



ARTIGO ORIGINAL

Antonia Francilene Alves da Silva¹
Ênio Gomes Flôr Souza^{2*}
Manoel Galdino dos Santos³
Aurêlio Paes Barros Júnior³
Francisco Bezerra Neto³
Lindomar Maria da Silveira³

Rentabilidade do rabanete adubado com flor-de-seda em duas épocas de cultivo no semiárido de Pernambuco

Profitability of radish fertilized with 'flor-de-seda' in two cultivation seasons in the semiarid region of Pernambuco state, Brazil

¹ Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, Fazenda Saco, s/n, Zona Rural, Caixa Postal 063, 56900-000, Serra Talhada, PE, Brasil

² Instituto Federal de Alagoas – IFAL, Av. Sergipe, s/n, Vila Cascavel, Xingó, 57460-000, Piranhas, AL, Brasil

³ Universidade Federal Rural do Semi-árido – UFRSA, Av. Francisco Mota, 572, Presidente Costa e Silva, Caixa Postal 137, 59625-900, Mossoró, RN, Brasil

*Autor Correspondente:

E-mail: eniosouzape@gmail.com

PALAVRAS-CHAVE

Raphanus sativus
Calotropis procera
Adubação orgânica
Eficiência econômica

KEYWORDS

Raphanus sativus
Calotropis procera
Organic fertilization
Economic efficiency

RESUMO: Para obter produtos de qualidade e em quantidade ao longo do ano, é necessário o planejamento do plantio, observando a produtividade esperada, o preço praticado no comércio e os custos relativos aos fatores de produção, como despesas com mão de obra e aquisição de fertilizantes, os quais ditam o sucesso do investimento. O objetivo deste trabalho foi avaliar a rentabilidade do rabanete cv. Crimson Gigante adubado com diferentes quantidades de biomassa de flor-de-seda, em distintos tempos de incorporação ao solo e cultivado em duas épocas (outubro-dezembro e abril-julho), no semiárido de Pernambuco. O delineamento experimental utilizado em ambos os experimentos foi o de blocos completos casualizados com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 4×4 , com três repetições, sendo o primeiro fator: as quantidades de flor-de-seda (5,4; 8,8; 12,2 e 15,6 t ha⁻¹ em base seca), e o segundo: os tempos de incorporação ao solo deste adubo (0, 10, 20 e 30 dias). Além da produtividade comercial de raízes e dos custos de produção, foram determinados os indicadores econômicos: renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade. As maiores receitas bruta e líquida foram observadas com a quantidade de 15,6 t ha⁻¹ de flor-de-seda. A incorporação da flor-de-seda 22 dias antes do plantio do rabanete foi considerada ideal à viabilidade econômica do investimento.

ABSTRACT: In order to obtain quality products in quantity along the year, planting should be planned observing the expected productivity, market price and the costs related to production factors such as expenses with labor and the acquisition of fertilizers, which dictate the success of the investment. The objective of this research was to evaluate profitability in the production of radish, cv. Crimson Gigante, fertilized with different amounts of biomass of 'flor-de-seda' and times of incorporation of green manure into the soil, in two cultivation seasons (October-December and April-July), in Serra Talhada, semiarid region of Pernambuco state, Brazil. In both experiments, we adopted the randomized block experimental design with treatments arranged in a 4×4 factorial, with three replications. The first factor addressed quantities of biomass of 'flor-de-seda' (5.4, 8.8, 12.2 and 15.6 t ha⁻¹ on a dry basis), while the second factor addressed times of soil incorporation (0, 10, 20 and 30 days). Besides the commercial yield of roots and production costs, the following economic indicators were determined: gross income, net income, rate of return, and profitability index. The highest gross and net incomes were observed with the quantity of 15.6 t ha⁻¹ of 'flor-de-seda'. The incorporation of 'flor-de-seda' 22 days before planting the radish was considered ideal to the economic viability of the investment.

1 Introdução

O cultivo de hortaliças é caracterizado como uma atividade altamente intensiva na utilização do solo, de água, de insumos e de mão de obra (Filgueira, 2008), exigindo altos investimentos por hectare. Essas plantas geralmente apresentam ciclo curto, tornando-se uma atividade com rápido retorno econômico.

Dentre essas hortaliças, o rabanete (*Raphanus sativus* L.) se destaca por ser uma tuberosa com tempo para a colheita bastante reduzido, quando comparada aos tradicionais cultivos de cenoura e beterraba. Pertencente à família Brassicaceae e originária da região mediterrânea, o rabanete tem produção mundial estimada em sete milhões de toneladas por ano, sendo o Japão um dos grandes produtores (Ito & Horie, 2008). No Brasil, sua produção ainda é pouco expressiva, sendo os estados do Sul e Sudeste os maiores produtores. Na região Nordeste, os estados que vêm se destacando na produção dessa raiz são Bahia e Pernambuco (IBGE, 2006).

A cultura do rabanete é pouco exigente em fertilidade do solo, porém adubos orgânicos favorecem seu desenvolvimento e produção. Nesse sentido, a prática da adubação verde surge como alternativa viável para os agricultores que buscam aproveitar os recursos naturais disponíveis na propriedade (Bezerra Neto et al., 2011). Estes agricultores devem estar atentos ao tempo de incorporação dos resíduos vegetais em relação ao plantio da hortaliça de interesse, pois se não houver uma sincronia entre a disponibilidade de nutrientes e o momento de maior exigência pela planta, os nutrientes não serão absorvidos (Myers et al., 1994).

Uma possível estratégia a ser utilizada no Nordeste brasileiro, principalmente na região semiárida, seria a coleta de espécies espontâneas da Caatinga para utilização como adubo verde (Bezerra Neto et al., 2011, 2014; Oliveira et al., 2012). Tal prática pode ser de grande valia aos agricultores familiares da região, pois seria uma forma de minimizar o custo de produção, já que esse insumo seria obtido localmente. Dentre essas espécies, a flor-de-seda [*Calotropis procera* (Ait.) R. Br.] se destaca por ser uma planta bastante disseminada devido a sua adaptação a ambientes degradados, com elevada produção de biomassa e uma rebrota vigorosa, mesmo em condições de baixa pluviosidade (Carvalho Júnior et al., 2010), atingindo rendimento de 699,72 kg ha⁻¹ de matéria seca em 60 dias, quando cultivada sob espaçamento de 1,0 × 1,5 m (Andrade et al., 2008).

