

Carbono e nitrogênio microbiano em sistemas de cultivo de cebola em Cambissolo Húmico

Microbial carbon and nitrogen in onion cropping systems of onion in humic cambisol

Adilson Luz da Silva^{1*}, Álvaro Luiz Mafra², Osmar Klauberg Filho², Claudinei Kurtz³, Jamil Abdala Fayad⁴

Recebido em 04/12/2012; aprovado em 04/07/2014.

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi avaliar o efeito de sistemas de cultivo de cebola sobre o carbono e nitrogênio microbiano do solo. O estudo foi realizado em um Cambissolo Húmico distrófico, em cinco tratamentos compostos por sequências de culturas visando cobertura do solo no sistema de cultivo mínimo, como segue: sucessão S1: milho e cebola; sucessão S2: milho, aveia/nabo, cebola, milho safrinha e ervilhaca, milho, centeio, cebola; rotação R1: milho, aveia/nabo/centeio, cebola, girassol, aveia/nabo/ervilhaca, feijão, centeio/nabo, cebola; rotação R2: cebola, milheto, nabo, cebola, milheto, aveia/nabo/ervilhaca, milho, cevada, cebola; rotação R3: cebola, feijão de porco, centeio, cebola, mucuna, centeio, cebola, mucuna, centeio, cebola. Áreas vizinhas ao experimento com plantio convencional (PC) e pomar (PO) foram amostradas como situações de referência. As avaliações foram realizadas em 2010, nas seguintes épocas: pré-plantio (15 dias antes do plantio na palhada), 15 dias após o plantio e na formação dos bulbos de cebola. O solo foi amostrado na camada de 0 a 10 cm e determinados os teores de carbono total (COT), nitrogênio total (NT) e carbono e nitrogênio da biomassa microbiana (Cmic, Nmic). O uso de plantas de coberturas do solo no cultivo mínimo

de cebola possibilitou maiores teores de COT e NT no solo em relação ao plantio convencional. O Nmic mostrou-se o melhor indicador de mudanças nos sistemas conservacionistas e plantio convencional. Já o Cmic não variou entre os tratamentos.

PALAVRAS-CHAVE: *Allium cepa* L., atividade microbiana, biologia do solo, rotação de culturas.

SUMMARY

The aim of this study was to evaluate the effect of onion cropping systems on microbial carbon and nitrogen from the soil. The study was conducted in a dystrophic Haplumbrept with five treatments consisting of sequences of ground cover crops with the aims of creating a minimum cultivation system, as follows: S1 succession: corn and onion; succession S2: corn, oat / turnip, onion, corn "safrinha" and vetch, corn, rye, onion, R1 rotation: corn, oat / turnip / rye, onion, sunflower, oat / turnip / vetch, beans, rye / radish, onion; rotation R2: onion, millet, turnips, onions, millet, oat / turnip / vetch, corn, barley, onions, rotation R3: onions, beans, pork, rye, onion, velvet beans, rye, onion, velvet beans, rye, onion. Neighboring areas experimented with conventional tillage (CT) and Orchard (PO) and were sampled as

¹ Programa de Pós-Graduação em Manejo do Solo, Centro de Ciências Agroveterinárias, Universidade do Estado de Santa Catarina - CAV/UEDESC. Av. Luiz de Camões, 2090, Bairro: Conta Dinheiro, CEP 88520-000, Lages, SC, Brasil. Email: adilsonqmc@bol.com.br. *Autor para correspondência.

² Departamento de Solos e Recursos Naturais - CAV/UEDESC.

³ Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Santa Catarina – EPAGRI. Estrada Geral Lageado Águas Negras, Caixa Postal 281, CEP 88400-000, Ituporanga, SC, Brasil.

⁴ Pesquisador da Empresa de Pesquisa Agropecuária do Estado de Santa Catarina – EPAGRI. Rodovia Admar Gonzaga, 1188, Bairro: Itacorubi, CEP 88010-970, Florianópolis, SC, Brasil.

reference situations. The evaluations were conducted in 2010, using the following periods: pre-planting (15 days before planting in straw), 15 days after planting and onion bulb training. Soil samples were collected from 0 to 10 cm and the levels of total carbon (TOC), total nitrogen (TN) and carbon and microbial biomass nitrogen (Cmic, Nmic) were determined. The use of plants growing in minimum soil cover allowed highest onion TOC and TN in the soil compared to conventional tillage. The Nmic proved to be the best indicator of changes in conservation and conventional tillage systems. On the other hand, the Cmic did not vary between treatments.

