

## Biomassa microbiana e matéria orgânica em áreas desertificadas revegetadas com pinhão-mansão solteiro e consorciado com gramínea no Sul do Piauí

Milton M. Fernandes<sup>1</sup>, Marcelo D. Silva<sup>2</sup>, Marcos E. da C. Veloso<sup>3</sup>,  
Tiago M. Oliveira<sup>1</sup>, Márcia R. de M. Fernandes<sup>1</sup> & Fabricio M. T. Sampaio<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Universidade Federal do Piauí, Campus Professora Cinobelina Elvas, BR-135/ Km-03, Planalto Horizonte, CEP 64900-000, Bom Jesus-PI, Brasil. Caixa Postal 83. E-mail: miltonmf@gmail.com; tiago2703@hotmail.com; marcia86@bol.com.br; flabricio@gmail.com

<sup>2</sup> Instituto de Assistência Técnica e Extensão Rural do Estado do Piauí, Escritório Regional do EMATER de Bom Jesus, Rua Miramar, 175, Miramar, CEP 64900-000, Bom Jesus-PI, Brasil. E-mail: ematermarcelo@hotmail.com

<sup>3</sup> Embrapa Meio Norte, Av. Duque de Caxias, 5650, Buenos Aires, CEP 64006-220, Teresina-PI, Brasil. Caixa Postal 01. E-mail: marcos.emmanuel@embrapa.br

### RESUMO

Este trabalho objetivou avaliar a biomassa microbiana e a matéria orgânica em áreas revegetadas com pinhão-mansão solteiro e consorciado com capim *Andropogon gayanos* L. e uma área desertificada no Sul do Piauí. O plantio de pinhão-mansão e seu consórcio com capim *Andropogon*, contribuíram para melhoria do carbono e nitrogênio do solo e da biomassa microbiana e a matéria orgânica leve. Na profundidade de 0,10-0,20 m no consórcio de pinhão-mansão com capim *Andropogon* o aporte de fitomassa pelo sistema radicular do capim *Andropogon* promoveu aumento da matéria orgânica leve e do carbono da biomassa microbiana. Desta forma, a revegetação com pinhão-mansão solteiro e o consorciamento com capim *Andropogon gayanos* L. é constituem alternativa na melhoria das propriedades edáficas em áreas desertificadas.

**Palavras-chave:** *Andropogon gayanos* L., desertificação, *Jatropha curcas* L., reabilitação áreas degradadas

### *Microbial biomass and light organic matter in desertified areas revegetated with pure Jatropha intercropped with grass in Southern Piauí, Brazil*

### ABSTRACT

This study evaluated the microbial biomass and organic matter in reforested areas with *Jatropha* single and intercropped with grass *Andropogon gayanos* L. and a desertified area in Southern Piauí. The planting of *Jatropha curcas* and the *Jatropha* consortium with grass *Andropogon* contributes towards improving the carbon and nitrogen and soil microbial biomass and organic matter lightly. In the 0,10-0,20 m depth in the consortium of *Jatropha* with *Andropogon* grass, biomass by the contribution of the root system of the grass *Andropogon* promoted slight increase in organic matter and microbial biomass carbon. Thus revegetation with single and intercropping *Jatropha* with grass *Andropogon gayanos* L. is an alternative in improving soil properties in desertified areas.

**Key words:** *Andropogon gayanos* L., desertification, *Jatropha curcas* L., rehabilitating degraded lands

## Introdução

Atualmente, 1.340.000 km<sup>2</sup> do território brasileiro são áreas suscetíveis à desertificação e abrangem o trópico semiárido, subúmido seco e áreas de entorno, atingindo diretamente 30 milhões de pessoas. No Piauí, 1.241 km<sup>2</sup> da área do estado se encontram em processo de desertificação. O município de Gilbués, localizado no sudoeste do Estado do Piauí, é um dos quatro núcleos em processo de desertificação no Brasil (Gilbués-PI, Cabrobó-PE, Seridó-RN e Irauçuba-CE) (Luz, 2007).

Na revegetação de áreas degradadas é necessário selecionar espécies adequadas às condições limitantes de solo. As gramíneas podem ser descritas como espécies que apresentam crescimento rápido, baixa exigência em fertilidade, alta capacidade de perfilhamento e sistema radicular que proporciona melhor suporte mecânico para o solo. Além disto, o perfilhamento pode contribuir para a sustentabilidade do sistema, por meio do fornecimento de matéria orgânica devido à grande capacidade de produção de biomassa (Pereira, 2006).

O pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.) é uma planta oleaginosa de alto potencial produtivo e bem adaptado ao semiárido que está sendo apontado como importante alternativa para o fornecimento de óleo visando à fabricação de biodiesel (Arruda et al., 2004). É apontada também como planta capaz de se desenvolver e produzir em solos marginais e apresentar bons resultados na reabilitação de áreas degradadas. Apresenta porte arbóreo e, além de resistente à seca, pode desenvolver-se em vários tipos de solo, inclusive naqueles arenosos, pedregosos, salinos, alcalinos e rochosos os quais, do ponto de vista nutricional e físico, são restritivos ao pleno desenvolvimento de raízes. Assim, seu plantio tem sido utilizado com sucesso visando ao controle de erosão, à contenção de encostas e dunas e ao longo de canais, rodovias, ferrovias, tal como cerca viva em divisões internas ou limites de propriedades rurais (Saturnino et al., 2005).

O carbono orgânico do solo e o carbono da biomassa microbiana têm sido utilizados como indicadores de alterações e de qualidade do ecossistema uma vez que estão associados às funções ecológicas do ambiente e são capazes de refletir as mudanças de uso do solo. O nitrogênio é o nutriente mais exigido pelas plantas. Este elemento, porém, se encontra quase totalmente complexado na forma orgânica (98%) dependendo da biomassa microbiana do solo para sua transformação e consequente absorção pelas plantas (Jackson et al., 2003). A biomassa microbiana do solo representa a menor porcentagem de nitrogênio total (1 a 5%) do solo mas é responsável pela reserva lábil e ciclagem de nutrientes, decomposição da matéria orgânica, fluxo de energia e é indicativo das mudanças que ocorrem no solo sendo, portanto, boa indicadora de qualidade do solo em conjunto com o nitrogênio do solo (Alves et al., 2011).

Estudos como os de Maia et al. (2007), Rangel et al. (2008), Loss et al. (2009a,b; 2010) têm demonstrado que determinados compartimentos da matéria orgânica do solo são capazes de detectar mais rapidamente as mudanças nos conteúdos de carbono no solo, associadas ao manejo. As reduções nesses compartimentos são, de modo geral, maiores

que as observadas, quando se considera apenas o conteúdo de carbono orgânico total do solo (Loss et al., 2009b). Numa escala crescente de indicadores obtém-se, em primeira ordem, a biomassa microbiana do solo, bastante variável e instável, considerada compartimento ativo na dinâmica da matéria orgânica do solo, representando, em seguida, um indicador intermediário à matéria orgânica leve (Rossi, 2009).

Neste sentido, o trabalho objetivou avaliar a biomassa microbiana e a matéria orgânica em áreas revegetadas com pinhão-manso solteiro (Pi) e consorciado com capim *Andropogon gayanos* L. (PC) e uma área desertificada (AD) no Sul do Piauí.

## Material e Métodos

### Localização e descrição das áreas

O estudo foi realizado no município de Gilbués - PI, no ano de 2010, localizado nas coordenadas geográficas 9°45'55" latitude Sul e 45°21'00" longitude Oeste, em uma área experimental da Embrapa Meio Norte, com plantios instalados em novembro de 2009, em um Neossolo Litólicos eutróficos sob processo de desertificação.

O clima, segundo a classificação de Köppen, é do tipo Aw, megatérmico, com moderada deficiência hídrica no inverno. A temperatura oscila entre a mínima de 25 °C e máxima de 35 °C e o mês mais frio apresenta média superior a 18 °C. A precipitação média anual varia de 800 a 1200 mm. O período chuvoso se estende de outubro a maio e os meses mais úmidos são de novembro a março (Vieira et al., 2007).

Para o estudo foram selecionadas três áreas: (1) plantio de pinhão-manso solteiro com 1 ha, (2) pinhão-manso consorciado com capim *Andropogon* (*Andropogon gayanus*) com 1 ha e (3) uma área em processo de desertificação localizada ao lado dos plantios (Testemunha). O plantio do pinhão-manso foi realizado em filas simples utilizando-se o espaçamento de 4,0 x 3,0 m.

O preparo das mudas de pinhão-manso iniciou-se no mês de setembro de 2009, em tubetes de 300 mL. As sementes de pinhão-manso foram oriundas de uma vitrine viva, instalada em 2005, na área experimental da Embrapa Meio-Norte, em Teresina, PI, com materiais oriundos das cidades de Janaúba e Araçuaí, Minas Gerais, doados pela EPAMIG. Foi utilizada a infraestrutura do viveiro da Embrapa Meio-Norte localizado na cidade de Teresina, PI, para produção das mudas.