Nos últimos anos, pesquisas descreveram a viabilidade agrônômica e econômica do emprego da flor-de-seda como adubo verde, uma vez que promoveu incremento nos rendimentos de massa verde de alface, rúcula e coentro (Linhares, 2009; Silva, 2012; Linhares et al., 2014), bem como nas produtividades de raízes comerciais de cenoura (Silva et al., 2013), beterraba e rabanete (Batista et al., 2013; Linhares et al., 2013). Entretanto, são resultados obtidos em apenas uma época de cultivo, dificultando a generalização das informações para outras regiões produtoras.

Devido à escassez de informações sobre o cultivo de rabanete na região Nordeste, principalmente em relação à adubação verde e seus aspectos econômicos, objetivou-se avaliar viabilidade agroeconômica da produção dessa tuberosa em função da adubação com flor-de-seda e cultivo em épocas distintas.

2 Material e Métodos

Os dados de viabilidade econômica foram obtidos de dois experimentos de campo, conduzidos entre outubro e dezembro de 2011 e de abril a julho de 2012, na Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST), localizada a 7°57'15" de latitude sul e 38°17'41" de longitude oeste, com 461 m de altitude, na microrregião do Sertão do Pajeú, norte de Pernambuco. O clima local, pela classificação de Köppen é Bwh, denominado semiárido, quente e seco, com chuvas de verão e médias anuais térmicas de 24,7 °C e precipitação média anual de 642,10 mm. Os dados meteorológicos médios do período de realização dos experimentos são apresentados na Figura 1.

O solo da área experimental tinha textura franco arenosa, cujas características químicas, na profundidade de 0-0,20 m, antes da instalação do experimento de outubro-dezembro eram: pH em H₂O (1:2,5) = 6,6; M.O. = 8,4 g kg⁻¹; P = 15,0 mg dm⁻³; K⁺ = 0,7 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 3,4 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 2,0 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0,0 cmol_c dm⁻³; e no de abril-julho: pH em H₂O (1:2,5) = 6,5; M.O. = 12,7 g kg⁻¹; P = 20,0 mg dm⁻³; K⁺ = 0,4 cmol_c dm⁻³; Ca²⁺ = 3,4 cmol_c dm⁻³; Mg²⁺ = 2,0 cmol_c dm⁻³; Al³⁺ = 0,0 cmol_c dm⁻³.

O delineamento experimental utilizado em cada experimento foi o de blocos completos casualizados, com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 4 × 4, com três repetições. O primeiro fator constituído de quatro quantidades de biomassa de flor-de-seda (5,4; 8,8; 12,2 e 15,6 t ha⁻¹ em base seca), e o segundo fator, por quatro tempos de incorporação ao solo deste adubo (0, 10, 20 e 30 dias antes da semeadura do rabanete).

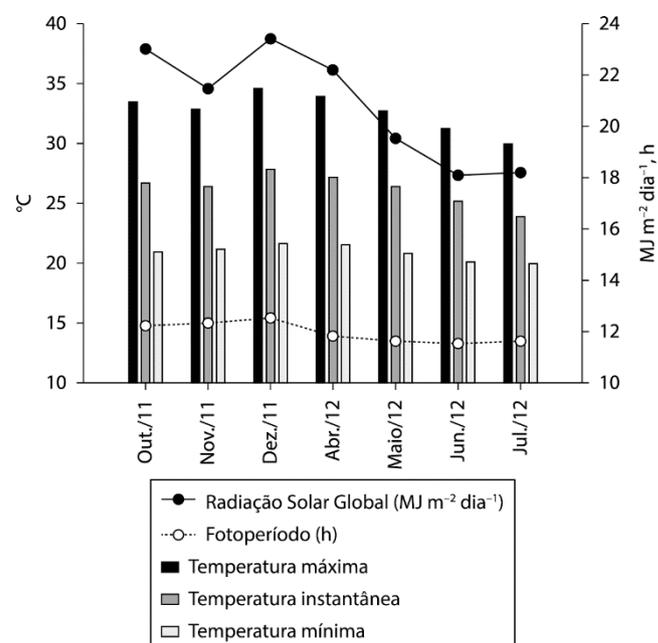


Figura 1. Valores médios de temperaturas (°C) instantânea, máxima e mínima, radiação solar global (MJ m⁻² dia⁻¹) e fotoperíodo (h) em cada época de cultivo do rabanete.

Figure 1. Temperatures average values (°C) instantaneous, maximum and minimum, global solar radiation (MJ m⁻² dia⁻¹) and photoperiod (h) in each cultivation season of the radish.

Cada unidade experimental tinha uma área total de 1,44 m², com uma parcela útil de 0,80 m². Seis fileiras ou linhas de plantio foram dispostas transversalmente em cada parcela, espaçadas entre si de 0,20 m, e dentro da linha no espaçamento de 0,05 m entre plantas. A cultivar de rabanete plantada foi a ‘Crimson Gigante’, indicada para o cultivo na região Nordeste. A cultura foi conduzida em canteiros de 1,20 m de largura, preparados de forma manual, com auxílio de enxadas.

A flor-de-seda foi coletada em localidades próximas à UAST e depois trituradas em máquina forrageira convencional, obtendo-se fragmentos entre dois e três centímetros e posta para secar até atingir condição de feno (10% de umidade). A partir de amostras desse material, foram determinados os teores de nutrientes na matéria seca (70 °C): N = 17,4 g kg⁻¹; P = 4,4 g kg⁻¹; K = 23,5 g kg⁻¹; Ca = 14,3 g kg⁻¹; Mg = 23,0 g kg⁻¹; relação C/N = 25/1.

O adubo foi incorporado na camada de 0-0,20 m do solo nas parcelas experimentais, de acordo com os tratamentos. Irrigações diárias foram realizadas em dois turnos com a finalidade de favorecer a atividade microbiana do solo no processo de mineralização da matéria orgânica.

O plantio do rabanete na primeira época de cultivo (outubro-dezembro) foi feito no dia 7 de novembro de 2011, enquanto o segundo cultivo (abril-julho) no dia 29 de maio de 2012. Realizou-se semeadura direta, a dois centímetros de profundidade, semeando-se quatro sementes por cova. Após sete dias da emergência, ocorreu o desbaste, deixando-se uma planta por cova. As irrigações foram efetuadas por um sistema de microaspersão, com turno de rega diária parcelada em duas aplicações (manhã e tarde), fornecendo-se uma lâmina de água de aproximadamente 8 mm dia⁻¹. Capinas manuais foram realizadas sempre que necessárias.

