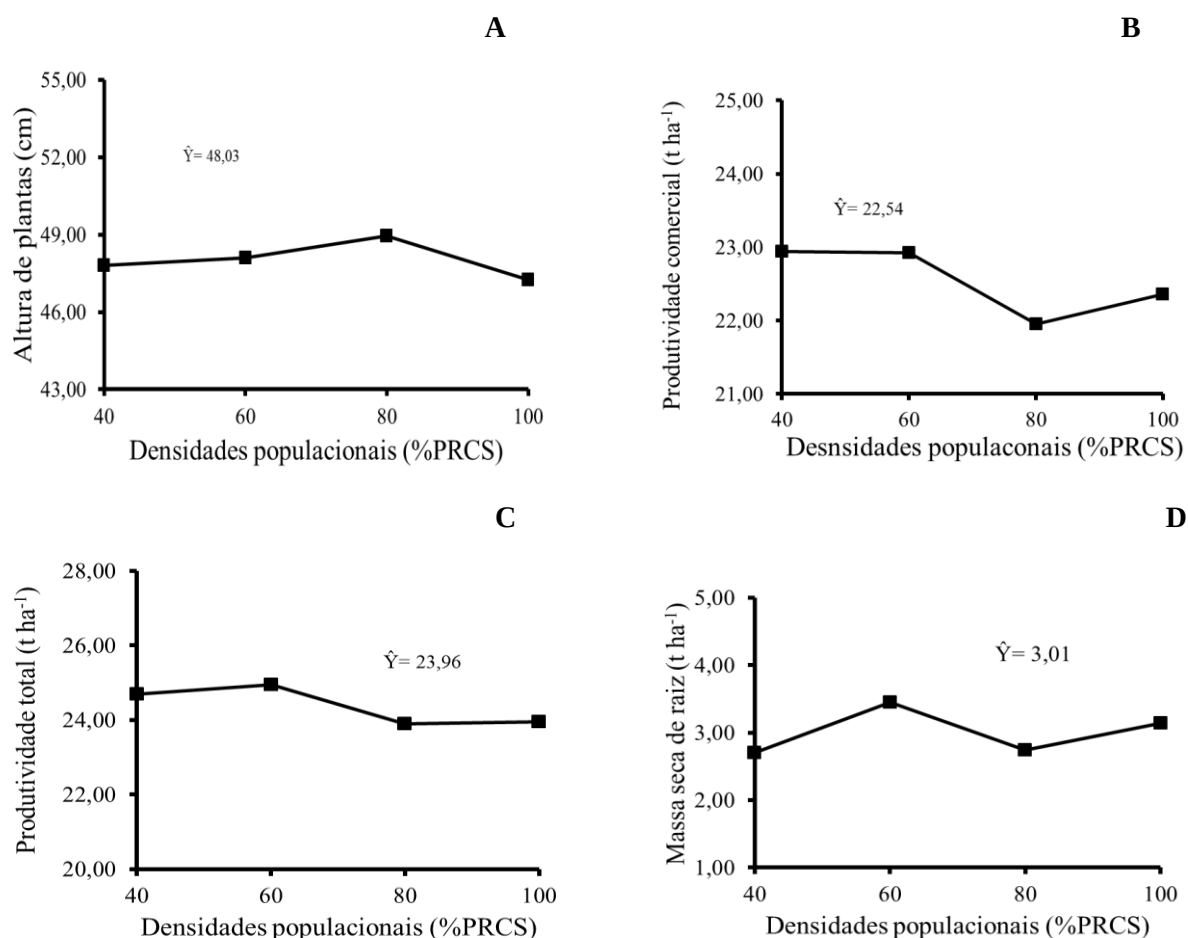


Figura 1. Altura de plantas (A), produtividade comercial (B), produtividade total (C), massa seca de raiz (D) da cenoura consorciada em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

De acordo com Barros Júnior (2004) a produtividade comercial de cenoura aumenta à medida que se aumenta a densidade populacional, e está diretamente relacionada ao maior número de plantas.

Para massa fresca da parte aérea verificou-se que a mesma aumentou à medida que se diminuiu a densidade populacional do caupi-hortaliça (Figura 2D). Esse fato se explica provavelmente por haver competição por água, luz e nutrientes pela cultura do caupi-hortaliça.

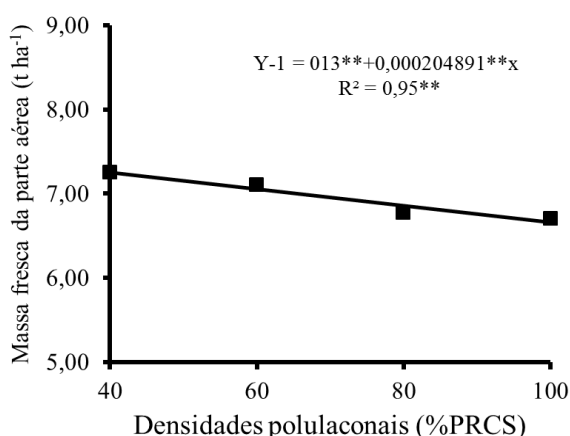


Figura 2. Massa fresca da parte aérea da cenoura consorciada em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Não houve interação significativa entre os arranjos espaciais e densidades populacionais do caupi-hortaliça na produtividade de raízes longas, médias, curtas e refugo da cenoura consorciada com caupi-hortaliça. Para a produtividade classificada de raízes médias, curtas e refugo, não houve diferenças significativas entre os arranjos espaciais, evidenciando que não houve influencia destes nas referidas características analisadas. No entanto, diferenças significativas entre os valores médios nos arranjos espaciais só foi registrada na produtividade de raízes longas com o arranjo 2:2 se destacando dos demais (Tabela 2). Este resultado foi semelhante ao encontrado por Favacho (2015) no consorcio de cenoura com caupi-hortaliça sob diferentes quantidades de biomassa de flor-de-seda e arranjos espaciais.

Tabela 2. Produtividade de raízes longas (RL), médias (RM), curtas (RC) e refugo (RR) da cenoura consorciada com caupi-hortaliça em função de arranjos espaciais. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Arranjos espaciais	Variáveis analisadas			
	RL	RM	RC	RR
	(t ha ⁻¹)	(t ha ⁻¹)	(t ha ⁻¹)	(t ha ⁻¹)
2:2	12,61 a*	9,54 a	2,59 a	2,04 a
3:3	8,21 b	9,74 a	3,11 a	1,60 a
4:4	8,73 b	9,94 a	3,13 a	1,84 a

* Médias seguidas de letras minúscula diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Não foi possível ajustar uma equação de resposta para as produtividades de raízes longas, médias e curtas em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça (Figuras 3A, 3B e 3C). Esses resultados concordam com os obtidos por Oliveira et al. (2011), avaliando o desempenho agrônomo da cenoura adubada com jitirana antes de sua semeadura, onde esses autores também não encontraram equação de regressão para as características citadas.

Para a produtividade de raízes refugo foi registrado inicialmente um aumento com as densidades populacionais do caupi-hortaliça até um valor máximo de 2,02 t ha⁻¹, na densidade do caupi-hortaliça de 66% da PRCS, decrescendo em seguida até a última densidade (Figura 3D). O aumento da densidade populacional pode influenciar a qualidade das raízes tuberosas, aumentando o número de raízes finas e reduzindo o tamanho médio dessas raízes devido à maior competição por água e nutrientes imposta às plantas. O aumento populacional interfere com a parte aérea das plantas, aumentando a produção de ramas e diminuindo o diâmetro destas (ANDRADE, 1989).

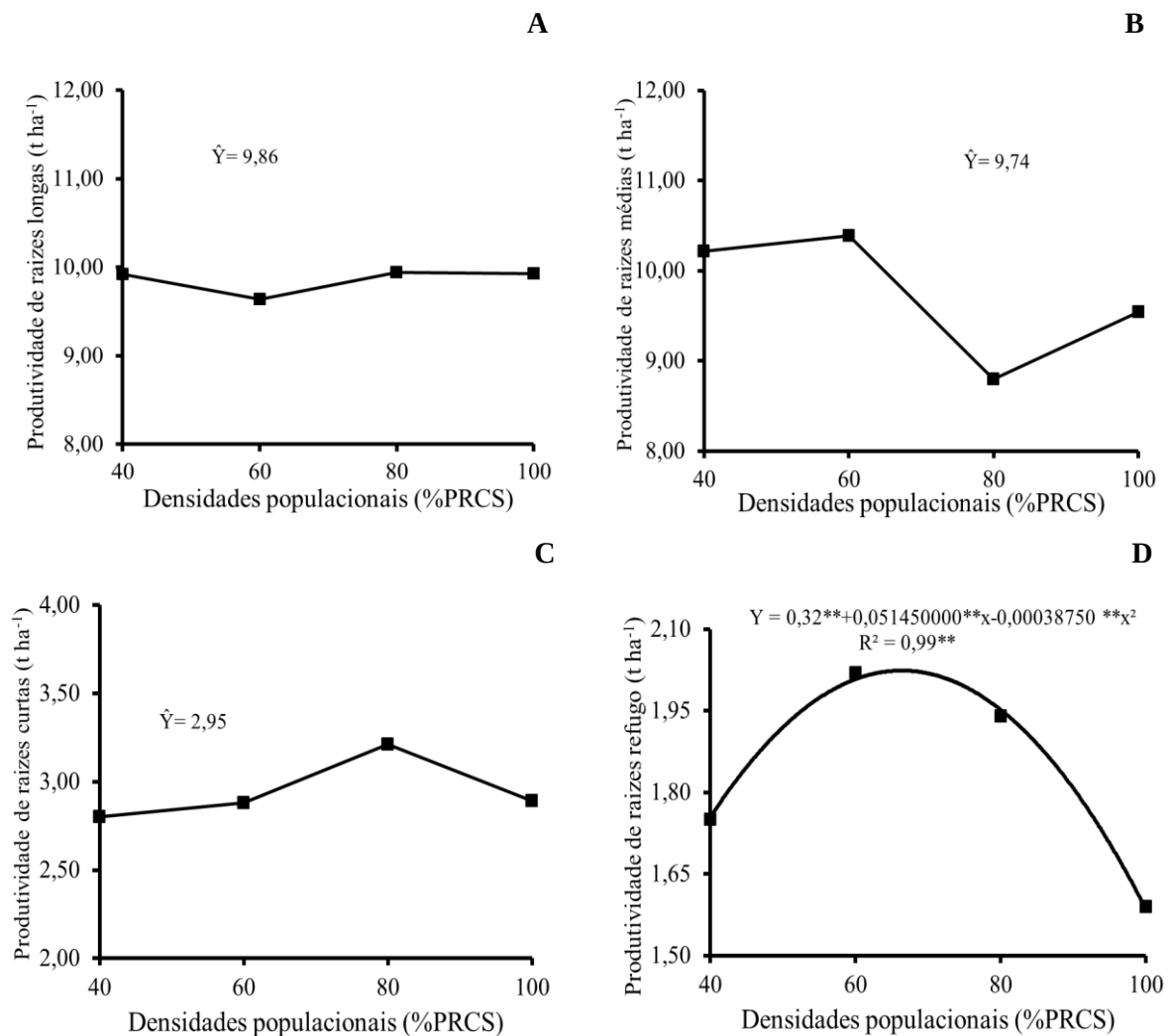


Figura 3. Produtividade de raízes longas (A), médias (B), Curtas (C) e refugos (D) da cenoura consorciada com caupi-hortaliça em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