Antes do plantio foram realizados a limpeza da área e o levantamento topográfico altimétrico com o valor da maior declividade do terreno e a textura do solo, estimando-se o espaçamento entre os terraços. Posteriormente, foram realizados as construções dos terraços e sulcamentos obedecendo-se às curvas de níveis dos terraços, cerca de um metro entre sulcos, profundidade média de 0,10 m para os plantios do pinhão-manso e sementeiras das gramíneas.

As adubações do solo na área experimental foram realizadas com base na análise de fertilidade do solo considerando-se a profundidade de 0,00-0,20 m. Utilizou-se a recomendação de adubação para a cultura da mamona para a aplicação de fertilizantes na área com pinhão-manso aplicando-se NPK 4-14-8 (N- P<sub>2</sub>O<sub>5</sub> - K<sub>2</sub>O); as gramíneas receberam adubação

de acordo com Martha Júnior et al. (2007) consistindo de aplicação de superfosfato simples (18% de  $P_2O_5$ , 16% de Cálcio e 8% de Enxofre).

### Carbono orgânico e nitrogênio total do solo

Para avaliação do carbono orgânico do solo e nitrogênio total do solo foi delimitado, em cada uma das áreas de estudo, um talhão de aproximadamente 0,1 ha, no qual foram coletadas amostras de solo deformadas ao acaso, no mês de fevereiro (período chuvoso), sendo três amostras compostas formadas a partir de dez amostras simples, nas profundidades de 0,00-0,10 e 0,10-0,20 m.

Após serem secados ao ar, as amostras deformadas foram destorroadas e passadas por peneira de 2 mm, obtendo-se a terra fina secada ao ar (TFSA), a qual foi utilizada com vista à realização das seguintes análises: carbono orgânico total e nitrogênio total do solo.

O conteúdo de carbono orgânico do solo foi determinado por oxidação da matéria orgânica via úmida, com dicromato de potássio em meio sulfúrico. Para determinação de nitrogênio total as amostras foram submetidas à digestão sulfúrica e o nitrogênio dosado por meio de destilação Kjeldahl (Tedesco et al., 1985).

### Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana

Em referência à determinação do carbono e nitrogênio da biomassa microbiana do solo, utilizaram-se as mesmas amostras para determinação do carbono e nitrogênio do solo; em seguida, essas amostras foram acondicionadas em sacos plásticos mantidos em refrigeração constante (4 °C) cerca de cinco dias; um dia antes da realização das análises, as amostras foram retiradas do refrigerador e deixadas em temperatura ambiente, durante 24 h; às amostras de solo foram destorroadas, passadas em peneira de dois milímetros de malha e homogeneizadas retirando-se-lhes as raízes e os resíduos visíveis de plantas e animais do solo.

O método de irradiação-extração foi utilizado para estimar o carbono e o nitrogênio da biomassa microbiana o qual consiste no uso de energia eletromagnética (micro-ondas), causando efeito na transferência de energia e temperatura levando a um rompimento celular com liberação dos compostos intracelulares (Mendonça & Matos, 2005).

O conteúdo de carbono orgânico e nitrogênio da biomassa microbiana do solo foi determinado conforme metodologia utilizada para amostras de solo e descrita em Tedesco et al. (1985).

### Matéria orgânica leve em água

Os teores de matéria orgânica leve em água foram quantificados conforme Loss et al. (2010). Pesaram-se 50 g de terra fina secada ao ar (TFSA) em becker de 250 mL; em seguida, foram adicionados 100 mL de solução de NaOH 0,1 mol L<sup>-1</sup>, material que permaneceu em repouso por pelo menos 8 horas; decorrido o tempo, a suspensão foi agitada com bastão de vidro e todo o material passado por peneira de 0,25 mm eliminando-se toda a fração argila (Loss et al., 2010); posteriormente, o material retido na peneira (matéria orgânica leve e areia) foi transferido novamente para o becker

completando-se o volume com água. A porção sobrenadante foi passada por peneira de 0,25 mm, tomando-se cuidado para separar a matéria orgânica leve da fração areia; novamente se adicionou água ao becker, seguido de agitação manual para ressuspender a matéria orgânica leve restante e verter este material vagarosamente em peneira de 0,25 mm. Esta operação foi repetida até completa remoção do material flotante; após a separação a matéria orgânica leve foi secada em estufa a 65 °C, até peso constante e, posteriormente, pesado em balança de precisão; enfim, o teor de carbono da matéria orgânica leve foi quantificado por combustão via seca em analisador elementar Perkin Elmer CHNS/O 2400.

