

Atributos microbiológicos do solo e produtividade de rabanete influenciados pelo uso de espécies espontâneas

Marcos AV Batista¹; Francisco Bezerra Neto²; Márcia MQ Ambrósio²; Louise MS Guimarães²; João Paulo B Saraiva²; Maiele L da Silva²

¹Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Ceará, Iguatu-CE; batistamar@ig.com.br; ²UFERSA, C. Postal 137, 59625-900 Mossoró-RN; bezerra@ufersa.edu.br

RESUMO

O uso de espécies espontâneas da Caatinga como adubos verdes é uma técnica de manejo alternativa para a produção de hortaliças no Nordeste do Brasil, mas ainda escassas são as informações. O presente trabalho foi realizado de outubro a dezembro de 2009 em Mossoró-RN com o objetivo de avaliar o efeito de três espécies espontâneas da Caatinga em diferentes doses de biomassa nos atributos microbiológicos do solo e na produtividade do rabanete. O delineamento experimental foi em blocos casualizados com três repetições, sendo os tratamentos compostos de três espécies da Caatinga [jtitirana (*Merremia aegyptia*); mata-pasto (*Senna uniflora*) e flor-de-seda (*Calotropis procera*)] utilizadas em cinco doses de massa seca (5,4; 8,8; 12,2; 15,6 e 21,0 t ha⁻¹). As características microbiológicas avaliadas no solo foram o número de unidades formadoras de colônia (UFC) de actinomicetos, fungos e bactérias e no rabanete foram as produtividades total e comercial, massa seca de raízes, massa seca da parte aérea e percentagens de raízes comercial e refugo. O crescimento dos microorganismos no solo não foi influenciado pelas espécies estudadas, mas houve aumento no número de UFC de microorganismos com as doses aplicadas (1,025 x 10⁴ para actinomicetos; 7,995 x 10² para fungos e 7,841 x 10⁶ para bactérias). As maiores produtividades total e comercial e massa seca da parte aérea do rabanete foram obtidas com 21,0 t ha⁻¹ de biomassa de jtitirana. As maiores percentagens de raízes comercial e refugo do rabanete foram registradas nas espécies jtitirana e mata-pasto. As percentagens máxima de raízes comercial e mínima de raízes refugo foram obtidas com a incorporação de 21,0 t ha⁻¹ de biomassa dos adubos verdes.

Palavras-chave: *Raphanus sativus*, *Merremia aegyptia*, *Senna uniflora*, *Calotropis procera*, Caatinga, microbiologia do solo.

ABSTRACT

Soil microbiological attributes and productivity of radish influenced by the use of spontaneous species

The use of spontaneous species of the Caatinga as green manure is a management technique alternative to vegetable production in northeastern Brazil, but information are still scarce. This study was carried out during October-December 2009 in Mossoró, Rio Grande do Norte state, Brazil, in order to evaluate the effect of three spontaneous species of the Caatinga at different doses of biomass on the soil microbiological attributes and yield of radish. The experimental design was in randomized complete blocks with three replications and the treatments composed of three species of the Caatinga [hairy woodrose (*Merremia aegyptia*); oneleaf senna (*Senna uniflora*) and roostertree (*Calotropis procera*)] used in five doses of dry mass (5.4, 8.8, 12.2, 15.6 and 21.0 t ha⁻¹). The microbiological characteristics evaluated in soil were: the number of colony forming units (CFU) of actinomycetes, fungi and bacteria and in the radish were the total and marketable productivity, root dry mass, dry mass of shoots and percentages of marketable and disposal roots. The growth of microorganisms in the soil was not affected by the species, but there was an increase in the number of CFU of microorganisms with the doses applied (1.025 x 10⁴ for actinomycetes, 7.995 x 10² for fungi and 7.841 x 10⁶ for bacteria). The highest total and marketable yields and amount of dry mass of shoots of radish were obtained with 21.0 t ha⁻¹ of biomass hairy woodrose. Higher percentages of marketable and disposal roots of radish were recorded in the hairy woodrose and oneleaf senna species. The maximum percentages of marketable roots and minimum percentage of disposal roots were obtained with the incorporation of 21.0 t ha⁻¹ biomass of green manures.

Keywords: *Raphanus sativus*, *Merremia aegyptia*, *Senna uniflora*, *Calotropis procera*, tropical thorn forest, soil microorganisms.

(Recebido para publicação em 25 de outubro de 2012; aceito em 28 de outubro de 2013)
(Received on October 25, 2012; accepted on October 28, 2013)

A produção brasileira de rabanete está estimada em 9.140 toneladas, sendo a maior parte proveniente de propriedades com área de 2 a 5 ha (Ferreira & Zambon, 2004). No Brasil, há 7,3 mil unidades de produção, sendo que, do total de 352 unidades na região Nordeste, aproximadamente 11 unidades estão localizadas no estado do Rio Grande do Norte (IBGE, 2006). O uso de fertilizantes minerais é uma opção

onerosa para alguns produtores.

Uma das alternativas ao suprimento da demanda de nutrientes no rabanete é a utilização da adubação verde, onde se incorpora ao solo a massa vegetal não decomposta de plantas cultivadas no local, ou importadas, para preservar e/ou restaurar a fertilidade dos solos e, conseqüentemente, a produtividade das terras agricultáveis (Calegari *et al.*, 1993). Essa prática melhora as caracte-

rísticas físicas do solo, favorecendo a sua agregação e maior retenção de água e prevenindo contra a erosão (Batista *et al.*, 2012). Aliado a isso, a biomassa dos adubos verdes pode melhorar também as características microbiológicas do solo (Graham & Haynes, 2006). Sabe-se, no entanto, que quanto maior a quantidade de material orgânico, maior será a biomassa microbiana. Ela é um dos componentes que controla as funções chaves no

solo, como a decomposição e o acúmulo de matéria orgânica, ou transformações envolvendo os nutrientes minerais. Ela representa uma reserva considerável de nutrientes, os quais são continuamente assimilados durante os ciclos de crescimento dos diferentes organismos que compõem o ecossistema (Araújo & Monteiro, 2007). Os solos que mantêm um alto conteúdo de biomassa são capazes não somente de estocar, mas também de ciclar mais nutrientes no sistema (Gregorich *et al.*, 1994).