KEY WORDS: *Allium cepa* L., microbial activity, soil biology, crop rotation.

INTRODUÇÃO

A produção de cebola em Santa Catarina concentra-se na região do Alto Vale do Itajaí, SC, sendo cultivada muitas vezes em solos rasos e declivosos, os quais apresentam perda da camada superficial pela erosão, devido ao revolvimento do solo associado à baixa cobertura pela planta e pelos resíduos (BOING, 2002). A conservação do solo em culturas como a da cebola depende da adoção sistemas de manejo que possibilitem aumentos na cobertura do solo, para protegê-lo do impacto das chuvas e auxiliar na redução do risco de desenvolvimento de pragas e doenças (WILDNER e DADALTO, 1992).

Outro fator importante é o conteúdo de matéria orgânica do solo (MOS), que se encontra estável sob vegetação natural, mas, o uso agrícola pode alterar seu equilíbrio, com redução acentuada quando utilizado preparo intenso do solo e sistemas de cultura com baixa adição de resíduos vegetais (BAYER e MIELNICZUK, 1997). A manutenção ou recuperação dos teores de carbono orgânico total (COT) e da qualidade do solo pode ser alcançada pela utilização de sistemas de cultivo sem revolvimento ou com mínima mobilização do solo e por culturas de cobertura do solo com alta adição de resíduos

vegetais, favorecendo a adição de resíduos vegetais, favorecendo a adição de MO no sistema (BAYER et al., 2000).

Os teores de COT e nitrogênio total (NT) podem ser usados como indicadores de mudanças da qualidade do solo por serem sensíveis às práticas de manejo, principalmente nas regiões tropicais e subtropicais, onde, boa parte das funções do solo são interdependentes dessas propriedades (CONCEIÇÃO et al., 2005). Neste sentido, as medidas dos processos biológicos são especialmente importantes na avaliação do manejo do solo, sendo, em muitos casos, indicadores mais precoces de mudanças na dinâmica da MOS (MALUCHE-BARETA et al., 2006 e 2007; MATIAS et al., 2009).

A biomassa microbiana é um importante componente ecológico, responsável pela decomposição e mineralização de resíduos vegetais no solo, interferindo na dinâmica da MOS e na disponibilização de nutrientes, o que pode influenciar a produtividade dos ecossistemas agrícolas e florestais. Assim, a deposição de resíduos culturais na superfície do solo deve ser priorizada em sistemas de manejo do solo, o que do ponto de vista biológico, é fundamental como fonte de carbono aos microrganismos, elevando a biomassa e a atividade microbiana do solo (SILVA et al., 2007). Lourente et al. (2011) trabalhando com um Latossolo Vermelho distroférrico em Dourados, MS, testando diferentes tipos de manejo do solo no cultivo de nabo forrageiro e milho safrinha, encontraram para carbono na biomassa microbiana (Cmic) no sistema de plantio direto teores significativamente superiores aos do plantio convencional nas análises realizadas tanto no inverno, quanto no verão. Segundo os referidos autores, a deposição de resíduos e o não revolvimento do solo diminuem os efeitos negativos da ação antrópica sobre a dinâmica do carbono no solo.

Segundo Balota et al. (1998) o plantio direto, pelo menor revolvimento do solo e pela manutenção de restos culturais em cobertura sobre o solo eleva os teores de Cmic e de, nitrogênio da biomassa microbiana (Nmic), além de diminuir a

respiração basal (RB) e o quociente respiratório (qCO_2), por proporcionar maior estabilidade das comunidades microbianas, favorecendo o aproveitamento de C na incorporação em sua massa, e assim, diminuindo a perda na forma de CO_2 .

O objetivo deste trabalho foi avaliar sistemas de cultivo visando cobertura do solo para cebola em cultivo mínimo e sua influência sobre indicadores microbianos relacionados a carbono e nitrogênio.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi conduzido em Ituporanga, SC, em um Cambissolo Húmico distrófico (EMBRAPA, 2006), com granulometria caracterizada por 410 g kg^{-1} de areia, 264 g kg^{-1} de silte e 326 g kg^{-1} de argila. O clima é do tipo mesotérmico úmido com verões quentes, Cfa, segundo a classificação de Köppen (SANTA CATARINA, 1991).