No plantio de outubro-dezembro, a colheita do rabanete foi realizada aos 32 dias após a semeadura (DAS), enquanto no cultivo de abril-julho foi feita aos 39 DAS. A partir da produtividade comercial de raízes (t ha⁻¹) das plantas da área útil estimaram-se as produtividades para cada unidade experimental, considerando as correções para 70% de área efetivamente plantada. Indicadores econômicos foram usados para avaliar a eficiência dos tratamentos. Estimaram-se os custos de produção, que foram calculados e analisados ao final do processo produtivo. A modalidade de custos analisada neste trabalho correspondeu aos gastos totais por hectare de área cultivada, os quais abrangem os serviços prestados pelo capital estável, ou seja, a contribuição do capital circulante e o valor dos custos alternativos ou de oportunidade. De forma semelhante, as receitas referem-se ao valor da produção de um hectare.

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. O custo de uma tonelada do adubo verde flor-de-seda foi adaptado de Andrade Filho (2012), em que foi estimada, para cada fator quantidade, a mão de obra exigida para o corte, trituração, secagem e ensacamento da flor-de-seda. Foram considerados os preços vigentes no mês de dezembro de 2011 para o primeiro experimento e no mês de julho de 2012 para o segundo experimento, na cidade de Serra Talhada (PE).

O valor da diária paga ao trabalhador rural na região foi de R\$ 25,00 e 30,00 para a primeira e segunda época de cultivo, respectivamente. Também se calculou, para cada quantidade, o valor do transporte do adubo após o corte (R\$ 70,00 por frete no cultivo de outubro-dezembro e R\$ 80,00 em abril-julho).

Dessa forma, o custo final de cada tratamento foi determinado de acordo com as diferentes quantidades incorporadas, o tempo gasto para incorporação (variável em função da quantidade) e os demais custos de produção. Ressalta-se ainda que os tratamentos correspondentes aos períodos de incorporação (0, 10, 20 e 30 dias) não influenciaram nos custos de produção, contudo, estes participaram da combinação do fatorial para a determinação da melhor eficiência econômica no cultivo de rabanete adubado com flor-de-seda.

A depreciação, definida como o custo fixo não monetário que reflete a perda de valor de um bem de produção em função da idade, do uso e da obsolescência, foi determinada pelo método linear ou método das cotas fixas, o qual determina o valor anual da depreciação a partir do tempo de vida útil do bem durável, do seu valor inicial e de sucata. Este último não foi considerado, uma vez que os bens de capital considerados não apresentam qualquer valor residual (Santos, 2012). Os impostos e taxas, bem como a mão de obra fixa, foram determinados pelo valor utilizado nos meses correntes à produção da cultura. A mão de obra fixa foi aquela destinada ao gerenciamento das atividades produtivas, correspondente ao pagamento de um salário mínimo por mês durante cada ciclo produtivo (R\$ 545,00 em outubro-dezembro de 2011 e R\$ 622,00 em abril-julho de 2012).

O custo de oportunidade, para os itens de capital estável (construções, máquinas, equipamentos, etc.), correspondeu ao juro anual que reflete o uso alternativo do capital. A taxa de juros escolhida foi de 6% ao ano, equivalente ao ganho em caderneta de poupança. Para a remuneração do capital fixo, o juro incidiu sobre o valor atual ao longo do cultivo. Com relação ao custo de oportunidade da terra, considerou-se o arrendamento de um hectare na região (R\$ 200,00), como o equivalente ao custo alternativo da terra empregada na pesquisa.

A renda bruta (RB) foi mensurada através do valor da produção por hectare nos meses de dezembro de 2011 (R\$ 1,50 kg⁻¹) e julho de 2012 (R\$ 1,55 kg⁻¹). Já a renda líquida (RL) foi calculada através da diferença entre a renda bruta (RB) por hectare e os custos totais (CT) envolvidos na obtenção desta. Os CT foram calculados para cada tratamento, levando-se em conta os coeficientes de custo de insumos e os serviços utilizados em um hectare de rabanete em nível experimental. A taxa de retorno (TR) foi obtida da relação entre a RB e os CT, correspondente a quantos reais são obtidos para cada real aplicado no cultivo de rabanete em função do fator tratamento aplicado. O índice de lucratividade (IL) consistiu na relação entre a RL e a RB, expresso em porcentagem (Oliveira et al., 2004).

Análises de variância para as características avaliadas foram feitas através do aplicativo SISVAR 3.01 (Ferreira, 2003). Uma análise conjunta dessas mesmas características foi realizada. Nos fatores quantitativos, o procedimento de ajustamento de curvas de resposta foi feito no programa SigmaPlot 12.0 (Systat Software, 2011). O teste de Tukey ($p < 0,05$) foi empregado para comparar as médias entre as épocas de cultivo.

3 Resultados e Discussão

Houve interação entre as épocas de cultivo e as quantidades de adubo verde para todas as variáveis. Em relação à taxa de retorno, ocorreu interação entre os fatores épocas de cultivo e tempos de incorporação da flor-de-seda. As demais variáveis foram influenciadas isoladamente pelos tempos de incorporação do adubo verde.

Desdobrando a interação quantidades de biomassa de flor-de-seda em função das épocas de cultivo, pode-se observar que a produtividade comercial de raízes em ambos os períodos de plantio aumentou de forma linear com as quantidades crescentes do adubo verde (Figura 2a). Para cada tonelada adicionada ao solo, registraram-se incrementos de 0,91 (outubro-dezembro) e 0,48 t ha⁻¹ (abril-julho) nessa característica. Por outro lado, avaliando as épocas de cultivo dentro de cada quantidade de biomassa de flor-de-seda, foram observadas diferenças significativas entre as épocas apenas quando houve adubação com 5,4; 8,8 e 12,2 t ha⁻¹, com maior produtividade comercial de raízes no cultivo de abril-julho (Tabela 1).

O plantio no período de inverno estimulou o desenvolvimento e a melhoria na qualidade das raízes do rabanete, principalmente devido às condições ambientais, como fotoperíodo inferior a doze horas e reduzida radiação solar (Figura 1), promovendo menores oscilações na umidade do solo. Porém, verificou-se que o aumento na quantidade de biomassa de flor-de-seda diminuiu os efeitos prejudiciais do ambiente sobre a qualidade das raízes no cultivo de primavera, não havendo diferenças estatísticas entre as épocas de cultivo para a quantidade de 15,6 t ha⁻¹ de flor-de-seda (Tabela 1). Provavelmente, o adubo verde atuou como uma cobertura morta, reduzindo a amplitude térmica e de armazenamento hídrico na zona radicular.

