

ATRIBUTOS FÍSICOS E QUÍMICOS DE SOLO CULTIVADO COM ALFACE E COENTRO EM DIFERENTES SISTEMAS DE PLANTIO

Laíza Gomes de Paiva¹; Caciana Cavalcanti Costa²; Jussara Silva Dantas³; José Jaciel Ferreira dos Santos⁴;

¹Aluna de Mestrado do Programa de Pós Graduação em Fitotecnia da Universidade Federal Rural do Semiárido, laizagomes@outlook.com; ²Professora e Orientadora da Universidade Federal de Campina Grande, UAGRA/CCTA/UFCG, costacc@ccta.ufcg.edu.br; ³Professora da Universidade Federal de Campina Grande, UACTA/CCTA/UFCG jussarasd@yahoo.com.br; ⁴Aluno do PET Agronomia da Universidade Federal de Campina Grande, UAGRA/CCTA/UFCG, jacielaagro@hotmail.com

Resumo: Os sistemas consorciados de hortaliças têm se destacado por apresentar inúmeros benefícios para o produtor e para o meio ambiente, pois nesse sistema há uma maior produção de alimentos por unidade de área, além da redução de produtos químicos, devido uma maior diversidade das culturas envolvidas. Além disso, os resíduos vegetais e animais podem ser utilizados nesse sistema de cultivo, uma vez que apresentam melhoria na qualidade do solo e reduz os custos com insumos externos que prejudicam o meio ambiente. A manutenção e a melhoria dos atributos do solo influenciam diretamente na produção agrícola e na qualidade ambiental principalmente em regiões tropicais. Assim, a preservação da matéria orgânica torna-se bastante relevante. Desta forma, objetivou-se avaliar características físicas e químicas do solo cultivado com alface e com coentro em sistema consorciado e em monocultivo sob diferentes tipos de adubação. O experimento foi conduzido no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande, município de Pombal-PB. As amostras coletadas foram provenientes de solo com as seguintes adubações: Adubação orgânica (Esterco Bovino); Adubação Verde (Feijão Guandu); Adubação orgânica mista (Esterco e Feijão Guandu); Adubação Mineral; Adubação organomineral (Esterco bovino e Adubo mineral) e Adubação Verde mista (Incorporação de vegetação espontânea. Para todas estas adubações foi utilizado o cultivo de alface e coentro em sistema consorciado e monocultivo. Para a caracterização física e química do solo em relação à densidade do solo, porosidade total, umidade e carbono orgânico foram coletadas amostras antes, aos 30 (antes da implantação das culturas no campo) e 60 aos dias após a incorporação dos adubos ao solo, período que coincidiu com a colheita das espécies. As análises físicas e químicas foram realizadas no Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Universidade Federal de Campina Grande, em Pombal, PB. A densidade do solo diminuiu quando o solo foi adubado com adubação verde ou orgânica. Os adubos orgânicos e verdes incrementaram os teores de carbono orgânico no solo com o passar do tempo.

Palavras-chave: *Cajanus cajan*; adubo verde; esterco bovino; densidade do solo; carbono orgânico.

Introdução

Com o crescente aumento do consumo de hortaliças e conseqüentemente aumento da área para se produzir estas, cresce também a demanda por novas tecnologias de produção. Nesse sentido, é de fundamental importância que se busquem alternativas que reduzam os impactos ao meio ambiente e promovam ganhos de produtividade. A adoção de sistemas de produção sustentáveis e conservacionistas tem contribuído para a melhoria das condições físicas, químicas e biológicas do solo, refletindo positivamente no aumento de produtividade das culturas (CARDOSO et al., 2014).

O consórcio de hortaliças tradicionalmente proporciona o aproveitamento mais eficaz dos recursos naturais diminuindo o uso de insumos químicos sintéticos, promovendo equilíbrio

ecológico e melhoria nos índices agronômicos, o que conduz ao melhor usufruto de nutrientes oriundos da adubação, maximizando a utilização do solo agrícola (PIMENTEL, 2009).

Com isto, a consorciação está atraindo o interesse em regiões tropicais, pela afirmação de que ela pode favorecer aumentos de rendimentos e eficiência do sistema de cultivo de hortaliças de maneira ecologicamente sustentável (BEZERRA NETO et al., 2007).

De acordo com Moreira e Siqueira (2006), a matéria orgânica desempenha papel fundamental nas funções do solo, e por isso é considerada a principal característica indicadora da sua qualidade por apresentar forte inter-relação com quase todas as características físicas, químicas e biológicas do solo, exercendo forte influência na sua capacidade produtiva e impactando intensamente a nutrição das plantas e produção agrícola.

