



Estudo da matéria orgânica de solos sob sistema de integração lavoura-pecuária por meio da espectroscopia de absorção de luz na região do UV-visível e análise elementar

Anne Raquel Sotiles¹ Aline Savi² Renan Augusto Weschenfelder Tavares³
Larissa Macedo dos Santos⁴

07 abr. 2015

Resumo – Com o objetivo de caracterizar quanti e qualitativamente a matéria orgânica de solos sob sistema de Integração Lavoura-Pecuária e diferentes doses de nitrogênio foram empregadas as técnicas análise elementar e espectrofotometria de absorção de luz na região do ultravioleta-visível. A determinação da razão E4/E6 foi calculada após análise da fração ácido húmico. A quantificação do teor de carbono foi realizada nas amostras de solo coletadas nas camadas de 0-5; 5-10 e 10-20 cm. Os resultados da caracterização qualitativa mostram que a matéria orgânica mais humificada encontra-se na camada 0-5,0 cm para ambos os tratamentos. Os resultados obtidos permitiram inferir que a adição de nitrogênio, independente da dose, não promove alterações nas características quantitativas da matéria orgânica, mantendo teores similares entre os tratamentos.

Palavras-chave: substâncias húmicas. ácido húmico. razão E4/E6; carbono. humificação.

1. INTRODUÇÃO

O sistema de manejo, integração lavoura-pecuária (ILP), é caracterizado segundo Balbinot-Junior et al. (2009) como um sistema de produção que alterna, na mesma área, o cultivo de pastagens anuais ou perenes, destinadas à alimentação da pecuária bovina, e culturas destinadas à produção vegetal, sobretudo grãos. Assim, constitui-se na ILP a diversificação, rotação, consorciação e/ou sucessão das atividades de agricultura e de pecuária dentro da propriedade rural,

de forma harmônica, constituindo um mesmo sistema, de tal maneira que há benefícios para ambas (ALVARENGA; NOCE, 2005).

A ILP surgiu após a percepção de que os solos nas áreas agrícolas mostraram graves problemas de compactação e erosão devido à falta da rotação do cultivo, de adubação e excesso de plantio direto. Enquanto isso, a pecuária teve seu nível de produtividade reduzido pela perda de vigor, de produtividade, de capacidade de recuperação natural

1 anne_sotiles@hotmail.com, UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.

2 UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.

3 UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.

4 UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.



das pastagens para sustentar os níveis de produção e qualidade exigida pelos animais, assim como superar o ataque de pragas e doenças (GONÇALVES; FRANCHINI, 2007).

Dentre as vantagens frequentemente apresentadas na literatura (BALBINOT-JUNIOR et al., 2009) para este sistema, destaca-se o aumento do teor de matéria orgânica do solo. A matéria orgânica do solo é constituída por todos os compostos presentes no solo que contém carbono orgânico, incluindo os micro-organismos vivos e mortos, resíduos de plantas e animais em estágios variados de decomposição e os produtos desta decomposição, substâncias orgânicas microbiologicamente e/ou quimicamente alteradas (DA SILVA et al., 2000; PRIMO et al., 2011).

Segundo Stevenson (1994) a matéria orgânica pode ser dividida em substâncias húmicas e não húmicas, sendo as substâncias húmicas constituintes de aproximadamente 70 a 80% da matéria orgânica do solo e composta pelas frações: ácido fúlvico, ácido húmico e humina.

Análises químicas e espectroscópicas têm sido utilizadas na caracterização das substâncias húmicas, a fim de inferir sobre as variações nos atributos químicos do solo em função das práticas de manejo adotadas.

Desta forma, este trabalho teve como objetivo caracterizar qualitativamente e quantitativamente a matéria orgânica de solos sob sistema ILP com a adição de diferentes doses de nitrogênio (N).

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1. Área experimental

As amostras de solo foram coletadas em uma área sob ILP localizada na Estação Experimental Fazenda-Modelo no Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) em Ponta Grossa, PR. As coordenadas geográficas da área são: latitude 25°07'22'', longitude 50°03'01W e 953 m de altitude. O clima da região, de acordo com a classificação de Köppen, é do tipo Cfb subtropical úmido mesotérmico, com temperatura

média anual de 18 °C, variando entre máximas de 22 °C. O relevo geral é suave ondulado, com declividades entre 3 e 13%, em termos hidrográficos, pertence à bacia do rio Tibagi.