Os tratamentos abrangeram sistema de cultivo para cebola visando cobertura do solo para plantio em cultivo mínimo, descritos a seguir: sucessão S1: milho e cebola; sucessão milho e cebola com espécies de cobertura; S2: milho, aveia/nabo, cebola, milho safrinha e ervilhaca, milho, centeio, cebola; rotação comercial de verão; R1: milho, aveia/nabo/centeio, cebola, girassol, aveia/nabo/ervilhaca, feijão, centeio/nabo, cebola; rotação com predomínio de gramíneas; R2: cebola, milheto, nabo, cebola, milheto, aveia/nabo/ervilhaca, milho, cevada, cebola; e rotação com predomínio de leguminosas; R3: cebola, feijão de porco, centeio, cebola, mucuna, centeio, cebola, mucuna, centeio, cebola. Para efeito de comparação foram analisadas uma área de pomar (PO) e uma área de plantio convencional de cebola (PC), próximas entre si e sob mesmas condições de solo e relevo. Na implantação das sequências de culturas em 2007, quando foi iniciado o experimento, utilizou-se aveia/ervilhaca/nabo como cobertura do solo.

O delineamento experimental foi em blocos ao acaso, com cinco repetições, em parcelas com

área de 8,7 m², formadas por sete fileiras com 30 plantas de cebola. A área deste experimento era usada em cultivo intensivo, com emprego de aração, gradagem e enxada rotativa desde o ano de 1985 na produção de cebola e milho. A área passou a ser cultivada em sistema de produção conservacionista em 1995, quando foi realizada a última correção do solo e elevou-se o pH para 6,0. Desde então, os cultivos manejados no local de instalação do experimento estão sob cultivo mínimo, sem intervenções de preparo convencional do solo. As adubações realizadas durante o período experimental ocorreram somente nos períodos de cultivo de cebola e de milho. Para a cebola a adubação foi de 120 kg ha^{-1} de P_2O_5 , 60 kg ha^{-1} de K_2O e 75 kg ha^{-1} de N, sendo a aplicação de P e K realizadas no plantio de cebola e, a de N feita com 15 kg ha^{-1} no plantio e o restante em cobertura aos 45, 65 e 85 dias após o transplante das mudas de cebola. Usou-se 600 kg ha^{-1} de adubo 12-20-10. Com relação ao fósforo, como os teores estavam altos na safra de 2010, utilizou-se adubação de 50 kg ha^{-1} de P. Para a cultura do milho não foi realizada adubação com P e K devido aos valores altos destes nutrientes estabelecidos para esta cultura. Foram realizadas adubações nitrogenadas em cobertura com 90 kg ha^{-1} de N, aplicado na forma de uréia, quando o milho tinha entre seis e oito folhas.

As coletas de solo foram realizadas na camada de 0 a 10 cm com trado, três anos após a implantação do experimento, em três épocas: 15 dias antes do plantio da cebola, após o acamamento da cobertura vegetal; 15 dias após o plantio da cebola; e na formação dos bulbos, correspondendo aos meses de julho, agosto e dezembro de 2010, respectivamente. As amostras foram colocadas em caixa de isopor com gelo e transportadas até o laboratório, onde permaneceram resfriadas a 4°C até o início das análises. Para as análises microbiológicas as amostras foram homogeneizadas e peneiradas em malha 4,75 mm e subamostras foram retiradas para determinação de umidade.

A determinação do carbono da biomassa microbiana (C_{mic}) do solo foi realizada pelo

método de fumigação-extração (VANICE et al., 1987), sendo o fator de correção 2,78. A atividade microbiana foi avaliada pela determinação da respiração basal (C-CO₂) em 25 g de solo (ALEF e NANNIPIERI, 1995). O nitrogênio da biomassa microbiana (Nmic) foi determinado utilizando-se inicialmente o mesmo método de extração usado para análise do Cmic. O N contido nos extratos fumigados e não fumigados foi determinado por pré-digestão e destilação, conforme o método Kjeldahl (DE-POLLI e GUERRA, 2008). O COT foi determinado pelo método Walkley-Black descrito por Allison (1965), com aumento em 25% da concentração de dicromato. O quociente microbiano (qMIC) foi obtido pela razão de Cmic/COT e o quociente respiratório (qCO₂) foi obtido pela quantidade de CO₂ eliminado por dia pelo Cmic.

