

Eixo Temático ET-03-026 - Meio Ambiente e Recursos Naturais

COLONIZAÇÃO E ESPORULAÇÃO DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM SOLOS DE VEREDAS EM UBERLÂNDIA, MG

Jessica Gatti Silva

Mestranda no programa de Pós-Graduação em Engenharia Química da Universidade Federal de Uberlândia. Email: jessicagatt16@gmail.com.

RESUMO

As veredas são importantes reguladores do equilíbrio dos cursos d'água na área do Triângulo Mineiro, inserido dentro do bioma do Cerrado. Essa fitofisionomia apresenta solos hidromórficos que estão predominantemente ou periodicamente encharcados com água. Tendo uma baixa taxa de drenagem e infiltração as veredas também apresentam vegetação específica como a grande ocorrência de buritis. A cor cinzenta destes solos é um atributo de fácil identificação no campo para delimitar tais ambientes. No entanto, pouco se sabe sobre a microbiologia do solo sob veredas. Os Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMA) realizam uma associação simbiótica com as raízes das plantas, melhorando a absorção de nutrientes e a agregação do solo. Neste contexto, objetivou-se avaliar o número de esporos dos FMA e a colonização micorrízica durante as estações seca (setembro de 2014) e chuvosa (março de 2014) em veredas do Triângulo Mineiro. Portanto, foram coletadas amostras de solo no Município de Uberlândia – MG em cinco áreas distintas: Floresta do Lobo, Reserva do Panga (duas veredas dentro desta limitação), e próximo as Rodovias BR-050 e BR-497. Além do número de esporos de FMA e a colonização micorrízica, foram avaliados a umidade do solo e atributos químicos do solo. O número médio de esporos variou de 16 a 252 por 50 g de solo, mas diferiu entre as épocas de amostragem apenas em uma das veredas. Da mesma forma, a colonização micorrízica apresentou mudança de uma época para outra somente em uma vereda. Portanto, concluiu-se que a transição da época chuvosa para a época seca não alterou significativamente a esporulação e colonização dos fungos micorrízicos arbusculares.

Palavras-chave: Micorriza arbuscular; Cerrado; Microbiologia do solo.

INTRODUÇÃO

De acordo com o Ministério do Meio Ambiente, a região do cerrado se estende por mais de 2 milhões de km², abrangendo uma extensa área da América do Sul e aproximadamente 22% do território brasileiro. Dentro deste importante bioma, existem diversos tipos de vegetações, fato que é uma das razões para que exista uma grande biodiversidade no Cerrado Brasileiro. A vereda é um tipo de vegetação presente no cerrado, um local onde a água é pouco drenada devido as características do seu solo, resultando em áreas muito encharcadas, sendo difícil até andar sobre ele.

As veredas podem ser identificadas facilmente pela presença do buriti *mauritia vinifera*, que é uma marca registrada deste tipo de ecossistema e é de grande importância para a fauna do local, uma vez que estas servem de abrigos para muitas aves que possuem ali o seu habitat natural. Sendo também repositórios naturais de água, as veredas desempenham papel fundamental no equilíbrio da hidrologia nos cursos de água no Cerrado, além de interferir também na fauna aquática e nos lençóis freáticos (RAMOS et al., 2006).

O solo da área de estudo em questão é caracterizado como hidromórfico, isto é, são saturados por água permanentemente ou periodicamente, além de serem ricos em matéria orgânica nos locais mais baixos do terreno. Em relação à topografia, geralmente se localizam

em planícies, que são uma forma de relevo pouco acidentadas, característica esta que viabiliza ainda mais a presença de solo encharcado.

As micorrizas arbusculares (MA) são associações entre raízes de plantas e fungos do solo do filo Glomeromycota, conhecidos como fungos micorrízicos arbusculares (FMA) (SMITH; READ, 2008). Essa associação é tão comum, que aproximadamente 80% dos vegetais de terra firme podem formar micorrizas arbuscular (BRUNDRETT, 2009). As Micorrizas Arbusculares exercem grande influência na distribuição, nutrição e estruturação da comunidade de espécies vegetais do solo (VAN DER HEIJDEN et al., 1998).

A MA promove maior absorção de água e nutrientes, particularmente os de baixa mobilidade no solo para a planta, pelo desenvolvimento de estruturas internas nas raízes e de hifas extrarradiculares, resultando em maior tolerância ao estresse hídrico (AUGÉ et al., 2004), além de atenuar outros estresses bióticos e abióticos (COLLA et al., 2008) e aumentar a taxa fotossintética (BOROWICZ, 2001).

