

Consociação de caupi-hortaliça e beterraba sob diferentes quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo

Intercropping of cowpeas and beets under different amounts of silk flower incorporated into the soil

Maria Luiza de Souza Medeiros¹; Andréa Celina Ferreira Demartelaere²; Jailma Suerda Silva de Lima³; Maiele Leandro da Silva⁴; Guilherme Vinicius Gonçalves de Pádua¹

¹Engenheiros Agrônomos, Mestres em Ciências Florestais, Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Macaíba, Rio Grande do Norte. Fones: (84) 99907-0129, (87) 99964-6737, e-mails: luizamedeiros30@hotmail.com, guilhermegpadua@yahoo.com.br; ²Engenheira Agrônoma, Doutora em Agronomia, Professora do Curso Técnico em Agroecologia e Meio Ambiente, Escola Estadual Senador Jessé Pinto Freire, Parazinho, Rio Grande do Norte. Fone: (84) 9 9606-0062, e-mail: andrea_celina@hotmail.com; ³Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitotecnia. Professor Associado II da Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, Rio Grande do Norte, Fone/Ramal: (84) 3317-4550(1568), e-mail: jailmaagro@gmail.com; ⁴Engenheira Agrônoma, Doutora em Fitotecnia. Professor Associado I da Universidade Estadual do Mato Grosso do Sul, Aquidauana, Mato Grosso do Sul. Fone: (67) 3904 2934, e-mail: maiele@uems.br.

ARTIGO

Recebido: 30/09/2018
 Aprovado: 17/12/2018

Palavras-chave:
 Adubação verde
Vigna unguiculata
Beta vulgaris

Key words:
 Green adubation.
Vigna unguiculata.
Beta vulgaris

RESUMO

Visando fornecer subsídios às pesquisas e cultivos dos consórcios de caupi-hortaliça com beterraba e adubação com espécies espontâneas, o objetivo desse trabalho foi determinar a quantidade de flor-de-seda que deve ser incorporada ao solo com a finalidade de promover o melhor rendimento dessas culturas. O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, localizada no distrito de Alagoinha, Rio Grande do Norte. O delineamento experimental utilizado foi em blocos casualizados com 4 tratamentos (10, 25, 40 e 55 t ha⁻¹ doses de adubos de flor-de-seda) e 5 repetições. Para as características de peso de 100 grãos, número de grãos por vagens, peso dos grãos frescos e das vagens frescas de caupi-hortaliça consorciada com beterraba, obtiveram altos índices quando adicionaram-se 53 t ha⁻¹ de flor-de-seda; 46,49 t ha⁻¹ de flor-de-seda; 46,89 t ha⁻¹ de flor-de-seda e 46,98 t ha⁻¹ de flor-de-seda, respectivamente. Na beterraba, foram encontradas respostas crescentes para altura de plantas, número de folhas, produtividade comercial e total, e produtividade classificada, nas quantidades de 55 t ha⁻¹; 44,21 t ha⁻¹; 18,59 t ha⁻¹; 22,23 t ha⁻¹ e 55 t ha⁻¹, respectivamente. Para os indicadores econômicos, renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade, foram obtidos: R\$ 31.784,46; R\$ 10.732,57; 1,54 e 35,28%, respectivamente. O consórcio entre a beterraba e o caupi-hortaliça mostrou-se eficiente e os melhores desempenhos agrônômicos foram obtidos na incorporação de 55 t ha⁻¹ e 47 t ha⁻¹ de flor-de-seda.

ABSTRACT

Aiming to provide subsidies to the research and cultivation of intercropping of cowpea with beet and fertilization with spontaneous species. The objective of this work was to determine amount of silk flower that must be incorporated in the soil with purpose of promoting the best yield of these crops. The experiment was conducted at the Rafael Fernandes Experimental Farm, located in the Alagoinha district-Rio Grande do Norte. The experimental design was a randomized complete block with 4 treatments (10, 25, 40 and 55 t ha⁻¹ doses of silk flower fertilizers) and 5 replicates. For the weight characteristics of 100 grains, number of grains per pod, weight of fresh grains and fresh pods of cowpea consortium with beet, obtained high rates when 53 t ha⁻¹ of silk flower were added; 46.49 t ha⁻¹ of silk flower; 46.89 t ha⁻¹ of silk flower and 46.98 t ha⁻¹ of silk flower, respectively. In beet, increasing responses were found for plant height, leaf number, commercial and total productivity, and productivity classified, in the amounts of 55 t ha⁻¹; 44.21 t ha⁻¹; 18.59 t ha⁻¹; 22.23 and 55 t ha⁻¹, respectively. For the economic indicators, gross income, net income, rate of return and profitability index, were obtained: R\$ 31,784.46; R\$ 10,732.57; 1.54 and 35.28 %, respectively. The consortium between beet and cowpea was efficient and the best agronomic performance was obtained in the incorporation of 55 t ha⁻¹ and 47 t ha⁻¹ of silk flower.

INTRODUÇÃO

O cultivo simultâneo de duas ou mais culturas semeadas na mesma área, não necessariamente ao mesmo tempo, mas exploradas concomitantemente durante parte ou todo o período de desenvolvimento, tem se constituído uma ferramenta fundamental para o pequeno produtor e quando realizado em moldes agroecológicos, tem apresentado diversas vantagens nos aspectos produtivo, nutricional, econômico e ambiental (PIVETTA et al., 2007; SILVA et al., 2011). Durante a execução dessa prática, é fundamental selecionar culturas que forneçam complementaridade em alguma extensão por meio de espécies que possuam diferentes nichos ecológicos promovendo, desta forma, a maximização do uso de luz e a absorção de água e nutrientes (GRANGEIRO et al., 2007a), resultando em um grande desafio para o sucesso deste método e determinando os potenciais de combinações de cultivares e seu manejo, principalmente quando se deseja maximizar o uso da área de acordo com os interesses do produtor (ALMEIDA et al., 2015).

A produção de hortaliças é uma atividade presente em pequenas propriedades familiares, seja como atividade de subsistência ou com a finalidade da comercialização do excedente agrícola em pequena escala. Desse modo, o desenvolvimento de sistemas de cultivos, com vistas à otimização da produtividade, tem exigido dos agricultores esforços no sentido de reduzir ou até mesmo eliminar as deficiências do setor produtivo (ALMEIDA et al., 2015).

O caupi-hortaliça (*Vigna unguiculata* (L.) Walp) pertencente à família Fabaceae, é considerada uma das leguminosas alimentares de grande importância para os trópicos semiáridos da Ásia, África, sul da Europa e Américas Central e do Sul (LANGYNTUO et al., 2003), além de representar alimento básico para as populações do Nordeste brasileiro (SANTOS et al., 2009). Espécie de ciclo curto, baixa exigência hídrica e rusticidade por se desenvolver em solos de baixa fertilidade e, por meio da simbiose com bactérias do gênero *Rhizobium* tem a habilidade para fixar nitrogênio (EMBRAPA, 2002). Devido seu valor nutritivo, como teores médios de 21,5% de proteína, 48,8 mg kg⁻¹ de ferro, 43,4 mg kg⁻¹ de zinco (OJWANG et al., 2012), é cultivado principalmente para a produção de grãos e consumo humano, além de ser utilizado também na alimentação animal como forragem (FROTA, 2008). A cultivar BRS Itaim tem hábito de crescimento determinado, porte ereto e alta resistência ao acamamento, sendo recomendada principalmente para cultivo em regime de sequeiro (EMBRAPA, 2009).