A produtividade comercial de raízes de rabanete obteve comportamento crescente com os tempos de incorporação ao solo da flor-de-seda, até 27,58 t ha⁻¹ no tempo de 22 dias, diminuindo posteriormente até o último tempo avaliado (Figura 2b). O estudo do tempo de incorporação ao solo do

adubo verde permite identificar o momento de sincronia entre a mineralização do resíduo vegetal e o período de máxima exigência nutricional da cultura (Myers et al., 1994), ou seja, a realização da adubação cerca de 22 dias antes do plantio da cultura teve o tempo ideal para disponibilizar na solução do solo os nutrientes presentes na sua composição química, favorecendo assim a absorção e acúmulo de biomassa pelas plantas.

Linhares et al. (2013) observaram máximo rendimento comercial de raízes de rabanete (9,66 t ha⁻¹) quando incorporou 13,9 t ha⁻¹ de jitirana (*Merremia aegyptia* L.) 20 dias antes do plantio da tuberosa, em cultivo de verão, nas condições de Mossoró (RN). Avaliando a utilização de espécies espontâneas da Caatinga para adubação verde do rabanete, Batista et al. (2013) verificaram que o uso da jitirana (21,0 t ha⁻¹) proporcionou maior produtividade comercial à cultura (12,04 t ha⁻¹), sendo considerada superior ao emprego da mesma quantidade de biomassa dos adubos mata-pasto (*Senna uniflora* L.) e flor-de-seda, cujos rendimentos de raízes do rabanete foram de 7,04 e 6,56 t ha⁻¹, respectivamente. Tais resultados destacam a adaptabilidade dessa hortaliça às condições climatológicas do semiárido pernambucano.

Os resultados de renda bruta apresentaram comportamento estatístico semelhante ao observado para a produtividade comercial de raízes de rabanete, pois essa variável reflete o produto do preço pago pela hortaliça e seu rendimento produtivo (Figura 3). A amplitude entre os valores de renda bruta observados em cada época de cultivo foi diretamente relacionada com a produtividade, uma vez que o preço do quilograma da raiz apenas se elevou de R\$ 1,50 (outubro-dezembro) para R\$ 1,55 (abril-julho).

De maneira geral, em ambos os períodos de plantio, o aumento nas quantidades de biomassa de flor-de-seda promoveu valores superiores de renda bruta, alcançando R\$ 43.665,46 e 45.636,64, para os cultivos de outubro-dezembro e abril-julho, respectivamente, sendo o plantio de inverno mais

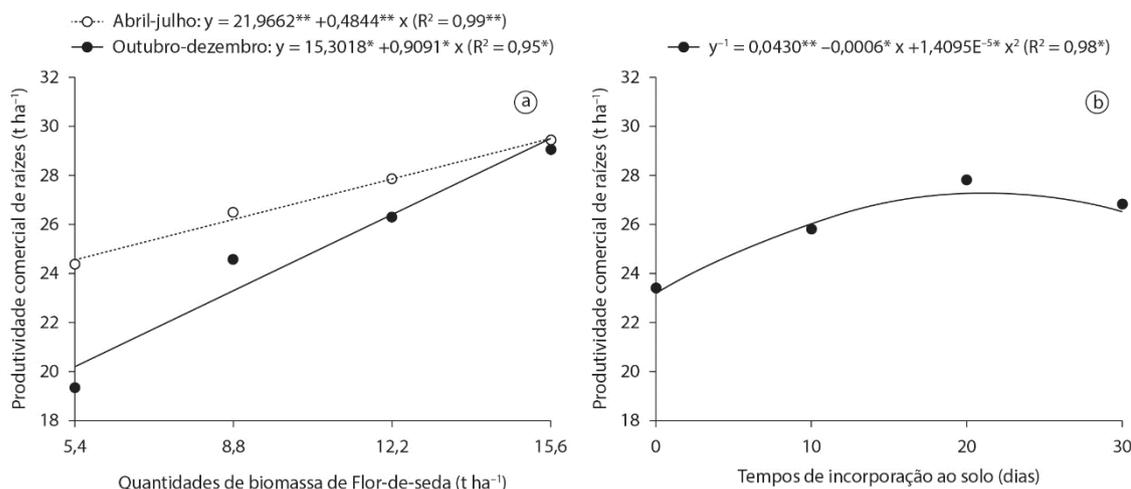


Figura 2. Produtividade comercial de raízes (t ha⁻¹) na produção de um hectare de rabanete da interação das quantidades de flor-de-seda em função das épocas de cultivo (a) e em relação aos tempos de incorporação ao solo (b).

Figure 2. Commercial yield of roots in producing a hectare of radish in the interaction of quantities of flor-de-seda in function of cultivation season (a) and in relation to the times of incorporation into the soil (b).

Tabela 1. Valores médios de produtividade comercial de raízes, renda bruta, renda líquida, taxa de retorno e índice de lucratividade na produção de um hectare de rabanete da interação das épocas de cultivo em função das quantidades de flor-de-seda incorporadas ao solo.

Table 1. Mean values commercial yield of roots, gross income, net income, rate of return and profitability index in producing a hectare of radish in the interaction of cultivation seasons in function of quantities of flor-de-seda incorporated into the soil.

Épocas de cultivo	Quantidades de biomassa de flor-de-seda (t ha ⁻¹)			
	5,4	8,8	12,2	15,6
		Produtividade comercial de raízes (t ha⁻¹)		
1 ^a) Outubro-dezembro	19,37 b ¹	24,61 b	26,3 b	29,11 a
2 ^a) Abril-julho	24,41 a	26,49 a	27,87 a	29,44 a
		Renda bruta (R\$)		
1 ^a) Outubro-dezembro	29.057,37 b	36.926,22 b	39.455,43 b	43.665,46 b
2 ^a) Abril-julho	37.849,03 a	41.058,47 a	43.205,64 a	45.636,64 a
		Renda líquida (R\$)		
1 ^a) Outubro-dezembro	22.344,31 b	29.511,82 b	31.337,17 b	34.845,84 b
2 ^a) Abril-julho	30.050,43 a	32.425,03 a	33.734,34 a	35.330,49 a
		Taxa de retorno		
1 ^a) Outubro-dezembro	4,32 b	4,98 a	4,86 a	4,95 a
2 ^a) Abril-julho	4,85 a	4,77 b	4,56 b	4,42 b
		Índice de lucratividade (%)		
1 ^a) Outubro-dezembro	76,80 b	79,66 a	79,17 a	79,62 a
2 ^a) Abril-julho	79,27 a	78,88 a	77,96 b	77,27 b