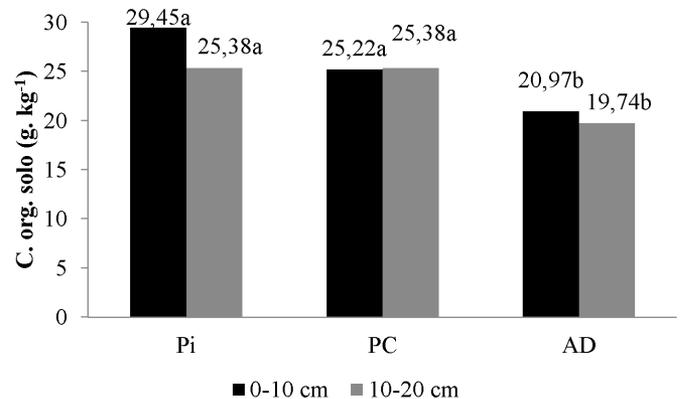
### Análise estatística

As áreas revegetadas com pinhão-mansolteiro (Pi) e consorciado com capim *Andropogon gayanos* L. (PC) e uma área desertificada (AD) foram comparadas, para cada variável e profundidade, individualmente. Análises de variância foram realizadas aplicando-se o teste F. Para as variáveis cujo teste F foi significativo, as médias estudadas foram comparadas, utilizando-se o teste de Tukey a 5% de probabilidade. Os procedimentos estatísticos foram realizados com auxílio do ASSISTAT 7.5 beta desenvolvido pela Universidade Federal de Campina Grande (Silva & Azevedo, 2002).

## Resultados e Discussão

### Carbono orgânico total e nitrogênio total do solo

Não houve diferença estatística entre as áreas de plantio de pinhão-mansolteiro (Pi) nem de pinhão-mansolteiro consorciado com capim *Andropogon* (PC), nas duas profundidades porém, sendo esses superiores estatisticamente à área desertificada (AD), em ambas as profundidades (Figura 1), sinalizando que o PC e o Pi, após um ano de implantação, aumentaram positivamente o teor do carbono orgânico total em comparação com a área degradada. De acordo com Carneiro et al. (2008) os benefícios da revegetação de uma área degradada são diferenciados em função do atributo e tempo de reabilitação, ou seja, o tempo de reabilitação da área é o fator-chave na recuperação dos teores de carbono orgânico total do solo.

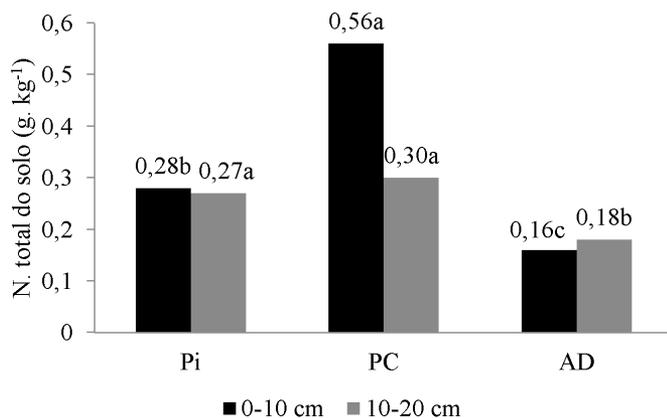


**Figura 1.** Carbono orgânico total do solo das áreas de plantio de pinhão-mansolteiro (Pi), consórcio pinhão mansolteiro com capim *Andropogon* (PC) e a área desertificada (AD). Letras minúsculas iguais não apresentam diferença estatística na mesma profundidade ao nível de 5% pelo teste Tukey

Avaliando o teor de carbono orgânico em dois tipos de cobertura vegetal, Resende & Roselen (2011) observaram, por se tratar de uma área remanescente de cerrado arbóreo e outra uma pastagem degradada, que a pastagem degradada apresentou níveis mais baixos no teor de carbono orgânico no solo, em todas as profundidades avaliadas, comparada com o cerrado arbóreo, devido ao menor aporte de fitomassa.

Fávero et al. (2008) observaram, ao avaliar os efeitos da revegetação do solo de um sistema agroflorestal, com quatro anos de implantação, em área degradada e de uma pastagem de capim colômbio no Vale do Rio Doce, MG, que não houve diferença entre os teores de carbono orgânico total da área com pastagem nem da área degradada. Entretanto observou-se, ao introduzir espécies arbustivas no sistema agroflorestal, que nas camadas de 0,05-0,15 m e de 0,15-0,25 m o conteúdo de carbono orgânico total do sistema agroflorestal foi superior ao das demais áreas.