4.2 Cultura do caupi-hortaliça

Não houve interação significativa entre os arranjos espaciais e densidades populacionais do caupi-hortaliça para número de vagens verdes, comprimento de vagens verdes, produtividade de vagens verdes, número de grãos verdes por vagem, peso de 100 grãos verdes e produtividade de grãos verdes. Esses resultados concordam com os obtidos por Costa (2014), avaliando o desempenho agroeconômico de combinações de cultivares de caupi-hortaliça com cultivares de cenoura em sistema orgânico, onde o autor também não encontrou diferenças significativas para as características citadas.

Semelhante, não se observou diferenças significativas entre os arranjos espaciais (2:2, 3:3 e 4:4) nessas variáveis analisadas (Tabela 3).

Tabela 3. Número de vagens verdes por área (NVV), comprimento de vagens verdes (CVV), produtividade de vagens verdes (PVV), número de grãos verdes por vagem (NGVV), peso de 100 grãos verdes (P100) e produtividade de grãos verdes (PGV) do caupi-hortaliça consorciado com cenoura em função de arranjos espaciais. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Arranjos espaciais	Variáveis analisadas					
	NVV	CVV	PVV (kg ha ⁻¹)	NGVV	P100	PGV (kg ha ⁻¹)
2:2	30,18 a	11,07 a	1.116,15 a	5,55 a	17,39 a*	622,08 a
3:3	27,08 a	11,50 a	989,61 a	5,57 a	18,69 a	517,36 a
4:4	28,53 a	12,75 a	1.072,98 a	5,77 a	29,07 a	581,01 a

*Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Isto significa que o uso dos recursos ambientais pelos arranjos espaciais para o desenvolvimento e produção das características praticamente foram semelhantes, ao ponto de não promover diferenciação entre elas.

Segundo Vandermeer (1989), isso acontece quando uma espécie proporciona algum tipo de benefício para outra, alterando o ambiente de outra espécie de forma positiva ou quando as duas culturas utilizam-se de diferentes componentes do ambiente, ou seja, quando as culturas exploram os nichos ambientais distintamente.

Não foi possível ajustar uma equação de resposta para comprimento de vagem e peso de 100 grãos verdes em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça (Figuras 4A e 4B).

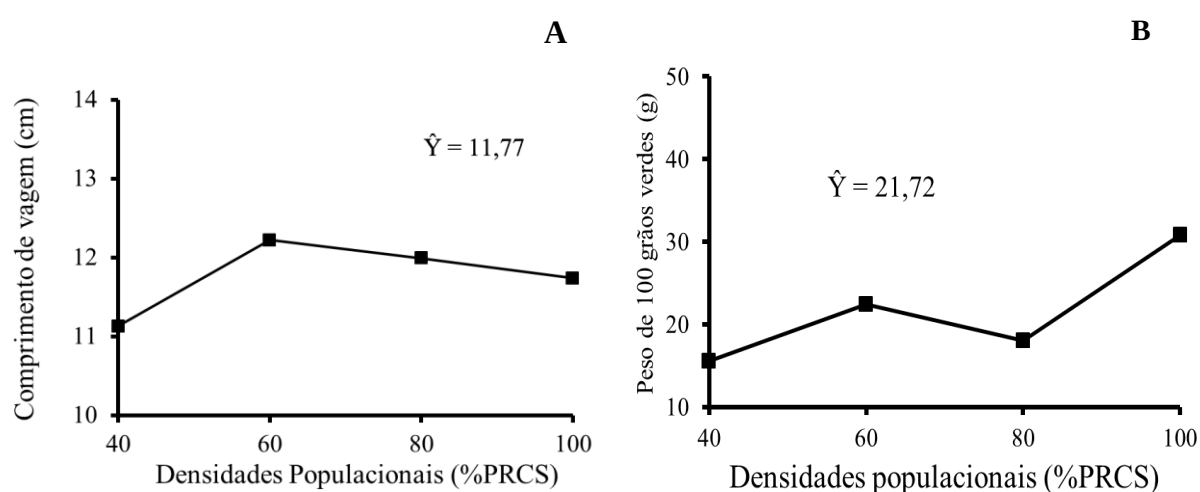


Figura 4. Comprimento de vagem (A) e peso de 100 grãos verdes(B) do caupi-hortaliça consorciado com cenoura em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

No entanto, quando as variáveis do caupi-hortaliça foram analisadas em função das densidades populacionais foram encontradas as equações de resposta para número de vagens verdes por área, produtividade de vagens verdes, número de grãos verdes por vagem e produtividade de grãos verdes (Figuras 5A, 5B, 5C e 5D).

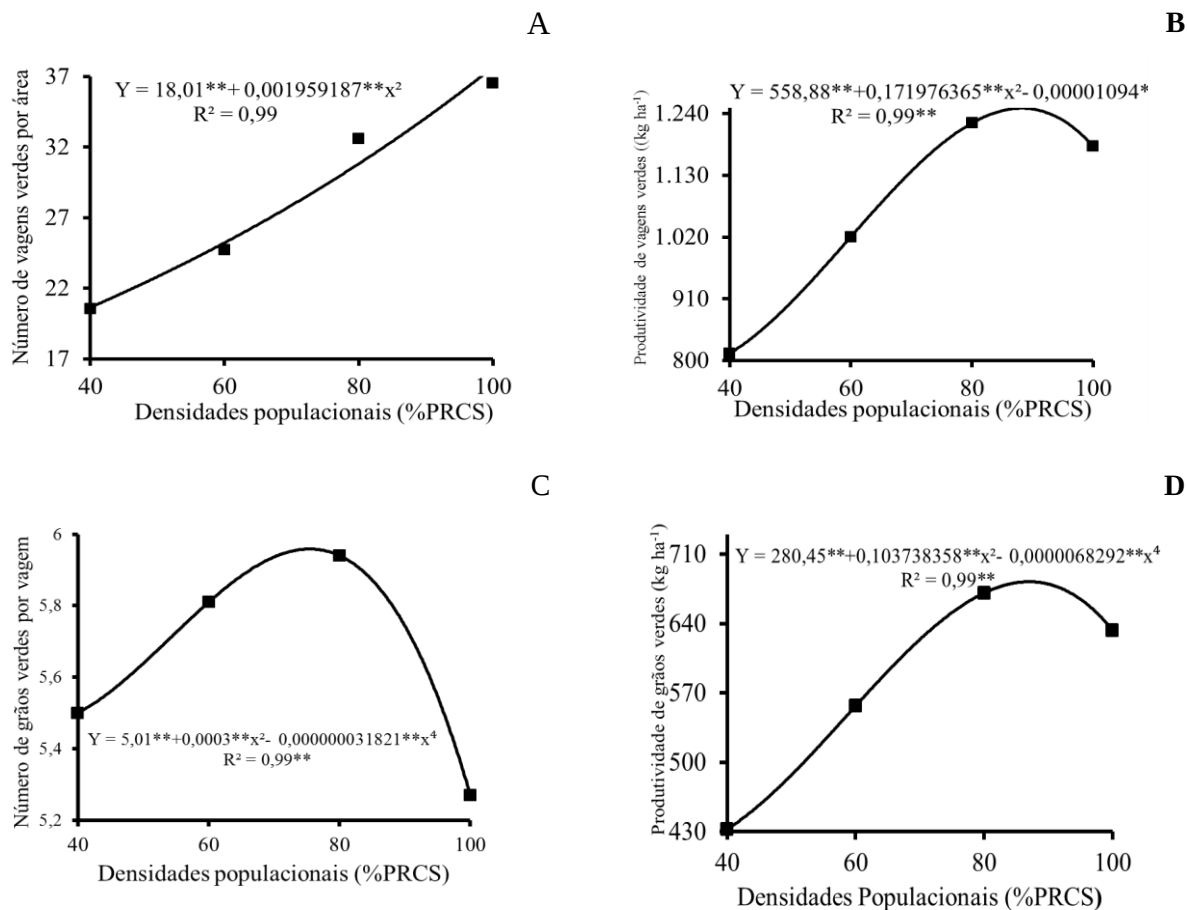


Figura 5. Número de vagens verdes por área (A), produtividade de vagens verdes (B), número de grãos verdes por vagens (C) e produtividade de grãos verdes (D) do caupi-hortaliça consorciado com cenoura em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça. Mossoró-RN, UFRSA, 2015.

Para o número de vagens verdes por área verificou-se que à medida que se aumentou a população do caupi-hortaliça houve um aumento dessa característica alcançando o valor máximo de 37,60 na densidade populacional 100% PRCS. Esse fato se deve ao maior número de plantas por área proporcionar uma maior competição intraespecífica entre as plantas.

Na produtividade de vagens verdes por área, no número de grãos verdes e produtividade de grãos verdes, registrou-se um crescimento com as densidades populacionais de caupi-hortaliça até os valores de 1.234,73 kg ha⁻¹, 5,94 e 674,40 kg ha⁻¹ decrescendo até a última densidade estudada.

