

CRESCIMENTO E NUTRIÇÃO MINERAL DO SORGO GRANÍFERO APÓS ADUBAÇÃO ORGÂNICA E CULTIVO DA BATATA

Tácio Oliveira Silva

Universidade Federal de Pernambuco
Email: taccios@hotmail.com

Rômulo Simões Cezar Menezes

Universidade Federal de Pernambuco
Email: rmenezes@ufpe.br

RESUMO - O efeito residual da adubação orgânica constitui uma ferramenta essencial para a manutenção da sustentabilidade da fertilidade do solo na região semi-árida. O presente estudo objetivou avaliar o efeito residual da adubação orgânica no rendimento de massa seca e absorção de nutrientes pelo sorgo granífero cultivado em um Neossolo Regolítico, que durante seis anos recebeu aplicação de esterco caprino e, ou adubação verde com crotalária e cultivado com batata (*Solanum tuberosum* L.). No cultivo anual da batata, os tratamentos consistiram de plantio e incorporação da *Crotalaria juncea* L. na época da floração (C); adição de 15 t ha⁻¹ de esterco caprino (E); plantio e incorporação da crotalária + 7,5 t ha⁻¹ de esterco (CE); e testemunha sem esterco ou crotalária (T), com quatro repetições. Os tratamentos que receberam aplicação de esterco proporcionaram os maiores acúmulos de N, P e K pelo sorgo. O efeito residual da adubação orgânica favoreceu maior incremento da produção de matéria seca do sorgo no primeiro e segundo cultivo. A adubação orgânica anual da batata aumentou os teores de P e K trocáveis no solo, os quais influenciaram o crescimento do sorgo em cultivo subsequente. O esterco apresenta alto potencial para ser utilizado como fertilizante orgânico nessa região. Em contrapartida, o plantio e a incorporação da biomassa da crotalária, sem adição de esterco, além do nitrogênio, não contribuiu para aumento nos teores de nutrientes do solo.

Palavras-chave: Nitrogênio, Potássio, Fósforo, *Crotalaria Juncea* L., Esterco

GROWTH AND MINERAL NUTRITION OF GRAIN SORGHUM AFTER CULTIVATION AND FERTILIZATION ORGANIC OF POTATO

ABSTRACT – The effect of residual organic fertilization is an essential tool for maintaining the sustainability of soil fertility in the semi-arid region. This study objectives assess the effect of residual organic fertilization on the income of mass drought and absorption of nutrient by sorghum grown in Entisol which for six years has received application of caprine manure or green fertilization with crotalaria and cultivated with potato (*Solanum tuberosum* L.). In the cultivation of potato annually the treatments consisted of planting and incorporation of the *Crotalaria juncea* L. at the time of flowering (C); addition of 15 t ha⁻¹ of caprine manure (E); Planting and incorporation of crotalaria + 7,5 t ha⁻¹ manure (CE); and witness without crotalaria or manure (T) with four repetitions. The treatments receiving application of manure provided the largest accumulations of N, P and K by sorghum. The effect of residual organic fertilization favored larger increase in the production of dry sorghum in the crops first and second. The annual organic fertilization of potato increased the levels of P and K in the soil swappable which influenced the growth of sorghum in subsequent cultivation. The manure shows high potential to be used as organic fertilizer in the region. However the planting and the incorporation of biomass of crotalaria without the addition of manure in addition to nitrogen not contributed the nutrient content of soil.

Key words: Nitrogen, Potassium, Phosphorus, *Crotalaria juncea* L., Manure

INTRODUÇÃO

À semelhança da região semi-árida do Nordeste brasileiro, na microrregião do Agreste paraibano, os solos são deficientes em matéria orgânica, motivo que os caracterizam com baixos teores de N e P, tornando-os limitante para a produção agrícola (SAMPAIO et al., 1995; STEWART & ROBINSON, 1997; FARIA et al.,

2004; NASCIMENTO et al., 2005). Associado a essa limitação, ocorre a baixa disponibilidade de fertilizantes orgânicos como esterco de curral utilizados pelos agricultores familiares, haja vista a ausência de pecuária expressiva na região. E como consequência, esses agricultores têm necessidade de exportar a maior parte do esterco das regiões circunvizinhas, aumentando o custo de produção (MENEZES et al., 2002).