A beterraba (*Beta vulgaris* L.), pertencente à família Quenopodiaceae é originária de regiões europeias e norte africanas de clima temperado. Possui raiz de formato globular e sabor acentuadamente doce (FILGUEIRA, 2000). Apresenta coloração vermelho-arroxeadada devido à presença de betalaínas, além de ser rica em vitaminas do complexo B e nutrientes como potássio, sódio, ferro, cobre e zinco (FERREIRA; TIVELLI, 1990). Existem várias cultivares de grande importância econômica, dentre elas, a Early Wonder, que apresenta raiz tuberosa de formato globular que se desenvolve quase à superfície do solo, possui sabor acentuadamente doce e coloração púrpura. Sendo utilizada no

cultivo em olericultura, e também como forrageira ou matéria prima para a produção de açúcar (SHRESTHA et al., 2010).

Diante da necessidade do uso de práticas de adição de matéria orgânica ao solo, uma das alternativas ao suprimento da demanda de nutrientes, pode-se citar a adubação verde, prática que contribui para incrementar e/ou sustentar a atividade biológica (ALMEIDA et al., 2015). De acordo com Costa (1993), esta consiste na incorporação ao solo de massa vegetal não decomposta de plantas cultivadas no local ou provenientes de outros locais, com a finalidade de preservar e/ou restaurar a produtividade de terras agricultáveis constituindo uma alternativa de redução de custos. E sendo uma opção entre as plantas utilizadas como adubação verde, a utilização de espécies espontâneas, como as da Caatinga que vêm sendo estudadas com intuito de fornecer nutrientes em diversas hortaliças (BEZERRA NETO et al., 2011; LINHARES et al., 2011a;), como exemplo à jitrana (*Ipomoea cairica* (L.) Sweet), o mata-pasto (*Senna obtusifolia* (L.) Irwin & Barneby) e a flor-de-seda (*Calotropis procera* Ait.). Tais espécies possuem muitas vantagens diante das plantas exóticas, como baixo custo de obtenção, adaptação às condições ambientais e produção de elevada quantidade de biomassa (ANDRADE FILHO, 2012).

Estudos recentes no semiárido reforçam a viabilidade agrônômica da utilização da flor-de-seda (*C. procera*) como adubo verde em hortaliças (BATISTA et al., 2013; BEZERRA, 2012; LINHARES et al., 2011; SILVA et al., 2013) pois tem capacidade de ofertar fitomassa o ano inteiro, até mesmo em épocas de seca, conferindo uma posição de destaque em relação a diversas espécies nativas e naturalizadas da Caatinga. O grande destaque é que no seu tecido dispõe de altas concentrações de N, P e K, podendo alcançar valores em torno de 22,7, 10,0 e 28,9 g kg⁻¹, respectivamente (SILVA et al., 2013). Além de ser uma espécie muito prolífera, vigorosa, conferindo a planta maior facilidade de manejo (ANDRADE et al., 2008), ela se sobressai em situações de seca severa e em relação às espécies espontâneas, uma vez que tem a capacidade de germinar e acumular fotoassimilados mesmo quando submetida a estresses térmicos, hídricos e salinos (CARVALHO JÚNIOR et al., 2010; SOUTO et al., 2008).

Diante do exposto, o objetivo desse trabalho foi avaliar os indicadores agrônômicos (produtividade e rentabilidade) do consórcio caupi-hortaliça com beterraba em função de diferentes quantidades de biomassa de flor-de-seda.

MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi conduzido na Fazenda Experimental Rafael Fernandes, localizada no distrito de Alagoinha, próxima ao município de Mossoró-RN, no período de outubro de 2016 a janeiro de 2017. Este município está situado a 5° 11' de latitude sul e 37° 20' de longitude oeste e altitude de 18 m. O clima da região é semiárido e de acordo com Köppen é BSwh', ou seja, seco, muito quente e com estação chuvosa no verão, atingindo temperatura média máxima entre 32,1 e 34,50 °C e média mínima entre 21,3 e 23,70 °C, sendo junho e julho os meses mais frios e a precipitação média anual em torno de 700 mm.

O delineamento experimental utilizado foi em blocos ao acaso com quatro tratamentos e cinco repetições. Os tratamentos consistiram das seguintes quantidades de

biomassa de flor-de-seda incorporadas ao solo: 10, 25, 40 e 55 t ha⁻¹. Cada parcela experimental teve área total de 3,6 m², com uma área útil de 2,00 m². O cultivo consorciado foi estabelecido em faixas de quatro fileiras alternadas de cada cultura, ladeadas por duas fileiras (bordadura) de beterraba por um lado e de duas fileiras de caupi-hortaliça pelo outro lado. O espaçamento do caupi-hortaliça foi de 0,25 m x 0,5 m, com uma planta por cova, e da beterraba de 0,10 m x 0,20 m, resultando em uma população de 200.000 plantas ha⁻¹ de caupi-hortaliça e 500.000 plantas ha⁻¹ de beterraba.

O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho-Amarelo Eutrófico (EMBRAPA, 2006). Antes da instalação do experimento em campo foram coletadas 20 amostras simples do solo a profundidade de 0-20 cm e posteriormente homogeneizadas para se obter uma amostra composta, a qual foi enviada para análise ao Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta do Departamento de Ciências Ambientais da UFERSA, cujos resultados foram: pH (água) = 8,44; Ca = 1,71 cmolc dm⁻³; Mg = 1,39 cmolc dm⁻³; Al = 0,00 cmolc dm⁻³; K = 50,54 mg dm⁻³; Na = 4,1 mg dm⁻³; P = 11,72 mg dm⁻³; M.O. = 15,12 g kg⁻¹.

O adubo verde (flor-de-seda) foi coletado da vegetação nativa, onde as plantas foram cortadas manualmente com o auxílio de facão, removendo-se apenas a parte verde da planta, posteriormente o material foi triturado em pedaços de 2 cm de diâmetro, através de forrageira mecânica, secos a sombra, quantificados e incorporados na camada de 0 – 20 cm do solo nas parcelas experimentais. Retiraram-se cinco amostras simples desse material e transformada em uma composta, que foi analisada pelo Laboratório de Análise de Solo, Água e Planta da UFERSA, obtendo-se os seguintes resultados de N, P e K para flor-de-seda: 10,06; 32,38 e 7,43 g.kg⁻¹ respectivamente.