Observa-se que o teor de nitrogênio total do solo na área de pinhão-mansão consorciado com capim *Andropogon* (PC) na profundidade de 0-0,10 m, foi superior ao das demais áreas, estatisticamente (Figura 2). Nesta mesma profundidade a área de pinhão-solteiro (Pi) foi superior à área degradada. Isto mostra que a presença da pastagem no consórcio influenciou positivamente no nitrogênio total do solo, nesta camada. Quanto à profundidade de 0,10-0,20 m, o teor de nitrogênio total do solo não diferiu entre a área de Pi e a PC, mais foi superior ao da AD.



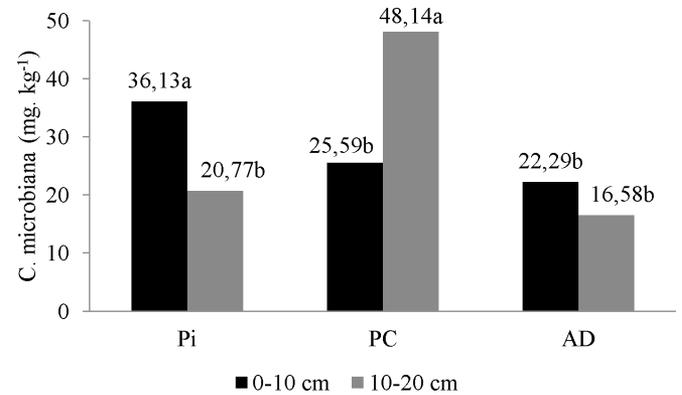
**Figura 2.** Nitrogênio total do solo das áreas de plantio de pinhão-mansão (Pi), consórcio pinhão-mansão com capim *Andropogon* (PC) e a área desertificada (AD). Letras minúsculas iguais não apresentam diferença estatística na mesma profundidade a nível de 5% pelo teste Tukey

Os resultados obtidos mostram que, provavelmente, as espécies vegetais utilizadas promoveram a entrada de nitrogênio no sistema, pelos processos de deposição e decomposição da fitomassa, especialmente os do sistema radicular e superficial. Silva & Corrêa (2010) observaram aumento no teor de nitrogênio no solo após a revegetação de uma área de mineração com uma espécie de gramínea, o que foi observado no PC (Figura 2).

### Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana

Observa-se que na profundidade de 0,00-0,10 m o teor do carbono da biomassa microbiana do solo do plantio de pinhão-mansão-solteiro (Pi) foi maior estatisticamente que os outros tratamentos. Nesta mesma profundidade não houve diferença estatística entre o carbono da biomassa microbiana da PC e o

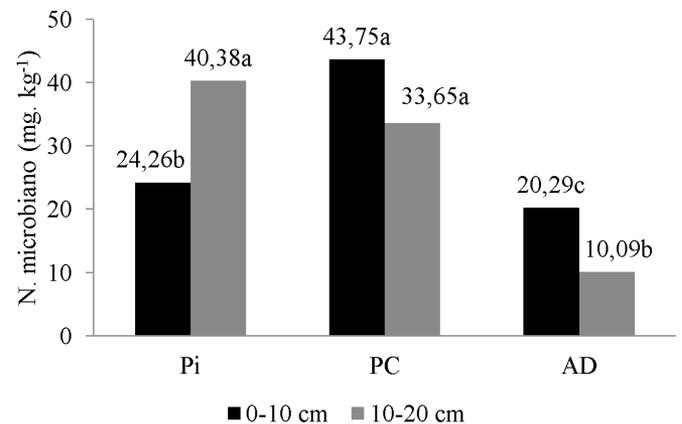
AD; no entanto, na profundidade de 0,10-0,20 m, o conteúdo do carbono da biomassa microbiana na área de PC foi superior ao das demais áreas avaliadas. Desta forma observa-se que, devido à adição de fitomassa pelo sistema radicular do capim *Andropogon*, serve de fonte de carbono para biomassa microbiana resultando maiores valores de carbono da biomassa na profundidade de 0,10-0,20 m (Figura 3).



**Figura 3.** Carbono da biomassa microbiana das áreas de plantio de pinhão-mansão (Pi), consórcio pinhão-mansão com capim (PC) e a área desertificada (AD). Letras minúsculas iguais não apresentam diferença estatística na mesma profundidade, a nível de 5% pelo teste Tukey

O fato do carbono da biomassa microbiana ter-se comportado de maneira diferente na comparação entre as áreas de Pi e PC em relação às profundidades avaliadas, supõe-se ser devido ao fato de que na área de consórcio de PC a biomassa microbiana se tenha concentrado na camada de 0,10-0,20 m, favorecida pela renovação constante do sistema radicular da gramínea. Segundo Bochner et al. (2008), quando bem-manejadas as pastagens apresentam alto conteúdo de matéria orgânica e densa massa radicular, favorecendo a existência de grande biomassa microbiana na rizosfera.