O Neossolo Regolítico é um solo representativo dessa microrregião e caracteriza-se por apresentar uma textura arenosa e baixa capacidade de adsorção de nutrientes, quando comparados aos solos argilosos. Esse solo é intensamente cultivado com culturas anuais de subsistência como o milho, feijão e a mandioca; bem como, a batata a nível comercial, com aplicações ao solo de grandes quantidades de matéria orgânica, na forma de esterco.

E a manutenção da matéria orgânica nesse solo é um dos principais fatores limitantes ao desenvolvimento da sustentabilidade agrícola nessa região. Como solução, o uso de leguminosas como adubo verde pode contornar esse problema, pois adiciona C e N ao solo (FARIA et al., 2004; SILVA et al., 2007). Em contrapartida, nessa microrregião existe muito interesse pelos restos culturais, principalmente, do milho e sorgo, para ser utilizada na alimentação dos rebanhos, contribuindo para a exaustão mais rápida do solo (SILVA et al., 2004).

Como a deficiência de nitrogênio nos solos tropicais, constitui um fator limitante à produção de cereais mais exigentes neste nutriente, como o sorgo; a melhoria do balanço de N, através dos adubos verdes é necessariamente importante (PERIN et al., 2004). Somado a manutenção da matéria orgânica do solo, pois esta apresenta uma função nutricional essencial, já que funciona como fonte de N, P e S para o crescimento vegetal (STEVENSON, 1994; MOREIRA & SIQUEIRA, 2002). Outra preocupação quanto o efeito residual é em relação ao fósforo, já que um elemento essencial para as plantas, e uma das formas para ampliar a reciclagem e a eficiência de uso é com o aumento do teor de matéria orgânica no solo (VILELA et al., 1985; SOUSA et al., 2004).

Ultimamente, alguns estudos relacionando a produção de algumas forrageiras com a aplicação de resíduos orgânicos, como verificados em alguns trabalhos (DE POLLI & CHADA, 1989; SANTOS et al., 2001; SILVA et al., 2004), mas há poucos estudos relacionando essas forrageiras de importância agrícola para o semi-árido brasileiro, como o sorgo, no aproveitamento residual da adubação orgânica utilizada em cultivos anteriores.

Contudo, deve ser ressaltado que, a matéria orgânica adicionada ao solo na forma de adubos orgânicos, mediante o grau de decomposição dos resíduos, pode ter efeito imediato no solo, ou efeito residual, por meio de um processo mais lento de decomposição (SANTOS et al., 2001).

Dentro desse contexto, o presente trabalho objetivou avaliar o efeito residual da adubação orgânica no rendimento de massa da matéria seca e absorção de nutrientes pelo sorgo granífero cultivado em um Neossolo Regolítico, que durante seis anos recebeu aplicação de esterco caprino e, ou adubação verde com crotalária e cultivado com batata (*Solanum tuberosum* L.).

MATERIAL E MÉTODOS

Para realização deste estudo foram utilizadas amostras de um Neossolo Regolítico, coletadas no município de Esperança, Paraíba. As amostras foram coletadas em agosto de 2003, na profundidade de 0-0,20 m das parcelas experimentais de um ensaio de campo na época da colheita da batata. Essas parcelas experimentais por seis anos (1996-2003) foram submetidas a aplicação e incorporação do esterco e, ou, crotalária, exceto em 1998 e 1999, por falta de chuvas no período do plantio da batata (*Solanum tuberosum* L.), sob os seguintes tratamentos de adubação orgânica: plantio e incorporação da crotalária na época de floração (C), adição de 15 t ha⁻¹ de esterco caprino (E), plantio e incorporação de crotalária + 7,5 t ha⁻¹ de esterco caprino (CE), e testemunha sem esterco ou crotalária (T). O delineamento experimental utilizado no estudo de campo foi em blocos completos inteiramente casualizados com quatro repetições.