As espécies utilizadas como adubo verde devem produzir grandes quantidades de matéria seca, serem resistentes à ocorrência de pragas e doenças, possuir sementes uniformes e de bom poder germinativo, apresentar exigências relativamente baixas quanto ao preparo e fertilidade do solo e possuir rápido crescimento e sistema radicular profundo (Penteado, 2007). Plantas da vegetação espontânea da região Nordeste apresentam muitas dessas características. A coleta dessas espécies utilizadas como adubo verde é realizada de forma sustentável e racional, pois suas características (rápido crescimento, alta capacidade de rebrota e alto poder germinativo), aliadas à forma de coleta realizada em períodos em que as plantas se encontram em estágio de maturação, evitam que as mesmas possam ser extintas da vegetação da Caatinga. Essas espécies da Caatinga vêm sendo estudadas como adubo verde em várias hortaliças (Linhares *et al.*, 2011; Bezerra Neto *et al.*, 2011). Entre essas estão a jiterana, o mata-pasto e a flor-de-seda. Linhares *et al.* (2009a), trabalhando com o mata-pasto em rúcula, observaram incremento na altura de plantas, no número de folhas e rendimento de massa verde e seca. A adição de jiterana proporcionou 33% de aumento na produtividade comercial de cenoura (Oliveira *et al.*, 2011). Aliado a isso, beterraba adubada com doses de jiterana teve sua produtividade aumentada para 66% (Silva *et al.*, 2011). Entretanto, mais estudos são necessários para outras espécies de hortaliças.

Posto isso, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de três espécies espontâneas da Caatinga em diferentes doses de biomassa nos atributos microbiológicos do solo e na

produtividade do rabanete.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi conduzido de outubro a dezembro de 2009, em campo da Universidade Federal Rural do Semi-Árido, distrito de Alagoinha, distante 20 km da sede do município de Mossoró (5°11'S e 37°20'O, 18 m de altitude). O clima de Mossoró é do grupo BsWh, tropical, semiárido muito quente e com estação chuvosa no verão atrasando-se para o outono, apresentando durante o período do experimento, temperatura média máxima de 33,9°C e média mínima de 23,9°C e umidade relativa média do ar de 68,9%. O solo da área experimental foi classificado como Latossolo Vermelho Amarelo Distrófico (EMBRAPA, 2006). Amostras de solo dessa área foram retiradas para determinação de seus atributos químicos (Tabela 1).

O delineamento experimental usado foi em blocos completos casualizados com os tratamentos arranjados em esquema fatorial 3x5 com três repetições. Os tratamentos consistiram da combinação de três espécies espontâneas (jiterana, mata-pasto e flor-de-seda) com cinco quantidades de biomassa incorporadas ao solo (5,4; 8,8; 12,2; 15,6 e 21,0 t ha⁻¹ em base seca). A área total da parcela foi de 1,44 m², com área útil de 0,80 m². A cultivar de rabanete utilizada foi a Crimson Gigante, recomendada para as condições semiáridas do Nordeste brasileiro.

Os adubos verdes foram coletados da vegetação nativa, triturados em pedaços de 2-3 cm e colocados para secar em temperatura ambiente até atingirem ponto de fenação (em torno de quatro a cinco dias). Amostras de cada espécie foram levadas à estufa com circulação de ar a 65°C para determinação do teor de umidade e, após moagem, foram feitas análises químicas de nutrientes, conforme Malavolta (2006) (Tabela 2).

O preparo do solo da área experimental consistiu de uma gradagem seguida de levantamento dos canteiros. A incorporação dos adubos verdes nas parcelas foi realizada no dia 28 de outubro de 2009, vinte e um dias antes da semeadura (Linhares *et al.*, 2009b).

A semeadura do rabanete foi direta nos canteiros, em covas de 3 cm de profundidade. Foram colocadas quatro sementes por cova, fazendo-se o desbaste 9 dias após a semeadura, deixando uma planta por cova no espaçamento de 20 cm entre fileiras e 5 cm entre plantas.

As irrigações foram efetuadas diariamente por micro-aspersão, em dois turnos de rega de manhã e tarde, fornecendo-se uma lâmina de água de 8 mm dia⁻¹. Como tratos culturais foram realizados uma capina manual e uma amontoa.

Em cada parcela, foram coletadas 30 folhas recém-maduras na metade do ciclo da cultura do rabanete (01/12/2009) para a determinação dos macronutrientes nas plantas pela digestão sulfúrica e nítrico-perclórica (Malavolta *et al.*, 1997).

A colheita do rabanete foi realizada aos 28 dias após a semeadura (15/12/2009), sendo avaliado a produtividade total (massa da matéria fresca das raízes das plantas da área útil, expressa em t ha⁻¹), a produtividade comercial (massa da matéria fresca das raízes das plantas da área útil livres de rachaduras, não isoporizadas com diâmetro ≥ 20 mm (Cardoso & Hiraki, 2001), expressa em t ha⁻¹), massa seca de raízes e massa seca da parte aérea (tomadas em amostra de quinze plantas, expressa em t ha⁻¹). A porcentagem de raízes comercial (%RC) e porcentagem de raízes refugio (%RR) foram obtidas pelas expressões: %RC = (PCR/PTR)*100 e %RR = (PRR/PTR)*100, onde PCR, PTR e PRR são respectivamente a produtividade comercial de raízes, produtividade total de raízes e produtividade de raízes refugio.

Após o término do experimento foram coletadas amostras de terra (0-20 cm) para determinação de S, P, K, Ca, Mg e Na na matéria orgânica e pH (Tabela 1), conforme Cavalcanti (1998) e para quantificação dos microrganismos através de diluição seriada e plaqueamento em meios seletivos, através da técnica da contagem em placas de Petri (Martin, 1950). Para o isolamento de bactérias foi empregado o meio de cultura Nutriente ágar (NA) e as diluições de 10⁻⁵ e 10⁻⁶. Para o isolamento de actinomicetes foi empregado o meio Amido caseína (AC) (Kuster & Williams, 1964)

e as diluições 10^{-3} e 10^{-4} e, para o isolamento de fungos, foi empregado o Meio de Martin (Martin, 1950) e as diluições 10^{-1} e 10^{-2} . Foram feitas três repetições para cada combinação meio-diluição e as placas foram mantidas a $32^{\circ}\text{C} \pm 3$ até o crescimento das colônias. Colônias por placa foram contadas após dois, três e cinco dias, para bactéria, actinomicetos e fungos, respectivamente.