O preparo do solo da área experimental consistiu de uma gradagem seguida pelo levantamento dos canteiros. Em seguida, fez-se uma solarização realizada com plástico transparente ‘Vulcabrilho Bril Fles’ de 30 micra durante 20 dias para redução da população de fitopatógenos no solo. A incorporação da flor-de-seda foi realizada em duas etapas: 15 dias antes do transplante das culturas e 45 dias após a semeadura. A irrigação foi realizada diariamente por microaspersão em dois turnos de rega (manhã e tarde) com a finalidade de favorecer a atividade microbiana do solo no processo de decomposição.

A semeadura das culturas, os tratamentos culturais e a colheita foram realizados manualmente. O plantio de beterraba e de caupi-hortaliça foi realizado no dia 06/11/2016 em semeadura direta, colocando-se três a cinco sementes de beterraba e duas sementes de caupi-hortaliça por cova, aproximadamente de 2 cm de profundidade. Aos 20 dias após a semeadura de beterraba, foi realizado o desbaste, deixando-se uma planta por cova. E para caupi-hortaliça o desbaste foi realizado 7 dias após o plantio. As cultivares plantadas foram: caupi-hortaliça cv. BRS Itaim e beterraba cv. Early Wonder.

A colheita do caupi-hortaliça iniciou-se aos 54 dias do plantio (30/12/16) e terminou aos 66 dias após semeadura (10/01/2017). A colheita da beterraba foi realizada aos 72 dias após semeadura (16/01/2017).

Na cultura do caupi-hortaliça avaliações foram realizadas em amostras de 20 plantas colhidas aleatoriamente dentro da área útil de cada parcela. Foram determinadas as seguintes características: número de vagens por planta,

número de grãos por vagens, peso de 100 grãos e peso dos grãos frescos. Na cultura da beterraba foram avaliadas 15 plantas colhidas aleatoriamente dentro da área útil de cada parcela. Foram determinadas as seguintes características: altura de plantas, número de folhas por planta, produtividade comercial, produtividade total e produtividade classificada de raízes.

A altura de plantas foi determinada através de medição a partir do nível do solo até a extremidade da folha mais alta com o auxílio de uma régua graduada em centímetros. O número de folhas foi determinado na mesma amostra pela contagem direta do número de folhas com comprimentos superiores a 5 cm no caupi-hortaliça e 3 cm na beterraba. A produtividade comercial de raízes (determinada a partir da massa da matéria fresca das raízes das plantas da área útil livres de rachaduras, bifurcações, nematoides e danos mecânicos, expressa em t ha⁻¹) e produtividade classificada de raízes, determinada através da classificação do diâmetro das raízes (DR) em extra (DR: > 4 e < 5 cm); extra A (DR: ≥ 5 e < 6 cm); extra AA (DR: ≥ 6 e < 7 cm) e graúdas (DR: > 7), sendo considerada refugo todas as raízes danificadas, rachadas, bifurcadas e menores de 4 cm de diâmetro (HORTA et al., 2001).

Os índices de eficiência do sistema e econômicos analisados foram: O índice de uso eficiente da terra (UET), definido por Willey e Osiru (1972) como a área relativa de terra, sob condições de plantio isolado, que é requerida para proporcionar as produtividades alcançadas no consórcio foi obtido pela seguinte expressão: $UET = (Y_{cr}/Y_{cc}) + (Y_{rc}/Y_{rr})$, onde Y_{cr} corresponde a produtividade do caupi-hortaliça em consórcio com a beterraba, o Y_{cc} é produtividade do caupi-hortaliça solteiro, o Y_{rc} significa a produtividade da beterraba em consórcio com o caupi-hortaliça e Y_{rr} significa a produtividade da beterraba solteira.

As UET's de cada parcela, foi obtida considerando-se o valor da média das repetições dos cultivos solteiros sobre blocos no denominador dos índices de uso eficiente da terra parciais de cada cultura (UET_c e UET_r), conforme recomendação de Federer (2002). Esta padronização foi utilizada para evitar dificuldades com a possibilidade de se ter uma distribuição complexa da soma dos quocientes que definem as UET's e, assim, a análise de variância destes índices não ter representatividade, levando a erros relacionados à validade das pressuposições de normalidade e homogeneidade. Além disso, também foi utilizada para permitir a validação dos testes de significância e dos modelos ajustados e, conseqüentemente, as comparações entre os diversos sistemas consorciados de caupi-hortaliça e beterraba. A renda bruta (RB) foi obtida através do valor da produção por hectare, a preço pago ao produtor na região, de R\$ 1,50 e 6,00 kg⁻¹ para beterraba e caupi-hortaliça, respectivamente, no momento da colheita.

A renda líquida (RL) foi obtida através da diferença entre a renda bruta (RB) por hectare e os custos totais (CT) envolvidos na obtenção da mesma. A taxa de retorno (TR) foi obtida da relação entre renda bruta e o custo total: $TR = RB/CT$; correspondendo a quanto reais foram obtidos para cada real aplicado em custos de produção do sistema consorciado a ser avaliado. O índice de lucratividade (IL) foi obtido pela relação entre renda líquida (RL) e a renda bruta (RB), expresso em porcentagem.

As análises de variância foram realizadas nas características avaliadas das duas culturas através do

aplicativo software SISVAR (FERREIRA, 2000). Análise de regressão também foi realizada para avaliar o comportamento de cada característica em função das quantidades de biomassa utilizadas, através de um procedimento de ajustamento de curvas de resposta através do software Table Curve (JANDEL SCIENTIFIC, 1991).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

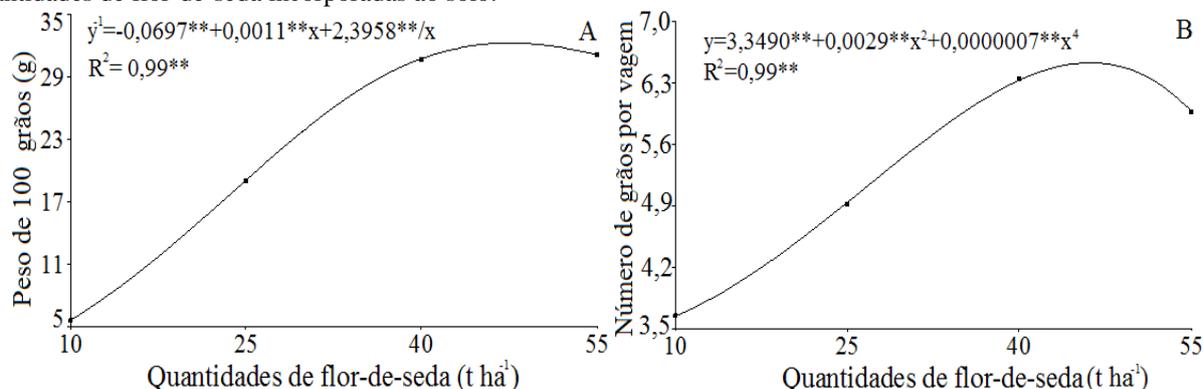
Avaliando o cultivo de caupi-hortaliça em diferentes quantidades de adubo utilizando flor-de-seda, observou-se diferença estatística para os tratamentos quando analisou-se o peso de 100 grãos, número de grãos por vagem, peso de grãos frescos, peso de vagens frescas, massa seca dos grãos, produtividade comercial e produtividade total do caupi-hortaliça em função das quantidades de flor-de-seda. Também ocorreu diferença estatística nos tratamentos quando cultivou-se a beterraba nas seguintes características (altura de plantas, número de folhas por planta, produtividade de raízes graúdas, produtividade de raízes extras A, produtividade de raízes extras AA, produtividade de raízes extra, produtividades de

raízes refugo, produtividade comercial e produtividade total) da beterraba em função das quantidades de flor-de-seda.