Após a coleta, as amostras do solo foram secas ao ar, passadas em peneira de 2 mm de abertura de malha, posteriormente, coletou-se uma sub-amostra do solo de cada parcela experimental para caracterização química (Tabela 1).

O experimento constou de dois cultivos sucessivos em casa-de-vegetação do Departamento de Energia Nuclear, da Universidade Federal de Pernambuco. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com quatro repetições. As sementes de sorgo granífero foram semeadas em bandejas plásticas contendo como substrato areia lavada. Após dez dias do início da germinação, três plântulas foram transplantadas para os vasos contendo como substrato o Neossolo Regolítico de textura arenosa. Em cada cultivo, o sorgo foi mantido por 60 dias em vasos de PVC, com volume de 0,5 dm³, contendo 0,7 kg desse solo. A umidade do solo nos vasos foi mantida a 60% do volume total de poros (VTP), mediante pesagem e irrigação diária para complementação da água perdida por evapotranspiração.

No momento da colheita em cada cultivo do sorgo, as plantas foram cortadas a aproximadamente 2 cm do solo, separando-as em biomassa da parte aérea e das raízes. A biomassa das raízes, após a colheita foi lavada com água destilada. Em seguida, a biomassa vegetal da parte aérea e raízes foi colocada em sacos de papel e levada para estufa de circulação de ar forçada a 60 °C até alcançar a massa constante, para a obtenção da produção da massa da matéria seca; em seguida foi moída em moinho tipo Wiley e submetida às análises químicas. Após ser moído, o material vegetal sofreu digestão com ácido sulfúrico e peróxido de hidrogênio para a obtenção do extrato para a determinação dos teores de P por colorimetria e de K por fotometria de chama (MALAVOLTA et al., 1997). Os teores de nitrogênio total no tecido foliar e raízes foram determinados pelo método Microkjeldahl (MALAVOLTA et al., 1997) e a destilação e titulação foram realizadas de acordo com BREMMER & EDWARDS (1965). O acúmulo de nutrientes nas partes da planta de sorgo foi determinado através do produto do

teor do nutriente extraído da sub-amostra da matéria seca e a massa total da matéria seca das partes da planta do sorgo.

Após a primeira colheita, o solo foi tamisado, seco ao ar e recolocado nos vasos para novo cultivo. Sub-amostra contendo 20 gramas de solo por vaso foram coletadas, após cada colheita do sorgo para a determinação de N mineral ($N-NO_3^-$ e $N-NH_4^+$) (SILVA et al., 1999), fósforo (P) e potássio (K) (EMBRAPA, 1997).

Os dados experimentais foram submetidos à análise de variância e ao teste F ao nível de 5% de probabilidade. Em seguida, procedeu-se a comparação de médias entre os tratamentos por intermédio do teste Tukey a 5% de probabilidade, com o auxílio do programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2003), sem transformação dos dados.

Tabela 1 - Análise química de um Neossolo Regolítico (0-20 cm) cultivado com batata (*Solanum tuberosum* L.) no município de Esperança, PB, após seis anos de adubação orgânica com esterco e/ou *Crotalaria juncea*

