

Matéria orgânica e a sua influência na nutrição de plantas

Bruna Muller Chiodini¹, Adriana Guimarães da Silva¹, Aline Barbosa Negreiros¹ e Leonarda Bezerra Magalhães¹

¹Universidade Federal do Piauí - UFPI, Mestrado em Solos e Nutrição de Plantas. BR 135, km 3, CEP: 64.900-000. Bom Jesus, PI.

brunachiodini@hotmail.com, adrianaguais@hotmail.com, alineb_negreiros@yahoo.com.br, leomagalhaes@hotmail.com

Resumo: Os níveis adequados de matéria orgânica são benéficos ao solo de várias formas e a maioria dos benefícios, ocorrem em função dos produtos liberados á medida que os resíduos orgânicos são decompostos no solo. A matéria orgânica contém elementos essenciais para as plantas como boro, enxofre, fósforo e nitrogênio. É assunto de estudo em várias áreas da agricultura em razão das múltiplas funções que desempenha no solo, que podem estar relacionados não somente a disponibilidade de nutrientes para as plantas, mas também a fatores que interferem direta ou indiretamente no processo de absorção destes pelas mesmas. A manutenção da matéria orgânica no solo pode melhorar suas características físicas, químicas e biológicas, algumas delas podem afetar direta ou indiretamente a disponibilidade e a absorção de nutrientes pelas culturas. O uso de adubos orgânicos além de ser um meio de produção sustentável pode contribuir para redução de custos com adubos inorgânicos. Objetivou-se com esta revisão, reunir informações sobre a disponibilidade de nutrientes às plantas, através da matéria orgânica do solo e sobre sua influencia nos fatores que afetam a absorção de nutrientes pelas mesmas.

Palavras chave: adubação orgânica, ciclagem de nutrientes, mineralização.

Organic matter and its influence on plant nutrition

Abstract: The adequate levels of organic substance are beneficial to the ground of some forms and the majority of the benefits, occurs in function of the set free products the measure that the organic residues are decomposed in the ground. The organic substance contains essential elements for the plants as boron, sulfur, match and nitrogen. It is subject of study in some areas of agriculture in reason of the multiple functions that it plays in the ground, that they can be related not only the availability of nutrients for the plants, but also the factors that intervene direct or indirectly in the process of absorption of these for the same ones. The maintenance of the organic substance in the ground can improve its physical, chemical characteristics and biological, some of them can affect directly or indirectly the availability and the absorption of nutrients for the cultures. The organic seasoning use beyond being a sustainable means of production can contribute for reduction of costs with inorganic seasonings. It was objectified with this revision, to congregate information on the availability of nutrients to the plants, through the organic substance of the ground and on its it influences in the factors that affect the absorption of nutrients for the same ones.

Key words: organic manure, nutrient cycling, mineralization.

Introdução

A matéria orgânica (MO) é constituída por resíduos de origem animal e/ou vegetal, no solo, encontra-se dividida em compartimentos vivo e morto. Os componentes vivos

compreendem as raízes de plantas e os organismos do solo, constituindo aproximadamente 4% do carbono orgânico total (COT). Os componentes mortos (95% COT) compreendem o húmus e a matéria macrorrgânica, também chamada de fração lábil, constituída de resíduos de plantas em diferentes estágios de decomposição (Leite e Galvão, 2008).

A fração lábil compreende aproximadamente 33% do COT, e apresenta uma alta taxa de decomposição e um curto período de permanência no solo (Wolf e Snyder, 2003). A principal função desta fração é o fornecimento de nutrientes às plantas através de sua decomposição e mineralização. Estes processos são promovidos pelos organismos do solo, que por sua vez, utilizam a MO como fonte de alimento e energia para realizá-los (Resende *et al.*, 2007). Já a fração humificada constitui a quase a totalidade da matéria orgânica do solo (MOS) e, devido a sua grande reatividade, é a fração envolvida na maioria das reações químicas que ocorrem no mesmo (Moreira & Siqueira, 2002). Os processos e as reações ligados a MOS na químicas do solo são fundamentais para compreender a fertilidade e disponibilidade de nutrientes para as plantas (Silva *et al.*, 2010).