Análise de variância foi realizada nas características avaliadas. Nos resultados obtidos foi aplicado o teste de Tukey para comparar as espécies espontâneas estudadas. Análise de regressão também foi realizada para avaliar as doses utilizadas, com o procedimento de ajustamento de curvas de resposta feito para as doses de biomassa dos adubos incorporadas.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Análises químicas das folhas, diagnose do rabanete e do solo - Durante o ciclo do rabanete, os teores dos macronutrientes nas folhas diagnose proporcionados pela adubação com as espécies espontâneas (Tabela 2) estiveram dentro das faixas adequadas recomendadas para o rabanete que são de $30\text{-}60 \text{ g kg}^{-1}$ para N; $3\text{-}7 \text{ g kg}^{-1}$ para P e de $5\text{-}12 \text{ g kg}^{-1}$ para Mg. Não se encontrou informação para o enxofre na literatura. Os teores dos nutrientes K ($19\text{-}23 \text{ g kg}^{-1}$) e Ca ($20\text{-}23 \text{ g kg}^{-1}$) estiveram abaixo dos teores mínimos recomendados de $40\text{-}75 \text{ g kg}^{-1}$ para K e $30\text{-}75 \text{ g kg}^{-1}$ para Ca (Silva, 1999).

Ao final do cultivo do rabanete, os teores de P, K, Ca, Mg e Na no solo (Tabela 1) estiveram dentro da faixa ótima desses elementos, que são de $18,8\text{-}25,2 \text{ mg dm}^{-3}$ para N; $1,9\text{-}2,6$ para K; $42,9\text{-}45,6$ para Ca; $15,8\text{-}19,5$ para Mg e de $2,66\text{-}2,98 \text{ mmol}_c \text{ dm}^{-3}$ para Na (Cavalcanti, 1998). Com relação ao pH no solo, obteve-se um valor entre 7,4 e 7,5, valor esse registrado antes da cultura do rabanete. Diante disso, pode-se registrar que a adubação do solo com as espécies espontâneas melhorou a fertilidade do mesmo, com elevação dos teores dos nutrientes P, K, Ca, Mg e Na (Tabela 1).

Quantificação dos microorganismos do solo - Não houve interação

Tabela 1. Análises químicas do solo antes da incorporação dos adubos e depois da colheita do rabanete adubado com as espécies espontâneas jitirana, mata-pasto e flor-de-seda (chemical analysis of soil before incorporation of fertilizers and after harvest from the radish manured with the spontaneous species hairy woodrose, oneleaf senna and roostertree). Mossoró, UFRSA, 2010.

Antes da incorporação das espécies espontâneas										
M.O.	C	pH	P	K	Ca	Mg	Na	Al	H + Al	CE
(g/kg)			(mg/dm ³)				(mmol _c /dm ³)			(dS/m)
10,34	6,00	7,00	4,00	1,50	25,00	10,00	2,78	0,00	11,60	0,88
Após a colheita do rabanete adubado com as espécies espontâneas										
Espécies espontâneas	M.O.	S	pH	P	K	Ca	Mg	Na		
	(g/kg)	(mg/dm ³)		(mg/dm ³)				(mmol _c /dm ³)		
Jitirana	8,13	2,30	7,40	25,20	1,90	44,10	19,50	2,66		
Mata-pasto	8,52	2,90	7,50	18,80	2,60	45,60	15,80	2,98		
Flor-de-seda	8,25	3,20	7,40	25,00	1,99	42,90	17,60	2,96		

Tabela 2. Teores de macronutrientes dos adubos verdes e da folha diagnose do rabanete adubado com as espécies espontâneas, jitirana, mata-pasto e flor-de-seda (macronutrient contents of green manures and of the diagnosis leaf from radish manured with the spontaneous species hairy woodrose, oneleaf senna and roostertree). Mossoró, UFRSA, 2010.

Espécies espontâneas	Teores de macronutrientes nos adubos verdes (g/kg)						C:N
	N	P	K	Ca	Mg	S	
Jitirana	19,76	3,79	34,28	8,93	5,00	1,30	25:1
Mata-pasto	16,87	4,11	15,63	18,81	2,60	1,50	36:1
Flor-de-seda	24,06	4,00	15,70	17,23	2,60	1,70	17:1
Teores de macronutrientes na folha diagnose (g/kg)							
	N	P	K	Ca	Mg	S	
Jitirana	33,92	4,20	23,00	20,41	6,44	6,91	
Mata-pasto	29,37	3,86	19,55	23,16	6,69	6,88	
Flor-de-seda	30,88	4,27	21,56	22,21	7,66	6,95	

significativa entre as espécies espontâneas e as doses de biomassa utilizadas no número de unidades formadoras de colônia (UFC) de actinomicetos, fungos e de bactérias (Tabela 3 e Figuras 1A e 1B). Independentemente das doses, não foi observada diferença entre as espécies quanto ao número de UFC dos microorganismos (Tabela 3), o que pode estar associado à mesma quantidade de nutrientes das espécies. Barroti & Narras (2000) também não observaram diferenças na população microbiana total em função da espécie (gramínea ou leguminosa), fontes de fósforo e calagem.