Houve diferença estatística nos tratamentos quando avaliou-se os valores de renda bruta, renda líquida, taxa de retorno, índice de lucratividade, índice de uso eficiente da terra do caupi-hortaliça e da beterraba em função das quantidades de flor-de-seda.

Para o peso de 100 grãos e número de grãos por vagem de caupi-hortaliça, observou-se aumento com as quantidades crescentes de flor-de-seda incorporadas ao solo, até 32,1 g e 7 grãos nas quantidades de 47,53 e 46,49 t ha⁻¹ de flor-de-seda, respectivamente, decrescendo em seguida, até a última quantidade adicionada no solo (Figuras 1A e 1B). A resposta otimizada dessas variáveis em função do aumento nas quantidades de adubação de flor-de-seda, pode ser justificada pelo maior fornecimento de nutrientes às plantas de caupi-hortaliça, obtido a partir da coexistência entre a decomposição e mineralização e da época de maior demanda nutricional das culturas (FONTANÉTTI et al., 2006), que no caupi-hortaliça varia dos 32 – 47 DAS (SAMPAIO; BRASIL, 2009).

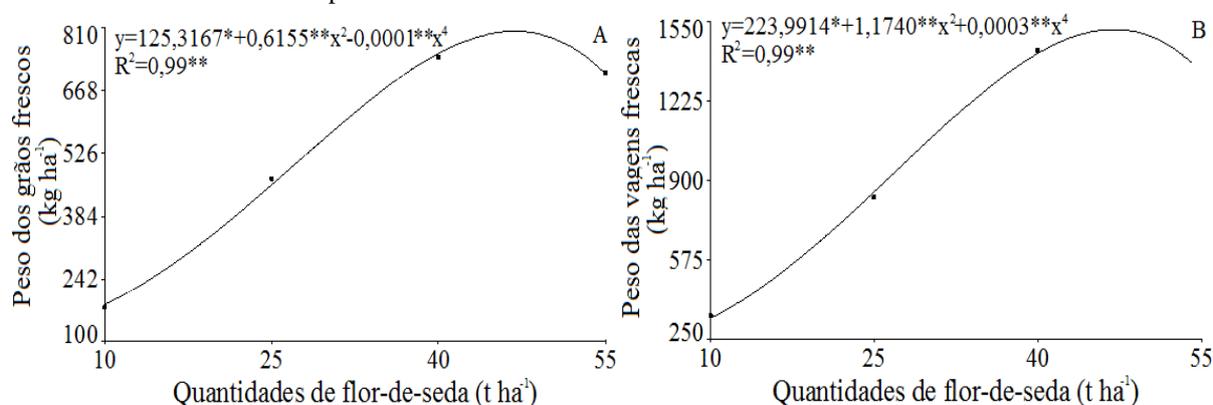
Figura 1. Peso de 100 grãos (A) e número de grãos por vagem (B) de caupi-hortaliça consorciada com beterraba em função das quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo.



Observou-se também aumento no peso de grãos frescos e no peso de vagens frescas de caupi-hortaliça até os pesos de 801,86 e 1519,59 kg ha⁻¹, nas quantidades de 46,89 e 46,98 t ha⁻¹, respectivamente, diminuindo em seguida, até a última quantidade adicionada (Figuras 2A e 2B). Esses resultados

foram superiores aos encontrados por Bezerra Neto et al. (2013), quando utilizaram as mesmas quantidades de flor-de-seda no consórcio de beterraba e caupi-hortaliça, obtiveram peso máximo de grãos frescos de 610,28 kg ha⁻¹ obtido na quantidade de adubação de 55 t ha⁻¹.

Figura 2. Peso dos grãos frescos (A) e peso das vagens frescas (B) de caupi-hortaliça consorciada com beterraba em função das quantidades de flor-de-seda incorporada ao solo.

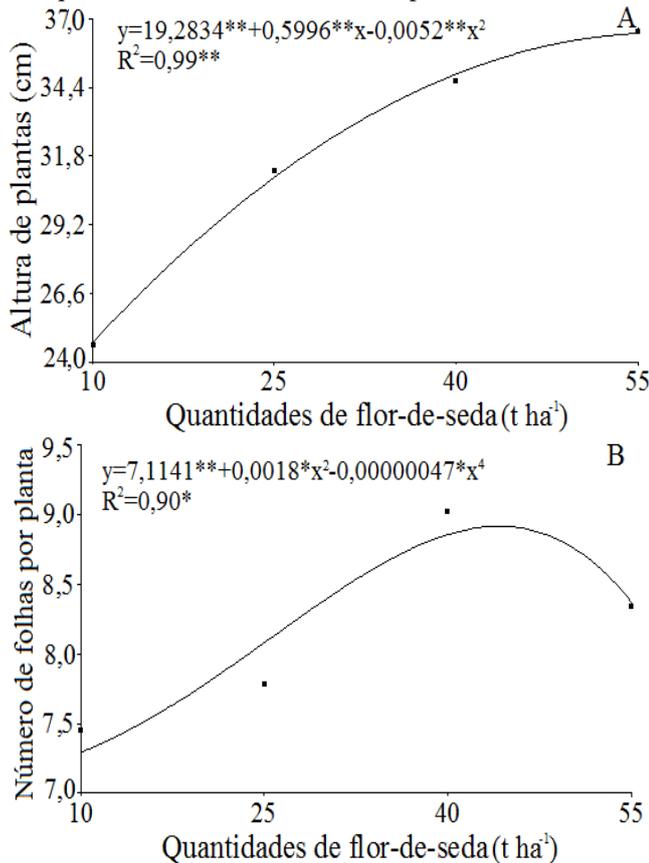


Uma resposta crescente na altura de plantas de beterraba foi observada em função das quantidades de flor-de-seda

incorporadas ao solo, em que a altura máxima de 36,46 cm foi alcançada na quantidade de 55 t ha⁻¹ (Figura 3A). Para

característica número de folhas por planta verificou-se uma otimização, apresentando valor máximo de 9 folhas por planta na quantidade de 44,21 t ha⁻¹, diminuindo, em seguida, com as doses crescentes de flor-de-seda (Figura 3B). Lima (2012), ao estudar a produtividade e a rentabilidade da alface adubada com flor de seda, obteve maior produção de folhas e diâmetro das plantas de alface em tal sistema de cultivo. Para os autores, isto se deve, provavelmente, a uma menor competição intraespecífica entre plantas de alface no sistema solteiro.