Com o teor do nitrogênio da biomassa microbiana na profundidade de 0-0,10 m, a área de pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* (PC) foi superior à dos tratamentos de pinhão manso solteiro (Pi) e o de área desertificada (AD); nesta mesma profundidade o tratamento de Pi foi superior estatisticamente a AD (Figura 4).



**Figura 4.** Nitrogênio da biomassa microbiana das áreas de plantio de pinhão-mansão (Pi), consórcio pinhão-mansão com capim (PC) e a área desertificada (AD). Letras minúsculas iguais não apresentam diferença estatística na mesma profundidade, a nível de 5% pelo teste Tukey

Na profundidade de 0,10-0,20 m, o teor de nitrogênio da biomassa microbiana foi estatisticamente igual nas áreas de Pi e PC, tratamentos esses superiores ao tratamento da AD. A utilização de sistemas de consórcio de plantios perenes com pastagem, além dos fatores que protegem os micro-organismos pela utilização de resíduos como cobertura, rotação de culturas, e o não revolvimento do solo, favorece os micro-organismos pela adição de excrementos dos próprios micro-organismos que contribuem para aumentar o teor de nitrogênio da biomassa microbiana (Alves et al., 2011).

Figueiredo et al. (2007) observaram, avaliando oito sistemas de manejo do solo formados pelo uso de diferentes implementos agrícolas e épocas de incorporação de restos culturais que, em geral, quanto mais conservacionista o sistema maior o acúmulo de nitrogênio na superfície, imobilizado na biomassa microbiana.

Os resultados demonstram que a presença da cobertura vegetal favoreceu a produção de biomassa vegetal e o acúmulo de resíduos na superfície, com conseqüente aumento da biomassa microbiana (Figuras 3 e 4). Observou-se que a presença da gramínea em consórcio favoreceu o aumento dos teores de carbono e nitrogênio da biomassa microbiana, nas camadas de 0-0,10 m e 0,10-0,20 m, respectivamente. Carneiro et al. (2008) constataram, avaliando a revegetação inicial das áreas degradadas por mineração com braquiária e capim-gordura, que ambas proporcionaram incrementos nas concentrações de carbono e nitrogênio na biomassa microbiana, quando comparadas com as áreas degradadas. Segundo esses autores, a rápida recuperação dos teores da biomassa microbiana resulta principalmente na entrada de carbono e nitrogênio no sistema, pelos processos de rizodeposição e decomposição da fitomassa que ocorrem intensamente nas espécies vegetais utilizadas no início da reabilitação pois apresentam sistema radicular extenso e de crescimento rápido, além de produzir grande quantidade de fitomassa (Carneiro et al., 2008).

Gama-Rodrigues et al (2008) constataram, trabalhando no Norte do estado do Rio de Janeiro com diferentes coberturas vegetais, maior teor de carbono e nitrogênio da biomassa microbiana comparada com a do plantio de eucalipto, leguminosas florestais e capoeira. Segundo Silva & Corrêa (2010), valores mais altos da biomassa microbiana observados nas áreas revegetadas podem ser devidos a um “efeito sucessional”, em que as áreas em início da sucessão ecológica têm uma vegetação em crescimento que disponibiliza matéria orgânica mais rapidamente para a comunidade microbiana. Este efeito sugerido pode ser explicado pela alta relação entre o teor de matéria orgânica do solo e a biomassa e atividade microbiana.

### Matéria orgânica leve em água

Os maiores valores da matéria orgânica leve do solo, na profundidade de 0,00-0,10 m, foram encontrados na área de Pi, não se encontrando diferenças entre a área de PC e a AD. Na profundidade de 0,10-0,20 m a matéria orgânica leve do solo da área de PC foi superior às demais áreas, sendo seguida pela área Pi (Tabela 1).

Esses resultados demonstram que na área de Pi há maior aporte de material vegetal (serrapilheira), na profundidade

**Tabela 1.** Matéria orgânica leve do solo das áreas de pinhão-manso solteiro (Pi), pinhão manso consorciado com capim *Andropogon* (PC) e área desertificada (AD) nas profundidades de 0-0,10 e 0,10-0,20 m

Profundidade (m)	Pi	PC	AD
0,00-0,10	1,38 a	0,81 b	0,86 b
0,10-0,20	0,88 b	1,05 a	0,44 c

Letras minúsculas iguais na mesma coluna não apresentam diferença estatística na mesma profundidade, a nível de 5% pelo teste Tukey

de 0,00-0,10 m, quando comparado o das demais áreas, o que, na AD, pode ser explicado pelos níveis mais baixos no teor de matéria orgânica leve no solo observado nessas áreas, caracterizando menor aporte de fitomassa (Resende & Roselen, 2011). Observa-se que o sistema radicular do capim *Andropogon* presente na área PC promove maior teor de matéria orgânica leve em comparação com as áreas de Pi e AD.