Por outro lado, houve aumento ascendente no número de UFC de actinomicetos, fungos e de bactérias com

as doses de biomassa incorporadas ao solo. Para cada aumento de $1,0 \text{ t ha}^{-1}$ dos adubos verdes, ocorreu um incremento no número de UFC de actinomicetos e de fungos de $0,066 \times 10^4$ e $0,512 \times 10^2$ (Figuras 1A e 1B). O número máximo de UFC de actinomicetos ($2,386 \times 10^4$) e de fungos ($15,285 \times 10^2$) foi obtido na dose de adubo de 21 t ha^{-1} . Para as bactérias, o aumento no número de sua UFC foi da ordem de $7,841 \times 10^6$ entre a menor e a maior dose de adubo verde incorporada ao solo (Figura 1B). A decomposição de material vegetal no solo induz, inicialmente, à atividade de alguns microrganismos, como os actinomicetos, uma vez que a decomposição dos materiais serve como fonte de macronutrientes e micronutrientes, hormônios, aminoáci-

Tabela 3. Valores médios de unidades formadoras de colônia (UFC) no solo de bactérias, fungos e actinomicetos, massa seca de raízes, raízes comerciais (%) e refugo (%) de rabanete adubado com diferentes espécies espontâneas (mean values of colony forming units (UFC) in soil, of bacteria, fungi and actinomycetes, root dry matter, marketable roots (%) and disposal (%) of radish fertilized with different spontaneous species). Mossoró, UFERSA, 2010.

Espécies espontâneas	UFC de Bactérias (x 10 ⁶)	UFC de Fungos (x 10 ²)	UFC de Actinomicetos (x 10 ⁴)	Massa seca de raízes (g planta ⁻¹)*	Raízes comerciais (%)	Raízes refugo (%)
Jitirana	6,27 a	10,07 a	1,82 a	0,95 a	67,00 a	33,00 a
Mata-pasto	6,07 a	11,00 a	2,05 a	0,80 a	64,00 a	36,00 a
Flor-de-seda	6,93 a	13,13 a	2,63 a	0,96 a	57,00 b	43,00 b

*Medias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (mean values in the column, followed by same letters are not different by Tukey's test, $p \geq 0.05$).

Tabela 4. Produtividade total (PTR) e comercial (PCR) de raízes e massa seca da parte aérea (MSPA) do rabanete adubado com diferentes espécies espontâneas e doses de biomassa dessas espécies incorporadas ao solo [total (PTR) and marketable productivity (MPR) of roots and dry mass of shoots (MSPA) of radish fertilized with different spontaneous species, doses of biomass of these species incorporated into the soil]. Mossoró, UFERSA, 2010.

Espécies	Produtividade total de raízes (t/ha)				
	5,4	8,8	12,2	15,6	21
Jitirana	5,00 a*	6,38 a	6,83 ab	8,95 a	13,19 a
Mata-pasto	4,06 a	5,74 a	5,61 b	7,58 a	7,90 b
Flor-de-seda	5,66 a	5,90 a	7,90 a	8,27 a	7,83 b
Espécies	Produtividade comercial de raízes (t/ha)				
	5,4	8,8	12,2	15,6	21
Jitirana	3,82 a	5,37 a	5,70 a	8,16 a	12,04 a
Mata-pasto	3,10 a	4,68 a	4,70 a	6,15 a	7,04 b
Flor-de-seda	4,76 a	5,08 a	6,59 a	7,01 a	6,56 b
Espécies	Massa seca da parte aérea (g/planta)				
	5,4	8,8	12,2	15,6	21
Jitirana	0,50 a	0,69 a	0,63 a	0,93 a	1,37 a
Mata-pasto	0,59 a	0,71 a	0,67 a	0,83 a	0,75 b
Flor-de-seda	0,67 a	0,63 a	0,98 a	0,77 a	0,88 b

*Médias seguidas pela mesma letra na coluna não diferem entre si pelo teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade (mean values in the column, followed by same letters are not different by Tukey's test, $p \geq 0.05$).

dos e outros (Berttiol & Ghini, 2005).

O aumento desse grupo de microorganismos no solo apresenta grande importância para agricultura, pois as actinobactérias (actinomicetos) são encontradas em muitos habitats e têm sido identificadas como um dos principais grupos de microorganismos nos solos (Satheer & Jebakumar, 2011). Esses desempenham um papel importante como promotores de crescimento de plantas, pela ação direta por meio da solubilização de nutrientes do substrato, produção de substâncias reguladoras de crescimento de plantas e pela ação indireta, por meio do controle de patógenos

que limitam o crescimento das plantas. Esses microorganismos também apresentam a capacidade de sequestrar ou degradar moléculas tóxicas às plantas, tornando-se possível a recuperação de áreas contaminadas, permitindo o desenvolvimento de culturas de importância econômica nestes ambientes (Oliveira *et al.*, 2003).

As doses de biomassa incorporadas ao solo aumentaram também fungos e bactérias. No geral, o aumento destes microorganismos no solo, seja quantitativa ou qualitativamente pode apresentar grande importância, pois os mesmos contribuem para o crescimento das plan-

tas e para o controle de fitopatógenos (Peixoto Neto *et al.*, 2002).

Castro & Prado (1993), avaliando a atividade de microorganismos do solo em diferentes sistemas de manejo, encontraram para bactérias valores médios de UFC de $1,4 \times 10^6$ no plantio direto e de $9,0 \times 10^6$ no plantio convencional, valores similares aos encontrados nesse trabalho.

Produtividade e massa seca da parte aérea do rabanete - Houve interação significativa entre as espécies e doses de adubos verdes na produtividade total e comercial de raízes e na massa seca da parte aérea do rabanete (Tabela 4 e Figuras 2A, 2B e 2C).

Desdobrando-se as doses dos adubos verdes dentro de cada espécie espontânea, observou-se um aumento entre a menor e a maior dose de jitirana, mata-pasto e flor-de-seda incorporada ao solo na produtividade total (8,03; 3,83 e 2,64 t ha⁻¹) e comercial (7,68; 3,80 e 2,30 t ha⁻¹) de raízes (Figuras 2A e 2B). Para a massa seca da parte aérea foi registrado um aumento de 0,82 g planta⁻¹ entre a menor e a maior dose de jitirana adicionada ao solo (Figura 2C). No entanto, para as doses de mata-pasto e de flor-de-seda não foi possível ajustar nenhuma equação de regressão para esta variável (Figura 2C).