4.3 ÍNDICES DE COMPETIÇÃO, VANTAGEM DO SISTEMA CONSORCIADO, EFICIÊNCIA DE SISTEMAS E INDICADORES ECONÔMICOS

4.3.1 Índices de competição e vantagem do sistema consorciado

Não houve interação significativa entre os arranjos espaciais e as densidades populacionais do caupi-hortaliça para as variáveis: índice de superação da cenoura, índice de superação do caupi-hortaliça, taxa de competição da cenoura, taxa de competição do caupi-hortaliça, perda de rendimento real da cenoura, perda de rendimento real do caupi-hortaliça e vantagem do sistema consorciado da cenoura consorciada com caupi-hortaliça. No entanto, houve diferenças significativas entre os arranjos espaciais estudados para taxa de competição da cenoura e perda de rendimento real da cenoura com os arranjos 3:3 e 2:2 sobressaindo-se dos demais (Tabela 4).

Os maiores valores da perda de rendimento real e da taxa de competição da cenoura foram observados no arranjo 2:2 com valor de 3,85 e no arranjo 3:3 com valor de 3,57 que apresentou também maior vantagem competitiva do sistema consorciado. Os valores da vantagem do consórcio foram todos positivos, estes índices indicam uma vantagem expressiva para os arranjos estudados. Além de ser um indicador de vantagem agrônômica, o índice de vantagem do consórcio pode ser um indicador de viabilidade econômica dos sistemas consorciados (AASIM et al., 2008).

Os valores dos índices de superação da cenoura e do caupi-hortaliça embora não tenham apresentado diferenças significativas entre os arranjos espaciais estudados, seus valores indicam uma dominância da cultura da cenoura sobre o caupi-hortaliça.

Os valores da vantagem do consórcio foram todos positivos, estes índices indicam uma vantagem expressiva para os arranjos estudados. Além de ser um indicador de vantagem agrônômica,

o índice de vantagem do consórcio pode ser um indicador de viabilidade econômica dos sistemas consorciados (AASIM et al., 2008).

Tabela 4. Índice de superação da cenoura (ISc) e do caupi-hortaliça (ISch), taxa de competição da cenoura (TCc), taxa de competição do caupi-hortaliça (TCch), perda de rendimento real da cenoura (PRRc), perda de rendimento real do caupi-hortaliça (PRRch) e vantagem do sistema consorciado (VC) da cenoura consorciada com caupi-hortaliça em função dos arranjos espaciais. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Arranjos espaciais	ISc	ISch	TCc	TCch	PRRc	PRRch	VC
2:2	0,58 a*	-0,58 a	2,24 b	0,54 a	3,85 a	1,51 a	12,12 a
3:3	0,61 a	-0,61 a	3,57 a	0,44 a	3,10 b	0,67 a	6,52 a
4:4	0,46 a	-0,46 a	2,39 ab	0,59 a	3,27 ab	1,43 a	11,19 a

* Médias seguidas de letras minúscula diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Os resultados evidenciaram que o sistema consorciado de cenoura e caupi foi mais eficiente no uso dos recursos ambientais quando comparado com o cultivo solteiro, onde a cultura da cenoura apresentou uma maior habilidade na utilização dos recursos ambientais quando comparada com caupi-hortaliça.

Quando essas variáveis foram analisadas em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça foi possível ajustar equações de repostas para as variáveis analisadas. Verificou-se que os índices de superação e taxa de competição, diminuíram com o aumento das densidades populacionais do caupi-hortaliça (Figuras 6A e 6B).

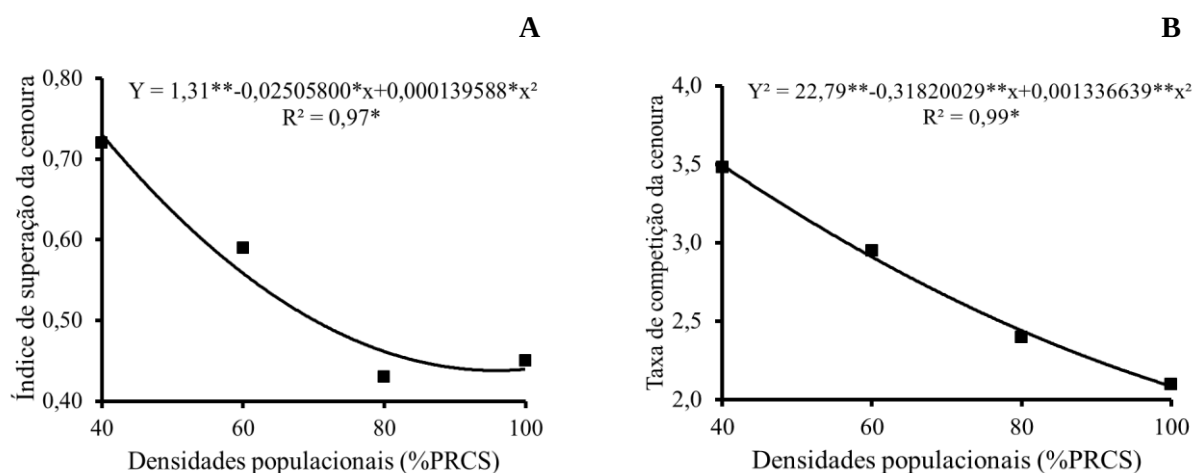


Figura 6. Índice de superação da cenoura (A) e taxa de competição da cenoura (B) da cenoura consorciada com caupi-hortaliça em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Por outro lado, o índice de superação e taxa de competição do caupi-hortaliça aumentaram com o aumento da densidade populacional do caupi alcançando valores máximo na população de caupi-hortaliça (Figuras 7A e 7B). Os resultados evidenciaram uma maior habilidade da cenoura no aproveitamento dos recursos ambientais e uma menor competição intraespecífica na cultura do caupi-hortaliça.

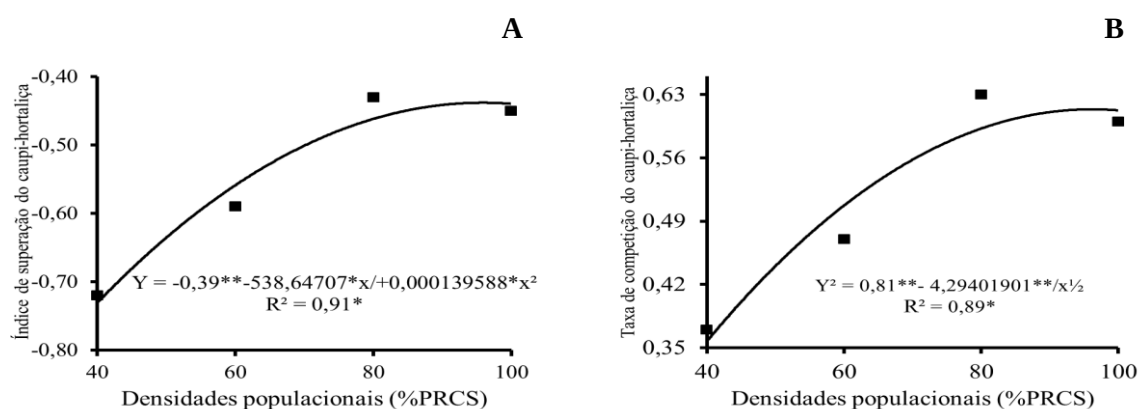


Figura 7. Índice de superação do caupi (A) e taxa de competição do caupi-hortaliça (B) da cenoura consorciada com caupi-hortaliça em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Em relação à perda de rendimento real da cenoura verificou-se que a mesma diminuiu com o aumento da densidade populacional (Figura 8A), enquanto que, a perda de rendimento real do caupi-hortaliça e a vantagem do consórcio houve o aumento à medida que se aumentou a densidade populacional atingindo valores máximos de 1,67 e 12,52 na população de 87% decrescendo com as densidades até a última densidade populacional (Figuras 8B e 8C).

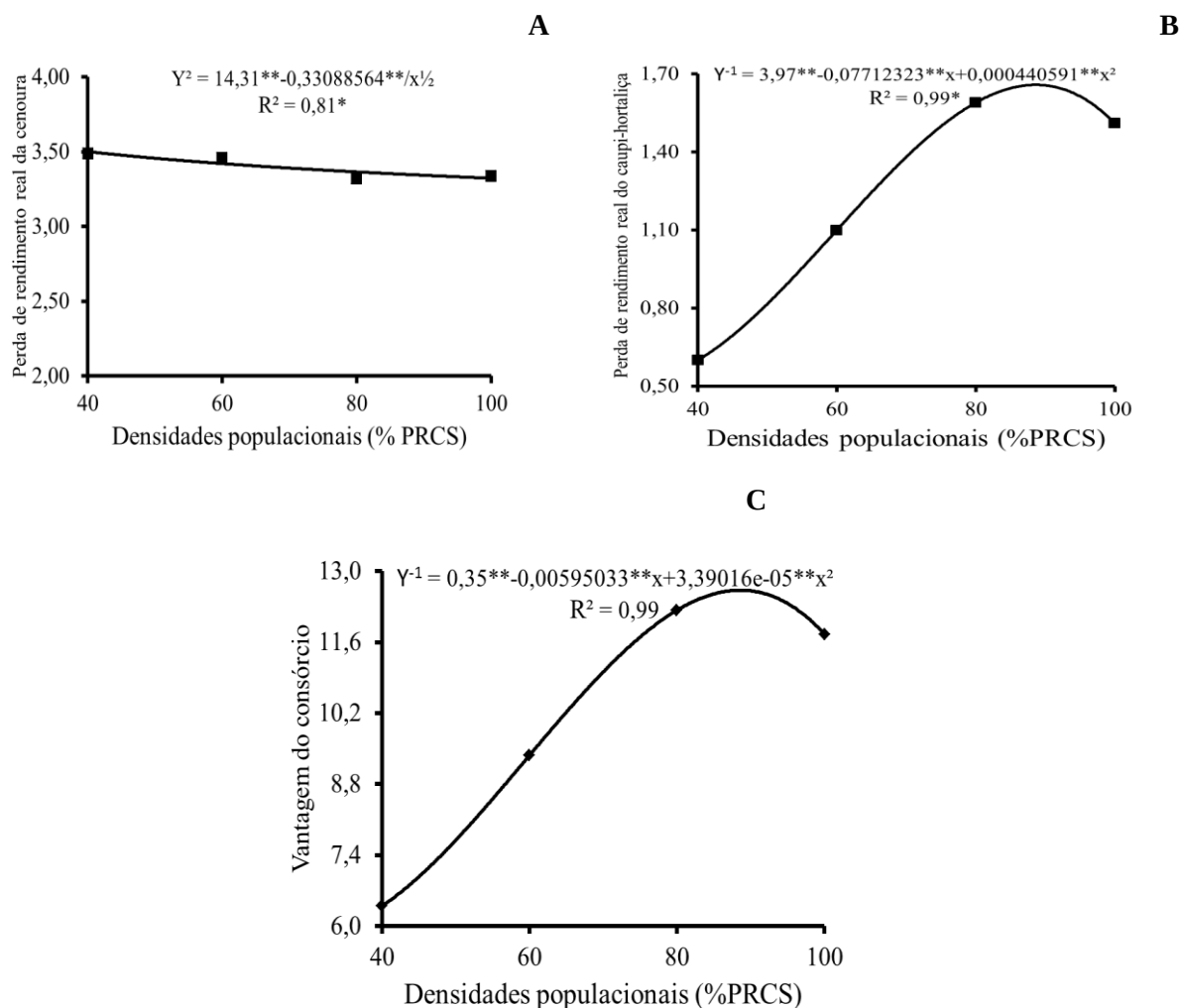


Figura 8. Perda de rendimento real da cenoura (A), perda de rendimento real do caupi-hortaliça (B) e vantagem do consórcio (C) da cenoura consorciada com caupi-hortaliça em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