Os resultados foram submetidos à análise de variância, separadamente para cada época de amostragem. Para comparação das médias foi realizado o teste de "t" a 5% de significância.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Nas coletas de pré-plantio, 15 dias após plantio e bulbificação, os teores médios de COT

foram de 24 g kg⁻¹ (Tabela 1). Os tratamentos S1, S2, R1, R2 e R3 foram semelhantes entre si, com os tratamentos S2 e R2 sendo superiores ao tratamento PO. O tratamento PC foi significativamente inferior a todos os demais, indicativo de que a cobertura vegetal nos sistemas conservacionistas favoreceu a manutenção COT, assim como encontrado por Matias et al. (2009) nos primeiros 5 cm de um Latossolo Amarelo distrófico, em Uruçuí, Piauí, no cultivo de soja. Teores menores de COT no sistema convencional em relação ao conservacionista também foram encontrados por Amado et al. (2001) em plantio de milho, num Argissolo Vermelho distrófico arênico, em Santa Maria, RS. Por outro lado, Souza e Melo (2003), estudando impacto de diferentes sistemas de produção do milho sobre a dinâmica do C do solo em Jaboticabal, SP, não observaram diferença nos teores de COT no solo cultivado comparando plantio direto e convencional.

O nitrogênio total (NT) apresentou média de 2,14 g kg⁻¹ para os períodos, com o tratamento PO superior ao R1 e o PC, com teores de NT inferior a todos (Tabela 1). O NT é uma variável dependente de resíduos deixados na superfície bem como da qualidade desses resíduos, o que

Tabela 1 - Atributos do solo relacionados a carbono e nitrogênio, avaliados na camada de 0-10 cm de profundidade e massa seca das plantas de cobertura. Média cinco repetições. Ituporanga, SC, 2010.

Tratamentos *	COT	NT	C/N	Plantas de cobertura: Massa seca da parte aérea				
				Inv.08	Ver.08	Ver.09	Inv.10	Soma
	g kg ⁻¹		-	kg ha ⁻¹				
S1	25 ab**	2,24 ab	11 ab	-	3085 a	16286 a	841 d	20212
S2	27 a	2,31 ab	12 a	3532 a	1019 b	16522 a	4425 b	25498
R1	24 ab	2,03 b	12 a	5104 a	870 b	6200 d	5615 a	11789
R2	27 a	2,22 ab	12 a	4037 a	2849 a	10278 bc	2978 c	20142
R3	25 ab	2,22 ab	11 a	4548 a	943 b	6828 d	4768 ab	17087
PO	23 b	2,46 a	10 b	-	-	-	-	-
PC	17 c	1,53 c	11 ab	-	-	-	-	-
CV (%)	9	12	12	-	-	-	-	-

* S1: sucessão milho e cebola; S2: sucessão milho e cebola com espécies de cobertura; R1: rotação comercial – girassol, aveia/nabo/ervilhaca, feijão, centeio/nabo, cebola; R2: rotação com predomínio de gramíneas – milho, aveia/nabo/ervilhaca, milho, cevada, cebola; R3: rotação com predomínio de leguminosas – mucuna, centeio, cebola; PO: pomar; PC: plantio convencional de cebola. Cmic – carbono da biomassa microbiana, Nmic – nitrogênio da biomassa microbiana, RB – respiração basal, qMIC – quociente microbiano. CV: coeficiente de variação. **Médias seguidas pela mesma letra na coluna, em cada época, são semelhantes a 5% de significância, pelo teste t.

explicaria os menores teores para o tratamento PC, em função de que este tratamento recebeu menos resíduos de cobertura que os demais. Para Souza e Melo (2000), a presença de maior teor de NT no solo em sistema conservacionista em relação ao plantio convencional deve-se à contribuição das plantas de cobertura, o que justifica a elevação dos níveis de NT nas camadas superficiais do solo nos sistemas de cultivo mínimo de cebola, comparativamente ao preparo convencional.

A relação entre COT e NT, representada pelo atributo C/N, apresentou média de 11 para os períodos, sendo que o tratamento PO foi aquele que menor relação apresentou (Tabela 1). Rangel e Silva (2007) encontraram relação C/N entre 7,7 e 12,2, sob diferentes sistemas de uso do solo em Minas Gerais. Canellas et al. (2003), encontraram em cultivo de cana-de-açúcar no Rio de Janeiro relação C/N entre 7,6 e 10,2. Segundo os referidos autores, tal relação mostrou presença de matéria orgânica estável, muito próximos aos valores observados no experimento com cebola.