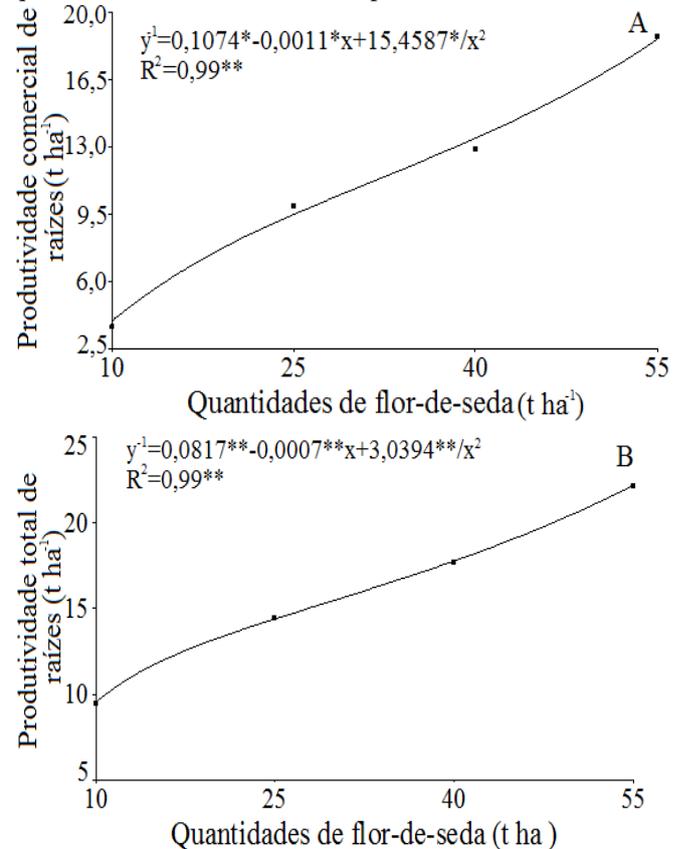
Figura 3. Altura de plantas (A) e número de folhas por planta (B) de beterraba consorciada com caupi-hortaliça em função das quantidades de flor-de-seda incorporada ao solo.



Uma possível explicação para esse desempenho da beterraba está no fato da flor-de-seda apresentar valores altos dos teores de N e K (N= 10,06 g kg⁻¹ e K= 7,43 g kg⁻¹) na sua composição. Além disso, a beterraba tem uma alta demanda por N e K e fornecidos esses nutrientes nessa fase também. Outro fator importante da flor-de-seda foi a sua relação C:N de 20:1, a qual facilitou a sua rápida decomposição e liberação dos nutrientes.

Em termos de produtividade comercial e total de raízes, observou-se nessa pesquisa, uma resposta crescente em função das quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, com produtividade comercial e total de 18,59 t ha⁻¹ e 22,23 t ha⁻¹ na quantidade de 55 t ha⁻¹ (Figuras 4A e 4B).

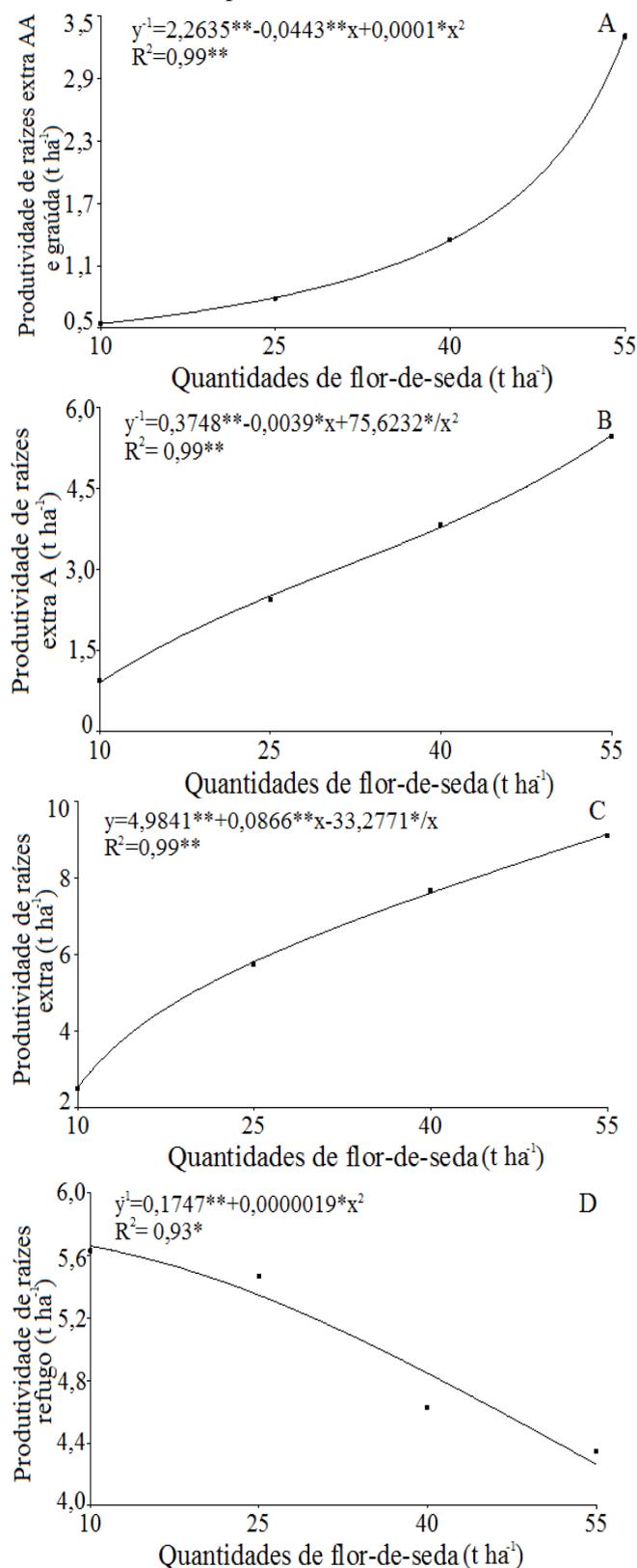
Figura 4. Produtividade comercial (A) e total de raízes de beterraba (B) consorciada com caupi-hortaliça em função das quantidades de flor-de-seda incorporada ao solo.