Por outro lado, desdobrando-se as espécies dentro de cada dose de adubo incorporada, foram registradas diferenças significativas na produtividade total de raízes entre as espécies apenas nas doses de adubo de 12,2 t ha⁻¹ e 21,0 t ha⁻¹ respectivamente, com a produtividade total do rabanete (7,90 t ha⁻¹) adubado na dose de 12,2 t ha⁻¹ de flor-de-seda,

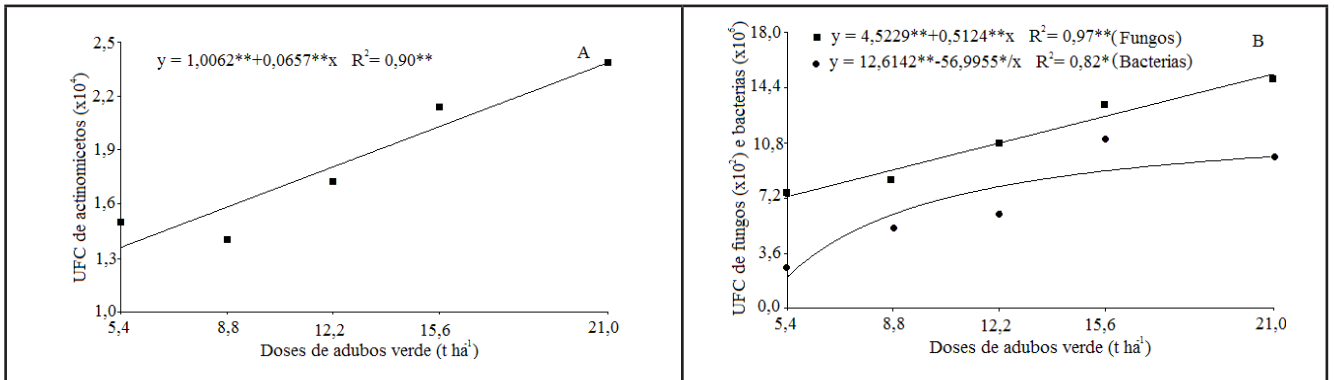


Figura 1. Unidades formadoras de colônias (UFC) de actinomicetos (A), de fungos e de bactérias (B) em solo cultivado com rabanete adubado com diferentes espécies espontâneas e doses de biomassa incorporadas ao solo (colony forming units (UFC) of actinomycetes (A), fungi and bacteria (B) in soil cultivated with radish fertilized with different spontaneous species and doses of biomass incorporated into the soil). Mossoró, UFRS, 2010.

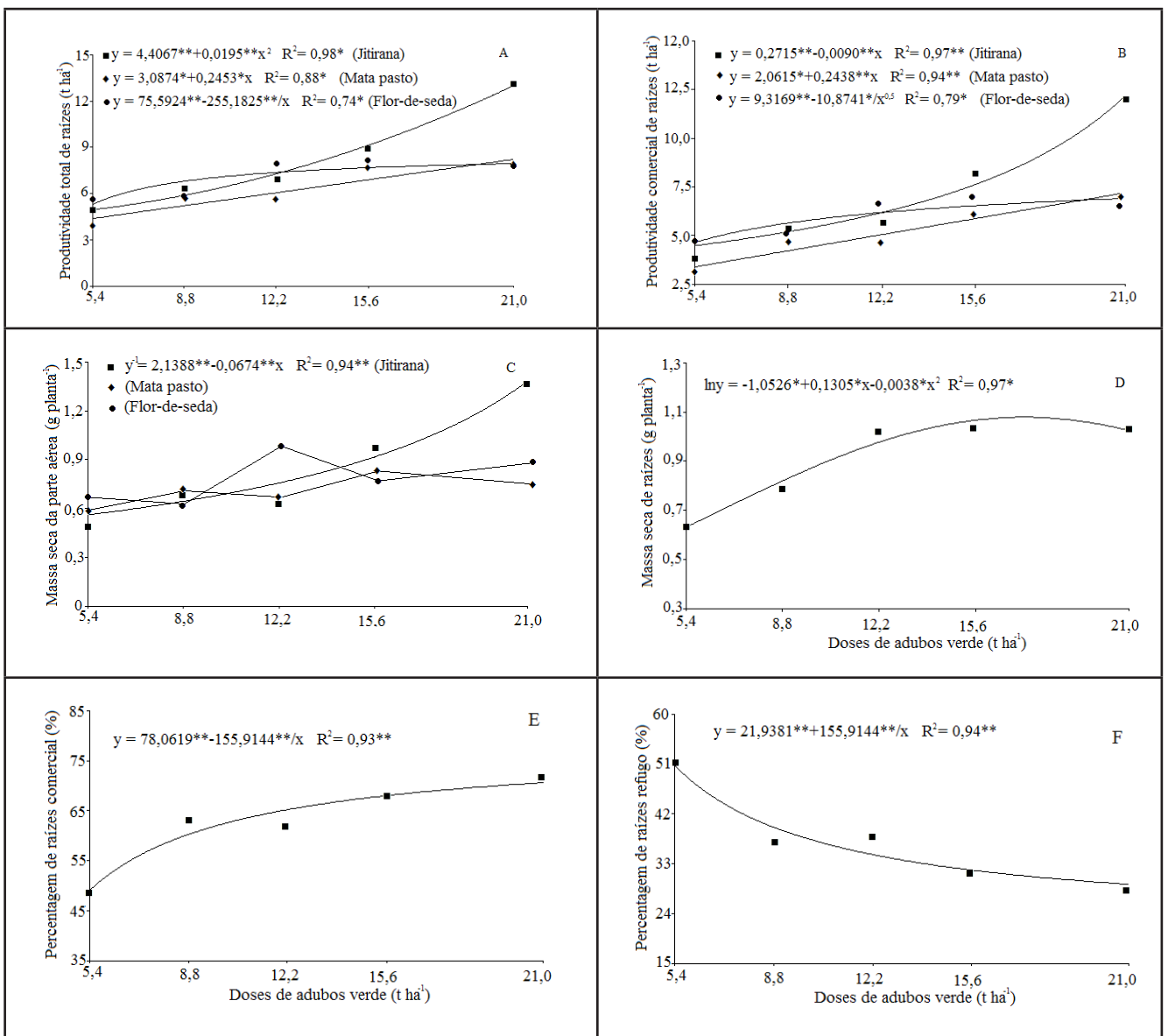


Figura 2. Produtividade total (A) e comercial (B) de raízes, massa seca da parte aérea (C), massa seca de raízes (D), percentagens de raízes comerciais (E) e de raízes refugo (F) de rabanete adubado com diferentes espécies espontâneas e doses de biomassa incorporadas ao solo (total (A) and marketable productivity (B) of roots, shoot dry mass (C), root dry mass (D), percentages of marketable roots (E) and disposal roots (F) of radish fertilized with different spontaneous species and doses of biomass incorporated into the soil). Mossoró, UFRS, 2010.