No inverno de 2008 a produção de massa seca das plantas de cobertura foi semelhante entre os tratamentos, variando de 3532 a 5104 kg ha⁻¹ (Tabela 1). No verão de 2008 houve maior variação de produção de massa, com valores entre 870 e 3085 kg ha⁻¹, com maior produção de massa para os tratamentos S1 e R2, que apresentavam milho e milheto como sucessão e rotação, respectivamente. Estas plantas têm rápido crescimento e alta capacidade de produção de biomassa, o que não foi superior pela ocorrência de granizo durante a fase inicial de desenvolvimento. No verão de 2009 a produção de massa seca das plantas de cobertura foi de 6200 a 16522 kg ha⁻¹, sendo que as maiores produções foram nos tratamentos que continham exclusivamente milho (S1, S2 e R2), confirmando sua alta capacidade de produção de massa seca em relação aos tratamentos com leguminosas (R1 e R3).

No inverno de 2010 a maior produção de massa seca foi obtida em R1, com 5615 kg ha⁻¹, relacionada à contribuição do centeio e nabo, seguidos pelos tratamentos R3 e S2 com 4768 e

4425 kg ha⁻¹, respectivamente, destacando que ambos continham centeio. A menor produção de massa seca foi de 841 kg ha⁻¹ do tratamento S1, que foi a sucessão milho e cebola. Embora as quantidades de massa seca das plantas de cobertura tenham apresentado diferenças, os teores de COT, NT e a relação C/N do solo não variaram entre as sucessões e rotações das culturas, indicando que um maior tempo de avaliação pode ser necessário para que essas alterações sejam refletidas sobre esses elementos no solo.

O CBM (Tabela 2) apresentou média de 370 mg kg⁻¹ no período pré-plantio, 260 mg kg⁻¹ 15 dias após plantio, e 277 mg kg⁻¹ na bulbificação. Não houve diferença entre os tratamentos no período pré-plantio e 15 dias após plantio. No período bulbificação, o tratamento S2 foi superior ao S1, R1, e PC. O sistema de cultivo interfere no aporte de resíduos, que servem como fonte de carbono aos microorganismos do solo, no sentido de aumentar suas populações. Silva et al. (2007) encontraram teores menores de Cmic para plantio convencional de feijoeiro comum, em um Latossolo Vermelho distrófico de textura argilosa em Santo Antônio de Goiás, GO, avaliando culturas de cobertura e sistemas plantio direto e convencional sobre indicadores biológicos do solo. A semelhança entre os tratamentos nos períodos pré-plantio e 15 dias após plantio pode estar relacionada às condições favoráveis aos microorganismos no sistema de cultivo mínimo, como maior agregação das partículas no solo, melhoria na estrutura e aumento da fertilidade, com boa disponibilidade de água, tornando assim as comunidades microbianas mais estáveis (BALOTA et al., 1998).

Os teores de Nmic (Tabela 2) apresentaram média de 74 mg kg⁻¹ no período pré-plantio, 70 mg kg⁻¹ no período 15 dias após plantio e 49 mg kg⁻¹ no período bulbificação. No período pré-plantio, o tratamento R3 foi superior ao S1, PO e PC, sendo o PC com o menor teor de Nmic dentre todos. No período 15 dias após o plantio, o tratamento R1 foi superior ao S2, R2 e R3. No período bulbificação, os tratamentos PO e PC foram semelhantes entre si e com

Tabela 2 - Atributos microbianos do solo relacionados a carbono e nitrogênio, avaliados na camada de 0-10 cm de profundidade. Média cinco repetições. Ituporanga, SC, 2010.

Tratamentos*	Cmic mg kg ⁻¹	Nmic	RB mg C-CO ₂ kg ⁻¹ dia ⁻¹	qMic %
Pré-plantio, julho de 2010				
S1	258 a**	69 b	79 ab	1,1 a
S2	391 a	89 ab	78 bc	1,4 a
R1	430 a	91 ab	59 bc	1,8 a
R2	437 a	73 ab	90 ab	1,6 a
R3	380 a	96 a	85 ab	1,4 a
PO	498 a	71 b	106 a	2,2 a
PC	194 a	26 c	26 c	1,2 a
CV (%)	65	25	34	62
15 dias após plantio, agosto de 2010				
S1	370 a	76 ab	88 bc	1,6 a
S2	243 a	61 b	105 ab	0,9 a
R1	208 a	104 a	77 c	1,1 a
R2	263 a	57 b	123 a	1,0 a
R3	218 a	54 b	111 a	0,8 a
CV (%)	69	31	16	75
Bulbificação, dezembro de 2010				
S1	212 bc	52 a	76 b	0,9 ab
S2	428 a	58 a	81 b	0,6 b
R1	154 c	58 a	53 c	1,6 a
R2	378 ab	56 a	84 b	1,4 ab
R3	298 abc	59 a	85 b	1,2 ab
PO	326 abc	34 b	120 a	1,4 ab
PC	142 c	28 b	127 a	0,9 ab
CV (%)	60	27	16	60