4.3.2 Índices de eficiência agrônômica/biológico

Não houve interação significativa entre os arranjos espaciais e as densidades populacionais do caupi-hortaliça para o índice de uso eficiente da terra da cenoura, índice de uso eficiente da terra do caupi e índice de uso eficiente da terra do sistema consorciado, escore da variável canônica (Z) e índice de eficiência produtiva. No entanto, houve diferenças significativas entre os arranjos espaciais para essas variáveis analisadas (Tabela 5).

Tabela 5. Índice de uso eficiente da terra da cenoura (UETCe), índice de uso eficiente da terra do caupi-hortaliça (UETCh), índice uso eficiente da terra do sistema (UET), escore da variável canônica (Z) e índice de eficiência produtiva (IEP) do consórcio da cenoura com caupi-hortaliça em função de arranjos espaciais. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Arranjos espaciais	Variáveis analisadas				
	UETCe	UETCh	UET	Escore de Z	IEP
2:2	2,40 a*	0,19 a	2,59 a	1,23 a	0,82 a
3:3	2,04 b	0,12 b	2,16 b	0,92 b	0,67 b
4:4	2,12 ab	0,18 ab	2,30 ab	1,11 ab	0,73 ab

* Médias seguidas de letras minúscula diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Com exceção do índice de uso eficiente da terra do caupi-hortaliça, os índices de uso eficiente da terra da cenoura e do sistema foram maiores que 1 evidenciando superioridade agrônômica em relação as culturas em cultivo solteiro, pelo uso favorável dos recursos ambientais em todos os arranjos espaciais, sobressaindo-se o arranjo 2:2. Esse valor máximo obtido da UET significa que o cultivo solteiro necessita de 159% a mais de área para produzir o equivalente à produção do sistema consorciado em um hectare.

Os resultados desses índices indicam que ocorreu um melhor aproveitamento dos recursos ambientais e uma vantagem biológica na produção do consórcio. Caballero et al. (1995), ao considerarem que quando a UET for maior que 1 o consórcio favorecerá o crescimento e a produção das culturas componentes. Segundo Vandermeer (1990), um consórcio é considerado eficiente quando

o valor do UET for superior a 1,0, desde que o padrão comercial das culturas seja atingido. Valores de UETs maiores que 1 também foram obtidos em consórcios entre folhosas e/ou folhosas e tuberosas tais como, cenoura e alface (BEZERRA NETO et al., 2003; OLIVEIRA et al., 2004; BEZERRA NETO et al., 2007), rúcula e coentro (MOREIRA, 2011) e cenoura e rúcula (CARVALHO, 2011).

A complementaridade das culturas envolvidas no sistema consorciado pode ser considerada, quando o rendimento do consórcio é maior do que aquele obtido de uma área plantada com os cultivos solteiros, indicando assim, uma vantagem biológica na produção do consórcio (SILVA, 2013).

Os resultados estão de acordo com Costa (2014) que percebeu complementaridade nas culturas da cenoura e caupi em sistema de consórcio. De acordo Willey (1990) o melhor resultado observado em cultivo consorciado pode ser alcançado com as espécies avaliadas na condição de plantas companheiras quando estas fortalecem o grau de complementaridade e, nesse caso, o consórcio irá produzir mais do que seus respectivos cultivos solteiros.

Na eficiência do consórcio da cenoura com o caupi-hortaliça através do escore da variável canônica e do índice de eficiência produtiva em função dos arranjos espaciais, observou-se que os maiores valores de (Z) e de IEP encontrados foi de 1,23 e 0,82 para o arranjo espacial 2:2 sobressaindo-se dos demais. Esse resultado se deve ao fato do consórcio ter apresentado uma menor competição entre as culturas.

Não foi possível ajustar nenhuma equação de resposta para o índice de uso da terra da cenoura e índice de uso da terra do sistema consorciado em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça (Figuras 9A e 9C).

No entanto, houve ajuste de equação de resposta para o índice de uso eficiente da terra do caupi-hortaliça, escore da variável canônica (Z) e índice de eficiência produtiva em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça (Figuras 9B, 9D e 9E).

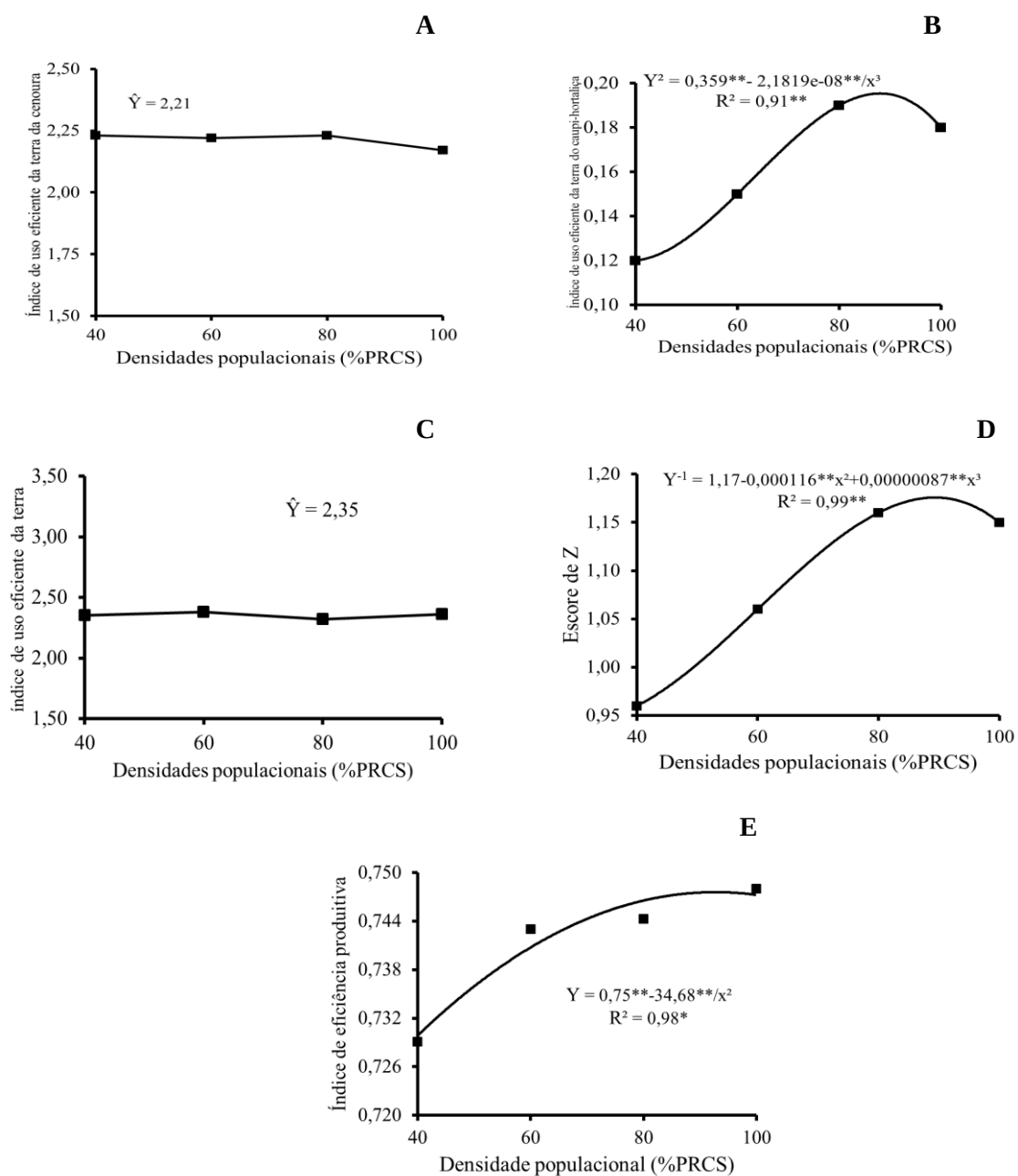


Figura 9. Índice uso eficiente da terra da cenoura (A), índice uso eficiente da terra do caupi-hortaliça (B), índice uso eficiente da terra do sistema (C) e variável canônica Z (D) e índice de eficiência produtiva (E) do consórcio da cenoura com caupi-hortaliça em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Observou-se que o índice de eficiência da terra do caupi-hortaliça e o escore da variável aumentaram com o aumento das densidades populacionais do caupi-hortaliça até os valores máximos de 0,18 e 1,16 nas densidades de 40% e 90%, decrescendo em seguida até a última densidade populacional (Figuras 9B e 9D). Esse resultado pode ser atribuído pelo fato do consórcio da cenoura com o caupi-hortaliça responder a adubação feita com a flor-de-seda e por ter proporcionado um melhor aproveitamento dos recursos ambientais pelas culturas.

Em relação ao índice de eficiência produtiva observou-se que à medida que se aumentou a densidade populacional do caupi-hortaliça seu valor aumentou atingindo um valor máximo de 0,75 na densidade populacional de 100% da PRCS do caupi-hortaliça (Figura 9E).