Assim como no Cerrado, a definição das estações no Triângulo Mineiro em Minas Gerais é definida em duas épocas: a Seca e a Chuvosa. A primeira tem seu início em abril, se estendendo até outubro no ano de 2014. Já a época chuvosa, inicia-se geralmente no fim de outubro e permanece até o início de abril. E, apesar da importância da associação micorrízica e das veredas, estudos de MA nessas fitofisionomias são raros. Dessa maneira, o estudo proposto levanta a hipótese de que as estações seca e chuvosa impactam a colonização e a esporulação de FMA no solo nas veredas, devido à mudança de umidade do solo, que é alterada pela precipitação pluviométrica, mudança da concentração de oxigênio e do estado fisiológico das plantas.

OBJETIVO

O presente trabalho visa avaliar o número de esporos dos FMA e a colonização micorrízica durante as estações seca (setembro de 2014) e chuvosa (março de 2014) em veredas do Triângulo Mineiro. Para que assim seja possível correlacionar os dados obtidos e averiguar se a pluviometria afeta na quantidade de colonização e esporulação, assim como em alguns atributos químicos e físicos do solo.

METODOLOGIA

As áreas de estudo se localizam na mesorregião do Triângulo Mineiro, pertencente ao bioma Cerrado, que é o segundo maior bioma brasileiro e ocupa 22 % do território nacional, sendo superado apenas pela Amazônia. Foram coletadas amostras de cinco veredas, cada uma em localidades distintas (Tabela 1).

Dois veredas localizam-se às margens da rodovia BR 050 entre Uberlândia e Uberaba. A terceira vereda encontra-se nas margens da BR 497, sentido Uberlândia ao município do Prata. As últimas duas veredas fazem parte da Reserva Ecológica do Panga, pertencente à Universidade Federal de Uberlândia. Solos e raízes foram coletados para avaliação da colonização micorrízica e do número de esporos ao longo das estações Seca e Chuvosa. As setas em cada figura mostram o local onde foi realizado cada coleta.

Tabela 1. Localização das áreas do estudo da interferência das épocas seca e chuvosa na esporulação e colonização de FMA em Veredas do Cerrado.

Local	Amostra	Latitude	Longitude
Próximo a BR 050	Vereda 1	19° 06'7" Sul	48° 07'33" Oeste
Próximo a BR 050	Vereda 2	19° 07'41" Sul	48° 10'11" Oeste
Próximo a BR 497	Vereda 3	18° 58'15" Sul	48° 23'26" Oeste
Reserva do Panga	Vereda 4	19° 10'54" Sul	48° 23'45" Oeste
Reserva do Panga	Vereda 5	19° 11'11" Sul	48° 24'23" Oeste



Figura 1. Vereda 1 localizada próxima a BR 050, situada entre as coordenadas 19°06'7" Sul e 48°07'33" Oeste. Foto via satélite retirada do Google Earth, tirada no dia 23/08/2016.



Figura 2. Vereda 2 localizada próxima à BR 050, situada entre as coordenadas 19°07'41" Sul e 48°10'11" Oeste. Foto via satélite retirada do Google Earth tirada no dia 06/06/2015.



Figura 3. Vereda 3 localizada próxima à BR 497, situada entre as coordenadas 18°58'15" Sul e 48°23'26" Oeste. Foto via satélite retirada do Google Earth tirada no dia 22/04/2017.



Figura 4. Vereda 4 localizada na Reserva Ecológica do Panga, situada entre as coordenadas 19°10'54" Sul e 48°23'45" Oeste. Foto via satélite retirada do Google Earth tirada no dia 21/05/2016.



Figura 5. Vereda 5 localizada na Reserva Ecológica do Panga, situada entre as coordenadas 19°11'11" Sul e 48°24'23" Oeste. Foto via satélite retirada do Google Earth tirada no dia 21/05/2016.



Figura 6. Localização das 5 áreas de coleta de amostras, localizada ao longo do Triângulo Mineiro. Foto via satélite retirada do Google Earth.

Segundo dados de INMET, a precipitação de Uberlândia no ano de 2014 foi maior no mês de março, com 340 m/m e menor em junho, com 0 m/m. Já nos meses de fevereiro à abril, a média foi de 113 m/m de precipitação, e no mês de setembro foi de apenas 18 m/m.