* S1: sucessão milho e cebola; S2: sucessão milho e cebola com espécies de cobertura; R1: rotação comercial – girassol, aveia/nabo/ervilhaca, feijão, centeio/nabo, cebola; R2: rotação com predomínio de gramíneas – milho, aveia/nabo/ervilhaca, milho, cevada, cebola; R3: rotação com predomínio de leguminosas – mucuna, centeio, cebola; PO: pomar; PC: plantio convencional de cebola. Cmic – carbono da biomassa microbiana, Nmic – nitrogênio da biomassa microbiana, RB – respiração basal, qMic – quociente microbiano. CV: coeficiente de variação. ** Médias seguidas pela mesma letra na coluna, em cada época, são semelhantes a 5% de significância, pelo teste t.

menores teores de Nmic em relação a todos os demais. O tratamento PC apresentou menor teor de Nmic que os demais tratamentos no período pré-plantio, resultado que pode ser relacionado a menor deposição de resíduos vegetais. Silva et al. (2007) avaliando coberturas do solo no cultivo de feijoeiro, em um Latossolo Vermelho distrófico em Goiás, relatam interações entre as culturas de cobertura e época de amostragem quanto aos atributos microbianos do solo. O Nmic pode ser um índice útil para monitorar as transformações da matéria orgânica do solo, pois tende a se alterar antes que o nitrogênio total do solo (TÓTOLA e

CHAER, 2002).

A respiração basal média em pré-plantio foi de 75 mg kg⁻¹ dia⁻¹ C-CO₂, atingindo 101 mg kg⁻¹ dia⁻¹ C-CO₂ aos 15 dias após o plantio, e passando para 89 mg kg⁻¹ dia⁻¹ C-CO₂ na bulbificação (Tabela 2). No período pré-plantio os tratamentos S1, S2, R1, R2 e R3 foram semelhantes, e superiores ao tratamento PC, exceto para S2 e R1. A menor respiração no PC pode ser relacionada com o menor teor de Cmic, sendo assim, nas mesmas condições, uma população microbiana menor respira menos, e essa menor taxa de respiração deve-se, possivelmente, ao menor

aporte de resíduos vegetais. Esta situação é também relatada por Vargas e Scholles (2000), ao medirem alterações em propriedades biológicas do solo, comparando diferentes sistemas de uso de um Argissolo Vermelho Escuro, em Eldorado do Sul, RS, onde determinaram menor atividade microbiana por massa de solo no preparo convencional.

No período 15 dias após plantio, os tratamentos R2 e R3 foram superiores aos tratamentos R1 e S1. No período bulbificação, os tratamentos PO e PC foram superiores a todos os demais. Sendo o R1 o menor valor de todos. Essas diferenças nas taxas de respiração podem ter sido influenciadas pela precipitação pluviométrica mais intensa no período bulbificação que nos demais períodos, somada a contribuição das temperaturas mais elevadas (Figura 1), estimulando as populações microbianas. A respiração do solo reflete a atividade dos organismos no solo e é considerado um atributo positivo para a qualidade do solo, pois é um indicador sensível da decomposição

de resíduos, do giro metabólico do carbono no solo, e de distúrbios no ecossistema (PAUL et al., 1999). Entretanto, a interpretação de seus valores deve ser realizada com cautela, pois nem sempre altas taxas de respiração indicam condições favoráveis.

O quociente metabólico (qCO_2) não apresentou variações significativas entre os tratamentos e não foi possível utilizá-lo na avaliação dos seus efeitos devido ao seu alto coeficiente de variação que foi de 137%. Em virtude disso, os resultados deste parâmetro não são apresentados.