4.3.3 Indicadores econômicos

Não houve interação significativa entre os arranjos espaciais e densidades populacionais do caupi-hortaliça para renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade. No entanto, quando essas variáveis foram analisadas em função dos arranjos espaciais registrou-se diferenças significativas entre essas variáveis com os arranjos espaciais, onde o arranjo 2:2 sobressaiu dos demais (Tabela 6).

Tabela 6. Renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR) e índice de lucratividade (IL) do consórcio da cenoura com caupi-hortaliça em função de arranjos espaciais. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

Arranjos espaciais	Variáveis analisadas			
	RB (R\$ t ha ⁻¹)	RL (R\$ t ha ⁻¹)	TR	IL (%)
2C:2F	26.015,59 a*	10.998,31 a	1,64 a	42,26 a
3C:3F	21.348,54 b	5.580,11 b	1,36 b	25,19 b
4C:4F	23.115,09 ab	7.302,93 ab	1,46 ab	30,75 ab

* Médias seguidas de letras minúscula diferentes na coluna diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

Estes índices indicam que a superioridade agrônômica obtida nos consórcios traduziu-se em vantagem econômica. A melhor performance econômica obtida pelo arranjo 2:2 pode ser explicada pela menor competição inter e intraespecífica das culturas componentes.

Os dados desta pesquisa corroboram com os encontrados por Moreira e Carvalho (2011) que obteve maiores rendas no arranjo 2:2. Por outro lado, Fernandes (2012) trabalhando com o consórcio de cenoura com coentro com diferentes quantidades de jitirana e diferentes arranjos espaciais, encontrou para o arranjo 4:4 na dose 15 t ha⁻¹ teve a melhor performance econômica.

Não foi possível ajustar nenhuma equação de resposta para as variáveis analisadas em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça (Figuras 10A, 10B, 10C e 10D).

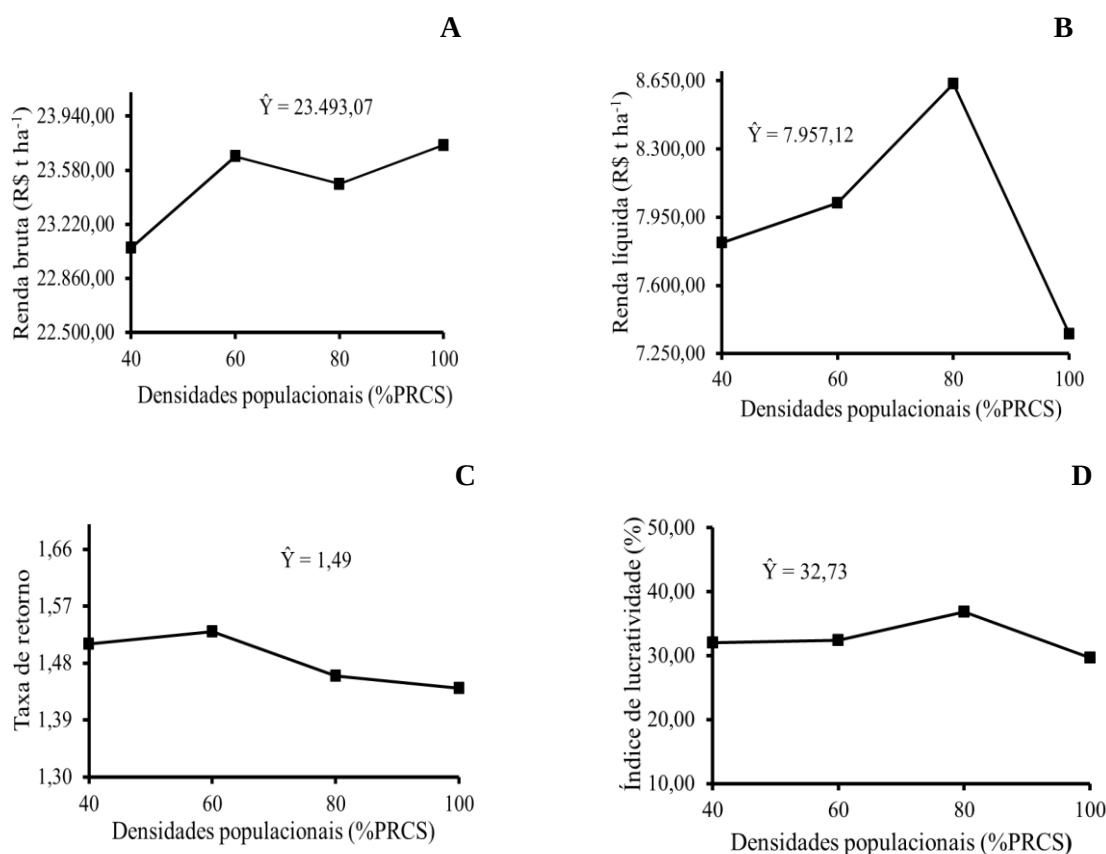


Figura 10. Renda bruta (A), renda líquida (B), taxa de retorno (C) e índice de lucratividade (D) do consórcio da cenoura com caupi-hortaliça em função das densidades populacionais do caupi-hortaliça. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

No entanto, em termos de valores absolutos observou-se que a renda bruta aumentou à medida que se aumentou a densidade populacional (Figura 10A). Quanto a renda líquida, aumentou com a densidade populacional até certo ponto (80% da PRCS) havendo decréscimo posteriormente (Figura 10B). Comportamento semelhante foi observado para o índice de lucratividade onde teve na população de 80% da PRCS seu valor máximo (Figura 10D). Para a taxa de retorno verificou-se que ela diminuiu à medida que se aumentou a densidade populacional indicando a alta competição com o aumento da densidade populacional (Figura 10C).

5. CONCLUSÕES

A eficiência agroeconômica do sistema consorciado de cenoura com caupi-hortaliça foi influenciada pelos arranjos espaciais, com o arranjo 2:2 sobressaindo-se dos demais.

A maior eficiência agroeconômica do sistema consorciado de cenoura com caupi-hortaliça foi obtida na densidade populacional de 90% da PRCS quando o escore da variável canônica foi otimizado no valor de 1,16 e o índice de eficiência produtiva foi de 0,75.

REFERÊNCIAS

- AASIM M., UMER E. M., KARIM A. Yield and competition indices of intercropping cotton (*Gossypium hirsutum* L.) using different planting patterns. **Tar Bil Der.** v.14, p. 326-333, 2008.
- ALTIERI, M.; SILVA E. N.; NICHOLLS, C. O papel da biodiversidade no manejo de pragas. Ribeirão preto. **Holos**, n.2, v.2, p. 226, 2003.
- ANDRADE, C. A. B. **Efeito de espaçamentos, idades de colheita e anos de plantio sobre algumas características de duas cultivares de mandioca** (*Manihot esculenta* Crantz). 63f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura de Lavras (ESAL), Lavras, 1989.
- ANDRIOLLO, J. L. **Fisiologia das culturas protegidas**, 2 ed. Santa Maria: Universidade Federal de Santa Maria. 142p, 1999.
- AZEVEDO, D. M. P. de. **The influence of plant population on weed suppression in maize/bean intercropping**. 280f. Ph.D. Thesis (Doctorate in Agronomy), The University of East Anglia, England, 1990.
- BANIK, P.; BAGCHI, D. K. A proposed index for assessment of row replacemen intercropping system. **Journal Agronomy and Crop Science**, v. 177, n. 3, p.161-164, 1996.
- BARLEY, K. P. et al. The configuration of the root system in relation to nutrient uptake. **Adv. Agron**, v. 22, p. 159-201, 1970.
- BARROS, A.P. **Densidades populacionais das culturas componentes no desempenho agroeconômico do consórcio cenoura e alface em bicultivo em faixa**. 77p. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), Mossoró, 2004.

BENJAMIN, L. R. Some effects of differing times of seedling emergence, population density and seed size on root variation in carrot populations. **Journal of Agricultural Science**, v. 98, n. 3, p.537-545, 1982.

BEZERRA NETO, F.; ANDRADE, F. V.; NEGREIROS, M. Z. de.; JUNIOR, J. J. dos S. Desempenho agroeconômico do consórcio cenoura x alface lisa em dois sistemas de cultivo. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 21, n. 4, p. 636-643, 2003.

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

BEZERRA NETO, F.; GOMES, E. G.; OLIVEIRA, A. M. Produtividade biológica em sistemas consorciados de cenoura e alface avaliada através de indicadores agroeconômicos e métodos multicritério. **Horticultura Brasileira**, v.25, n. 3, p.193-198, 2007.

CABALLERO, R.; GOICOECHEA, E. L.; HERNALIZ, P. J. Forage yields and quality of common vetch and oat sown at varying seeding ratios and seeding rates of vetch. **Field Crops Research**, v. 41, n. 2, p. 135-140, 1995. 77.

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

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

CASPER, B.B. ; JACKSON, B.R. Plant competition underground. **Annual reviews Ecology Systemic**. v. 28, p. 545-570, 1997.

CECÍLIO FILHO, A. B.; TAVEIRA, M. C. G. S.; GRANGEIRO, L. C. Productivity of the beet culture of time of establishment of the intercropping with roquete. **Acta Horticulturae**, v. 607, p. 91-95, 2003.

CECÍLIO FILHO, A. B.; REZENDE, B. L. A.; CANATO, G. H. D. Produtividade de alface e rabanete em cultivo consorciado estabelecido em diferentes épocas e espaçamentos entre linhas. **Horticultura Brasileira**, v. 25, n. 3, p. 15-19, 2007.

CHARMES, A.; COOPER, W. W.; RHODES, E. Measuring the efficiency of decision-making units. **European Journal of Operational Research**, v. 3, n. 4, p. 339, 1979.

COSTA, A.P. **Consortiação de cultivares de caupi-hortaliça com cultivares de cenoura em sistema orgânico**. 76f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2014.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. 2009. **BRS Itaim**: cultivar de feijão-caupi com grãos tipo fradinho. Teresina: Embrapa Meio-Norte, (folder).

FAVACHO, F.S. **Eficiência agroeconômica do consórcio cenoura x caupi-hortaliça em função de quantidades de biomassa de flor-de-seda e arranjos espaciais**. 73f. Tese (Doutorado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2015.

FERNANDES, Y.T.D. **Viabilidade agroeconômica do consórcio de cenoura com coentro em função de diferentes quantidades de jitirana e arranjos espaciais**. 86f. Tese. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2012.