Em sistemas agrícolas onde não há entrada de nutrientes de fontes externas, a MOS é a principal fonte de nutrientes, como é o caso da agricultura de subsistência da região semiárida do nordeste do Brasil (Tiessen *et al.*, 2001). Primaviesi, (1990) resalta que somente a adubação mineral não é capaz de manter potencial máximo de nutrição às plantas e consequente produtividade, sem que haja retorno sistemático dirigido de MO ao solo.

O uso de material orgânico em solos com baixo pH e pouca fertilidade natural, permite dentre outros fatores, o aumento da capacidade de troca catiônica (CTC); correção da acidez, tendendo a estabilizar o pH próximo à neutralidade (Santos *et al.*, 2002) e promove complexação de elementos tóxicos e micronutrientes (Leite e Galvão, 2008). Neste sentido o teor de MOS é considerado um bom indicador de qualidade do solo, pois permite interação entre fatores diversos (Fraga e Salcedo, 2004) sendo todos estes fatores favoráveis para que a nutrição de plantas seja eficiente (Fagea, 1989).

Objetivou-se com esta revisão, reunir informações sobre a disponibilidade de nutrientes para as plantas através da matéria orgânica do solo, e sobre sua influencia nos fatores que afetam a absorção de nutrientes pelas mesmas.

Matéria orgânica do solo como fonte de nutrientes

A MO, ou mesmo a associação desta com a adubação mineral, constituem-se em alternativas economicamente viáveis para produção agrícola, além de promover a melhoria da

qualidade do solo (Fraga & Salcedo, 2004), tem a capacidade de reter nutrientes, como o potássio (K), cálcio (Ca) e magnésio (Mg), podendo atuar como reservatório de nitrogênio (N), fósforo (P) enxofre (S) e boro (B), sendo capaz de suprir parte das necessidades da cultura durante seu ciclo (Bot e Benites, 2005).

Os teores de MOS provenientes de resíduos vegetais são maiores até 10 cm de profundidade (Ciotta *et al.*, 2003; Arantes *et al.*, 2012;). Sendo ainda mais significativos na camada superficial até 5 cm (Falleiro *et al.*, 2003). O incremento de MOS é um processo lento, sendo favorecido quando há ausência de revolvimento do solo e permanência de resíduos culturais na sua superfície.

Dentre os nutrientes disponibilizados pela MO, o nitrogênio é o mais requerido pela a maioria das culturas. Segundo Cantarella *et al.*, (2008), mais de 90% do N do solo encontra-se no compartimento orgânico, o que torna inevitável a associação de sua disponibilidade com o teor de MOS. Nas plantas em desenvolvimento, o teor deste nutriente varia entre 1 e 4 % em peso de matéria seca (Whiethölter, 2000). De modo geral, parte substancial do N disponível provem da mineralização da própria MOS. De acordo com Moreira e Siqueira (2002), cerca de 2 a 5% do reservatório de N orgânico total é mineralizado por ano.

As formas de N preferencialmente absorvidas pelas plantas são NH_4^+ e NO_3^- (Prado, 2008). A disponibilidade de NH_4^+ nos solos, geralmente é menos variável espacial e sazonalmente em comparação com NO_3^- , o que faz com que a primeira forma seja preferencialmente absorvida pelas plantas (Epstein e Bloom, 2006). Quando realizada a adição do N na forma mineral ao solo ele tende a passar rapidamente para a forma orgânica, não assimilável pelas plantas. Este processo ocorre devido à atividade dos microrganismos do solo, que imobilizam o N, e somente após sua morte estará disponível na forma mineral como amônio ou nitrato às plantas.

Juntamente com o fósforo, o nitrogênio, é considerado um dos nutrientes que mais limita a produção das culturas no Brasil. O aumento dos mesmos no solo é importante, seja pela adubação mineral, fornecendo- os prontamente disponíveis às plantas, seja pela adubação orgânica, que só os tornará disponíveis através do processo de decomposição e mineralização.