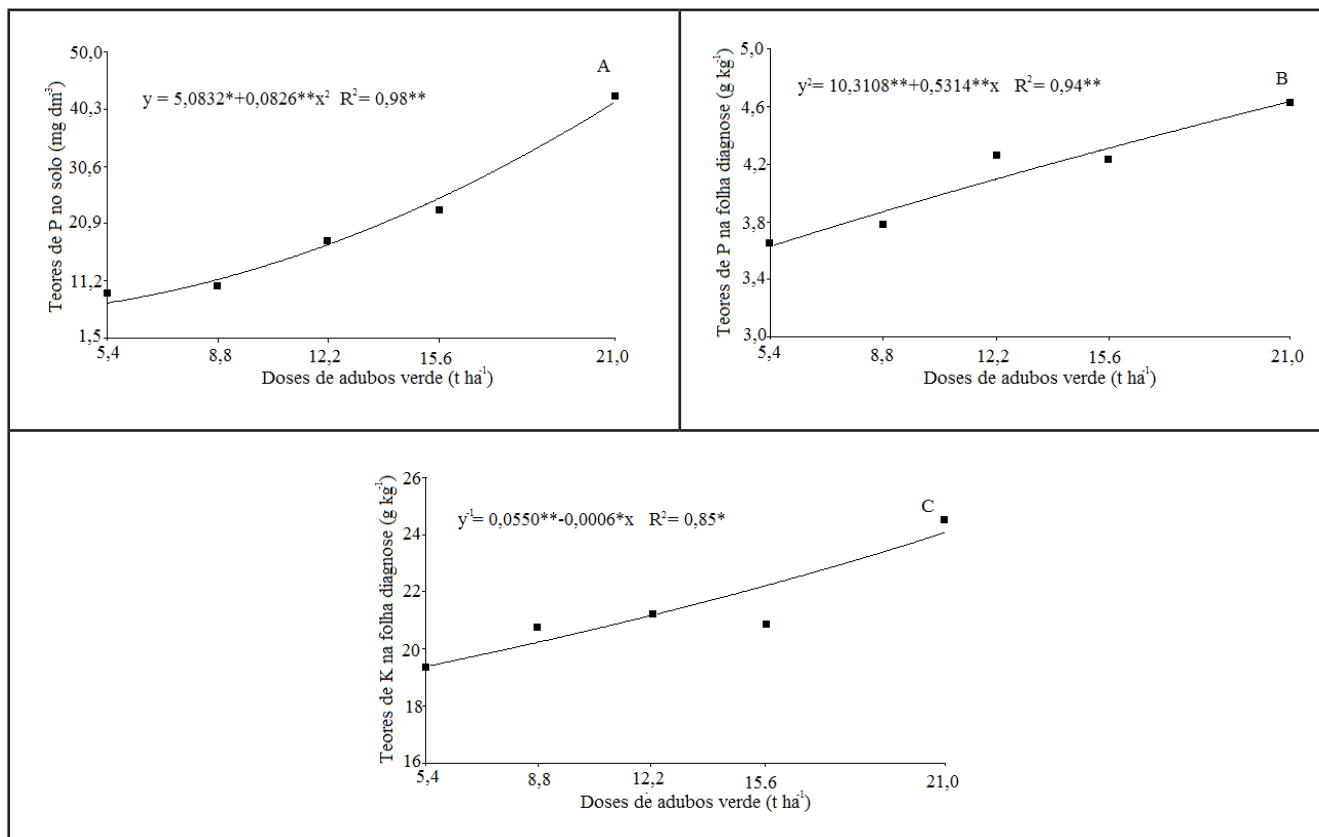


Figura 3. Teores de P no solo e de P e K na folha diagnose do rabanete adubado com diferentes doses de biomassa dos adubos verdes incorporadas ao solo (contents of P in the soil and P and K contents in diagnosis leaf of radish fertilized with different doses of biomass of green manures incorporated into the soil). Mossoró, UFERSA, 2010.

sobressaindo-se das produtividades quando o rabanete fora adubado com jitrana (6,83 t ha⁻¹) e mata-pasto (5,61 t ha⁻¹) (Tabela 4). Quando o rabanete foi fertilizado na dose de adubo de 21,0 t ha⁻¹, a produtividade do rabanete adubado com jitrana (13,19 t ha⁻¹) destacou-se daquelas quando a hortaliça fora adubada com mata-pasto (7,90 t ha⁻¹) e com a flor-de-seda (7,83 t ha⁻¹) (Tabela 4). Não se observou diferenças significativas entre as produtividades de raízes comerciais e as massas secas da parte aérea do rabanete entre as espécies espontâneas nas doses de 5,4; 8,8; 12,2 e 15,6 t ha⁻¹ dos adubos verdes. Tanto a produtividade de raízes comerciais (12,04 t ha⁻¹) como a massa seca da parte aérea (1,37 g planta⁻¹) do rabanete adubado na dose de 21,0 t ha⁻¹ de jitrana, sobressaíram-se daquelas quando a hortaliça foi adubada com as espécies mata-pasto (7,04 t ha⁻¹ e 0,75 g planta⁻¹) e flor-de-seda (6,56 t ha⁻¹ e 0,88 g planta⁻¹) (Tabela 4).