2.2. Classificação dos solos

Os solos são classificados como Cambissolo Háplico Distrófico típico e Latossolo Vermelho Distrófico típico, segundo o Manual de Classificação de solos da Embrapa (2006).

2.3. Delineamento Experimental

O experimento de campo é constituído por 12 piquetes de 10000 m², onde foram alternados os tratamentos, adição de 90 kg ha⁻¹ de N (N-) e adição de 180 kg ha⁻¹ de N (N+) (Figura 1).

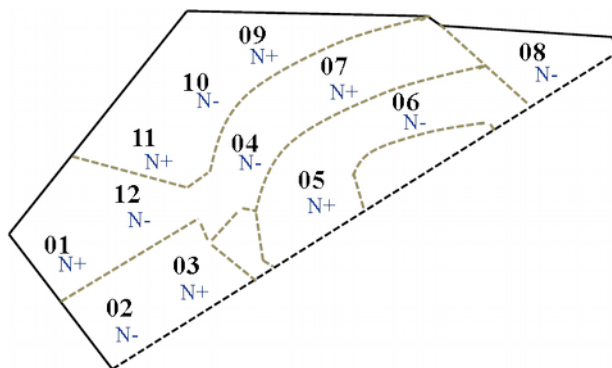


Figura 01 – Croqui experimental.

2.4. Coleta das Amostras

As coletas foram efetuadas em dois blocos com diferentes doses de N por hectare (ha) e nas camadas de 0 – 5; 5 – 10 e 10 – 20 cm. As amostras são o resultado de uma amostra composta originada de 40 pontos coletados em zig-zag, sendo 20 na linha e 20 na entre linha da aveia, para cada piquete.

2.5. Preparo das Amostras

As amostras de solo foram secas a temperatura ambiente, moídas em moinho de facas e peneiradas em peneira com malha de 2 mm.

Após, as amostras foram submetidas ao fracionamento químico, segundo a metodologia sugerida pela Sociedade Internacional de Substâncias



Húmicas (SWIFT, 1996), para a obtenção da fração de ácido húmico. Primeiramente, foram pesados 20 g de solo e adicionados 200 mL de solução de HCl 0,1 mol L⁻¹, a mistura foi submetida a agitação durante 1 hora e, em seguida, deixada em repouso por 4 horas para separar, por decantação, o sobrenadante do resíduo. O sobrenadante (primeira parcela de ácido fúlvico) foi retirado e armazenado. Ao precipitado foram adicionados 200 mL de solução de NaOH 0,1 mol L⁻¹, a mistura ficou novamente sob agitação durante 4 horas e, posteriormente, em repouso por 16 horas. O resíduo (humina) foi separado do sobrenadante (ácido fúlvico + ácido húmico) e descartado. O sobrenadante coletado foi centrifugado durante 10 minutos a 6000 rotações por minuto (rpm) para eliminação da argila e, posteriormente, acidificado com 8 mL de solução de HCl 6 mol L⁻¹ e deixado em repouso para decantação. Após 12 horas de repouso, o sobrenadante (segunda parcela de ácido fúlvico) foi retirado e armazenado. O precipitado consiste na fração de ácido húmico e foi transferido para frascos adequados, para ser congelado e posteriormente liofilizado. O ácido húmico, previamente extraído e liofilizado, foi triturado com o auxílio de almofariz e pistilo.

Apenas a fração ácido húmico e o solo foram caracterizados neste trabalho, sendo as demais frações descartadas. A identificação das amostras ocorreu segundo Tabela 1.

Tabela 01 – Identificação das amostras de solo e ácido húmico segundo o tratamento e a camada em que foram coletadas.

Dose de N (kg ha ⁻¹)	Camadas (cm)	Amostras de Solo	Amostras de ácido húmico
90	0-5,0	SD1P1	AHD1P1
90	5,0-10,0	SD1P2	AHD1P2
90	10,0-20,0	SD1P3	AHD1P3
180	0-5,0	SD2P1	AHD2P1
180	5,0-10,0	SD2P2	AHD2P2
180	10,0-20,0	SD2P3	AHD2P3

Os resíduos oriundos do processo de fracionamento químico foram tratados para posterior descarte.

2.6. Caracterização Espectroscópica por meio da Absorção de Luz na Região do Ultravioleta-

Visível (UV-vis)

As medidas de absorção foram baseadas no método de Chen et al. (1977), por meio de soluções de 2 mg de ácido húmico em 10 mL de solução de NaHCO₃ 0,05 mol L⁻¹. A determinação da absorbância em 465 (E4) e 665 nm (E6), foi realizada a fim de se determinar a razão E4/E6. O equipamento utilizado foi um Perkin Elmer Lambda 40.