Características	Tratamentos ¹			
	C	CE	E	T
pH (H ₂ O)	6,4	6,9	7,5	6,9
P (mg dm ⁻³) ²	11,5	37,0	46,2	10,9
Ca (cmol _c dm ⁻³)	1,48	1,77	2,31	1,35
Mg (cmol _c dm ⁻³)	0,59	1,04	1,23	0,50
K (cmol _c dm ⁻³)	0,38	0,94	0,95	0,31
Al (cmol _c dm ⁻³)	0,10	0,05	0,11	0,05
SB (cmol _c dm ⁻³) ³	2,50	4,07	4,81	2,21
CTC (cmol _c dm ⁻³) ⁴	2,60	4,12	4,92	2,26
V (%) ⁵	96,0	98,78	97,76	97,78
S (mg dm ⁻³)	66,29	62,98	63,21	65,23
Zn (mg dm ⁻³)	2,50	4,13	5,53	2,57
Fe (mg dm ⁻³)	111,80	123,57	102,45	89,28
Mn (mg dm ⁻³)	25,25	29,62	40,72	21,50
Cu (mg dm ⁻³)	2,20	1,65	2,58	1,94
B (mg dm ⁻³)	0,24	0,82	1,01	0,17

¹T = testemunha; CE = plantio e incorporação anual da crotalária + 7,5 t ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco; E = 15 t ha⁻¹ ano⁻¹ de esterco; C = plantio e incorporação anual da crotalária; ²Extrator Mehlich-1; ³Soma de bases; ⁴capacidade de troca catiônica; ⁵ porcentagem de saturação por bases.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A adubação com esterco nos tratamentos E e CE durante o cultivo da batata apresentou efeito significativo sobre a produção de matéria seca na parte aérea e raízes do sorgo nos dois períodos de cultivo em casa-de-vegetação (Tabela 2). No primeiro cultivo, observou-se que a produção de matéria seca e o acúmulo de nutrientes (N, P e K) foram maiores nos tratamentos com esterco (E e CE), os quais apresentaram diferença significativa em relação aos tratamentos C e T. De uma maneira geral, a adubação verde com crotalária, sem adição de esterco (Tratamento C), não diferiu da testemunha (T) (Tabela 2). Comportamento semelhante foi observado por Silva & Menezes (2007), quando avaliaram a produção de matéria seca e o acúmulo de nutrientes pelo capim buffel cultivado após a incorporação da adubação orgânica com esterco e, ou crotalária em um Neossolo Regolítico.

Também, tendência semelhante à produção de matéria seca foi observada para o acúmulo de nutrientes pelas raízes no primeiro cultivo do sorgo, onde a absorção de N, P e K foram maiores nos vasos com amostras de solo proveniente das parcelas dos tratamentos E e CE, seguidos dos tratamentos T e C. Contudo, para o acúmulo de K nas raízes, verificou-se efeito significativo apenas entre os tratamentos E e T.

À semelhança do primeiro cultivo foi observado a mesma tendência para a produção de matéria seca e acúmulo de nutrientes pela parte aérea do sorgo no segundo cultivo, onde os tratamentos contendo esterco (E e CE) foram significativamente superiores em relação aos sem esterco (C e T) (Tabela 2). Em outro estudo, com alface, Ricci et al. (1995) verificaram aumento nos teores de K na matéria seca, após aplicação de compostos orgânicos.

Em relação à produção de matéria seca da raiz e ao acúmulo de nutrientes no segundo cultivo, os tratamentos contendo esterco também foram significativamente superiores em relação aos tratamentos com apenas crotalária (C) e o Testemunha (T), exceto para o acúmulo de N, em que não se observou efeito significativo entre os tratamentos E, CE e C, apenas entre estes e o Testemunha (T), sem nenhuma aplicação de adubos orgânicos (Tabela 2).