A produtividade classificada de raízes extras AA + graúdas, aumentou com as quantidades crescentes de flor-de-seda incorporadas ao solo, com produtividade de 3,31 t ha⁻¹ na quantidade de 55 t ha⁻¹ (Figura 5A). Os valores baixos encontrados para essas características, podem estar associados a uma competição interespecífica causada pelas culturas no período de maior exigência nutricional, em especial pelo potássio que é o nutriente extraído e exportado com maior quantidade para beterraba e segundo elemento mais exigente para o caupi (GRANGEIRO et al., 2007b; SAMPAIO; BRASIL, 2009), resultando assim, numa redução para essa característica.

Respostas crescentes em função das quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo, foram observadas nas características de raízes extra A e extra até as quantidades máximas de 5,49 t ha⁻¹ e 9,15 t ha⁻¹ na quantidade de 55 t ha⁻¹, respectivamente (Figuras 5B e 5C). Entretanto, foi observada resposta decrescente na produtividade de raízes refugo com valor mínimo de 4,27 t ha⁻¹ na quantidade de 55 t ha⁻¹, isso pode ser justificado pelo fato de que quanto maior quantidade de adubação verde, maior fornecimento de nutrientes às plantas, além disso, favorece a aeração do solo, melhorando sua estrutura e possibilitando melhor desenvolvimento do sistema radicular, ponto importante na produção de culturas na qual a parte comercial é a raiz, o que dessa forma, reduz o número de raízes não comerciais, aspecto desejável para o produtor. (Figura 5D).

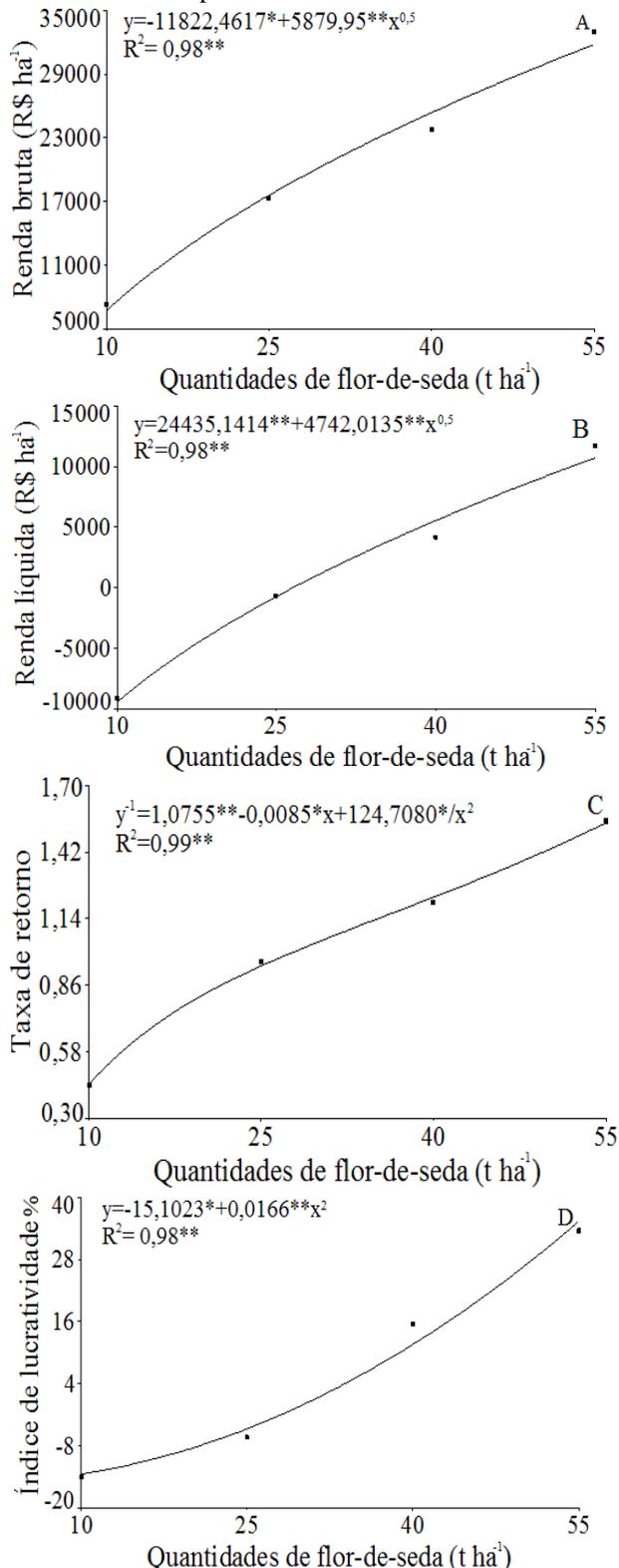
Figura 5. Produtividade classificada de raízes extra AA e graúdas (A), extra A (B), extra (C) e refugo (D) de beterraba consorciada com caupi-hortaliça em função das quantidades de flor-de-seda incorporada ao solo.



Para os índices econômicos foram observados aumento na renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade em função das quantidades crescentes de flor-de-seda até os valores máximos de R\$ 31.784,46, R\$ 10.732,57, R\$1,54 e 35,28%, respectivamente, obtidos na

quantidade de 55 t ha⁻¹. (Figura 6A a 6D). Grangeiro et al. (2011), avaliando agroeconomicamente as culturas da beterraba e coentro, obtiveram resultado inferior ao encontrado nessa pesquisa, que foi uma renda bruta de R\$ 28.988,32.

Figura 6. Renda bruta (A), renda líquida (B), taxa de retorno (C) e índice de lucratividade (D) de caupi-hortaliça consorciada com beterraba em função das quantidades de flor-de-seda incorporada ao solo.

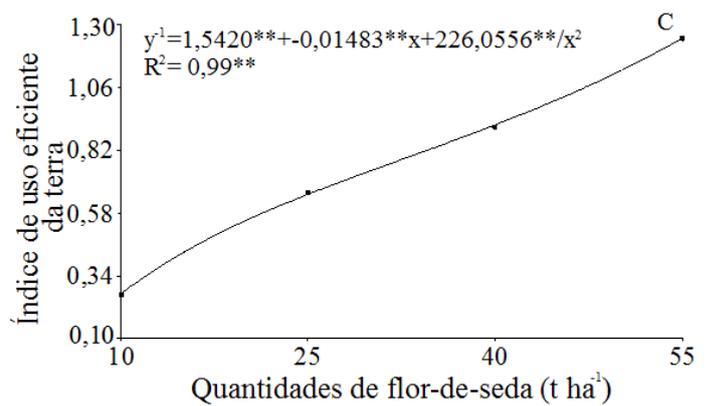
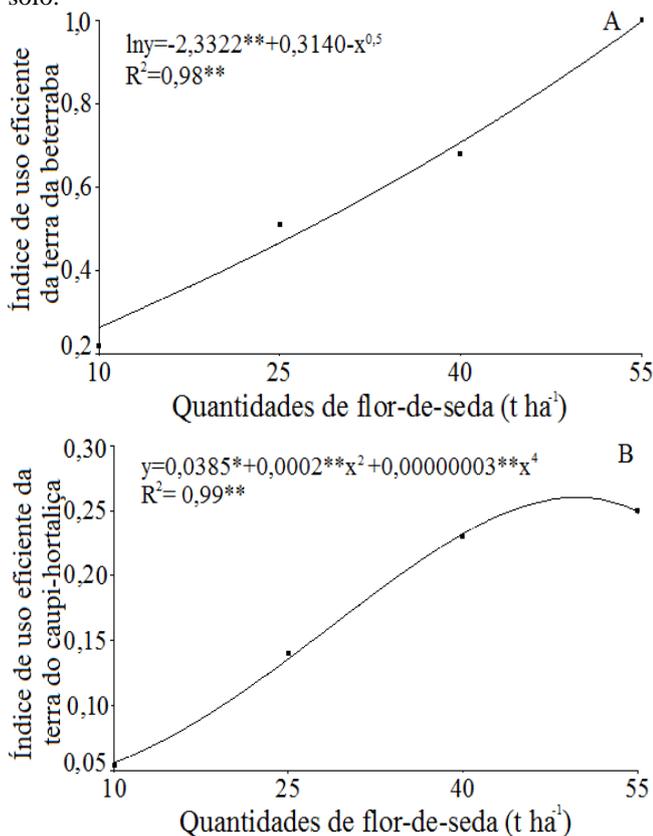