## Conclusões

O plantio de pinhão-manso e o consórcio do pinhão-manso com capim *Andropogon*, contribuem para o aumento do carbono e nitrogênio do solo e da biomassa microbiana e a matéria orgânica leve.

No consórcio de pinhão-manso com capim *Andropogon*, o aporte de fitomassa pelo sistema radicular do capim *Andropogon* promoveu aumento da matéria orgânica leve e do carbono da biomassa microbiana, na profundidade de 0,10-0,20 m.

A revegetação com pinhão-manso solteiro e o consorciamento com capim *Andropogon gayanos* L. constituem uma alternativa na melhoria das propriedades edáficas em áreas desertificadas.

## Literatura Citada

- Alves, T. S.; Campos, L. L.; Neto, N. E.; Matsuoka, M.; Loureiro, M. F. Biomassa e atividade microbiana de solo sob vegetação nativa e diferentes sistemas de manejos. *Acta Scientiarum. Agronomy*, v.33, n.2, p.341-347, 2011. <<http://dx.doi.org/10.4025/actasciagron.v33i2.4841>>.
- Arruda, F. P.; Beltrão, N. E. M.; Andrade, A. P.; Pereira, W. E.; Severino, L. S. Cultivo de Pinhão Manso (*Jatropha curcas*) como alternativa para o semi-árido nordestino. *Revista Brasileira de Oleaginosas e Fibrosas*, v.8, n.1, p.789-799, 2004. <<http://www.cnpa.embrapa.br/rbof/fasciculos.php>>. 12 Dez. 2012.
- Bochner, J. K.; Fernandes, M. M.; Pereira, M. G.; Balieiro, F. C.; Santana, I. K. S. Matéria orgânica e agregação de um planossolo sob diferentes coberturas florestais. *Cerne*, v.14, n.1, p.46-53, 2008. <[http://www.dcf.ufla.br/cerne/artigos/10-02-20096223v14\\_n1\\_artigo%2006.pdf](http://www.dcf.ufla.br/cerne/artigos/10-02-20096223v14_n1_artigo%2006.pdf)>. 11 Jun. 2012.
- Carneiro, M. A. C.; Siqueira, J. O.; Moreira, F. M. S.; Soares, A. L. L. Carbono orgânico, nitrogênio total, biomassa e atividade microbiana do solo em duas cronossequências de reabilitação após mineração de bauxita. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, n.2, p.621-632, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000200017>>.