FERREIRA, A.G. ; AQUILA, E.A. Alelopatia: uma área emergente da ecofisiologia. **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**. v. 12, p. 175-204, 2000.

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

FISCHER, R. A.; MILES, R. E. The role of spatial pattern in the competition between crop plants and weeds. A theoretical analysis. **Mathematical Biosciences**, v. 18, n. 3, p. 335-350, 1973.

FLESCH, R. D. Consórcio na região sul. In: ZIMMERMANN, M. J. O.; ROCHA, M.; YAMADA, T. (eds.). *Cultura do feijoeiro: fatores que afetam a produtividade*. Piracicaba: POTAFOS, p. 397-413, 1988.

FLESCH, R. D. Efeitos temporais e espaciais no consórcio intercalar de milho e feijão. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 37, p. 51-56, 2002.

GEISENBERG, C.; STEWART, K. Field crop management. In: ATHERTON, J. G.; RUDICH, J. (Ed.) **The tomato crop**. London: Chapman e Hall, Chap. 13. p.511-557, 1986.

GLIESSMAN, S. R. **Agroecologia: processos ecológicos em agricultura sustentável**. Porto Alegre: UFRGS. 653p, 2000.

HAUGLAND E. e TAWFUQ M. Root and shoot competition between established grass species and newly sown seedlings Revista da FZVA. Uruguiana, v.11, n.1, p. 10-30. 2004 28 during spring growth. **Grass and Forage Science**, v. 56, p. 193-199, 2001.

HOLE, C. C.; THOMAS, T. H.; BARNES, A.; SCOTT, P. A.; RANKIN, W. E. F. Dry matter distribution between shoot and storage root of carrot, parsnip, radish and red beet. **Annals of Botany**, v. 53, n. 5, p. 625-631, 1984.

HOLLIDAY, R. Plant population and crop yield. **Field Crop Abstracts**, v.13, n.3, p.159-167, 1960.

IROLIVEA, E. A. M.; CÂMARA, G. M. S.; NOGUEIRA, M. C. S.; CINTRA, H. S. Efeito do espaçamento entre plantas e da arquitetura varietal no comportamento vegetativo e produtivo da mandioca. **Scientia Agrícola**, v. 55, n. 2, p. 269-275, 1998.

JAUER, A.; DUTRA, L. M. C.; ZABOT, L.; LUCCA FILHO, O. A.; LOSERKANN, M. E.; UHRY, D.; LUDWING, M. P. (2003). Análise de crescimento da cultivar de feijão Pérola em quatro densidades de semeadura. **Revista da FZVA**, v. 10, n. 1, 2003.

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

KAWANO, K.; GONZALEZ, H.; LUCENA, M. Intraspecific competition, competition with weeds, and spacing response in rice. **Crop Science**, v. 14, n. 6, p. 841-845, 1974.

LANA, M. M.; VIEIRA, J. V. **Fisiologia e manuseio pós-colheita de cenoura**. Brasília: Embrapa Hortaliças, 2000. 16 p. (Circular Técnica 21).

LEITE, C. A. M. **Planejamento da Empresa Rural**. Brasília: v. 4, 66p. Curso de Especialização por Tutoria à Distância, 1998.

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

MINAMI, K.; CARDOSO, A. I. I.; COSTA, F.; DUARTE, F. R. 1998. Efeito do espaçamento sobre a produção em rabanete. **Bragantia**, v.57, n.1, p.169-173, 1998.

MONDIN, M. **Influência de espaçamentos, métodos de plantio e de sementes nuas e peletizadas, na produção de duas cultivares de alface (*Lactuca sativa* L.)**. 59f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal). Universidade Federal de Lavras (UFLA), Lavras, 1988.

MONTEZANO, E. M.; PEIL, R. M. N. Sistemas de consórcio na produção de hortaliças. **Revista Brasileira de Agrociência**, v.12, n.2, p.129-132, 2006.

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

NORRIS, R. F. et al. Spatial arrangement, density, and competition between barnyardgrass and tomato: II. Barnyardgrass growth and seed production. **Weed Sci.**, v. 49, n. 1, p. 69-76, 2001.

OLIVEIRA, A. M. **Bicultivo de alfaces americanas consorciadas com cenoura em dois sistemas de cultivos em faixas**. 34 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Escola Superior de Agricultura de Mossoró (ESAM), Mossoró, 2003.

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

OLIVEIRA, M. K. T; BEZERRA NETO, F; BARROS JÚNIOR, A. P; LIMA, J. S. S; MOREIRA, J. N. 2011. 88f. Desempenho agrônômico da cenoura adubada com jitrana antes de sua semeadura. **Revista Ciência Agronômica**, Fortaleza, v. 42, n. 2, p. 364-372, abr-jun. 2011.

OLIVEIRA, M. K. T. et al. Desempenho agroeconômico da cenoura adubada com jitrana (*Merremia aegyptia*). **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 3, p. 433-439, 2012b.

OLIVEIRA, L. J. **Viabilidade agroeconômica do bicultivo de rúcula e coentro consorciado com cenoura em função de quantidades de jitrana e densidades populacionais**. 102 f. Tese (Doutorado em Agronomia: Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2012.

OSIRU, D. S. O.; WILLEY, R. W. Studies on mixtures of dwarf sorghum and beans (*Phaseolus vulgaris*) with particular reference to plant population. **Journal of Agricultural Science**, v.79, n. 3, p. 531-540, 1972.

PAULA, V.F. de. **Viabilidade agroeconômica de consórcios de cenoura e rúcula em diferentes quantidades e jitrana e arranjos espaciais**. 63f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2011.

PEREIRA, R. S. B. Caracteres correlacionados com a produção e suas alterações no melhoramento genético do milho (*Zea mays* L.). **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 26, n. 2, p.745-751, 1991.

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

RAVENTÓS, J.; SILVA, J.F. Competition effects and responses to variable t numbers of neighbours in two tropical savanna grasses in Venezuela. **Journal of Tropical Ecology**, Cambridge, v.11, n.1, p.39-52, 1995.

REES, M. e BERGELSON, J. Asymmetric light and founder control in plant communities. **Journal Theory Biology**. v. 184, p. 353-358, 1997.

SANDERSON, M.A.; ELWINGER, G.F. Plant density and environment effects Orchardgrass-White clover mixtures. **Crop science**. v. 42, p. 2055-2063, 2002.

SILVA, I.N. **Bicultivo de alface consorciada com beterraba sob diferentes quantidades de jitirana incorporada ao solo e arranjos espaciais**. 73f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia), Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró, 2013.

SILVA, F. S.; JUNIOR, B. P. A.; SILVEIRA, L.M. da. SANTANA, F. M. de S.; SANTOS, M. G. dos. Avaliação de cultivares de feijão-caupi irrigado para produção de grãos verdes em serra talhada – PE. **Revista Caatinga**, v. 26 n. 1, 2013.

SILVA, R. C. P. da. 2014. **Adubação verde com espécie espontânea no consórcio de cenoura e alface em bicultivo sob diferentes quantidades de biomassa e arranjos espaciais**. 71 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido (UFERSA), Mossoró-RN, 2014.

SCHMITT, J.; EHRHARDT, D. W.; CHEO, M. Light dependent dominance and suppression in experimental radish populations. **Ecology**, n. 6, v. 67, p. 1502-1507, 1986.

SOUZA, L. C. **Componentes de produção do cultivar de algodoeiro CNPA7H em diferentes populações de plantas**. 71f. Tese (Doutorado em Agronomia), Universidade Federal de Viçosa (UFV), Viçosa, 1996.

SOARES DE MELLO, J. C. C. B.; GOMES, E. G. Eficiências aeroportuárias: uma abordagem comparativa com análise de envoltória de dados. **Revista de Economia e Administração**, v. 3, n. 1, p. 15-23, 2004.

THARP, B. E.; KELLS, J.J. Effect of glufosinate-resistant corn (*Zea mays*) population and row spacing on light interception, corn yield, and common lambsquarters (*Chenopodium album*) Growth. **Weed Technology** 15: 413-418, 2001.

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

TRENBATH, B. R. **Plant interactions in mixed crop communities**. In: PAPENDICK, R. I.; SANCHES, P. A.; TRIPLE, G. B. (eds). Multiple cropping. Wisconsin: American Society of Agronomy. v. 1, p. 129-160, 1975.

VANDERMEER, J. H. Intercropping. In: GLIESSMAN, S. R. (Ed.) **Agroecology: researching the ecological basis for sustainable agriculture**. p. 481-516, 1990

VANDERMEER, J. H. **The ecology of intercropping**. Cambridge: Cambridge University Press, 237p, 1989.

VIEIRA, J. V.; PESSOA, H. B. S. V.; MAKISHIMA, N. **Cultivo da cenoura (*Daucuscarota L.*)**. Brasília: EmbrapaHortaliças. 19p. (Instruções Técnicas, 13), 1997.

WILLEY, R. W.; RAO, M. R. A. competitive ratio for quantifying completion between intercrops, 1980.

WILLEY, R. W.; RAO, R. A. Systematic design to examine effects of plant population and spatial arrangement in intercropping, illustred by an experiment on chick pea/sunflower. **Experimental Agriculture**, v.17, n. 2, p.63-73, 1981.

WILLEY, R. W. Intercropping - its importance and research needs. Part 1. Competition and yield advantages. **Field Crop Abstracts**, Wallingford, v. 32, n. 1, p.1-10, 1979.

WILLEY, R. W.; LAKHANI, D. A. **Some aspects of the productivity and resource use of mixture of sunflower and folder radish**. In: SYMPOSIUM OF INTERCROPPING IN SEMIARID AREAS, Morogoro, Tanzania, 1976.

WILSON, J.B, Shoot competition and rootcompetition. **Journal Applied Ecology**. v.25, p. 279–296, 1988.

ZANINE, A. de M.; SANTOS, E. M. Competição entre espécies de plantas: Uma revisão. **Revista da Faculdade de Zootecnia, Veterinária e Agronomia**, v. 11, n. 1, p. 10-30, 2004.

APENDICE

Tabela 1A - Valores de “F” para altura de plantas (AP), produtividade comercial (PC) e total (PT), massa fresca da parte aérea (MFPA) e massa seca de raízes (MSR) da cenoura consorciada com caupi-hortaliça com diferentes arranjos espaciais e densidades populacionais. Mossoró, RN, UFRSA, 2015.