Para as variáveis de produção estu-

dadas, o melhor desempenho do rabanete ocorreu quando foi adubado com jitrana na dose de 21,0 t ha⁻¹. A possível explicação para esse desempenho, está no fato da jitrana apresentar valores altos dos nutrientes N, K e Mg (19,76 g kg⁻¹ de N; 34,28 g kg⁻¹ de K e 5,0 g kg⁻¹ de Mg) na sua composição (Tabela 1), além de ter sido a espécie que proporcionou maior teor de nitrogênio (33,92 g kg⁻¹) e potássio (23,00 g kg⁻¹) nas folhas do rabanete (Tabela 1). Outro fator importante para o bom desempenho da jitrana foi a sua relação C:N de 25:1, que facilitou a sua rápida decomposição e liberação dos nutrientes.

O comportamento crescente na maioria das características de produção estudadas pode ser explicado também pelo aumento da quantificação de microrganismos com as crescentes doses dos adubos verdes (Figuras 1A e 1B) além de aumento nos teores de fósforo (34,04 mg dm⁻³) no solo, correspondente a 5,54 vezes em relação ao da menor dose dos

adubos verdes incorporada (Figura 3A). Na folha, o fósforo também apresentou um comportamento linear crescente com as crescentes doses dos adubos verdes, correspondendo a um aumento de 27,55% em relação à menor dose de biomassa dos adubos aplicada (Figura 3B). De acordo com Narloch *et al.* (2002), a cultura do rabanete, mesmo não sendo muito exigente em nutrientes, responde bem à adubação mineral, principalmente aos fosfatados.

O potássio na folha diagnose é outro nutriente que pode também explicar o comportamento da maioria das características da produção do rabanete, pois apresentou um comportamento linear crescente com as crescentes doses de biomassa dos adubos verdes, com um teor máximo de 24,8 g kg⁻¹, equivalendo a um aumento de 24,15% em relação à dose mínima de biomassa utilizada (Figura 3C).

As produtividades observadas nesse estudo foram superiores às produtivi-

dades encontradas em outros trabalhos (Cecilio Filho *et al.*, 2007; Álvarez *et al.*, 2008). Com relação à massa seca da parte aérea e massa seca de raízes, Vitti *et al.* (2007), estudando a resposta do rabanete à adubação orgânica em ambiente protegido, encontraram para massa seca da parte aérea valores variando de 1,88 a 2,58 g plantas⁻¹ e para massa seca das raízes, valores entre 0,58 e 1,1 g plantas⁻¹, valores semelhantes aos encontrados nesse trabalho. Moura *et al.* (2008) encontraram para massa seca de folha e massa seca de raízes do rabanete, respectivamente valores variando de 1,24 a 1,35 g e de 1,22 a 1,30 g, semelhantes aos obtidos no trabalho.

Massa seca de raízes e percentagens de raízes comerciais e refugo - Para as variáveis, massa seca de raízes por planta e percentagens de raízes comerciais e refugo não foi observada interação significativa entre os fatores-tratamentos espécies espontâneas e doses de biomassa dos adubos verdes (Tabela 3 e Figuras 2D, 2E e 2F). No entanto, não se observou diferença significativa entre os valores médios de massa seca de raízes entre as espécies estudadas (Tabela 3). Porém, diferenças significativas entre os valores médios dessas espécies foram observadas nas percentagens de raízes comerciais e refugo, com os maiores valores obtidos nas espécies jitrana e mata-pasto, destacando-se dos valores da flor-de-seda (Tabela 3).

A massa seca de raízes de rabanete por planta aumentou com as doses de biomassa dos adubos verdes (em um modelo quadrático) até a dose de 17,30 t ha⁻¹, onde fora registrado o valor máximo dessa variável (1,07 g planta⁻¹), decrescendo, em seguida, até a maior dose dos adubos verdes incorporada ao solo (Figura 2D). Também foi observado um aumento na percentagem de raízes comerciais de 21,45% entre a menor e a maior dose de biomassa dos adubos verdes adicionados ao solo, com a percentagem máxima de raízes de 70,64% registrada na maior dose dos adubos verdes (21,00 t ha⁻¹) (Figura 2E). Por outro lado, um decréscimo de 21,45% na percentagem de raízes refugo foi observado com as crescentes doses de biomassa dos adubos verdes, com a per-

centagem máxima registrada na menor dose (5,4 t ha⁻¹) (Figura 2F).

O crescimento dos microorganismos no solo não foi influenciado pelas espécies estudadas, mas houve aumento no número de UFC de microorganismos com as doses aplicadas (1,025 x 10⁴ para actinomicetos; 7,995 x 10² para fungos e 7,841 x 10⁶ para bactérias). As maiores produtividades total e comercial e massa seca da parte aérea do rabanete foram obtidas com 21,0 t ha⁻¹ de biomassa de jitrana. As maiores percentagens de raízes comerciais e refugo do rabanete foram registradas nas espécies jitrana e mata-pasto. As percentagens de raízes comerciais máximas e de raízes refugo mínimas foram obtidas com a incorporação de 21,0 t ha⁻¹ de biomassa dos adubos verdes.