Utilizando a fração sólida de chorume bovino (em compostagem), Brito *et al.*, (2008) obtiveram um elevado teor de MO acompanhado pelo elevado teor de nitrogênio. Ford & Fleming, (2002) afirmam que este é um fertilizante orgânico rico diversos nutrientes, podendo ser aplicado como corretivo e adubo orgânico. Aplicando coprólito de minhoca como fonte de nutriente Lima *et al.*, 2001, obtiveram aumento do peso da matéria seca da parte aérea e no número de folhas por plantas.

Sousa e Melo, (2000), avaliando o conteúdo de MO em dois sistemas de manejo, plantio convencional e plantio direto na palha, observaram que o segundo promoveu elevação dos teores de MOS e o aumento de mais de 80% de nitrogênio potencialmente mineralizável. Pavinato & Rosolem, (2008) destacaram que houve um acúmulo de nutrientes, especialmente de Ca, Mg, K e P nas camadas superficiais do solo no sistema de plantio direto, visto que, além de não haver revolvimento, verificaram o acúmulo de nutrientes no tecido das plantas cultivadas, com posterior decomposição e liberação desses nutrientes nas camadas superficiais.

A presença da de MO no solo melhora a eficiência da adubação fosfatada pela liberação de ácidos orgânicos, os quais “competem” com o P pelos sítios de fixação, deixando-o mais disponível às plantas (Bot e Benites, 2005).

O P é um componente estrutural de macromoléculas como ácidos nucléicos e fosfolipídeos, e também, da adenosina trifosfato -ATP (Prado, 2008). Encontra-se em baixa quantidade nos solos brasileiros, de maneira que a adição de MO pode contribuir para o aumento da disponibilidade desse elemento, pois além de ser fonte do mesmo, reduz sua adsorção às argilas, (Pavinato e Rosolem, 2008) facilitando a liberação para a solução do solo.

Utilizando diversas espécies de gramíneas como cobertura do solo, após dois anos Correia e Durigan, (2008) obtiveram maiores concentrações de MO e fósforo. Santos e Tamm, (2003) realizaram experimento utilizando plantio direto na palha, cultivo mínimo e plantio convencional, Ambos os sistemas conservacionistas promoveram aumento da MOS e a elevação dos valores de Fósforo e Potássio na camada de 0-5 cm. Resultados semelhantes foram encontrados por Falleiro *et al.*, (2003), que observaram também o aumento no teor de enxofre.

Avaliando diferentes formas de manejo do solo com resíduos orgânicos, Santos *et al.* (2003) destacaram que a adição de P via adubação com lodo de esgoto foi 59,9% superior ao resultado obtido com a aplicação de esterco de curral. Esta diferenciação no teor de P no solo entre os manejos, está relacionada com o maior teor de matéria orgânica encontrado nos solos manejados com lodo (122,9%) e esterco de curral (77,1%) o que favoreceu a maior disponibilização do P às plantas. De acordo com Melo *et al.* (2011), o lodo de esgoto é uma fonte potencial de fornecimento de P, sendo grande parte deste elemento proveniente de compostos polifosfatados, além da biomassa microbiana.

Em solos orgânicos a concentração de S é de até 1%, grande parte deste elemento está na forma orgânica (60-90% do total), ou seja, S-aminoácidos, Sfenóis, S-carboidratos, S-

lipídeos, S-húmus) (Prado, 2008), O reservatório de S no solo é a MO. Solos arenosos e com baixo teor de matéria orgânica (<20 g kg⁻¹) podem apresentar pouca capacidade de suprir as plantas com esse elemento (pois cada 10 g kg⁻¹ liberaria apenas cerca de 6 kg ha⁻¹ ano de S). Mesmo em solos com teores consideráveis de matéria orgânica, para que o S seja liberado (mineralização) é preciso que a relação C/S desse material esteja adequada (C/S <200), uma vez que esta relação, entre outros fatores interfere na mineralização do enxofre (Wolf e Snyder, 2003).