FV	GL	AP	PC	PT	MFPA	MSR
Blocos	3	20,71*	1,90 ^{ns}	1,53 ^{ns}	1,39 ^{ns}	0,92 ^{ns}
Arranjos espaciais (A)	2	2,82 ^{ns}	4,07*	6,15**	49,46**	1,03 ^{ns}
Densidades populacionais (D)	3	1,33 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,27 ^{ns}	0,29 ^{ns}	0,75 ^{ns}
A x D	6	0,77 ^{ns}	0,21 ^{ns}	0,31 ^{ns}	0,70 ^{ns}	0,87 ^{ns}
CV (%)		4,50	17,14	14,26	24,39	46,83

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

Tabela 2A - Valores de “F” para produtividade de raízes longas (RL), médias (RM), curtas (RC) e refugo (RR) da cenoura consorciada com caupi-hortaliça com diferentes arranjos espaciais e densidades populacionais. Mossoró, RN, UFRSA, 2015.

FV	GL	RL	RM	RC	RR
Blocos	3	1,11 ^{ns}	0,94 ^{ns}	0,81 ^{ns}	1,99 ^{ns}
Arranjos espaciais (A)	2	8,11 ^{ns}	0,16 ^{ns}	1,97 ^{ns}	1,08 ^{ns}
Densidades populacionais (D)	3	0,02*	1,66 ^{ns}	0,52 ^{ns}	0,63 ^{ns}
A x D	6	0,91 ^{ns}	1,36 ^{ns}	1,15 ^{ns}	1,19 ^{ns}
CV (%)		34,28	20,12	29,49	46,43

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

Tabela 3A - Valores de “F” para índice de superação da cenoura (ISc) e do caupi-hortaliça (ISch), taxa de competição da cenoura (TCc), taxa de competição do caupi-hortaliça (TCch), perda de rendimento real da cenoura (PRCc), perda de rendimento real do caupi-hortaliça (PRCch), e vantagem do sistema consorciado (VC) da cenoura consorciada com caupi-hortaliça com diferentes arranjos espaciais e densidades populacionais. Mossoró-RN, UFERSA, 2015.

FV	ISc	ISch	TCc	TCch	PRRc	PRRch	VC
Blocos	3,09*	3,09*	4,35**	1,75 ^{ns}	4,68**	0,72 ^{ns}	0,51 ^{ns}
Arranjos espaciais (A)	0,87 ^{ns}	0,87 ^{ns}	3,70*	1,18 ^{ns}	4,47**	2,66 ^{ns}	3,14 ^{ns}
Densidades populacionais (D)	1,85 ^{ns}	1,85 ^{ns}	1,94 ^{ns}	2,17 ^{ns}	0,15 ^{ns}	1,95 ^{ns}	1,86 ^{ns}
A x D	1,08 ^{ns}	1,08 ^{ns}	1,13 ^{ns}	0,84 ^{ns}	0,25 ^{ns}	1,20 ^{ns}	1,16 ^{ns}
CV (%)	62,21	-62,21	55,52	54,73	21,70	93,81	68,15

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

Tabela 4A - Valores de “F” para Renda bruta (RB), renda líquida (RL), taxa de retorno (TR), índice de lucratividade (IL), índice de uso eficiente da terra da cenoura (UETCe), índice de uso eficiente da terra do caupi-hortaliça (UETCa) e índice de uso eficiente da terra do sistema (UET) do consórcio da cenoura com caupi-hortaliça com diferentes arranjos espaciais e densidades populacionais. Mossoró, RN, UFERSA, 2015.

FV	GL	RB	RL	TR	IL	UET Ce	UET Ca	UET
Blocos	3	2,23 ^{ns}	2,23 ^{ns}	2,25 ^{ns}	1,91 ^{ns}	1,88	2,04	2,06
Arranjos espaciais (A)	2	6,32 ^{ns}	6,32 ^{ns}	6,36 ^{ns}	4,31 ^{ns}	4,03	3,40	5,31
Densidades populacionais(D)	3	0,08 ^{ns}	0,06 ^{ns}	0,18 ^{ns}	0,14 ^{ns}	0,18	1,98	0,05*
A x D	6	0,28 ^{ns}	2,28 ^{ns}	0,30 ^{ns}	0,41 ^{ns}	0,20	1,28	1,20
CV (%)		15,95	43,93	15,97	34,21	17,20	48,39	16,18

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

Tabela 5A - Valores de “F” para peso de 100 grãos verdes (P100g), número de grãos verdes por vagem (NGVV), número de vagens verdes (NVV), comprimento de vagens verdes (CVV), produtividade de grãos verdes (PGV), produtividade de vagens verdes (PVV) do caupi-hortaliça consorciado com cenoura com diferentes arranjos espaciais e densidades populacionais. Mossoró, RN, UFERSA, 2015.

FV	GL	P100g	NGVV	NVV/m²	CVV	PGV	PVV
Blocos	3	2,78 ^{ns}	1,86 ^{ns}	5,21 ^{ns}	4,61 ^{ns}	1,71 ^{ns}	3,80 ^{ns}
Arranjos espaciais (A)	2	2,73 ^{ns}	0,19 ^{ns}	0,58 ^{ns}	2,23 ^{ns}	0,54 ^{ns}	0,28 ^{ns}
Densidades populacionais (D)	3	2,26 ^{ns}	0,89 ^{ns}	9,52*	0,48 ^{ns}	1,63 ^{ns}	1,80 ^{ns}
A x D	6	1,66 ^{ns}	2,06 ^{ns}	1,18 ^{ns}	0,48 ^{ns}	1,10 ^{ns}	0,84 ^{ns}
CV (%)		71,24	19,61	28,58	19,87	49,68	45,26

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

Tabela 6A - Custos variáveis e fixos de produção por hectare da cenoura e caupi - hortaliça, na combinação populacional de 100% da PRCS de cenoura com 100%, da PRCS de caupi - hortaliça. Mossoró, RN, UFERSA, 2015.

COMPONENTES	UND	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)				14.196,63	85,18
A.1. Insumos				6.125,80	36,75
Semente de Cenoura	1kg	5	80,00	400,00	2,40
Sementes de Feijão (BRS Itaim)	1 kg	20	2,83	56,60	0,34
Fibra de Coco (Golden Mix)	22kg	8	89,90	719,20	4,32
Bobina de plástico	M	1500	3,30	4.950,00	29,70
A.2. Mão-de-obra				7.500,00	45,00
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				4.960,00	29,76
Corte (52 t ha-1)	d/h*	150	30,00	4.500,00	27,00
Transporte	Frete	1	60,00	60,00	0,36
Trituração	d/h*	5	50,00	250,00	1,50
Secagem	d/h*	4	30,00	120,00	0,72
Ensacamento	d/h*	1	30,00	30,00	0,18
A.2.2 Custos com demais serviços				2.540,00	15,24
Limpeza do terreno	h/t**	1	70,00	70,00	0,42
Aração	h/t**	2	70,00	140,00	0,84
Gradagem	h/t**	2	70,00	140,00	0,84
Confecção de canteiros	d/h*	25	30,00	750,00	4,50
Distribuição e incorporação do adubo (1º)	d/h*	8	30,00	240,00	1,44
Plantio	d/h*	10	30,00	300,00	1,80
Desbaste	d/h*	10	30,00	300,00	1,80
Capina manual	d/h*	4	30,00	120,00	0,72
Colheita	d/h*	8	30,00	240,00	1,44
Transporte	d/h*	8	30,00	240,00	1,44
A.3. Energia elétrica				212,28	1,27
Bombeamento da água de irrigação	Kw/h	981,99	0,22	212,28	1,27
A.4. Outras despesas				138,38	0,83
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	13.838,08	138,38	0,83
A.5. Manutenção e Conservação				220,17	1,32
“continua”					

“TABELA 6A, Cont.”

% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10.000,00	33,00	0,20
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	5.000,00	16,50	0,10
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7.325,00	170,67	1,02
B. CUSTOS FIXOS (CF)				1.930,75	11,58
B.1. Depreciação				1.320,75	7,92
	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação	% sobre CT
bomba submersa	60	2.776,00	3	138,80	0,83
Tubos 2"	120	498,00	3	12,45	0,07
Poço	600	5.000,00	3	25,00	0,15
Microaspressores	60	2.600,00	3	130,00	0,78
Conexões	60	790,00	3	39,50	0,24
Forrageira	250	7.000,00	3	350,00	2,10
Trator	180	10.000,00	3	500,00	3,00
Galpão	600	5.000,00	3	125,00	0,75
B.2. Impostos e taxas				10,00	0,06
Imposto Territorial rural	ha	1	10,00	10,00	0,06
B.3. Mão-de-obra fixa				600,00	3,60
Aux. Administração	Salário	1	600,00	600,00	3,60
C. Custos Operacionais Totais (COT)				16.127,38	
C.1. (A) + (B)				16.127,38	96,76
D. Custos de Oportunidade (CO)				352,48	2,11
D.1. Remuneração da terra				100,00	0,60
Arrendamento	ha	1	100,00	100,00	0,60
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				252,48	1,51
Infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	33.664,00	252,48	1,51
E. CUSTOS TOTAIS				16.479,86	
E.1. CV + CF + CO				16.479,86	98,88

*d/h=dia/homem

**h/t=hora/trator

Tabela 7A - Custos variáveis e fixos de produção por hectare da cenoura e caupi - hortaliça, na combinação populacional de 100% da PRCS de cenoura com 80%, da PRCS de caupi - hortaliça. Mossoró, RN, UFERSA, 2015.