2.7. Análise Elementar

A determinação do teor de carbono foi realizada em duplicatas a partir de 0,5 mg de amostra de solo, por combustão a 1050 °C. O equipamento utilizado foi o Euro Vector modelo EA3000.

As análises espectroscópicas foram realizadas no Laboratório da Central de Análises, Departamento de Química da Universidade Tecnologia Federal do Paraná.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

A razão E4/E6 frequentemente utilizada por cientistas (SAAB; MARTIN-NETO, 2007; SANCHES et al., 2007; CUNHA et al., 2009; MERLIN et al., 2014) na determinação do grau de humificação da matéria orgânica do solo está diretamente relacionada com o peso molecular, com a condensação dos carbonos aromáticos e com a aromaticidade (STEVENSON, 1994).

Os valores obtidos para a razão E4/E6 são mostrados na Tabela 2.

Os resultados mostram uma variação de 3,2 a 6,3 para a razão E4/E6 (Tabela 2), sendo o menor e o maior valor observado para a amostra submetida à adição de 90 kg ha⁻¹ de N e coletada na camada de 0-5,0 e 10,0-20,0 cm, respectivamente.

Analisando-se os valores desta razão pode-se detectar que duas amostras, AHD1P2 e AHD1P3, apresentam valores acima de 5,0, não corroborando com Kononova (1982) e Chen et al. (1977), que afirmam que em geral essa razão apresenta valores abaixo de 5,0. Canellas et al. (2001) também observaram valores inferiores a 5,0 para a razão E4/E6 ao analisar



amostras de ácido húmico extraída de solos, Latossolo Vermelho Amarelo e Argissolo Vermelho Amarelo, coletados na camada de 0-20 cm.

Tabela 02 – Resultados da razão E4/E6 para as amostras de ácido húmico extraídas dos solos sob a adição de 90 e 180 kg ha⁻¹ de N e coletadas nas camadas de 0-5,0; 5,0-10,0 e 10,0-20,0 cm.

Amostras	E ₄ /E ₆
AHD1P1	3,2 ± 0,2
AHD1P2	5,80 ± 0,04
AHD1P3	6,3 ± 0,4
AHD2P1	4,1 ± 0,2
AHD2P2	3,3 ± 0,1
AHD2P3	4,9 ± 0,4

Contudo, o presente trabalho corrobora com Dobbss et al. (2009), que obtiveram valores acima de 5,0 para a razão E4/E6, sendo o menor igual a 4,0 e o maior igual 8,9. Os resultados obtidos por Dobbss et al. (2009) e neste trabalho, sugerem um baixo grau de condensação dos ácidos húmicos, uma vez que a magnitude da relação está inversamente relacionada com o tamanho molecular e o conteúdo de carbono aromático (GHOSH; SCHNITZER, 1979).

Deste modo, com exceção das amostras AHD1P2 e AHD1P3, a matéria orgânica dos solos analisados apresenta em geral constituintes aromáticos mais humificados, caracterizados por valores da razão E4/E6 abaixo de 5,0 (KONONOVA, 1982; CHEN et al., 1977).

A análise dos resultados obtidos por meio da espectroscopia de absorção de luz na região do UV-vis mostra aumento gradual da razão E4/E6 ao longo do perfil para o tratamento, adição de 90 kg ha⁻¹ de N. Este comportamento está diretamente relacionado com a diminuição do peso molecular e com a quantidade de grupos alifáticos, e inversamente relacionada com a condensação dos carbonos aromáticos e a aromaticidade (CHEN et al., 1977; GONDAR et al., 2005; SAAB; MARTIN-NETO, 2007). Deste modo, pode-se inferir que para o tratamento adição de 90 kg ha⁻¹ de N ocorre diminuição no grau de humificação em função da profundidade, indicando maior concentração de estruturas aromáticas na camada 0-5,0 cm.

Comportamento similar foi observado por Schiavo et al. (2007) ao determinar a razão E4/E6 de ácidos fúlvicos, contudo comportamento contrário foi observado para a fração ácido húmico. A diminuição na razão E4/E6 dos ácidos húmicos em profundidade sugere grande estabilidade desta fração.

Para o tratamento adição de 180 kg ha⁻¹ de N não foi observada variação gradual da razão em função do perfil (Tabela 2). Esse resultado pode ser justificado em função das limitações da técnica frequentemente discutidas na literatura (SAAB; MARTIN-NETO, 2007) e, sugere que esses resultados sejam comparados com os provenientes por outras técnicas.