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

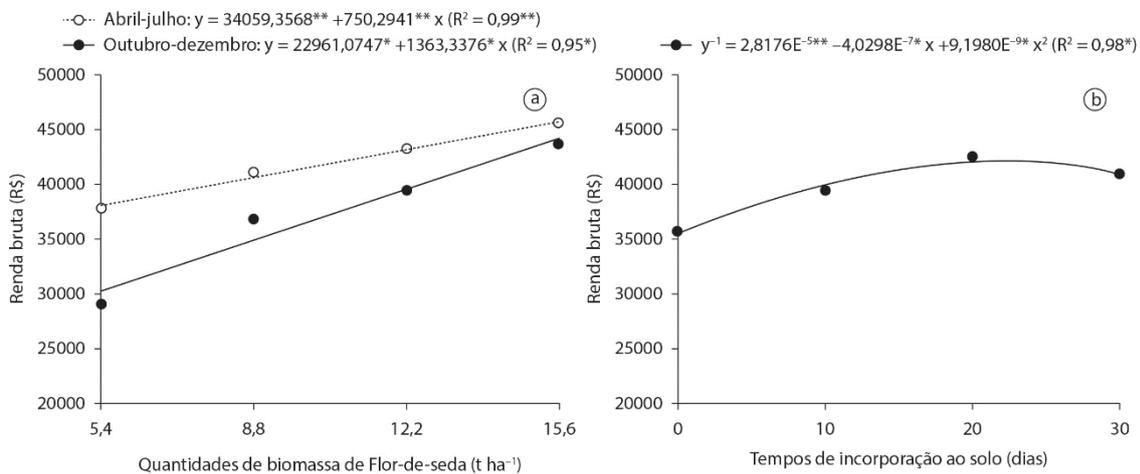


Figura 3. Renda bruta (R\$) na produção de um hectare de rabanete da interação das quantidades de flor-de-seda em função das épocas de cultivo (a) e em relação aos tempos de incorporação ao solo (b).

Figure 3. Gross income in producing a hectare of radish in the interaction of quantities of flor-de-seda in function of cultivation season (a) and in relation to the times of incorporation into the soil (b).

favorável a essa característica, tendo em vista a produtividade comercial de raízes obtida (Figura 3a e Tabela 1). O adubo verde incrementou a renda bruta do rabanete através dos benefícios proporcionados ao desenvolvimento das raízes, como maiores disponibilidade de nutrientes e retenção de água no solo. Pesquisas relatam que a renda bruta cresceu 40% no cultivo da beterraba (Silva et al., 2011) e 28,7% na produção de cenoura (Oliveira et al., 2012), entre as doses de 5,4 e 15,6 t ha⁻¹ de jitrana.

A renda bruta aumentou de forma inversamente quadrática com os tempos de incorporação da flor-de-seda ao solo, estimando-se valor máximo de R\$ 42.083,65 aos 22 dias,

decrecendo, em seguida, até o último tempo de incorporação do adubo verde (Figura 3b). A incorporação 22 dias antes da semeadura do rabanete favoreceu a mineralização dos constituintes da flor-de-seda, promovendo maior rendimento de raízes comerciais, com reflexo na renda bruta da cultura.

Na Tabela 2, observa-se a soma dos custos variáveis, fixos e de oportunidade, que variou entre R\$ 5.638,56 (outubro-dezembro) e R\$ 6.517,60 (abril-julho). Já o custo total de produção de um hectare de rabanete adubado com flor-de-seda foi estimado para cada quantidade incorporada ao solo do adubo verde (5,4; 8,8; 12,2 e 15,6 t ha⁻¹), correspondendo aos seguintes valores, respectivamente: R\$ 6.713,06; R\$ 7.414,40; R\$ 8.118,26 e

Tabela 2. Coeficientes de custos variáveis, fixos e de oportunidade na produção de um hectare de rabanete em função das épocas de cultivo.
Table 2. Coefficients of variable costs, fixed and of opportunity in the production of one hectare of radish in function of cultivation seasons.

COMPONENTES	UNIDADE	QUANTIDADE	TOTAL (R\$)	
			Out.-Dez.	Abr.-Jul.
Custos Variáveis			3.782,56	4.485,60
1 – Insumos			260,00	280,00
Sementes: Rabanete cv. Crimson Gigante	kg	2,0	260,00	280,00
2 – Mão de obra			3.325,00	3.990,00
Confecção de canteiros	diária	40	1.000,00	1.200,00
Semeadura do rabanete	diária	20	500,00	600,00
Desbaste do rabanete	diária	10	250,00	300,00
Capina manual	diária	5	125,00	150,00
Irrigação	diária	15	375,00	450,00
Colheita do rabanete	diária	40	1.000,00	1.200,00
Transporte do rabanete	diária	3	75,00	90,00
3 – Energia			197,56	215,60
Energia utilizada para irrigação	kW	898,0	197,56	215,60
Custos Fixos			1456,00	1.632,00
4 – Depreciação			356,00	378,00
Bomba de irrigação	mês*	2	110,00	115,00
Tubos de irrigação	mês	2	5,00	7,00
Conexões	mês	2	23,00	26,00
Microaspersores	mês	2	75,00	80,00
Forageira	mês	1	143,00	150,00
5 – Impostos e taxas			10,00	10,00
Imposto territorial Rural	ha	1	10,00	10,00
6 – Mão de obra fixa			1.090,00	1.244,00
Aux. Administrativo	salário	2	1.090,00	1.244,00
Custos de Oportunidade			400,00	400,00
7 – Remuneração da terra			200,00	200,00
Arrendamento	ha	1	200,00	200,00
8 – Remuneração do capital fixo (0,5% ao mês)			200,00	200,00
Infra-estrutura e equipamentos	R\$ 100,00 mês ⁻¹ **	2	200,00	200,00
Total (Custos Variáveis + Fixos + Oportunidade)			5.638,56	6.517,60

*Relação entre o valor de mercado e a vida útil do equipamento, multiplicada pelo tempo de utilização. **Referente ao valor do capital fixo (R\$ 20.000,00) multiplicado pela sua remuneração ao longo do cultivo.

R\$ 8.819,62 para o cultivo de outubro-dezembro; R\$ 7.798,60; R\$ 8.633,44; R\$ 9.471,30 e R\$ 10.306,16 no plantio de abril-julho (Tabela 3).

Os custos de produção estão relacionados com as despesas de corte, transporte, trituração, energia elétrica da forrageira, secagem, ensacamento, distribuição e incorporação da flor-de-seda, os quais aumentaram em relação ao fator quantidade de biomassa do adubo verde. O custo tornou-se mais alto na segunda época de cultivo, principalmente devido ao reajuste no preço da diária paga ao trabalhador rural que variou de R\$ 25,00 para R\$ 30,00. As despesas com mão de obra corresponderam a cerca de 68% dos custos totais de cada tratamento (Tabela 2 e 3).