O uso de materiais orgânicos, por serem fontes de nutrientes e por beneficiar as propriedades do solo, são amplamente recomendados e produz respostas positivas na produção de hortaliças (KIEHL, 2010).

Santos et al. (2016) estudando a influência de espécies leguminosas utilizadas como adubos verdes sobre as propriedades químicas do solo, observaram que o feijão guandu se sobressai de outras espécies mais comum, como o feijão vagem (*Phaseolus Vulgaris*) e o feijão caupi (*Vigna Unguiculata*) no que diz respeito ao acúmulo de nutrientes no solo, especialmente do Na^{+2} , do Ca^{+2} e do Mg^{+2} , aos trinta e aos sessenta dias após sua incorporação. Além de apresentar resultados significativos em relação ao feijão vagem quanto ao teor de matéria orgânica (M.O.) e de nitrogênio (N) com efeito acumulativo em dois ciclos de alface.

Objetivou-se avaliar as características físicas e químicas do solo cultivado com alface e coentro em sistema consorciado e em monocultivo sob diferentes tipos de adubação.

Metodologia

O experimento foi conduzido no período de dezembro de 2015 à junho de 2016 no Centro de Ciências e Tecnologia Agroalimentar (CCTA) da Universidade Federal de Campina Grande (UFCG), município de Pombal-PB, localizado geograficamente na latitude $06^{\circ} 46' 13''$ S e longitude $37^{\circ} 48' 06''$ W, com altitude de 184 metros (CAMPOS; QUEIROZ, 2006). O clima do município, segundo a classificação de Koopen, é do tipo Bsh, que representa clima quente e úmido com chuvas de verão/outono, com precipitação média de 800 mm ano^{-1} . O solo da área experimental foi classificado como Luvisolo Crômico Órtico típico (EMBRAPA, 2013).

Os solos avaliados foram provenientes do cultivo de alface e coentro em sistema consorciado e monocultivo e tipos de adubações: Adubação orgânica (Esterco Bovino); Adubação Verde (Feijão Guandu); Adubação orgânica mista (Esterco Bovino e Feijão Guandu); Adubação Mineral; Adubação organomineral (Esterco bovino e Adubo mineral) e Adubação verde mista (Incorporação de vegetação espontânea).

A área experimental foi preparada mecanicamente com uma aração e o levantamento dos canteiros, que foram feitos de forma manual e, em seguida, divididos em parcelas. Cada parcela foi de 1,20 m de comprimento por 1,20 m de largura e 0,30 m de altura, o que representa 1,44 m² de área total.

A alface (cultura principal) foi transplantada, nos dois cultivos, no espaçamento de 0,30 m entre linhas e 0,25 m entre plantas, em ambos os sistemas de cultivo. Tanto nos consórcios como nos monocultivos o espaçamento do coentro foi de 0,25 m entre linhas.

A cultura do coentro em monocultivo foi implantada no canteiro com cinco linhas de cultivo e, com três no cultivo consorciado, sendo neste último sistema de cultivo instalado nas entrelinhas da alface. Não houve controle do espaçamento entre plantas para o coentro, uma vez que a prática do desbaste de plantas para esta cultura não é corriqueira na região. Portanto, uniformizou-se a quantidade de sementes distribuídas por metro linear de sulco, seguindo a recomendação de Sousa (2008) que é de 3 g de sementes por metro linear de sulco.

Foram utilizadas sementes das cultivares Cristina e Verdão, respectivamente, da alface e do coentro. A implantação das culturas ocorreu de duas formas: para a cultura da alface foi realizada a formação de mudas, provenientes de semeio em bandeja em poliestireno expandido de 288 células, preenchidas com substrato comercial Basaplant® alocando-se três sementes por célula, onde sete dias após o semeio foi realizado desbaste deixando-se uma única planta por célula, as mudas cresceram em ambiente protegido e o transplante ocorreu de 30 dias após a semeadura, quando a maioria apresentaram cinco folhas definitivas; o coentro foi semeado em sulcos diretamente no canteiro, onde as sementes foram provenientes da quebra do fruto diaquênio, por esmagamento.

A leguminosa que foi utilizada na adubação verde foi o feijão guandu (*Cajanus cajan*), semeada diretamente no canteiro, em linhas de cultivo utilizando o espaçamento de 0,80 x 0,50 m, de acordo com Souza e Rezende (2003). Quando as plantas atingiram o crescimento vegetativo máximo (120 dias após a semeadura – DAS), ou seja, início da floração, foram arrancadas, trituradas e incorporadas levemente nos primeiros 15 cm do solo, permanecendo sob irrigação por

30 dias antes da instalação das culturas da alface e do coentro, neste período era realizada uma irrigação diária de 30 minutos.