A relação qMIC (CBM/COT) média foi de 1,52% no período pré-plantio, 1,08% 15 dias após plantio e 1,13% na bulbificação (Tabela 2). Não houve diferença significativa entre os tratamentos nos períodos de pré-plantio e 15 dias após plantio. No período bulbificação, somente o tratamento R1 foi superior ao S2. Diferenças também não foram encontradas por Pôrto et al. (2009) em um Latossolo Amarelo distrófico submetido a diferentes sistemas de uso, em

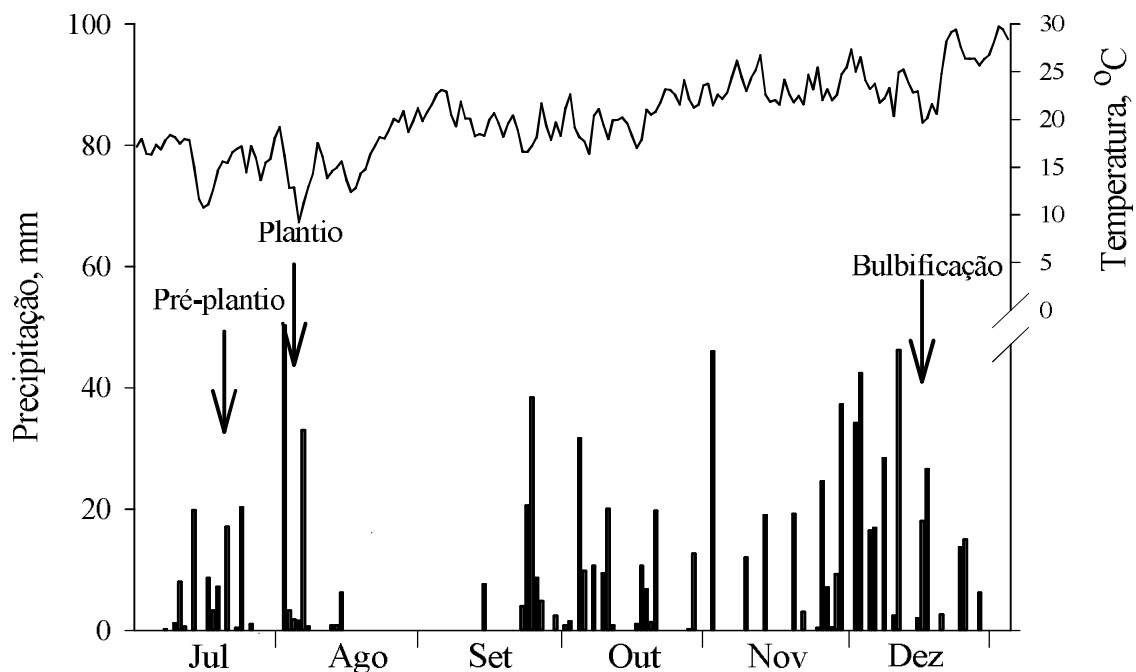


Figura 1 - Precipitação pluviométrica (barras verticais, mm) e temperatura (linha, °C) no período de julho a dezembro de 2010, com os períodos de amostragem do solo relativos ao cultivo de cebola, sob diferentes tratamentos de cobertura do solo e rotação de culturas. Ituporanga, SC.

Areia, PB. A relação qMIC fornece uma medida da qualidade da matéria orgânica, representando a capacidade de utilização de C (TÓTOLA e CHAER, 2002). Caso haja diminuição na relação, significa estresse na comunidade microbiana.

CONCLUSÕES

O uso de plantas de coberturas do solo no cultivo mínimo de cebola possibilitou maiores teores de COT e NT no solo em relação ao plantio convencional.