A MOS constitui-se a principal fonte de boro disponível às plantas (Abreu, *et al.*, 2007; Dechen e Nachtigall, 2007). Assim, solos altamente intemperizados, especialmente os arenosos, em condições de alta pluviosidade, tendem a apresentar baixos teores de matéria orgânica e conseqüentemente baixo aporte de B (Dechen e Nachtigall, 2007). Prado (2008) destaca que em regiões com alta pluviosidade, em solos arenosos, pode ocorrer altas taxas de lixiviação do B da solução do solo, provocando problemas de deficiência nas culturas.

Apesar da MOS ser uma fonte natural de alguns nutrientes, a disponibilidade destes não ocorre de imediato, sendo necessária a ação da biomassa microbiana do solo, que é a principal responsável pela decomposição e mineralização da MO. A taxa de mineralização dos nutrientes orgânicos é variável em função de diversos fatores, dentre eles: características edafoclimáticas, práticas de manejo e qualidade do resíduo cultural (Cantarella *et al.*, 2008), tais fatores interferem direta ou indiretamente na atividade microbológica do solo e conseqüentemente na liberação de nutrientes para as plantas.

Em ensaio em vasos com um Neossolo Regolítico Sampaio *et al.* (2007) verificaram que a aplicação de esterco bovino causou imobilização de nutrientes do solo no primeiro mês após sua incorporação. Depois desse período, ocorreu uma liberação progressiva, atingindo as maiores quantidades entre três e seis meses após a incorporação. A mineralização ocorre simultaneamente ao processo de imobilização, que também é intermediado pela biomassa microbiana do solo. Dependendo da magnitude de cada fluxo, pode-se ter um resultado líquido positivo (mineralização), ou negativo (imobilização) dentro de um dado período (Siqueira Neto *et al.*, 2010). o que torna o uso exclusivo da MOS geralmente insuficiente para suprir a demanda das culturas.

Influência da matéria orgânica nos fatores que interferem na disponibilidade de nutrientes

Para que o solo possa suprir as necessidades nutricionais das culturas é necessário não somente apresentar teores adequados de nutrientes, mas apresentar condições ideais para que

as plantas possam absorvê-los. (Prado, 2008) resalta que dentre os fatores que afetam a disponibilidade de nutrientes para a solução do solo, têm-se: pH, aeração, umidade, matéria orgânica, temperatura e presença de outros íons. A MO é um fator que influencia todos os demais.

O uso de resíduos orgânicos, em virtude de conterem altos teores de matéria orgânica, contribui para o maior armazenamento de C, aumento da CTC, maior complexação de elementos tóxicos, melhoria da estrutura, maior infiltração e retenção de água no solo (Rocha *et al.*, 2004) constituindo-se, assim, em componentes fundamentais para o aumento da capacidade produtiva do solo.

Considerando-se que uma das funções básicas do solo é fornecer nutrientes às plantas, a CTC torna - se um atributo químico de grande importância para a nutrição das mesmas. A capacidade de troca de cátions dos colóides do solo (orgânicos e inorgânicos) está relacionada com a presença de cargas negativas na superfície desses colóides (Bayer e Mielniczuk., 1999). Os colóides orgânicos têm a habilidade de adsorver cátions existentes na solução do solo, podendo depois cedê-los às raízes ou efetuar trocas, caso ocorra uma concentração de íons diferentes ou uma variação do pH (Ciotta, 2003). A fração húmica da MOS apresenta CTC em torno de 400 a 800 $\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$, o que se deve a maior concentração de radicais carboxílicos nessa fração (Leite e Galvão, 2008).

Um dos fatores limitantes ao desenvolvimento das culturas é a acidez do solo. Os solos brasileiros são, em geral, solos ácidos e com baixa disponibilidade de nutrientes necessários ao maior rendimento das lavouras. Solos com pH elevado, podem apresentar problemas com a disponibilidade de Fe, Cu, Zn e Mn, Fageria e Baligar (2001), confirmaram que em condições de alcalinidade do solo, as formas iônicas dos nutrientes catiônicos formam óxidos e hidróxidos insolúveis, induzindo a deficiência desses elementos nas culturas.