A produção de matéria seca da parte aérea e raízes, assim como, o acúmulo de nutrientes apresentaram valores maiores no primeiro cultivo, podendo verificar

que o efeito residual da adubação orgânica a partir do segundo ano não proporcionou ganho significativo no desenvolvimento das plantas de sorgo. Apesar de que, se observou um efeito significativo da adubação com esterco na absorção e acumulação de nutrientes na parte aérea e raízes do sorgo nos dois cultivos. Mantovani et al. (2005) trabalhando com composto de lixo urbano no crescimento da alface, variando as doses de 0 a 120 t ha⁻¹, observaram efeito quadrático no primeiro e segundo cultivo da alface; aumento linear para acúmulo de P e K no tecido foliar da parte aérea no primeiro cultivo; e no segundo, efeito linear para o teor de P e quadrático para o teor de K.

Tabela 2 - Produção de massa seca e acúmulo de nutrientes (N, P e K) na parte aérea e raízes do sorgo cultivado em casa de vegetação em dois cultivos sucessivos

Tratamento ⁽¹⁾	Produção de massa seca ---g vaso ⁻¹ ---	Acúmulo de nutrientes -----mg dm ⁻³ solo -----		
		N	P	K
Parte aérea – Primeiro cultivo				
C	1,63 b ⁽²⁾	10,59 b	1,85 b	27,25 b
CE	3,97 a	27,19 a	5,74 a	91,36 a
E	4,54 a	29,59 a	6,58 a	103,88 a
T	2,22 b	13,37 b	2,36 b	45,18 b
Média	3,09	20,19	4,13	66,06
Raízes – Primeiro cultivo				
C	0,90 ab	5,95 b	0,56 b	7,53 ab
CE	1,21 a	10,40 a	1,44 a	13,32 ab
E	1,42 a	11,52 a	2,12 a	19,15 a
T	0,48 b	3,27 b	0,30 b	4,45 b
Média	1,0	7,78	1,10	11,12
Parte aérea – Segundo cultivo				
C	0,43 b	3,26 b	0,77 b	2,96 b
CE	1,12 a	8,36 a	2,89 a	21,08 a
E	1,22 a	10,15 a	2,49 a	24,49 a
T	0,58 b	1,62 b	0,75 b	4,25 b
Média	0,83	5,84	1,73	11,40
Raízes – Segundo cultivo				
C	0,36 b	5,55 bc	0,18 b	3,02 b
CE	0,72 a	11,02 a	0,77 a	7,54 a
E	0,73 a	9,20 ab	0,76 a	7,90 a
T	0,31 b	4,95 c	0,15 b	2,70 b
Média	0,53	7,68	0,47	5,29

⁽¹⁾C = plantio e incorporação da *Crotalaria juncea* antes do plantio da batata; E = aplicação anual de 15 t ha⁻¹ de esterco de caprinos; CE = plantio e incorporação de *C. juncea* + aplicação anual de 7,5 t ha⁻¹ de esterco; T = testemunha sem adubação; ⁽²⁾Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste Tukey (P<0,05).

A concentração de N mineral (N-NO₃⁻ + N-NH₄⁺), fósforo (P) e potássio (K) extraíveis no solo dos vasos após o primeiro cultivo foram maiores para os tratamentos E e CE, porém para o teor de N mineral, apenas os tratamentos CE e T diferiram significativamente entre si. Quanto ao teor de P extraível no solo, os tratamentos E e CE apresentaram significativamente os maiores teores, quando comparados aos tratamentos C e T. Para o teor de K no solo, esses foram maiores para os tratamentos E, CE e T, os quais não apresentaram diferenças significativas entre si. Contudo, para esse elemento, o tratamento E foi superior ao tratamento C (Tabela 3).