As parcelas que receberam vegetação espontânea foram preparadas concomitantemente com as que receberam a adubação verde, permanecendo em pousio e irrigadas por 30 dias antes da instalação das culturas, posteriormente as plantas ocorrentes foram capinadas e incorporadas na camada superficial do canteiro de 0 a 15 cm.

As parcelas que receberam o esterco bovino foram preparadas 15 dias antes da instalação das culturas. As doses foram calculadas com base na recomendação de nitrogênio, segundo de Raij et al. (1997). Para adubação de plantio a dose foi distribuída e incorporada na camada superficial do canteiro de 0 a 15 cm e na ocasião do transplântio foi incorporada a dose com base na recomendação de nitrogênio para a cobertura.

As quantidades do esterco foram calculados de acordo com a indicação de Furtini Neto et al. (2001), utilizando-se a seguinte expressão: $X=A/(B/100.C/100.D/100)$. Onde: X = dose de fertilizante orgânico a ser aplicada, kg/ha^{-1} ; A = dose de N requerida pela cultura, kg ha^{-1} ; B = teor de matéria seca do fertilizante orgânico, %; C = teor de N na matéria seca do fertilizante orgânico, %; D = índice de conversão de N da forma orgânica para a forma mineral, 50%.

A adubação mineral foi realizada com base na análise do solo, seguindo a recomendação de adubação para a cultura principal, baseando-se em Raij et al. (1997). Utilizou-se na adubação de plantio, 40 kg ha^{-1} de nitrogênio, 200 kg ha^{-1} de P_2O_5 e 150 kg ha^{-1} de K_2O . Nos consórcios, as adubações de cobertura foram realizadas somente para a cultura principal. No monocultivo foi realizada separadamente para cada cultura segundo as indicações dos mesmos autores. Nas adubações de cobertura, aplicou-se 60 kg ha^{-1} de N, parcelados em duas vezes aos 10 e 20 dias após o transplântio das mudas de alface. Como fontes de N, P_2O_5 e K_2O , foi utilizada ureia, superfosfato simples e cloreto de potássio, respectivamente.

Para a caracterização física e química do solo em relação à densidade do solo, porosidade total, umidade e carbono orgânico foram coletadas amostras antes, aos 30 (antes da implantação das culturas no campo) e 60 aos dias após a incorporação dos adubos ao solo, período que coincidiu com a colheita das espécies

As amostras foram coletadas em campo, nas parcelas com as diferentes adubações e os sistemas de cultivo, na profundidade de 0-15 cm. Em seguida, foram secadas, identificadas e encaminhadas ao Laboratório de Solos e Nutrição de Plantas da Unidade acadêmica de Ciências

Agrárias do CCTA/UFCG, para posteriores análises de acordo com metodologia da Embrapa (DONAGEMA et al., 2011).

Resultados e discussão

Para os solos, independente dos sistemas de cultivos avaliados, observa-se na Tabela 1 que os valores de densidade do solo diminuíram da época zero dia da incorporação até os 60 dias após a incorporação nos solos que continham adubação orgânica, adubação verde, adubação orgânica mista e adubação organo mineral. Provavelmente a presença da matéria orgânica proveniente das adubações nestes tipos de solo contribuiu para a redução da densidade do solo, pois Carvalho et al. (2004) afirmam que com o passar do tempo, é de se esperar que a densidade do solo diminua, por causa do aumento do teor de matéria orgânica, o que propicia melhor agregação do solo.

Por outro lado, verifica-se que no solo adubado somente com adubo mineral, quer seja no consórcio quer seja no monocultivo, os valores de densidade do solo aumentaram com o passar do tempo. Esse fato está relacionado com a ausência de outro adubo, seja ele o esterco bovino ou adubo verde, por exemplo, ocasionando assim uma maior compactação no solo, o que não é adequado, principalmente em se tratando de solo cultivado com hortaliças.

Tabela 1: Densidade aparente e Porosidade aos 0 (zero), 30 e 60 dias após a incorporação de Feijão Guandu no solo. Pombal-PB, UFCG/CCTA, 2017.