Solos ácidos possuem teores baixos de Ca, e para esta correção é comumente utilizado carbonato de cálcio, este nutriente entra em contato com as raízes das plantas predominantemente por interceptação radicular, daí a necessidade de estar, bem incorporado ao solo (Raij *et al.*, 1997; Prado, 2008). Neste sentido é possível afirmar a importância dos resíduos orgânicos já que liberam ácidos que, promovem maior penetração do carbonato de cálcio no solo e de forma mais rápida quando comparado com um solo ausente de material orgânico (Bot e Benites, 2005).

A complexação de metais por substâncias húmicas, a diminuição da toxidez de elementos tóxicos e o aumento da disponibilidade de micronutrientes são muito influenciados pela presença de ácidos orgânicos de baixo peso molecular na solução do solo (Bot e Benites,

2005). A produção permanente de ácidos orgânicos, pela atividade microbiana e rizosfera, resulta na complexação de micronutrientes, evitando que estes tornem-se indisponíveis às plantas (Leite e Galvão, 2008).

Os grupamentos funcionais presentes na matéria orgânica podem se ligar de forma estável aos íons de carga positiva elevada. É o caso do alumínio (Al^{3+}), que, em concentrações elevadas no solo, provoca danos ao desenvolvimento radicular, reduz a atividade microbiana e, portanto, diminui a produtividade. (Bayer e Mielniczuk, 1999) A formação de complexos estáveis do húmus com Al^{3+} e outros metais pesados desintoxica o solo. Por outro lado, solos com quantidade elevada de matéria orgânica podem apresentar problemas de carência de micronutrientes, como o cobre que, ao ser complexado pela matéria orgânica, fica pouco disponível para a absorção. (Prado, 2008)

Algumas propriedades físicas do solo apresentam importância para a produção das culturas. A MOS contribui significativamente com a melhoria dessas propriedades. Promove maior agregação e estruturação do solo, melhorando a aeração e a drenagem interna (Araújo, 2007). Na presença de MO são formados poros com melhor distribuição de tamanho, facilitando a circulação do e a infiltração de água. (Pulleman e Marinissen, 2004) A MO possui grande capacidade específica de reter água podendo absorver de 5 a 6 vezes sua massa em quantidade de água. O conteúdo de água no solo é fundamental para que os nutrientes tornem-se disponíveis na solução do solo.

Contribuição das substâncias húmicas na absorção de nutrientes

Além de estarem envolvidas na maioria das reações que ocorrem no solo, as substâncias húmicas, presentes nos compostos orgânicos têm a capacidade de estimular diretamente o crescimento das plantas, especialmente das raízes (Nard *et al.*, 2002). Para que um nutriente seja absorvido pela célula, é preciso que os transportadores sejam energizados. Os transportadores são proteínas que “pegam” o nutriente do lado de fora da célula (do solo) e levam para dentro da célula. Para fazer esse transporte, é preciso gastar energia (Prado, 2008). Existe uma série de enzimas, chamadas de bombas de prótons, que realizam a quebra do ATP e geram a energia necessária para energizar esses transportadores. Compostos químicos presentes no húmus têm a capacidade de induzir a síntese das bombas de prótons na célula, aumentando a sua energia. Com isso, as plantas ficam mais vigorosas e resistem mais aos

mais diferentes tipos de estresse, além de, obviamente, absorverem e acumularem mais nutrientes. (Clapp *et al.*, 2001).

Conclusão

Um nível adequado de matéria orgânica no solo proporciona maior disponibilidade de nutrientes para as plantas, além de minimizar os efeitos dos fatores químicos, físicos e biológicos que afetam essa disponibilidade.