As limitações da espectroscopia de absorção de luz na região do UV-vis foram abordadas por Saab e Martin-Neto (2007), onde reforçam que apesar destas relações serem amplamente empregadas na caracterização de substâncias húmicas, por meio da determinação do grau de humificação, apresentam controvérsias. Essas divergências devem-se as ideias contrárias de Chen et al. (2007) e Baes e Bloom (1990) quanto a relação da razão E4/E6 e o tamanho molecular.

Além das características qualitativas da matéria orgânica do solo a quantificação também é um importante parâmetro para inferir sobre o solo. Deste modo na Figura 2 é apresentado o carbono total das amostras de solo coletadas nas camadas, 0-5,0; 5,0-10,0 e 10,0-20,0 e tratamentos 90 e 180 kg ha⁻¹.

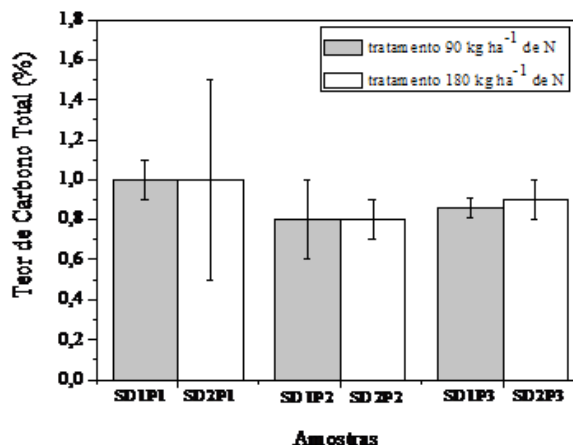


Figura 02 – Teores de carbono total (%) para as amostras de solo coletadas nas camadas, 0-5,0; 5,0-10,0 e 10,0-20,0 e tratamentos 90 e 180 kg ha⁻¹.



Os resultados mostram discreta variação nos teores totais de carbono do solo ao longo do perfil, sendo a maior concentração encontrada para a camada superficial (0-5,0 cm) em ambos os tratamentos (Figura 2). Esse resultado pode estar relacionado ao pastejo e ao manejo do solo. Segundo Souza et al. (2009) espera-se que em áreas com maior intensidade de pastejo, ocorra maior saída de carbono e N do sistema, devido às perdas por respiração microbiana e pelo pastejo animal e, como consequência, haja menor estoque desses elementos no solo. De acordo com Silva et al. (2011) a análise do carbono é sensível para detectar diferenças entre os sistemas de manejo do solo.

Contudo, dos teores de carbono entre os tratamentos mostra que não há variação significativa em função da dose de N, esse comportamento pode ser explicado pelo fato de ambos serem submetidos ao mesmo sistema, ILP, mesma intensidade de pastejo e mesma fonte de N. Segundo Souza et al. (2009) o N adicionado via fixação simbiótica é mais eficiente que o N adicionado via fertilizante em promover acúmulo de carbono no solo.

Na Figura 3 é mostrada a correlação entre a Razão E4/E6 e o teor total de carbono (%).

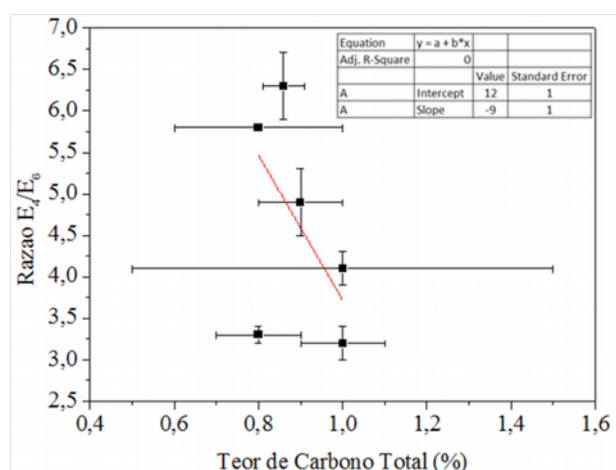


Figura 03 – Razão E4/E6 versus teor total de carbono (%).

Os resultados obtidos mostram que não há correlação entre as características quali e quantitativas da

matéria orgânica do solo. Esse resultado reforça a importância não só das características quantitativas da matéria orgânica, mas também das qualitativas.