Tipos de adubações	Sistemas de cultivo	Densidade do solo (g. cm ⁻³)			Porosidade (%)		
		0 (zero) dias da incorporação	30 dias após a incorporação	60 dias após a incorporação	0 (zero) dias da incorporação	30 dias após a incorporação	60 dias após a incorporação
Adubação Orgânica ¹	Consórcio	1,42	1,69	1,27	45	34	50
	Monocultivo	1,69	1,56	1,62	36	42	39
Adubação Verde ²	Consórcio	1,49	1,10	1,30	46	59	50
	Monocultivo	1,36	1,24	1,26	51	54	53
Adubação Orgânica Mista ³	Consórcio	1,43	1,34	0,87	49	47	66
	Monocultivo	1,66	1,11	1,43	39	57	45
Adubação Mineral	Consórcio	1,60	1,54	1,63	40	42	39
	Monocultivo	1,39	1,56	1,46	48	42	45
Adubação Organomineral ⁴	Consórcio	1,42	1,53	1,42	50	42	43
	Monocultivo	1,65	1,74	1,33	38	36	47

Adubação Verde Mista ⁵	Consórcio	1,59	1,53	1,54	41	43	43
	Monocultivo	1,44	1,58	1,46	49	42	45

¹Esterco bovino; ²Feijão Guandu; ³Esterco bovino com Feijão Guandu.; ⁴Esterco bovino e Adubo mineral; ⁵Vegetação Espontânea

Na Tabela 1, verifica-se que os maiores valores (considerando acima de 50%) de Porosidade total foram observados no solo adubado com Esterco bovino (50%), Feijão Guandu (59%) e a mistura entre eles (66%), independente do sistema de cultivo avaliado.

Percebe-se que, para os solos com estas adubações foi onde apresentaram os valores de densidade menores. Ou seja, a porosidade é inversamente proporcional à densidade do solo e de grande importância direta para o crescimento de raízes e movimento de ar, água e solutos no solo (REINERT; REICHERT, 2006).

Os maiores valores de umidade foram observados quando o solo foi adubado com adubo verde (Feijão Guandu) tanto no consórcio aos 30 dias após a incorporação do Feijão Guandu (20%) como no monocultivo da alface (22%) aos 60 dias após a incorporação do Feijão Guandu (Tabela 2). O adubo verde utilizado pode ter promovido uma cobertura para o solo, favorecendo assim para manter a manutenção da umidade desse solo. De acordo com Blanco-Canqui; Lal (2009) quanto maior a quantidade de resíduos orgânicos no solo, maior a cobertura da superfície do solo e maior a proteção da estrutura do solo contra perturbações naturais e antropogênicas.

Tabela 2: Umidade e Porosidade total aos 0 (zero), 30 e 60 dias após a incorporação de Feijão Guandu no solo. Pombal-PB, UFCG/CCTA, 2017.

Tipos de adubações	Sistemas de cultivo	Umidade (%)			Carbono orgânico (g. Kg)		
		0 (zero) dias da incorporação	30 dias após a incorporação	60 dias após a incorporação	0 (zero) dias da incorporação	30 dias após a incorporação	60 dias após a incorporação
Adubação Orgânica ¹	Consórcio	12	12	16	17,15	16,35	24,12
	Monocultivo	8	6	8	13,26	13,82	11,97
Adubação Verde ²	Consórcio	10	20	10	14,81	20,36	23,32
	Monocultivo	10	13	22	11,60	14,68	21,29
Adubação Orgânica mista ³	Consórcio	9	9	9	11,72	19,13	18,51
	Monocultivo	10	15	6	11,41	18,57	13,20
Adubação Mineral	Consórcio	14	10	11	15,12	13,33	12,40
	Monocultivo	10	9	4	9,69	12,96	11,60

Adubação Organomineral ⁴	Consórcio	12	8	8	12,96	16,23	16,78
	Monocultivo	11	6	13	12,83	12,34	19,68
Adubação Verde Mista	Consórcio	13	8	7	13,88	14,93	11,85
	Monocultivo	10	9	5	13,20	14,75	14,75

¹Estêrco bovino; ²Feijão Guandu; ³Estêrco bovino com Feijão Guandu.; ⁴Estêrco bovino e Adubo mineral; ⁵Vegetação Espontânea

Na Tabela 2, observa-se que há um aumento no teor de carbono orgânico a partir dos 30 dias após a incorporação do adubo verde, nos consórcios, onde o solo que foi adubado com Feijão Guandu (Adubação verde), estêrco bovino (Adubação orgânica), a mistura entre eles (Adubação orgânica mista), além da mistura do estêrco bovino com adubo mineral (adubação organo mineral) apresentaram os maiores teores de carbono orgânico no solo 23,32; 24,12; 18,51 e 16,78 g. Kg, respectivamente. Provavelmente, esse aumento nos teores de carbono orgânico deve-se ao fato de ter ocorrido a mineralização destes materiais e, como consequência a liberação do carbono orgânico. Assim, torna-se possível cultivar um segundo ciclo tanto para a alface quanto para o coentro, visto que os valores de carbono orgânico foram superiores aos 60 dias após a incorporação do Feijão Guandu.