Em ambas as épocas cultivo, um comportamento crescente da renda líquida de raízes de rabanete foi observado em função das quantidades de biomassa de flor-de-seda, alcançando os valores máximos de R\$ 34.845,85 (out.-dez.) e R\$ 35.330,49 (abr.-jul.) (Figura 4a). Desdobrando as épocas de cultivo em função das quantidades de biomassa, verificou-se que

em todas as doses a renda líquida obtida em abril-julho foi significativamente superior ao plantio de outubro-dezembro (Tabela 1). Quanto aos tempos de incorporação da flor-de-seda, houve incremento na renda líquida até R\$ 33.720,09, referente à adubação realizada 22 dias antes da semeadura do rabanete, decrescendo em seguida (Figura 4b).

No cultivo de abril-julho, a produção de rabanete adubado com flor-de-seda proporcionou taxa de retorno do investimento decrescente com o aumento nas quantidades do adubo verde (Figura 5a). Cada tonelada a mais de flor-de-seda promoveu uma redução de R\$ 0,04 por real investido. Não houve ajuste de curva de regressão para os valores de taxa de retorno obtidos no plantio de outubro-dezembro. Realizando-se o desdobramento inverso, ou seja, da interação das épocas de cultivo em função das quantidades de biomassa de flor-de-seda, a taxa de retorno, a partir de 8,8 t ha⁻¹ do adubo, foi maior no plantio de outubro-dezembro (Tabela 1). Tais resultados decorrem dos menores custos de produção nesta época de cultivo (principalmente em relação à mão de obra) que,

Tabela 3. Custos totais na produção de um hectare de rabanete em função das quantidades de flor-de-seda e das épocas de cultivo.**Table 3.** Total costs in the production of one hectare of radish according to the quantities of flor-de-seda and of the cultivation seasons.

COMPONENTES DO CUSTO DE PRODUÇÃO	UNIDADE	QUANTIDADE	TOTAL (R\$)	
			Out.-Dez.	Abr.-Jul.
1 – 5,4 t ha⁻¹ de flor-de-seda			6.713,06	7.798,60
Corte	diária	20,0	500,00	600,00
Transporte	frete	1,0	70,00	80,00
Trituração	diária	2,5	62,50	75,00
Energia (forrageira)	kW	100	22,00	22,00
Secagem	diária	5,0	125,00	150,00
Ensacamento	diária	1,0	25,00	30,00
Distribuição e incorporação	diária	10,8	270,00	324,00
Custos variáveis, fixos e de oportunidade			5.638,56	6.517,60
2 – 8,8 t ha⁻¹ de flor-de-seda			7.414,40	8.633,44
Corte	diária	32,6	815,00	978,00
Transporte	frete	2,0	140,00	160,00
Trituração	diária	4,1	102,50	123,00
Energia (forrageira)	kW	162,9	35,84	35,84
Secagem	diária	8,1	202,50	243,00
Ensacamento	diária	1,6	40,00	48,00
Distribuição e incorporação	diária	17,6	440,00	528,00
Custos variáveis, fixos e de oportunidade			5.638,56	6.517,60
3 – 12,2 t ha⁻¹ de flor-de-seda			8.118,26	9.471,30
Corte	diária	45,2	1.130,00	1.356,00
Transporte	frete	3,0	210,00	240,00
Trituração	diária	5,6	140,00	168,00
Energia (forrageira)	kW	225,9	49,70	49,70
Secagem	diária	11,3	282,50	339,00
Ensacamento	diária	2,3	57,50	69,00
Distribuição e incorporação	diária	24,4	610,00	732,00
Custos variáveis, fixos e de oportunidade			5.630,56	6.517,60
4 – 15,6 t ha⁻¹ de flor-de-seda			8.819,62	10.306,16
Corte	diária	57,8	1.445,00	1.734,00
Transporte	frete	4,0	280,00	320,00
Trituração	diária	7,2	180,00	216,00
Energia (forrageira)	kW	288,9	63,56	63,56
Secagem	diária	14,4	360,00	432,00
Ensacamento	diária	2,9	72,50	87,00
Distribuição e incorporação	diária	31,2	780,00	936,00
Custos variáveis, fixos e de oportunidade			5.638,56	6.517,60

associados aos valores relativamente elevados de renda bruta, promoveram este destaque.

Desdobrando a interação dos tempos de incorporação em função das épocas de cultivo, podem-se estimar valores crescentes de taxa de retorno até 5,16 (out.-dez.) e 4,85 (abr.-jul.) com 23 e 20 dias de deposição da flor-de-seda, respectivamente, reduzindo a taxa em seguida (Figura 5b). Avaliando as épocas de cultivo dentro de cada tempo de incorporação, observou-se que a taxa de retorno em outubro-dezembro foi superior à segunda época, quando o adubo foi incorporado aos 10, 20 ou 30 dias antes do plantio do rabanete (Tabela 4). As maiores taxas de retorno refletem as elevadas produtividades de raízes comerciais atingidas com a adubação verde cerca de 20 dias antes da semeadura, sendo traduzidas em aumento da renda

bruta, que, por sua vez, relaciona-se com menores gastos com mão de obra no cultivo de outubro-dezembro.

Em relação ao índice de lucratividade, observou-se comportamento estatístico semelhante à taxa de retorno, ou seja, na interação quantidades de biomassa de flor-de-seda em função das épocas de cultivo, os maiores resultados foram observados no plantio de outubro-dezembro (acima de 79%), sobretudo nas quantidades superiores a 8,8 t ha⁻¹ (Figura 6a e Tabela 1). Houve aumento inversamente quadrático no índice de lucratividade com os tempos crescentes de incorporação da flor-de-seda ao solo, até o valor máximo de 79,9%, quando o adubo foi incorporado 22 dias antes do plantio do rabanete (Figura 6b).

A partir da análise dos indicadores econômicos e dos custos de produção, considera-se que o cultivo de rabanete foi viável

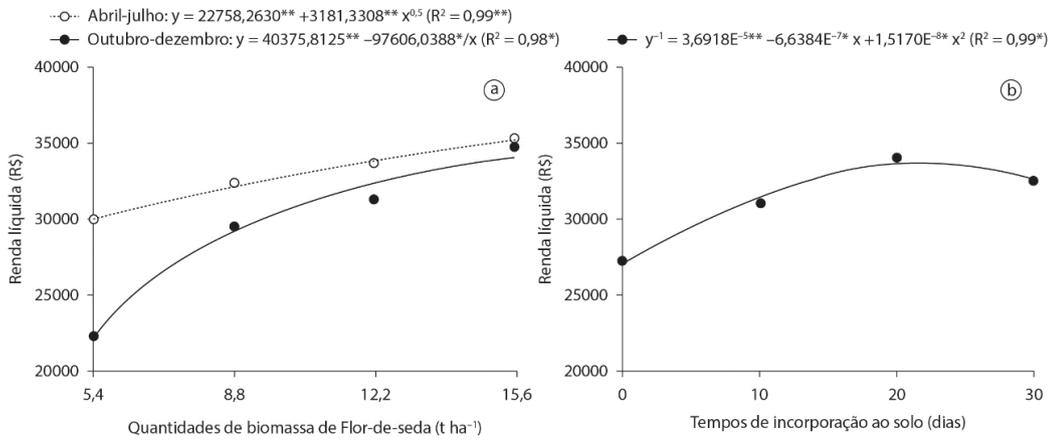


Figura 4. Renda líquida (R\$) na produção de um hectare de rabanete da interação das quantidades de flor-de-seda em função das épocas de cultivo (a) e em relação aos tempos de incorporação ao solo (b).