De acordo com Dick et al. (2008) a contribuição da matéria orgânica para os atributos do solo não se restringe apenas à sua quantidade, mas também depende da sua qualidade, pois a composição química e o tipo de estrutura da matéria orgânica pode interferir, apresentando maior resistência à decomposição e, assim, residir no solo por muitos anos.

4. CONCLUSÃO

O grau de humificação determinado por meio da razão E4/E6 não apresenta variação significativa em função do perfil ou tratamento. Contudo, para o tratamento adição de 90 kg ha⁻¹ de N, ocorre uma tendência de diminuição no grau de humificação em função da profundidade, indicando maior concentração de estruturas aromáticas na camada 0-5,0 cm.

Os teores totais de carbono do solo apresentam discreta variação ao longo do perfil, sendo a maior concentração encontrada para a camada superficial (0-5,0 cm) em ambos os tratamentos. Contudo, não foi observada diferença significativa entre os teores de carbono dos tratamentos analisados, indicando que a dose de N, não infere sobre essa característica.

As características quantitativas e qualitativas não apresentam correlação, reforçando a importância da determinação de ambos os parâmetros para se inferir sobre o sistema de ILP.

Agradecimento

À Central de Análises e ao Laboratório de Química da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Pato Branco pela infraestrutura. Ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro (processo: 484934/2011-2). Ao Instituto Agrônomo do Paraná (IAPAR) pelas amostras de solo.



Study of soil organic matter under crop-livestock integration system by UV-visible spectroscopy and elemental analysis

Abstract – In order to characterize qualitatively and quantitatively the organic matter of soils under Integration System Crop-Livestock and different doses of nitrogen were employed techniques elemental analysis and light absorption UV-Vis spectroscopy. The determination of the E4/E6 ratio was calculated after humic acid fraction analysis. The quantification of the carbon content was performed on soil samples collected in the depths 0-5; 5-10 and 10-20 cm. The results of qualitative characterization show the presence of more recalcitrant organic matter in the depth 0-5.0 for both treatments. The results show that the addition of nitrogen, independent of dose, did not change in the quantitative characteristics of organic matter.

Keywords: humic substances. humic acids. E4/E6 ratio. carbon. humification.

REFERÊNCIAS

- ALVARENGA, R. C.; NOCE, M. A. **Integração lavoura e pecuária**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 14 p.
- BALBINOT JR, A. A.; DE MORAES, A.; DA VEIGA, M.; PELISSARI, A.; DIECKOW, J.. Integração Lavoura-pecuária: intensificação de uso de áreas agrícolas. **Ciência Rural**, v. 39, p. 1925–1933, 2009.
- BAES, A. V.; BLOOM, P.R. Diffuse reflectance and transmission Fourier transform infrared (DRIFT) spectroscopy of humic and fulvic acids. **Soil Science Society of America Journal**, v. 54, p. 1248–1255, 1990.
- CANELLAS, L. P.; SANTOS, G. A.; RUMJANEK, V. M.; MORAES, A. A.; GURIDI, F.. Distribuição da matéria orgânica e características de ácidos húmicos em solos com adição de resíduos de origem urbana. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 36, p. 1529–1538, 2001.
- CHEN, Y.; SENESI, N.; SCHNITZER, M.. Information provided on humic substances by E4/E6 ratios. **Soil Science of America Journal**, v. 41, p. 352–358, 1977.
- CUNHA, T. J. F.; BASSOI, L. H.; SIMÕES, M. L.; MARTIN-NETO, L.; PETRERE, V. G.; RIBEIRO, P. R. de A.; SANTANA, R. O. Ácidos Húmicos em solo fertirrigado no Vale do São Francisco. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 1583–1592, 2009.
- DA SILVA, A. C.; MENDONÇA, E. S.; MARTINS, M. L.; REIS, C.. A natureza fractal de ácidos húmicos. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 24, p. 759–766, 2000.
- DICK, D. P.; SILVA, L. B.; INDA, A. V.; KNICKER, H.. Estudo comparativo da matéria orgânica de diferentes classes de solos de altitude do sul do Brasil por técnicas convencionais e espectroscópicas. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 32, p. 2289–2296, 2008.
- DOBBSS, L. B.; RUMJANECK, V. M.; BALDOTTO, M. A.; VELLOSO, A. C. X.; CANELLAS, L. P.. Caracterização química e espectroscópica de ácidos húmicos e fúlvicos isolados da camada superficial de Latossolos brasileiros. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 33, p. 51–63, 2009.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. 2. ed. Brasília, DF, 2006. 286 p.
- GHOSH, K.; SCHNITZER, M. UV and visible absorption spectroscopic investigations in relation to macromolecular characteristics of humic substances. **Journal of Soil Science**, v. 30, p. 735–745, 1979.
- GONÇALVES, S. L.; FRANCHINI, J. C.. **Integração lavoura-pecuária**. Londrina: Paraná. 2007. 08p.
- GONDAR, D.; LOPEZ, R.; FIOL, S.; ANTELO, J. M.; ARCE, F. Characterization and acid–base properties of fulvic and humic acids isolated from two horizons of an ombrotrophic peat bog. **Geoderma**, v. 126, p. 367–374, 2005.
- KONONOVA, M.M. **Matéria orgânica del suelo**: Su naturaleza, propiedades y métodos de investigación. Barcelona, Oikos-Tou, 1982. 365 p.
- MERLIN, N.; NOGUEIRA, B. A.; CASSOL, L. C.; DOS SANTOS, L.M. Emprego de técnicas espectroscópicas para a determinação do grau de humificação de solos sob a adição de cama de aviário. **Revista Virtual Química**, v. 6, p. 1432–1445, 2014.
- SAAB, S. da C.; MARTIN-NETO, L. Anéis Aromáticos Condensados e Relação E4/E6: Estudo de ácidos húmicos de gleissolos por RMN de ¹³C no estado sólido utilizando a técnica CP/MAS desacoplamento defasado. **Química Nova**, v. 30, p. 260–263, 2007.