No segundo cultivo do sorgo ocorreu uma redução nos teores de nutrientes do solo (Tabela 3), principalmente do nitrogênio (N), onde as maiores reduções nesses teores foram observadas para os tratamentos E e CE, correspondentes a 62 e 53%, respectivamente, mas ainda, foi possível verificar efeito residual nas concentrações de P e K do solo. Para esses elementos, os teores maiores ocorreu para os tratamentos E e CE, onde os teores de P encontram-se em nível adequado para os solos brasileiros (MALAVOLTA et al., 1997), seguido pelos tratamentos C e T, que não diferiram entre si (Tabela 3). Isso evidencia que o tratamento E e CE, em que se aplicou o

esterco proporcionaram efeitos residuais de P e K no solo, após um cultivo do sorgo. A adubação verde com crotalária, não foi capaz de elevar as concentrações desses nutrientes no solo em longo prazo, exceto para o N. Em relação a adubação verde, outros estudos a nível de campo (SILVA, 2004; SILVA et al., 2007; SILVA & MENEZES, 2007) encontraram o mesmo comportamento do presente trabalho e justificaram que apenas o N foi adicionado ao solo durante a incorporação dos adubos verde, devido a fixação biológica de nitrogênio. Em relação ao K, no presente estudo o tratamento C não diferiu significativamente do tratamento T. Estes resultados discordam com os encontrados por Nascimento et al. (2003), em que avaliando o efeito de diferentes espécies de leguminosas, constataram que os tratamentos com as leguminosas foram considerados significativamente superiores ao tratamento testemunha.

Esses resultados demonstram o potencial do aproveitamento do efeito residual do esterco sobre a disponibilidade de nutrientes do solo, principalmente, P e K. Em relação ao K, este não possui uma função estrutural na vida da planta, apesar de que os grupos fenólicos e carboxílicos possuem K^+ trocável preso aos radicais, assim como a matéria orgânica apresenta potássio no seu interior o qual é liberado por lavagem e no processo de mineralização (MALAVOLTA, 1980; MARSCHNER, 1995; EPSTEIN & BLOOM, 2006).

Dessa forma, fica o questionamento da não necessidade da aplicação anual do esterco nas mesmas áreas, o que permitiria uma rotação na aplicação de esterco nos distintos campos agrícolas, tornando importante para as pequenas e médias propriedades rurais da região semi-árida da região Nordeste, em função da limitada disponibilidade de esterco para adubação no momento do plantio.

Uma vez que o P e o K são fornecidos ao solo via esterco, que proporciona um efeito residual maior que do N, sugere-se a incorporação de adubos verdes em rotação com o esterco para suprir o N demandado pelas culturas agrícolas. No caso do K, este possui uma liberação imediata para o solo, tanto via esterco aplicado como da própria matéria orgânica do solo (MALAVOLTA, 1980; MEURER, 2006). Como pode ser visto no estudo de Giacomini et al. (2003), que avaliando a liberação de P e K de resíduos culturais de algumas plantas de cobertura em plantio direto, verificaram que o K foi rapidamente liberado dos resíduos culturais, com taxa média de liberação 4,5 vezes maior do que a observada em relação ao P. Em estudo anterior, Azam et al. (1985) consideraram que do N proveniente de adubos aplicado ao solo, 50% é absorvido pelas plantas, 25% é perdido por diferentes mecanismos e 25% permanece no solo em formas razoavelmente estáveis.

Tabela 3 - Concentração de nutrientes (N, P e K) em um Neossolo Regolítico após dois cultivos sucessivos de sorgo em casa de vegetação

Tratamentos ⁽¹⁾	N mineral ⁽²⁾	P extraível	K extraível
	-----mg dm ⁻³ solo-----		
		Primeiro cultivo	
C	3,25 ab ⁽³⁾	7,79 b	23,35 b
E	4,07 ab	28,24 a	46,84 a
CE	4,86 a	25,24 a	41,86 ab
T	2,31 b	7,76 b	28,74 ab
Média	3,62	17,26	35,19
		Segundo cultivo	
C	2,67 a	4,25 c	27,55 bc
E	2,53 a	17,65 a	49,84 ab
CE	2,58 a	11,57 b	65,31 a
T	2,07 a	4,07 c	23,84 c
Média	2,46	9,38	28,94

⁽¹⁾C = plantio e incorporação da *Crotalaria juncea* antes do plantio da batata; E = aplicação anual de 15 t ha⁻¹ de esterco de caprinos; CE = plantio e incorporação de *C. juncea* + aplicação anual de 7,5 t ha⁻¹ de esterco; T = testemunha sem adubação; ⁽²⁾ N-NO₃⁻ + N-NH₄⁺; ⁽³⁾ Médias seguidas de mesma letra, na mesma coluna, não diferem entre si pelo teste de Tukey (P<0,05).