Figure 4. Net income in producing a hectare of radish in the interaction of quantities of flor-de-seda in function of cultivation season (a) and in relation to the times of incorporation into the soil (b).

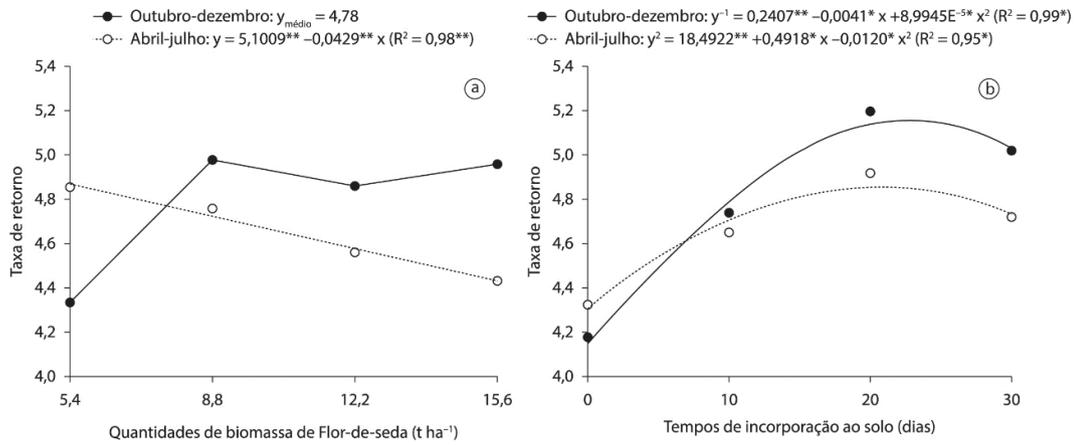


Figura 5. Taxa de retorno na produção de um hectare de rabanete das interações das quantidades de flor-de-seda em função das épocas de cultivo (a) e dos tempos de incorporação em relação às épocas de cultivo (b).

Figure 5. Rate of return in producing a hectare of radish in the interactions of quantities of flor-de-seda in function of cultivation seasons (a) and of the times of incorporation in relation to cultivation seasons (b).

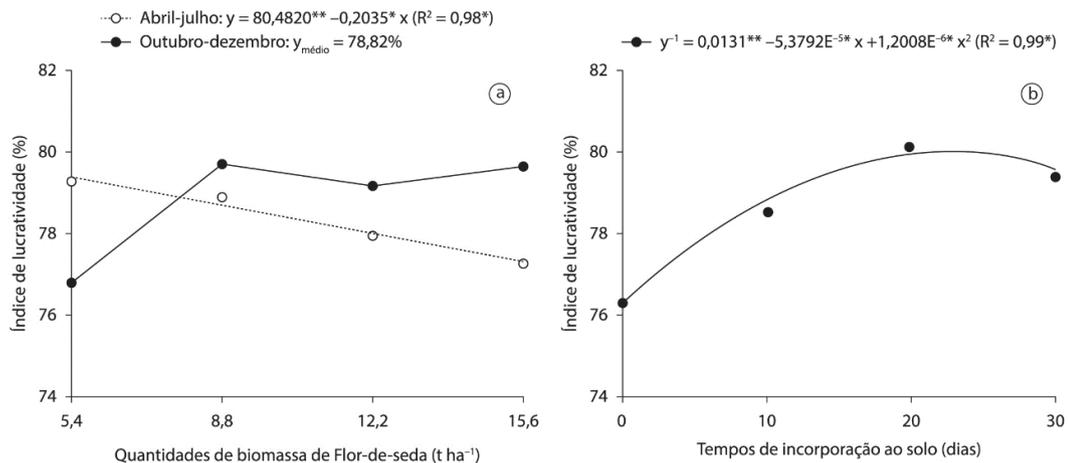


Figura 6. Índice de lucratividade na produção de um hectare de rabanete da interação das quantidades de flor-de-seda em função das épocas de cultivo (a) e em relação aos tempos de incorporação ao solo (b).

Figure 6. Profitability index in producing a hectare of radish in the interactions of quantities of flor-de-seda in function of cultivation season (a) and in relation to the times of incorporation into the soil (b).

Tabela 4. Valores médios de taxa de retorno na produção de um hectare de rabanete da interação das épocas de cultivo em função dos tempos de incorporação da flor-de-seda ao solo.

Table 4. Mean values rate of return in producing a hectare of radish in the interactions of cultivation seasons in function of quantities of flor-de-seda incorporated into the soil.

Épocas de cultivo	Tempos de incorporação da flor-de-seda (dias)			
	0	10	20	30
1 ^a)Outubro-Dezembro	4,18 b ¹	4,73 a	5,18 a	5,02 a
2 ^a)Abril-Julho	4,31 a	4,64 b	4,91 b	4,72 b

¹Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

agroeconomicamente em ambas as épocas de cultivo, mesmo utilizando a menor quantidade de biomassa de flor-de-seda. Torna-se, assim, boa opção de adubo orgânico ao agricultor familiar, pois é um adubo localmente disponível e facilmente renovável. Outra característica importante é a produção de fitomassa dessa cultura durante todo o ano, mesmo em situações de forte estresse hídrico. Os custos de produção podem ser reduzidos com emprego de mão de obra familiar para o preparo do adubo verde, como também o cultivo de flor-de-seda na própria propriedade diminuiria os custos com transporte. Além disso, este adubo verde é conservado na forma de feno (Silva et al., 2010; Silva et al., 2012), favorecendo seu armazenamento por vários anos, sem prejuízo a suas qualidades nutricionais.

4 Conclusões

A adubação crescente com flor-de-seda proporciona incrementos significativos na produtividade comercial de raízes e nas rendas bruta e líquida do rabanete, sobretudo entre outubro e dezembro.