- Fávero, C.; Lovo, I. C.; Mendonça, E. S. Recuperação de área degradada com sistema agroflorestal no Vale do Rio Doce, Minas Gerais. *Revista Árvore*, v.32, n.5, p.861-868, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-67622008000500011>>.
- Figueiredo, C. C.; Resk, D. V. S.; Gomes, A. C.; Ferreira, E. A. B.; Ramos, M. L. G. Carbono e nitrogênio da biomassa microbiana em resposta a diferentes sistemas de manejo em um latossolo vermelho no cerrado. *Revista Brasileira de Ciência*, v.31, n.3, p.551-562, 2007. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832007000300015>>.
- Gama-Rodrigues, E. F.; Gama-Rodrigues, A. C.; Paulino, G. M.; Franco, A. A. Atributos químicos e microbianos de solos sob diferentes coberturas vegetais no norte do estado do rio de janeiro. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.32, n.4, p.1521-1530, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832008000400016>>.
- Jackson, L. E.; Calderon, F. J.; Steenwerth, K. L.; Scow, K. M.; Rolston, D. E. Responses of soil microbial processes and community structure to tillage events and implications for soil quality. *Geoderma*, v.114, n.3-4, p.305-317, 2003. <[http://dx.doi.org/10.1016/S0016-7061\(03\)00046-6](http://dx.doi.org/10.1016/S0016-7061(03)00046-6)>.
- Loss, A.; Moraes, A. G. L.; Pereira, M. G.; Silva, E. M. R.; Anjos, L. H. C. Carbono, matéria orgânica leve e frações oxidáveis do carbono orgânico sob diferentes sistemas de produção orgânica. *Comunicata Scientiae*, v.1, p.57-64, 2010. <<http://comunicata.ufpi.br/index.php/comunicata/article/view/10>>. 11 Jun. 2012.
- Loss, A.; Pereira, M. G.; Schultz, N.; Anjos, L. H. C.; Silva, E. M. R. Atributos químicos e físicos de um Argissolo Vermelho-Amarelo em sistema integrado de produção agroecológica. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.44, n.1, p.68-75, 2009a. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-204X2009000100010>>.
- Loss, A.; Pereira, M. G.; Schultz, N.; Anjos, L. H. C.; Silva, E. M. R. Carbono e frações granulométricas da matéria orgânica do solo sob sistemas de produção. *Ciência Rural*, v.39, n.4, p.1067-1072, 2009b. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0103-84782009005000036>>.
- Luz, M. J. da S. A Desertificação é uma realidade no Brasil. Campina Grande: Embrapa Algodão, 2007. 28p. (Documentos. Embrapa Algodão, 182).
- Maia, S. M. F.; Xavier, F. A. S.; Senna, O. T.; Mendonça, E. S.; Araujo, J. A. Organic carbon pools in a Luvisol under agroforestry and conventional farming systems in the semi-arid region of Ceará, Brazil. *Agroforestry Systems*, v.71, n.1, p.127-138, 2007. <<http://dx.doi.org/10.1007/s10457-007-9063-8>>.
- Martha Júnior, B. G.; Vilela, L. Uso de fertilizante em pastagens. In: Martha Júnior, B. G.; Vilela, L. (Orgs.). *Cerrado: uso eficiente de corretivos e fertilizantes em pastagens*. 1 ed. Planaltina: Embrapa Cerrados, 2007. v.1, p.43-68.
- Mendonça, E. S.; Matos, E. S. *Matéria orgânica do solo; métodos de análises*. Viçosa: Universidade Federal de Viçosa, 2005. 107p.
- Pereira, A. R. *Como selecionar plantas para áreas degradadas e controle de erosão*. Belo Horizonte: FAPI, 2006. 70p.
- Rangel, O. J. P.; Silva, C. A.; Guimarães, P. T. G.; Guilherme, L.R.G. Frações oxidáveis do carbono orgânico de Latossolo cultivado com café em diferentes espaçamentos de plantio. *Ciência e Agrotecnologia*, v.32, n.3, p.429-437, 2008. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1413-70542008000200013>>.
- Resende, T. M.; Roselen, V. Degradação do solo pela conversão do cerrado em pastagem natural na bacia do Ribeirão Bom Jardim (Triângulo Mineiro / MG). *Ateliê Geográfico*, v.5, n.1, p.118-134, 2011. <<http://www.revistas.ufg.br/index.php/ateliê/article/view/13828>>. 11 Jun. 2012.
- Rossi, C. Q. Dinâmica da matéria orgânica do solo em área de soja cultivada sobre palhada de braquiária e sorgo. Seropédica, Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro, 2009. 82p. Dissertação Mestrado.
- Saturnino, H. M.; Pacheco, D. D.; Kakida, J.; Tominaga, N.; Gonçalves, N. P. *Cultura do pinhão-mansão (Jatropha curcas L.)*. Belo Horizonte, Informe Agropecuário: EPAMIG, v.26, n.229, p.44-73, 2005.
- Silva, F. A. S.; Azevedo, C. A. V. de. Versão do programa computacional Assistat para o sistema operacional Windows. *Revista Brasileira de Produtos Agroindustriais*, v.4, n.1, p.71-78, 2002. <<http://www.deag.ufcg.edu.br/rbpa/rev41/Art410.pdf>>. 18 Jun. 2012.
- Silva, L. C. R.; Corrêa, R. S. Evolução da qualidade do substrato de uma área minerada no cerrado revegetada com *Stylosanthes* spp. *Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental*, v.14, n.8, p.835-841, 2010. <<http://dx.doi.org/10.1590/S1415-43662010000800007>>.
- Tedesco, M. J.; Volkweiss, S. J.; Bohnen, H. *Análises de solo, plantas e outros materiais*. 5.ed. Porto Alegre: UFRRGS, 1985. 50p.
- Vieira, V. C. B.; Salviano, A. A. C.; Costa, E. F.; Silva, F. B.; Cordeiro, E.; Melo, L. F. S.; Ferreira, G. B. T. F. Mapeamento de áreas degradadas na região do cerrado do Sul do Piauí. Fortaleza: Convênio Fundação Agente/ CODEVASF, 2007. 75p. (Relatório Técnico).
- Xavier, F. A. S.; Maia, S. M. F.; Oliveira, T. S.; Mendonça, E. S. Biomassa microbiana e matéria orgânica leve em solos sob sistemas agrícolas orgânico e convencional na Chapada da Ibiapaba - CE. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v.30, n.2, p.247-258, 2006. <<http://dx.doi.org/10.1590/S0100-06832006000200006>>.