CONCLUSÕES

A adubação orgânica com esterco e, ou crotalária para a cultura da batata no campo favoreceu o desenvolvimento do sorgo granífero em casa de vegetação.

O esterco apresentou-se como alternativa viável para ser utilizado como fertilizante orgânico no período de plantio das culturas agrícolas na região semi-árida.

O plantio e a incorporação da biomassa da crotalária, sem adição de esterco, além do nitrogênio, não contribuiu para o aumento nos teores de nutrientes do solo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- AZAM, F.; MALIK, K. A.; SAJJAD, M. J. Transformations in soil and availability to plants of ¹⁵N applied as inorganic fertilizer and legume residues. **Plant and soil**, The Hague, 86: 3-13, 1985.
- BREMMER, J. M.; EDWARDS, A. P. Determination and isotope ratio analysis of different forms of nitrogen in soils: I. Apparatus and procedures for distillation and determination for ammonium. **Soil Science Society of American Proceedings**, Madison, v.29, n.5, p.504-507, Sept./Oct. 1965.
- DE POLLI, H.; CHADA, S. S. Adubação verde incorporada ou em cobertura na produção de milho em solo de baixo potencial de produtividade. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 13:287-293, 1989.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Serviço Nacional de Levantamento e Conservação de Solos. **Manual de métodos de análise de solos**. 2 ed. Rio de Janeiro, 1997. 212p.
- EPSTEIN, E.; BLOOM, A. J. **Nutrição mineral de plantas: princípios e perspectivas**. 2ed. Londrina: Editora Planta, 2006. 401p.
- FARIA, C. M.B; SOARES, J. M.; LEÃO, P. C. S. Adubação verde com leguminosas em videira no submédio São Francisco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 28:641-648, 2004.
- FERREIRA, D. F. **SISVAR** software: versão 4.6. Lavras:DEX/UFLA, 2003. Software.
- GIACOMINI, S. J.; AITA, C.; HUBNER, A. P.; LUNKES, A.; GUIDINI, E.; AMARAL, E. B. Liberação de fósforo e potasio durante a decomposição de resíduos culturais em plantio direto. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.38, n.9, p.1097-1104, set. 2003.
- MALAVOLTA, E. **Elementos de nutrição mineral de plantas**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1980. 252p.
- MALAVOLTA, E.; VITTI, G. C.; OLIVEIRA, S. A. **Avaliação do estado nutricional das plantas: princípios e aplicações**. 2 ed. Piracicaba: POTAFOS, 1997. 319 p.
- MANTOVANI, J. R.; FERREIRA, M. E.; CRUZ, M. C. P.; BARBOSA, J. C. Alterações nos atributos de fertilidade em solo adubado com composto de lixo urbano. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 29:817-824, 2005.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of higher plants**. 2. ed. New York, Academic Press, 1995. 889p.
- MENEZES, R. S. C.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SILVEIRA, L. M.; TIESSEN, H.; SALCEDO, I. H. Produção de batatinha com incorporação de esterco e/ou crotalária no Agreste paraibano. In: SILVEIRA, L.; PETERSEN, P.; SABOURIN, E. (Orgs). **Agricultura familiar e agroecologia no semi-árido: avanços a partir do agreste da Paraíba**. Rio de Janeiro: AS-PTA, 2002. p. 261-270.
- MEURER, E. J. Potássio. In: FERNANDES, M. S. **Nutrição mineral de plantas**. Viçosa, MG: SBCS, 2006. p. 281-298.
- MOREIRA, F. M. S; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora UFLA, 2002. 626 p.
- NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. F.; SANTIAGO, R. D.; SILVA NETO, L. F. Efeito de leguminosas nas características químicas e matéria orgânica de um solo degradado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.7, n.3, p.457-462, 2003.
- NASCIMENTO, J. T.; SILVA, I. F.; SANTIAGO, R. D.; SILVA NETO, L. F. Efeito de leguminosas nos atributos físicos e carbono orgânico de um luvissole. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 29:825-831, 2005.
- PERIN, A.; SANTOS, R. H. S.; URQUIAGA, S.; GUERRA, J. G. M. G.; CECON, P. R. Produção de fitomassa, acúmulo de nutrientes e fixação biológica de nitrogênio por adubos verdes em cultivo isolado e consorciado. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.1, p.35-45, jan. 2004.