SANCHES, S. M.; CAMPOS, S. X.; VIEIRA, E. M.. Caracterização das frações das substâncias húmicas de diferentes tamanhos moleculares. **Eclética Química**, v. 32, p. 49–56, 2007.

SCHIAVO, J. A.; CANELLAS, L. P.; MARTINS, M. A. Revegetação de cava de extração de argila com acacia mangium. I - atributos químicos do solo, ácidos fúlvicos e húmicos. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 31, p. 1153–1162, 2007.

SILVA, E. F.; LOURENTE, E. P. R.; MARCHETTI, M. E.; MERCANTE, F. M.; FERREIRA, A. K. T.; FUJII, G. C. Frações lábeis e recalcitrantes da matéria orgânica em solos sob integração lavoura-pecuária. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 46, p. 1321–1331, 2011.

SOUZA, E. D.; COSTA, S. E. V. G. de A.; ANGHINONI, I.; CARVALHO, P. C. de F.; ANDRIGUETI, M.; CAO, E. Estoques de

carbono orgânico e de nitrogênio no solo em sistema de integração lavoura-pecuária em plantio direto, submetido a intensidades de pastejo. **Revista Brasileira de Ciências do Solo**, v. 33, p. 1829–1836, 2009.

PRIMO, D. C.; MENEZES, R. S. C.; DA SILVA, T. O. Substâncias húmicas da matéria orgânica do solo: uma revisão de técnicas analíticas e estudos no nordeste brasileiro. **Scientia Plena**, v. 7, p. 01–13, 2011.

SWIFT, R. S. Organic matter characterization. In: Sparks, D. L. (Ed.). *Methods of soil analysis: Chemical methods*. part 3. Madison: **Soil Science Society America**, p. 1011–1070, 1996.

STEVENSON, F. J.. **Humus Chemistry**: genesis, composition, reactions. 2. ed. New York: John Wiley, 1994.

Correspondência:

Anne Raquel Sotiles

anne_sotiles@hotmail.com, UTFPR Câmpus Pato Branco, Pato Branco, Brasil.

Recebido: 30/07/2014

Aprovado: 07/04/2015

Como citar: SOTILES, Anne Raquel; SAVI, Aline; TAVARES, Renan Augusto Weschenfelder; SANTOS, (NBR 6023) Larissa Macedo dos. Estudo da matéria orgânica de solos sob sistema de integração lavoura-pecuária por meio da espectroscopia de absorção de luz na região do UV-visível e análise elementar. **Syn. Scy. UTFPR**, Pato Branco, v. 10, n. 1, p. 30–36, jan./mar. 2015. ISSN 2316-4689 (Eletrônico). Artigos convidados da SIMTEQ 2014, Pato Branco-PR. Disponível em: <<https://periodicos.utfpr.edu.br/synscy>>. Acesso em: DD mmm. AAAA.

DOI: “em processo de registro”

Direito autoral: Este artigo está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.