Os consórcios, por apresentarem uma maior cobertura foliar e consequente do solo, podem ter propiciado para que a umidade fosse mantida nos solos, principalmente com estas adubações, favorecendo assim, a manutenção do solo, contribuindo para que houvesse a liberação do carbono.

Em relação ao solo onde realizou-se a adubação mineral verifica-se na Tabela 2, que aos 60 dias após a incorporação do Feijão Guandu, período que ocorreu a colheita da alface e do coentro, os valores de carbono orgânico (12,40 e 11,60 g. Kg para consórcio e monocultivo, respectivamente) foram inferiores ao comparar com o solo que recebeu a incorporação aos 30 dias (13,33 e 12,96 g. Kg para consórcio e monocultivo, respectivamente), onde foi o período da implantação das culturas. É possível que o adubo mineral tenha sido utilizado pelas culturas durante o seu cultivo, associado ao fato de que esse adubo mineral não tenha deixado resíduo no solo quando comparado aos adubo verde e estêrco bovino.

Conclusões

A densidade do solo diminuiu quando o solo foi adubado com adubação verde ou orgânica.

Os adubos orgânicos e verdes incrementaram os teores de carbono orgânico no solo com o passar do tempo.

Fomento

Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico – Brasil.

Referências

BEZERRA NETO, F. et al. Cultivares de rúcula consorciadas com cenoura e alface em faixas alternadas em segundo cultivo. In. 47º CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA. **Anais...** Porto Seguro: Associação Brasileira de Horticultura – ABH, Brasil. 2007.

BLANCO-CANQUI.; LAL, R. Corn stover removal impacts on microscale soil physical properties. **Geoderma**, v.145, p.335–346, 2008.

CAMPOS, M. C. C.; QUEIROZ, S. B. Reclassificação dos Perfis Descritos no Levantamento Exploratório-Reconhecimento de Solos do Estado da Paraíba. **Revista de Biologia e Ciências da Terra**, João Pessoa, v. 6, n.1, p. 45-50. 2006.

CARDOSO, R. A. et al. Influência da adubação verde nas propriedades físicas e biológicas do solo e na produtividade da cultura de soja. **Semina: Ciências Biológicas e da Saúde**, Londrina, v. 35, n. 2, p. 51-60, 2014.

CARVALHO, M. A. C. et al. Adubação verde e sistemas de manejo do solo na produtividade do algodoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.39, n.12, p.1205-1211, 2004.

DONAGEMA, G. K. et al. **Manual de Métodos de Análise de Solo**. 2. ed. Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2011. 230 p.

EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, Embrapa Solos, 2013. 336p.

FURTINI NETO, A. E. et al. **Fertilidade do Solo**. Lavras: UFLA/FAEPE, 2001. 261p.

KIEHL, E. J. **Fertilizantes orgânicos**. São Paulo: Agronômica Ceres, 1985. 492p.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. 2. ed. Lavras: UFLA, 2006.

PIMENTEL, M. S.; LANA, A. M. Q.; DE-POLLI, H. Rendimentos agronômicos em consórcio de alface e cenoura adubadas com doses crescentes de composto orgânico. **Revista Ciência Agronômica**, v. 40, n. 1, p. 106-112, 2009.

RAIJ, B. V. et al. **Recomendações de adubação e calagem para o Estado de São Paulo**. 2. ed. Campinas: Instituto Agrônomo. 1997. 285p. (Boletim Técnico).

REINERT, D. J.; REICHERT, J. M. **Propriedades física do solo**. Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2006. 18p.

SANTOS, J. J. F. et al. Efeito da incorporação da adubação verde em diferentes épocas com espécies leguminosas sobre as propriedades químicas do solo. In: IV CONGRESSO NACIONAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL & VI ENCONTRO NORDESTINO DE BIOGEOGRAFIA (CNEA 2016). **Anais...** João Pessoa, PB: Giovanni Seabra, p. 1682-1691, 2016.

SOUSA, V. L. B. **Quebra do Fruto-Semente (Diaquênio) a Densidade de Semeadura na Cultura do Coentro**. Monografia de conclusão de curso. Pombal: CCTA/UFCG, P..iI, 2008.

SOUZA, J. L. de; RESENDE, P. **Manual de hortaliças orgânica**. Viçosa: Aprenda Fácil, 2003. 564p.