- RICCI, M. S.; CASALI, V. W. D.; CARDOSO, A. A.; RUIZ, H. A. Teores de nutrientes em duas cultivares de alface adubadas com composto orgânico. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.30, n.8, p.1035-1039, ago. 1995.
- SAMPAIO, E.V.S.B.; SALCEDO, I. H.; SILVA, V. M.; ALVES, G. D. Capacidade de suprimento de N e resposta à fertilização de 20 solos de Pernambuco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 20:269-279. 1995.
- SANTOS, R. H. S.; SILVA, F.; CASALI, V. W. D.; CONDÉ, A. R. Efeito residual da adubação com composto orgânico sobre o crescimento e produção de alface. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.36, n.11, p. 1395-1398, nov. 2001.
- SILVA, F. C.; EIRA, P. A.; RAIJ, B. V. et al. Análises químicas para a avaliação da fertilidade do solo. In: SILVA, F. C. (Org). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. Brasília: Embrapa Solos, Embrapa Informática Agropecuária, 1999. p. 75-169.
- SILVA, J.; SILVA, P. S. L.; OLIVEIRA, M.; SILVA, K. M. B. Efeito de esterco bovino sobre os rendimentos de espigas verdes e de grãos de milho. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v.22, n.2, p.326-331, abril-junho, 2004.
- SILVA, T. O. **Adubação orgânica da batata (*Solanum tuberosum* L.) com esterco e/ou *Crotalaria juncea* L. em um Neossolo Regolítico**. 2004. 47p. Dissertação (Mestrado em Tecnologia Energéticas e Nucleares) – Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2004.
- SILVA, T.O.; MENEZES, R. S. C.; TIESSEN, H.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H.; SILVEIRA, L. M. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea*. I-Produtividade vegetal e estoque de nutrientes no solo em longo prazo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 31: 39-49, 2007.
- SILVA, T. O.; MENEZES, R. S. C. Adubação orgânica da batata com esterco e, ou, *Crotalaria juncea* L. II – Disponibilidade de N, P e K no solo ao longo do ciclo de cultivo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, 31:51-61, 2007.
- SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E.; REIN, T. A. Adubação com fósforo. In: SOUSA, D. M. G.; LOBATO, E. (Eds). **Cerrado: correção do solo e adubação**. 2ed. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2004. p.147-168.
- STEWART, B. A.; ROBINSON, C. A. Are agroecosystems sustainable in semiarid regions? **Advances Agronomy**, v.60. p.191-228. 1997.
- STEVENSON, F. J. **Humus chemistry: genesis, composition and reactions**. 2 ed. New York, John Wiley & Sons, 1994. 496p.
- VILELA, L.; SILVA, J. E.; RITCHEY, K. D.; SOUSA, D. M. G. Potássio. In: GOEDERT, W. (Ed.). **Solos dos Cerrados: tecnologias e estratégias de manejo**. São Paulo: Nobel, Brasília: EMBRAPA, Centro de Pesquisa Agropecuária dos Cerrados, 1985. p. 203-222.