A incorporação do adubo verde 22 dias antes do plantio do rabanete é considerada ideal à viabilidade agroeconômica da cultura.

Referências

ANDRADE FILHO, F. C. *Bicultivo de folhosas consorciadas com beterraba em função de adubação com Flor-de-seda e densidades populacionais*. 2012. 94 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.

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. <http://dx.doi.org/10.1590/S1516-35982008000100001>.

BATISTA, M. A. V.; BEZERRA NETO, F.; AMBRÓSIO, M. M. Q.; GUIMARÃES, L. M. S.; SARAIVA, J. P. B.; SILVA, M. L. Atributos microbiológicos do solo e produtividade de rabanete influenciados pelo uso de espécies espontâneas. *Horticultura Brasileira*, v. 31, n. 4, p. 587-594, 2013. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362013000400013>.

BEZERRA NETO, F.; GÓES, S. B.; SÁ, J. R.; LINHARES, P. C. F.; GÓES, J. B.; 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. <http://dx.doi.org/10.5039/agraria.v6i2a977>.

BEZERRA NETO, F.; OLIVEIRA, L. J.; SANTOS, A. P.; LIMA, J. S. S.; SILVA, I. N. Otimização agroeconômica da cenoura fertilizada com diferentes doses de jitrana. *Revista Ciência Agronômica*, v. 45, n. 2, p. 305-311, 2014. <http://dx.doi.org/10.1590/S1806-66902014000200011>.

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. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010001000004>.

FERREIRA, D. F. *Programa SISVAR: sistema de análise de variância*. Versão 4.6 (Build 6.0). Lavras: DEX/UFLA, 2003.

FILGUEIRA, F. A. R. *Novo manual de olericultura: agrotecnologia moderna na produção e comercialização de hortaliças*. 3. ed. Viçosa: UFV, 2008. 421 p.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. *Censo agropecuário 2006*. Rio de Janeiro: IBGE, 2006. 777 p.

ITO, H.; HORIE, H. A. A. Chromatographic method for separating and identifying intact 4-methylthio-3-butenyl glucosinolate in japanese radish (*Raphanus sativus* L.). *Japan Agricultural Research Quarterly*, v. 42, n. 2, p. 109-114, 2008. <http://dx.doi.org/10.6090/jarq.42.109>.

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

LINHARES, P. C. F.; MARACAJÁ, P. B.; PEREIRA, M. F. S.; ASSIS, J. P.; SOUSA, R. P. Roostertree (*Calotropis procera*) under different amounts and periods of incorporation on yield of coriander. *Revista Verde*, v. 9, n. 3, p. 7-12, 2014.

LINHARES, P. C. F.; PEREIRA, M. F. S.; SILVA, M. L.; MARACAJÁ, P. B.; MOREIRA, J. C.; SOUZA, A. A. T. Otimização da quantidade de jitrana incorporada ao solo no rendimento agrônômico do rabanete. *Agropecuária Científica no Semiárido*, v. 9, n. 2, p. 42-48, 2013.

MYERS, R. J. K.; PALM, C. A.; CUEVAS, E.; GUNATILLEKE, I. U. N.; BROSSARD, M. The synchronization of nutrient mineralization and plant nutrient demand. In: WOOMER, P. L.; SWIFT, M. J. (Eds.). *The biological management of tropical soil fertility*. New York: John Wiley and Sons, 1994. p. 81-116.

OLIVEIRA, E. Q.; BEZERRA NETO, F.; NEGREIROS, M. Z.; BARROS JUNIOR, 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. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362004000400009>.

OLIVEIRA, M. K. T.; BEZERRA NETO, F.; BARROS JÚNIOR, A. P.; MOREIRA, J. N.; SÁ, J. R.; LINHARES, P. C. F. Desempenho agroeconômico da cenoura adubada com jitrana (*Merremia aegyptia*). *Horticultura Brasileira*, v. 30, n. 3, p. 433-439, 2012. <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-05362012000300013>.

SANTOS, A. P. *Otimização agroeconômica do desempenho da cenoura em cultivo solteiro sob diferentes quantidades de jitrana (*Merremia aegyptia* L.) incorporadas ao solo*. 2012. 57 f. Dissertação

(Mestrado em Ciência do Solo)-Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.

SILVA, J. G. M.; LIMA, G. F. C.; AGUIAR, E. M.; MELO, A. A. S.; RÊGO, M. M. T. Cactáceas nativas associadas a fenos de flor de seda e sabiá na alimentação de borregos. *Revista Caatinga*, v. 23, n. 3, p. 123-129, 2010.

SILVA, M. L. *Viabilidade agroeconômica de hortaliças fertilizadas com Flor-de-seda (Calotropis procera (Ait.) R. Br.)*. 2012. 83 f. Tese (Doutorado em Fitotecnia)-Universidade Federal Rural do Semi-Árido, Mossoró, 2012.

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

SILVA, M. L.; BEZERRA NETO, F.; LINHARES, P. C. F.; SÁ, J. R.; LIMA, J. S. S.; BARROS JÚNIOR, A. P. Produção de beterraba fertilizada com jitrana em diferentes doses e tempos de incorporação ao solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v. 15, n. 8, p. 801-809, 2011. <http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662011000800006>.

SILVA, N. V.; COSTA, R. G.; MEDEIROS, A. N.; AZEVEDO, P. S.; CARVALHO, F. F. R.; MEDEIROS, G. R.; MADRUGA, M. S. Efeito do feno de flor-de-seda sobre a carcaça e constituintes corporais de cordeiros Morada Nova. *Archivos de Zootecnia*, v. 61, n. 233, p. 63-70, 2012. <http://dx.doi.org/10.4321/S0004-05922012000100007>.

SYSTAT SOFTWARE. *SigmaPlot for Windows Version 12.0*. San Jose: Systat Software Inc., 2011.

Contribuição dos autores: Antonia Francilene realizou os experimentos e a escrita científica; Enio Gomes realizou os experimentos e a escrita científica; Manoel Galdino contribuiu na realização dos experimentos; Aurélio Paes contribuiu com as análises estatísticas e revisão científica; Francisco Bezerra realizou a revisão científica e estatística; Lindomar Maria contribuiu com a revisão científica, ortográfica e gramatical do trabalho.

Agradecimentos: À Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal (PGPV), da Universidade Federal Rural de Pernambuco (UFRPE), Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UAST).

Fonte de financiamento: Programa Primeiros Projetos (PPP) da Fundação de Amparo à Ciência e Tecnologia do Estado de Pernambuco (FACEPE), Processo nº. APQ-1059-5.01/10.

Conflito de interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.