REFERÊNCIAS

- ÁLVAREZ RG; JERÔNIMO LG; NÁJERA JL. 2008. Producción de frijol (*Phaseolus vulgaris* L.) y rábano (*Raphanus sativus* L.) en huertos biointensivos en el trópico húmedo de Tabasco. *Universidad y Ciencia* 24: 11-20.
- ARAÚJO ASF; MONTEIRO RTR. 2007. Indicadores biológicos de qualidade do solo. Uberlândia. *Bioscience Journal* 23: 66-75.
- BARROTI G; NAHAS E. 2000. População microbiana total e solubilizadora de fosfato em solo submetido a diferentes sistemas de cultivo. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 35: 2043-2050.
- BATISTA MAV; VIEIRA LA; SOUZA JP; FREITAS JDB; BEZERRA NETO F. 2012. Efeito de diferentes fontes de adubação sobre a produção de alface no município de Iguatu-CE. *Revista Caatinga* 25: 8-11.
- BERTTIOL W; GHINI R. 2005. Solos supressivos In: MICHEREFF SJ; ANDRADE DRGT; MENEZES M. *Ecologia e manejo supressivo de patógenos em solos tropicais*. Recife: Ed. UFRPE, Imprensa Universitária. 398p.
- BEZERRA NETO F; GÓES SB; SÁ JR; LINHARES PCF; GÓES GB; MOREIRA JN. 2011. Desempenho agrônomo da alface em diferentes quantidades e tempos de decomposição de jitrana verde. *Revista Brasileira de Ciências Agrárias* 6: 236-242.
- CALEGARIA; MONDARDO A; BULISANIEA; COSTAMBB; MIYASAKA S; AMADO TJC. 1993. Aspectos gerais da adubação verde. In: COSTAMBB (coord). *Adubação verde no sul do Brasil*. 2. ed. Rio de Janeiro: Assessoria e Serviços a Projetos em Agricultura Alternativa. p. 1-56.
- CARDOSO AII; HIRAKI H. 2001. Avaliação de doses e épocas de aplicação de nitrato de cálcio em cobertura na cultura do rabanete. *Horticultura Brasileira* 19: 328-331.
- CASTRO OM; PRADO H. 1993. Avaliação da atividade de microrganismos do solo em diferentes sistemas de manejo de soja. *Scientia Agrícola* 50: 212-219.
- CAVALCANTI FC. Coord. 1998. *Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2ª aproximação*. Recife: IPA. 198p.
- CECILIO FILHO AB; REZENDE BLA; CANATO GHD. 2007. Produtividade de alface e rabanete em cultivo consorciado estabelecido em diferentes épocas e espaçamentos entre linhas. *Horticultura Brasileira* 25: 15-19.
- EMBRAPA - Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária. 2006. Centro Nacional de Pesquisa de solos. *Sistema brasileiro de classificação de solos*. 2ª Ed. Rio de Janeiro: Embrapa. 306p.
- FERREIRA CJ; ZAMBON FRA. 2004. Análise dos preços de rabanete no Estado de São Paulo. *Horticultura Brasileira* 22: 2, (suplemento, CD Rom).
- GRAHAM MH; HAINES RJ. 2006. Organic matter status and the size, activity and metabolic diversity of the soil microbial community in the row and inter-row of sugar cane under burning a trash retention. *Soil Biology & Biochemistry* 38: 21-31.
- GREGORICH EG; CARTER MR; ANGERS DA; MONREALL CM; ELLERT BH. 1994. Towards a minimum data set to assess soil organic-matter quality in agricultural soils. *Canadian Journal of Soil Science* 74: 367-385.
- IBGE. 2006. Produção Agrícola. Rio de Janeiro, IBGE. Disponível em: www.sidra.ibge.gov.br, acesso em: 20 de jan. de 2012.
- KUSTER E; WILLIAMS ST. 1964. Selection of media for isolation of streptomycetes *Nature* 202: 928-929.
- LINHARES PCF; SILVA ML; PEREIRA MFS; BRITO BF; DINIZ FILHO ET. 2009a. Velocidade de decomposição do mata-pasto no desempenho agrônomo da rúcula (*Eruca sativa*) cv. Cultivada. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 4: 106-112.
- LINHARES PCF; SILVA LS; SILVA UL; SILVA JS; HOLANDA AK. 2009b. Velocidade e tempo de decomposição da jitrana incorporada na cultura do rabanete. *Revista Caatinga* 22: 206-210.
- LINHARES PCF; SILVA ML; PEREIRA MFS; BEZERRA AKH; PAIVA ACC. 2011. Quantidades e tempos de decomposição da flor-de-seda no desempenho agrônomo do rabanete. *Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável* 6: 168-173.
- MALAVOLTA E. 2006. *Manual de nutrição mineral de plantas*. São Paulo: Editora Agronômica Ceres. 638p.
- MALAVOLTA E; VITTI GC; OLIVEIRA SA. 1997. *Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações*. 2. ed. Piracicaba: POTAFOS. 319 p.
- MARTIN JP. 1950. Use of acid, rose bengal, and streptomycin in the plate method for estimating soil fungi. *Soil Science Society of America Journal* 69: 215-232.
- MOURA PM; BEZERRA SA; RODRIGUES JJV; BARRETO AC. 2008. Efeito da compactação em dois solos de classes texturais diferentes

- na cultura do rabanete. *Revista Caatinga* 21: 107-112.
- NARLOCH C; OLIVEIRA VL; ANJOS JT; SILVA FILHO GN. 2002. Resposta da cultura do rabanete à inoculação de fungos solubilizadores de fosfatos. *Pesquisa Agropecuária Brasileira* 37: 841-845.
- OLIVEIRA ALM; URQUIAGA S; BALDANI JI. 2003. *Processos e mecanismos envolvidos na influência de microrganismos sobre o crescimento vegetal*. Seropédica: Embrapa Agrobiologia. 40p.
- OLIVEIRAMKT; BEZERRA NETOF; BARROS JÚNIOR AP; LIMA JSSL; MOREIRA JN. 2011. Desempenho agrônômico da cenoura adubada com jitrana antes da sua semeadura. *Revista Ciência Agronômica* 42: 364-372.
- PEIXOTO NETO PAS; AZEVEDO JL; CAETANO LC. 2004. Microrganismos endofíticos em plantas: status atual e perspectivas. *Boletim Latinoamericano y del Caribe de Plantas Medicinales y Aromáticas* 3: 69-72.
- PENTEADO SR. 2007. *Cultivo de Hortaliças Ecológicas*. Edição do Autor. Campinas: SP. 253p.
- SATHEEJA SV; JEBAKUMAR SRD. 2011. Phylogenetic analysis and antimicrobial activities of *Streptomyces* isolates from mangrove sediment. *Journal of Basic Microbiology* 51: 71-79.
- SILVA FC. 1999. *Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes*. Brasília: Embrapa Comunicação para a Transferência de Tecnologia. 370p.
- SILVA ML; BEZERRA NETO F; LINHARES PCF; SÁ JR; LIMA JSS; BARROS JÚNIOR AP. 2011. Produção de beterraba fertilizada com jitrana em diferentes doses e tempos de incorporação ao solo. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental* 15: 801-809.
- VITTI MR; VIDAL MB; MORSELLI TBGA; FARIA JLC. 2007. Resposta do rabanete a adubação orgânica em ambiente protegido. *Revista Brasileira de Agroecologia* 2: 158-1161.
-