É na renda líquida que se encontra deduzido os custos de produção, sendo assim um dos melhores indicadores para expressar o valor econômico do consórcio (BEZERRA NETO; GOMES, 2008). Esse índice demonstra que o consórcio foi vantajoso economicamente, apresentando assim superioridade agrônômica.

Esse resultado se deve ao fato do consórcio ter respondido muito bem à adubação verde com flor-de-seda devido ao melhor aproveitamento dos recursos ambientais pelas plantas de caupi-hortaliça e beterraba, proporcionadas pelas quantidades testadas, cujo aproveitamento foi traduzido em eficiência agrônômica.

Resposta crescente com as quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo foi observada para o uso eficiente da terra da beterraba (UETB), até o valor máximo de 1,00 na quantidade de 55 t ha⁻¹ (Figura 7A). Observou-se uma otimização para o Índice de uso eficiente da terra do caupi-hortaliça (UETCA) até o número de 0,26 na quantidade de 49,81 t ha⁻¹, diminuindo em seguida, até a última quantidade adicionada ao solo (Figura 7B). Aumento na variável índice de uso eficiente da terra (UET) foi observado com as quantidades crescentes de flor-de-seda, obtendo valor máximo de 1,24 na quantidade de 55 t ha⁻¹ (Figura 7C). Observa-se assim que valores de UET acima de 1, comprovam a eficiência do consórcio, e o uso eficiente da área. Esta eficiência pode ser atribuída à complementaridade das culturas envolvidas no sistema consorciado, ficando notável que há um melhor aproveitamento dos recursos ambientais em sistema consorciado do que em um cultivo solteiro (BEZERRA NETO; GOMES, 2008).

Figura 7. Índice de uso eficiente da terra da beterraba (A) e do caupi-hortaliça (B) e Índice de uso eficiente da terra (UET) (C) em função das quantidades de flor-de-seda incorporada ao solo.



CONCLUSÕES

O consórcio entre a beterraba e o caupi-hortaliça mostrou-se eficiente e os melhores desempenhos agrônômicos foram obtidos na incorporação de 55 t ha⁻¹ e 47 t ha⁻¹ de flor-de-seda.

REFERÊNCIAS

- ALMEIDA, A. E. S.; BEZERRA NETO, F.; COSTA, L. R.; SILVA, M. L.; LIMA, J. S. S.; BARROS JÚNIOR, A. P. Eficiência agrônômica do consórcio alface-rúcula fertilizado com flor-de-seda. *Revista Caatinga*, v. 28, p.79- 85, 2015.
- ANDRADE, M. V. M.; SILVA, D. S.; ANDRADE, A. P.; MEDEIROS, A. N.; PIMENTA FILHO, E. C.; CÂNDIDO, M. J. D.; PINTO, M. S. C. Produtividade e qualidade da Flor-de-seda em diferentes densidades e sistemas de plantio. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 37, n. 1, p. 1-8, 2008.
- ANDRADE FILHO, F. C. Bicultivo de folhosas consorciadas com beterraba em função de adubação com flor-de-seda e densidades populacionais. 2012. 94 p. Tese (Doutorado em Fitotecnia: Área de concentração em Práticas Culturais) – Universidade Federal Rural do Semiárido, Mossoró, 2012.
- BATISTA, M. A. V.; BEZUIMARÃES, L. M. S.; BEZERRA NETO, F.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; SARAIVA, J. P. B.; SILVA, M. L. Atributos microbiológicos do solo e produtividade de rabanete influenciados pelo uso de espécies espontâneas. *Horticultura Brasileira*, v. 31, n. 4, p. 587-594, 2013.
- BEZERRA, A. K. de H. Produção e indicadores econômicos de cenoura e rúcula em sistema consorciado sob diferentes quantidades de Flor-de-seda. 2012. 52 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.
- BEZERRA NETO, F.; SILVA, M. L.; VIEIRA, F. A.; SILVA, R. C. P.; SILVA, I. N. Consórcio de beterraba com caupi-hortaliça adubado com diferentes quantidades de flor-de-seda. *ANAIS... DO CONGRESSO NACIONAL DE FEIJÃO-CAUPI - III CONAC*, 2013, Recife.
- BEZERRA NETO, F.; GÓES, S. B. de; SÁ, J. R.; LINHARES, P. C. F.; GÓES, G. B. de; MOREIRA, J. N. Desempenho agrônômico da alface em diferentes quantidades