Referências

- ABREU, C. A.; LOPES, A. S.; SANTOS G. 2007. Micronutrientes. In: NOVAIS R.F; ALVAREZ V.V.H; BARROS NF; FONTES, R. L. F.; CANTARUTTI, R. B.; NEVES, J. C. L. (eds). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS/ UFV. p. 645-736.
- ARANTES, E. M.; CREMON, C.; LUIZ, M. A. C. Alterações dos atributos químicos do solo cultivado no sistema orgânico com plantio direto sob diferentes coberturas vegetais. **Revista Agrarian**, v.15, p.47-54, 2012.
- ARAUJO, P. S.; GOEDERT, J. W.; LACERDA, M. P. C. Qualidade de um solo sob diferentes usos e sob cerrado nativo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.31, p.1099-1108, 2007.
- BAYER, C.; MIELNICZUK, J. Dinâmica e função da matéria orgânica. In: SANTOS, G. de A.; CAMARGO, F.A. de O. (Ed.) **Fundamentos da matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais e subtropicais**. Porto Alegre: Gênese, 1999. p.9-26.
- BOT, A.; BENITES, J. **The importance of soil organic matter, Key to drought-resistant soil and sustained food production**. FAO Soils Bulletin, 2005. 80p.
- BRITO, L. M., AMARO, A. L., MOURÃO, I., COUTINHO, J. Transformação da matéria orgânica e do nitrogênio durante a compostagem da fração sólida do chorume bovino. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.1959-1968, 2008.
- CANTARELLA, H., ANDRADE, C. A., JUNIOR, D. M. 2. Matéria orgânica do solo e disponibilidade de nitrogênio para as plantas. In: SANTOS, G.A. de., SILVA, L.S.da., CANTANELLAS, L.P., CAMARGO, F.A.O. (Eds) **Fundamentos da Matéria orgânica do solo: ecossistemas tropicais & subtropicais**. Rev. e atual. Porto Alegre: Metrópole. 2008. 582p.
- CIOTTA, M. N., BAYER, C., FONTOURA, S. M. V.; HERNANI, P. R., ALBUQUERQUE, J. A. Matéria orgânica e aumento da capacidade de troca de cátions em solo com argila de atividade baixa sob plantio direto. **Ciência Rural**, v.33, p.1161-1164, 2003.
- CLAPP, C.E., CHEN, Y., HAYES, M.H.B., CHENG, H.H. Plant growth promoting activity of humic substances. In: SWIFT, R.S., SPARKS, K.M. (Eds.), **Understanding and Managing Organic Matter in Soils, Sediments, and Waters**. International Humic Science Society, Madison, 2001. 243–255p.

CORREIA, N. M., DURIGAN, J. C. Culturas de cobertura e sua influência na fertilidade do solo sob sistema de plantio direto. **Bioscience Journal**, v.24, p.20-31, 2008.

DECHEN, A. R., NACHTIGALL, G. R. Elementos requeridos à nutrição de plantas. In: NOVAIS, R. F., ALVAREZ, V. V. H., BARROS, N. F., FONTES, R. L. F., CANTARUTTI, R. B., NEVES, J. C. L (eds). **Fertilidade do Solo**. Viçosa: SBCS/UFV. 2007. 132p.

EPSTEIN, E., BLOMM, A. **Nutrição Mineral de Plantas: Princípios e Perspectivas**. Editora Planta: Londrina. 2006. 208p.

FAGEA, N. K. **Solos tropicais e aspectos fisiológicos das culturas**. EMBRAPA-CNPAC: Brasília. 1989. 425p.

FAGEA, N. K.; BALIGAR, V. C. Improving nutrient use efficiency of annual crops in: Brazilian acid soils for sustainable crop production. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, v.32, p.1303-1319, 2001.

FALLEIRO, R. M.; SOUZA, C. M.; SILVA, C. S.; SEDIYAMA, C. S.; SILVA, A. A.; FAGUNDES, J. L. Influência dos sistemas de preparo nas propriedades químicas e físicas do solo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** v.27, p.1097-1104, 2003.

FORD M.; FLEMING, R. Mechanical solid-liquid separation of livestock manure. Literature review. In: **REPORT to Ontario Pork, case study 7 – Screw Press**. Ridgetown College, University of Guelph 2002. 49p.

FRAGA, C. S. ; SALCEDO, I. H. Declines of organic nutrient pools in tropical semi-arid soils under subsistence farming. **Soil Science Society of America Journal**, v.68, p.215-224, 2004.

LEITE, L. F. C; GALVÃO, S. R. S. Matéria orgânica do solo: funções interações e manejo em solo tropical. IN: ARAÚJO, A.S.F; LEITE, L. F. C; NUNES. L. A. P.L; CARNEIRO. R. F. V. (Ed) **Matéria orgânica e organismos do solo**. Teresina: EDUFIP, 2008. 19p.