COMPONENTES	UND	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)				13.801,50	82,81
A.1. Insumos				5.944,58	35,67
Semente de Cenoura	1kg	4	80,00	320,00	1,92
Sementes de Feijão (BRS Itaim)	1 kg	16	2,83	45,28	0,27
Fibra de Coco (Golden Mix)	22kg	7	89,90	629,30	3,78
Bobina de plástico	M	1500	3,30	4.950,00	29,70
A.2. Mão-de-obra				7.290,00	43,74
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				4.960,00	29,76
Corte (52 t ha-1)	d/h*	150	30,00	4.500,00	27,00
Transporte	Frete	1	60,00	60,00	0,36
Trituração	d/h*	5	50,00	250,00	1,50
Secagem	d/h*	4	30,00	120,00	0,72
Ensacamento	d/h*	1	30,00	30,00	0,18
A.2.2 Custos com demais serviços				2.330,00	13,98
Limpeza do terreno	h/t**	1	70,00	70,00	0,42
Aração	h/t**	2	70,00	140,00	0,84
Gradagem	h/t**	2	70,00	140,00	0,84
Confecção de canteiros	d/h*	25	30,00	750,00	4,50
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	8	30,00	240,00	1,44
Plantio	d/h*	8	30,00	240,00	1,44
Desbaste	d/h*	8	30,00	240,00	1,44
Capina manual	d/h*	5	30,00	150,00	0,90
Colheita	d/h*	6	30,00	180,00	1,08
Transporte	d/h*	6	30,00	180,00	1,08
A.3. Energia elétrica				212,28	1,27
Bombeamento da água de irrigação	Kw/h	981,99	0,22	212,28	1,27
A.4. Outras despesas				134,47	0,81
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	13.446,86	134,47	0,81
A.5. Manutenção e Conservação				220,17	1,32
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10.000,00	33,00	0,20
“continua”					

“TABELA 7A, Cont.”					
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	5.000,00	16,50	0,10
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7.325,00	170,67	1,02
B. CUSTOS FIXOS (CF)				1.930,75	11,58
B.1. Depreciação				1.320,75	7,92
	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação	% sobre CT
bomba submersa	60	2.776,00	3	138,80	0,83
Tubos 2"	120	498,00	3	12,45	0,07
Poço	600	5.000,00	3	25,00	0,15
Microaspressores	60	2.600,00	3	130,00	0,78
Conexões	60	790,00	3	39,50	0,24
Forrageira	250	7.000,00	3	350,00	2,10
Trator	180	10.000,00	3	500,00	3,00
Galpão	600	5.000,00	3	125,00	0,75
B.2. Impostos e taxas				10,00	0,06
Imposto Territorial rural	ha	1	10,00	10,00	0,06
B.3. Mão-de-obra fixa				600,00	3,60
Aux. Administração	Salário	1	600,00	600,00	3,60
C. Custos Operacionais Totais (COT)				15.732,25	
C.1. (A) + (B)				15.732,25	94,39
D. Custos de Oportunidade (CO)				352,48	2,11
D.1. Remuneração da terra				100,00	0,60
Arrendamento	ha	1	100,00	100,00	0,60
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				252,48	1,51
Infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	33.664,00	252,48	1,51
E. CUSTOS TOTAIS				16.084,73	
E.1. CV + CF + CO				16.084,73	96,51
*d/h=dia/homem					
**h/t=hora/trator					

Tabela 8A - Custos variáveis e fixos de produção por hectare da cenoura e caupi- hortaliça, na combinação populacional de 100% da PRCS de cenoura com 60%, da PRCS de caupi - hortaliça. Mossoró, RN, UFERSA, 2015.

COMPONENTES	UND	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)				13.406,37	80,44
A.1. Insumos				5.763,36	34,58
Semente de Cenoura	1kg	3	80,00	240,00	1,44
Sementes de Feijão (BRS Itaim)	1 kg	12	2,83	33,96	0,20
Fibra de Coco (Golden Mix)	22kg	6	89,90	539,40	3,24
Bobina de plástico	m	1500	3,30	4.950,00	29,70
A.2. Mão-de-obra				7.080,00	42,48
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				4.960,00	29,76
Corte (52 t ha-1)	d/h*	150	30,00	4.500,00	27,00
Transporte	Frete	1	60,00	60,00	0,36
Trituração	d/h*	5	50,00	250,00	1,50
Secagem	d/h*	4	30,00	120,00	0,72
Ensacamento	d/h*	1	30,00	30,00	0,18
A.2.2 Custos com demais serviços				2.120,00	12,72
Limpeza do terreno	h/t**	1	70,00	70,00	0,42
Aração	h/t**	2	70,00	140,00	0,84
Gradagem	h/t**	2	70,00	140,00	0,84
Confecção de canteiros	d/h*	25	30,00	750,00	4,50
Distribuição e incorporação do adubo (1º)	d/h*	8	30,00	240,00	1,44
Plantio	d/h*	6	30,00	180,00	1,08
Desbaste	d/h*	6	30,00	180,00	1,08
Capina manual	d/h*	6	30,00	180,00	1,08
Colheita	d/h*	4	30,00	120,00	0,72
Transporte	d/h*	4	30,00	120,00	0,72
A.3. Energia elétrica				212,28	1,27
Bombeamento da água de irrigação	Kw/h	981,99	0,22	212,28	1,27
A.4. Outras despesas				130,56	0,78
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	13.055,64	130,56	0,78
A.5. Manutenção e Conservação				220,17	1,32
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10.000,00	33,00	0,20
“continua”					

“TABELA 8A, Cont.”					
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	5.000,00	16,50	0,10
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7.325,00	170,67	1,02
B. CUSTOS FIXOS (CF)				1.930,75	11,58
B.1. Depreciação				1.320,75	7,92
	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação	% sobre CT
bomba submersa	60	2.776,00	3	138,80	0,83
Tubos 2"	120	498,00	3	12,45	0,07
Poço	600	5.000,00	3	25,00	0,15
Microaspressores	60	2.600,00	3	130,00	0,78
Conexões	60	790,00	3	39,50	0,24
Forrageira	250	7.000,00	3	350,00	2,10
Trator	180	10.000,00	3	500,00	3,00
Galpão	600	5.000,00	3	125,00	0,75
B.2. Impostos e taxas				10,00	0,06
Imposto Territorial rural	ha	1	10,00	10,00	0,06
B.3. Mão-de-obra fixa				600,00	3,60
Aux. Administração	Salário	1	600,00	600,00	3,60
C. Custos Operacionais Totais (COT)				15.337,12	
C.1. (A) + (B)				15.337,12	92,02
D. Custos de Oportunidade (CO)				352,48	2,11
D.1. Remuneração da terra				100,00	0,60
Arrendamento	ha	1	100,00	100,00	0,60
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				252,48	1,51
Infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	33.664,00	252,48	1,51
E. CUSTOS TOTAIS				15.689,60	
E.1. CV + CF + CO				15.689,60	94,14
*d/h=dia/homem					
**h/t=hora/trator					

Tabela 9A - Custos variáveis e fixos de produção por hectare da cenoura e caupi - hortaliça, na combinação populacional de 100% da PRCS de cenoura com 40%, da PRCS de caupi - hortaliça. Mossoró, RN, UFERSA, 2015.

COMPONENTES	UND	Qte	Preço (R\$)		% sobre CT
			Un.	TOTAL	
A. CUSTOS VARIÁVEIS (CV)				13.011,23	78,07
A.1. Insumos				5.582,14	33,49
Semente de Cenoura	1kg	2	80,00	160,00	0,96
Sementes de Feijão (BRS Itaim)	1 kg	8	2,83	22,64	0,14
Fibra de Coco (Golden Mix)	22kg	5	89,90	449,50	2,70
Bobina de plástico	M	1500	3,30	4.950,00	29,70
A.2. Mão-de-obra				6.870,00	41,22
A.2.1 Custos com adubo verde (flor-de-seda)				4.960,00	29,76
Corte (52 t ha-1)	d/h*	150	30,00	4.500,00	27,00
Transporte	Frete	1	60,00	60,00	0,36
Trituração	d/h*	5	50,00	250,00	1,50
Secagem	d/h*	4	30,00	120,00	0,72
Ensacamento	d/h*	1	30,00	30,00	0,18
A.2.2 Custos com demais serviços				1.910,00	11,46
Limpeza do terreno	h/t**	1	70,00	70,00	0,42
Aração	h/t**	2	70,00	140,00	0,84
Gradagem	h/t**	2	70,00	140,00	0,84
Confecção de canteiros	d/h*	25	30,00	750,00	4,50
Distribuição e incorporação do adubo	d/h*	8	30,00	240,00	1,44
Plantio	d/h*	4	30,00	120,00	0,72
Desbaste	d/h*	4	30,00	120,00	0,72
Capina manual	d/h*	7	30,00	210,00	1,26
Colheita	d/h*	2	30,00	60,00	0,36
Transporte	d/h*	2	30,00	60,00	0,36
A.3. Energia elétrica				212,28	1,27
Bombeamento da água de irrigação	Kw/h	981,99	0,22	212,28	1,27
A.4. Outras despesas				126,64	0,76
1% sobre (A.1), (A.2) e (A.3)	%	0,01	12.664,42	126,64	0,76
A.5. Manutenção e Conservação				220,17	1,32
1% a.a. sobre valor das construções (galpão e poço)	%	0,01	10.000,00	33,00	0,20
“continua”					

“TABELA 9A, Cont.”					
5% a.a. sobre valor da máquina forrageira	%	0,05	5.000,00	16,50	0,10
7% a.a. sobre valor do sistema de irrigação	%	0,07	7.325,00	170,67	1,02
B. CUSTOS FIXOS (CF)				1.930,75	11,58
B.1. Depreciação				1.320,75	7,92
	Vida útil (Mês)	Valor (R\$)	Meses	Depreciação	% sobre CT
bomba submersa	60	2.776,00	3	138,80	0,83
Tubos 2"	120	498,00	3	12,45	0,07
Poço	600	5.000,00	3	25,00	0,15
Microaspressores	60	2.600,00	3	130,00	0,78
Conexões	60	790,00	3	39,50	0,24
Forrageira	250	7.000,00	3	350,00	2,10
Trator	180	10.000,00	3	500,00	3,00
Galpão	600	5.000,00	3	125,00	0,75
B.2. Impostos e taxas				10,00	0,06
Imposto Territorial rural	ha	1	10,00	10,00	0,06
B.3. Mão-de-obra fixa				600,00	3,60
Aux. Administração	Salário	1	600,00	600,00	3,60
C. Custos Operacionais Totais (COT)				14.941,98	
C.1. (A) + (B)				14.941,98	89,65
D. Custos de Oportunidade (CO)				352,48	2,11
D.1. Remuneração da terra				100,00	0,60
Arrendamento	ha	1	100,00	100,00	0,60
D.2. Remuneração do Capital Fixo (6% a.a.)				252,48	1,51
Infra-estrutura, máquinas e equipamentos	%	0,06	33.664,00	252,48	1,51
E. CUSTOS TOTAIS				15.294,46	
E.1. CV + CF + CO				15.294,46	91,77
*d/h=dia/homem					
**h/t=hora/trator					