Entre os atributos microbianos, apenas o Nmic mostrou-se importante e sensível indicador de mudanças na dinâmica da matéria orgânica entre plantio convencional e as rotações/sucessões dentro do cultivo mínimo de cebola.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEF, K.; NANNIPIERI, P. (ed). **Methods in applied soil microbiology and biochemistry**. London: Academic Press, 1995. 576p.
- ALLISON, L.E. Organic carbon. In: BLACK, C.A.(ed). **Methods of soil analysis**. Madison: American Society of Agronomy, 1965. p.1372-1376.
- AMADO, T.J.C. et al. Potencial de culturas de cobertura em acumular carbono e nitrogênio no solo no plantio direto e melhoria da qualidade ambiental. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.25, p.189-197, 2001.
- BALOTA, E.L. et al. Biomassa microbiana e sua atividade em solos sob diferentes sistemas de preparo e sucessão de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.22, p.641-649, 1998.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Características químicas do solo afetadas por métodos de preparo e sistemas de culturas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.21, p.105-112, 1997.
- BAYER, C. et al. Efeito de sistemas de preparo e de cultura na dinâmica da matéria orgânica e na mitigação das emissões de CO₂. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.599-607, 2000.
- BOING, G. **Fatores que afetam a qualidade da cebola na agricultura familiar catarinense**. Florianópolis: Instituto CEPA/SC, 2002. 88p.
- CANELLAS, L.P. et al. Propriedades químicas de um cambissolo cultivado com cana-de-açúcar, com preservação do palhico e adição de vinhaça por longo tempo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.935-944, 2003.
- CONCEIÇÃO, P.C. et al. Qualidade do solo em sistemas de manejo avaliada pela dinâmica da matéria orgânica e atributos relacionados. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.29, p.777-788, 2005.
- DE-POLLI, H.; GUERRA, J.G.M. C, N e P na biomassa microbiana do solo. In: SANTOS, G.A. et al. (Eds). **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. 2.ed Rev. e atual. Porto Alegre: Metrópole, 2008. p.263-411.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA – EMBRAPA. Centro Nacional de Pesquisa de Solos. **Sistema brasileiro de classificação de solos**. 2.ed. Rio de Janeiro, 2006. 306p.
- LOURENTE, E.R.P. et al. Atributos microbiológicos, químicos e físicos de solo sob diferentes sistemas de manejo e condições de cerrado. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, Goiânia, v.41, p.20-28, 2011.
- MALUCHE-BARETTA, C.R.D.; AMARANTE, C.V.T.; KLAUBERG FILHO, O. Análise multivariada de atributos do solo em sistemas convencional e orgânico de produção de maçãs. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.41, p.1531-1539, 2006.
- MALUCHE-BARETTA, C.R.D. et al. Atributos microbiológicos e químicos do solo em sistemas de produção convencional e orgânico de maçãs no Estado de Santa Catarina. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.655-665, 2007.
- MATIAS, M.C.B.S. et al. Biomassa microbiana e estoques de C e N do solo em diferentes sistemas de manejo, no Cerrado do Estado do Piauí. **Acta Scientiarum Agronomy**, Maringá, v.31, p.517-521, 2009.

- PAUL, E.A. et al. Evolution of CO₂ and soil carbon dynamics in biologically managed, row-crop agroecosystems. **Applied Soil Ecology**, Dublin, v.11, p.53-65, 1999.
- PÔRTO, L.M. et al. Indicadores biológicos de qualidade do solo em diferentes sistemas de uso no brejo paraibano. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.33, p.1011-1017, 2009.
- RANGEL, O.J.P.; SILVA, C.A. Estoques de carbono e nitrogênio e frações orgânicas de Latossolo submetido a diferentes sistemas de uso e manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.31, p.1609-1623, 2007.
- SANTA CATARINA. Secretaria de Estado de Coordenação Geral e Planejamento. **Atlas escolar de Santa Catarina**. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 1991. 96p.
- SILVA, M.B. et al. Atributos biológicos do solo sob influência da cobertura vegetal e do sistema de manejo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, p.1755-1761, 2007.
- SOUZA, W.J.O.; MELO, O.W.J. Teores de nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica sobre diferentes sistemas de produção de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.24, p.885-896, 2000.
- SOUZA, W.J.O.; MELO, O.W.J. Matéria orgânica de um Latossolo submetido a diferentes sistemas de produção de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.27, p.1113-1122, 2003.
- TÓTOLA, M.R.; CHAER, G.M. Microorganismos e processos microbiológicos como indicadores da qualidade dos solos. In: ALVAREZ VENEGAS, V.H. et al. (Ed). **Tópicos em ciência do solo**. Viçosa: Sociedade de Ciência do Solo, 2002. p.195-276.
- VANCE, E.D. et al. An extraction method for measuring soil microbial biomass. **Soil Biology and Biochemistry**, v.19, p.703-707, 1987.
- VARGAS, L.K.; SCHOLLES, D. Biomassa microbiana e produção de C-CO₂ e N mineral de um Podzólico Vermelho-escuro submetido a diferentes sistemas de manejo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, Viçosa, v.20, p.35-42, 2000.
- WILDNER, L.P.; DADALTO, G.G. Adubos verdes de inverno para o oeste catarinense. **Revista Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.4, p-3-6, 1991.