LIMA, R.L.; FERNANDES, V. L. B.; OLIVEIRA, V. H.; HERNANDES, F. F. F. Crescimento de mudas de cajueiro-anão-precoce CCP- 76 submetidas a adubação orgânica e mineral. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v.23, p.391- 395, 2001.

MELO, P. S.; BERGAMASCHI, K. B.; TIVERON, A. P.; MASSARIOLI, A. P.; CADIRIN, T. L.; ZANUS, O.M.C.; PEREIRA, G. E.; ALENCAR M. S. Composição fenólica e atividade antioxidante de resíduos agroindustriais. **Ciência Rural**, v.41, p.1088-1093, 2011.

MOREIRA, F. M. S.; SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA, 2002. 626p.

NARD, S. PIZZAGHELLO. D.; MUCULO, A.; VIANELLO, A. Physiological effect of humic substance on higher plantes. **Soil biology e biochemistry**. v.34, p.1527- 1536, 2002.

PAVINATO, P. S.; RROSOLEM, C. A. Disponibilidade de nutrientes no solo-decomposição e liberação de compostos orgânicos de resíduos vegetais. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.32, p.911-920, 2008.

PRADO, M. R. **Nutrição de plantas**. São Paulo: UNESP, 2008. 407p.

PRIMAVIESI, A. M. **Manejo ecológico dos solos**. São Paulo: Nobel, 1990. 514p.

PULLEMAN, M.M.; MARINISSEN, J.C.Y. Physical protection of mineralizable C in aggregates from long-term pasture and arable soil. **Geoderma**, v.120, p.273-282, 2004.

RAIJ, B.; CANTANELLA, H.; QUAGGIO, J. A.; FURLANI, A. M. C. **Boletim Técnico 100: recomendação de adubação e calagem para o estado de São Paulo**. São Paulo: Campinhas, 1997. 285p.

RESENDE, M.; CURI, N., REZENDE, S. B.; CORRÊA, G. F. **Pedologia: Base para distinção de ambientes**. Lavras: UFLA, 2007. 322p.

ROCHA, G.N.; GONÇALVES, J.L.M. & MOURA, I.M. Mudanças da fertilidade do solo e crescimento de um povoamento de *Eucalyptus grandis* fertilizado com biossólido. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.28, p.623-639, 2004.

SAMPAIO, E. V. S. B.; OLIVEIRA, N. M. B.; NASCIMENTO, P. R. F. Eficiência da adubação orgânica com esterco bovino e com Egeria densa. **Revista Brasileira de Ciência do Solo** v.31, p. 995-1002, 2007.

SANTOS, H.P.; TOMM, G.O. Disponibilidade de nutrientes e teor de matéria orgânica em função de sistemas de cultivo e de manejo de solo. **Ciência Rural** v.33, p.477- 486, 2003.

SILVA, L. S.; CAMARGO, F. A. O.; CERETTA, C. A. Composição da fase sólida orgânica do solo. In : MEURER, E. J. (Ed) **Fundamentos de química do solo**. Porto Alegre: Evangraf, 2012. 69 p.

SIQUEIRA NETO, M.; PICCOLO, M. C.; VENZKE FILHO, S. P.; FEIGL, B. J.; CERRI, C.C. Mineralização e desnitrificação do nitrogênio sob sistema plantio direto. **Bragantia**, v.69, p.923-936, 2010.

SOUSA, W. J. O.; MELO, W. J. Teores de Nitrogênio no solo e nas frações da matéria orgânica sob diferentes sistemas de produção de milho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.24, p.885-896, 2000.

TIESSEN, H.; SAMPAIO, E. V. S. B.; SALCEDO, I. H. Organic matter turnover and management in low input agriculture of NE Brazil. **Nutrient Cycling in Agroecosystems**, v.61, p.99-103, 2001.

WHIETHOLER, S. Nitrogênio no solo sob plantio direto. **Revista Plantio Direto** v.58, p.38-42. 2000.

WOLF, B.; SNYDER, G. H. **Sustainable soils. The place of organic matter in sustaining soils and their productivity**. New York: Food Products Press, 2003. 352p.