- e tempos de decomposição de jitrana verde. Revista Brasileira de Ciências Agrárias, v. 6, n. 2, p. 236-242, 2011.
- BEZERRA NETO, F.; GOMES, E. G. Índices de desempenho de sistemas agrícolas consorciados: uso eficiente da terra, indicadores econômicos e eficiência DEA. ANAIS... DO ENCONTRO NACIONAL DE ENGENHARIA DE PRODUÇÃO – XXVIII, 2008, Rio de Janeiro.
- CARVALHO JÚNIOR, S. B.; FURTADO, D. A.; SILVA, V. R.; DANTAS, R. T.; LIMA, I. S. P.; LIMA, V. L. A. Produção e avaliação bromatológica de espécies forrageiras irrigadas com água salina. Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental, v. 14, n. 10, p. 1045-1051, 2010.
- COSTA, M. B. B. Adubação verde no sul do Brasil. Rio de Janeiro: AS-PTA, 1993. 346 p.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. BRS Itaim - Cultivar de feijão-caupi com grãos tipo fradinho. Piauí: EMBRAPA Meio Norte, 2009. 2p.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Centro nacional de Pesquisas de Solos. Sistema Brasileiro de Classificação de Solos. Rio de Janeiro: EMBRAPA. 2006. 306 p.
- EMBRAPA, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. Cultivo do Feijão-caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp). Terezina, PI: EMBRAPA. 2002. 110p.
- FEDERER, W. T. Statistics issues in intercropping. In: EL-SHAARAWI, A. H.; PERGORSH, W.W.; PIERGORSCH, W. Encyclopedia of environmetrics. New York: Wiley, 2002. p. 1064-1069
- FERREIRA, D. F. Sistema SISVAR para análises estatísticas: Manual de orientação. Lavras: Universidade Federal de Lavras/Departamento de Ciências Exatas, 2000. 37p.
- FERREIRA, M. D.; TIVELLI, S. W. Cultura da beterraba: recomendações gerais. Guaxupé: COOXUPÉ, 1990. 14p.
- FILGUEIRA, F. A. R. Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças. Viçosa: UFV, 2000. 401p.
- FONTANÉTTI, A.; CARVALHO, G. J.; GOMES, L. A. A.; ALMEIDA, K.; MORAES, S. R. G.; TEIXEIRA, C. M. Adubação verde na produção orgânica de alface americana e repolho. Horticultura Brasileira, v. 24, n. 2, p. 146-150, junho, 2006.
- FROTA, K. M. G. Composição química do feijão caupi (*Vigna unguiculata* (L.) Walp), cultivar BRS-Milênio. Ciência e Tecnologia de Alimentos, Campinas, v. 28, n. 2, p. 470-476, 2008.
- GRANGEIRO, C. G.; SANTOS, A. P.; FREITAS, F. C. L.; SIMÃO, L. M. C.; BEZERRA NETO, F. Avaliação agrônômica das culturas da beterraba e coentro em função da época de estabelecimento do consórcio. Revista Ciência Agrônômica, v. 42, n. 1, p. 242-248, 2011.
- GRANGEIRO, C. G.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z.; CECÍLIO FILHO, A. B.; CALDAS, A. V. C.; COSTA, N. L. Produtividade da beterraba e rúcula em função da época de plantio em monocultivo e consórcio. Horticultura Brasileira, v. 25, n. 4, p. 577-581, 2007a.
- GRANGEIRO, L. C.; NEGREIROS, M. Z. de; SOUZA, B. S. de; AZEVÊDO, P. E. de; OLIVEIRA, S. L. de, MEDEIROS, M. A. de. Acúmulo e exportação de nutrientes em beterraba. Ciências e Agrotecnologia, Lavras, v. 31, n. 2, p. 267-273, mar./abr., 2007b.
- HORTA, A. C. S.; SANTOS H. S.; SCAPIM C. A.; CALLEGARI O. Relação entre produção de beterraba, *Beta vulgaris* var. *conditiva*, e diferentes métodos de plantio. Acta Scientiarum, v.23, p.1123-1129, 2001.
- JANDEL SCIENTIFIC. Table curve: curve fitting software. Corte Madera, CA: Jandel Scientific, 1991. 280p.
- LANGYINTUO, A.S.; LOWENBERG-DEBOER, J.; FAYE, M.; LAMBERT, D.; IBRO, G.; MOUSSA, B.; KERGNA, A.; KUSHWAHA, S.; MUSA, S; NTOUKAM, G. Cowpea supply and demand in west and central Africa. Field Crops Research, v.82, n.2-3, p. 215-231, 2003.
- LIMA, E. F. Produtividade e rentabilidade da al-face adubada com flor de seda. 2012. 66 p. Dissertação (Mestrado em Produção vegetal: Área de Concentração em Produção Vegetal no Semiárido) – Universidade Federal Rural do Pernambuco, Serra Talhada, 2012.
- LINHARES, P. C. F.; SILVA, M. L.; PEREIRA, M. F. S.; BEZERRA, A. K. H.; PAIVA, A. C. C. Quantidades e tempos de decomposição da flor-de-seda no desempenho agrônômico do rabanete. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 6, n. 1, p. 168-173, 2011.
- LINHARES, P. C. F.; PEREIRA, M. F. S.; MARACAJÁ, P. B.; SOUSA, J. S.; SOUSA, L. C. F.S.; Cultivo de coentro em sucessão a cultura da alface. Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável, v. 6, n. 2, p. 168 – 173, 2011a.
- OJWANG, L. O.; DYKES, L.; AWIKA, J. M. Cromatografia Líquida de Ultra-Performance - Espectrometria de Massa Quadrupolar Tandem Perfilamento de Antocianinas e Flavonóis em Caupi (*Vigna unguiculata*) de Vários Genótipos, J. Agric. Food Chem., v. 60, n. 14, p. 3735-3744, 2012.
- PIVETTA, L. A.; COSTA, M. S. S. M.; COSTA, L. A. M.; MARINI, D.; GOBBI, F. C.; CASTOLDI, G.; SOUZA, J. H.; PIVETTA, L. G. Avaliação do cultivo consorciado de rúcula com alface, em sistema orgânico e biodinâmico na região oeste do Paraná. Cadernos de Agroecologia, Guarapari, v. 2, n. 2, p. 1682-1685, 2007.
- SAMPAIO, L. S.; BRASIL, E. C. Exigência nutricional do feijão-caupi. Anais... II Congresso Nacional do Feijão-Caupi. p. 573-587. 2009.
- SANTOS, J. F.; GRANGEIRO, J. I. T.; BRITO, L. M. P.; OLIVEIRA, M. M.; OLIVEIRA, M. E. C. Novas variedades

de caupi para microrregião do Brejo Paraibano. Tecnologia & Ciência Agropecuária, v.3, p.7-12, 2009.

SHRESTHA N; GEERTS S; RAES D; HOREMANS S; SOENTJENS S; MAUPAS F; CLOUET P. Yield response of sugar beets to water stress under Western European conditions. Agricultural Water Management. v. 97, p. 346-350, 2010.

SILVA, H. D.; CARDOSO, A. M. S.; SOUZA, V. B.; SOUZA, M. D. C.; OLIVEIRA, P. C. C.; CUNHA, L. M. V. Viabilidade agronômica de consórcios entre alface e rúcula no sistema orgânico de produção. Cadernos de Agroecologia, Fortaleza, v. 6, n.2, p. 2-5, 2011.

SILVA, I. N. Bicultivo de alface consorciada com beterraba sob diferentes quantidades de Jitirana incorporadas ao solo e arranjos espaciais. 2013. 73 f. Dissertação (Mestrado em Fitotecnia) - Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), Mossoró-RN, 2013.

SOUTO, P. C.; SALES, S. C. V.; SOUTO, J. S.; SANTOS, R. V; SOUSA, A. A. Biometria de frutos e número de sementes de *Calotropis procera* (Ait.) R. Br. no semiárido da Paraíba. Revista Verde, v. 3, n. 1, p. 108-113, 2008.

WILLEY, R. W.; OSIRU, D. S. Studies on Mixtures of Maize and Beans (*Phaseolus vulgaris*) with Particular References to Plant Population. The Journal of Agricultural Science, v.79, p. 519-529, 1972.