A coleta de solo foi realizada em áreas de cinco Veredas localizadas próximas à Uberlândia, no fim da estação chuvosa (março/2014) e fim da estação seca (setembro/2014). Em cada uma das 5 áreas, foi delimitada uma parcela de aproximadamente 10.000 m² por área, sendo traçados três transectos de 50 m em cada parcela, espaçados um do outro por cerca de 60 m.

Ao longo de cada transecto, foram amostrados cinco pontos espaçados por 10 m de distância um do outro. Cada ponto de amostragem consistiu de 10 cm² de área, na profundidade de 10 cm. Os cinco pontos de cada transecto foram reunidos para formar uma amostra composta, homogeneizando as amostras.

Para determinar a umidade, foi realizado o método segundo Silva, 2009. Os ensaios de umidade foram realizados em triplicata, onde se realizam três análises de cada amostra. As amostras foram transferidas para suportes de papéis, previamente tarados. Após a pesagem na balança semi-analítica (Acculab, Sartorius Group), o conjunto foi levado à estufa (Sterilifer Inox) a 105 °C, por um período de vinte e quatro horas. Após este período, resfriaram-se os conjuntos e então, determinou-se o peso de solo seco. Para chegar ao resultado, foi realizado a relação da perda de massa inicial com a massa final da amostra, multiplicando-se por 100 obtendo o resultado em percentagem.

Para medição do parâmetro direto de pH, utilizou-se o pHmetro em suspensão de CaCl₂ a 0,01M. Já para as análises químicas do solo todas as amostras foram secas a 65°C em estufa por 24 horas. As variáveis analisadas foram analisadas de acordo com as metodologias exemplificadas na tabela 2.

Tabela 2. Métodos utilizados para a análise química do solo.

Variável do solo	Método Utilizado	Unidade	Referência
Al ⁺³	KCl 1 M e titulação com NaOH 0,025 M	cmol _c dm ⁻³	SILVA et. al., 2009
Ca ⁺²	Extração em KCl e determinação em espectrofotometria de absorção atômica	cmol _c dm ⁻³	SILVA et. al., 2009
Mg ⁺²	Extração em KCl e determinação em espectrofotometria de absorção atômica	cmol _c dm ⁻³	SILVA et. al., 2009
K ⁺	Mehlich 1	cmol _c dm ⁻³	SILVA et. al., 2009
P	Resina trocadora de íons	cmol _c dm ⁻³	SILVA et. al., 2009
NT	Método de Kjeldahl		BREMNER, 1996
COT	Digestão com dicromato de potássio	dag kg ⁻¹	RAIJ et. al., 2001

Al⁺³ = Alumínio; Ca⁺² = Cálcio; Mg⁺² = Magnésio; K⁺ = Potássio; P= Fósforo; NT= Nitrogênio Total; COT= Carbono Orgânico Total.

A extração de esporos foi realizada a partir da pesagem de 50 g de solo por peneiramento úmido, de acordo com o método Gerdemann e Nilson de 1963. Após esta etapa, a amostra foi centrifugada em água e posteriormente em 70 % de solução de sacarose. Os esporos então resultaram suspensos na amostra, que então foram lavados com água de torneira e recolhidas com uma peneira de 38 µm. Por fim realizou-se a contagem dos esporos sob um microscópio estereoscópico.

Para verificar a colonização micorrízica intracelular, as raízes foram separadas ao acaso sendo retiradas um grama de cada amostra, em seguida, elas foram lavadas em água de torneira para eliminar os restos de solos, como demonstrado na figura 11. Posteriormente, estas raízes selecionadas ficaram imersas por 15 horas em solução 10% KOH à temperatura ambiente dentro de cassetes histológicos. Por fim, os cassetes foram colocados em nova solução de KOH 10% a 60°C por 10 minutos para terminar clarificação.

Após a clarificação, a solução de KOH foi descartada, e as raízes foram lavadas, novamente, com água de torneira e imersas numa solução de peróxido de hidrogênio a 15% por 15 minutos. Após isso, as raízes foram acidificadas em HCl 1% por 5 minutos. Então, transferiram-se as raízes para solução de coloração (tinta azul de caneta comercial Parker® 5%, solução de ácido acético 5% e lactoglicerol 10%), de acordo com Vierheilig (1998), durante 3 minutos a aproximadamente 90 °C em banho maria. Após esse tempo, os cassetes contendo as raízes foram armazenados em solução de lactoglicerol (água destilada: ácido láctico: glicerol) até a sua análise. A colonização das raízes foi analisada sob microscópio estereoscópico pelo método da placa reticulada (Figura 7), segundo Giovannetti e Mosse (1980).

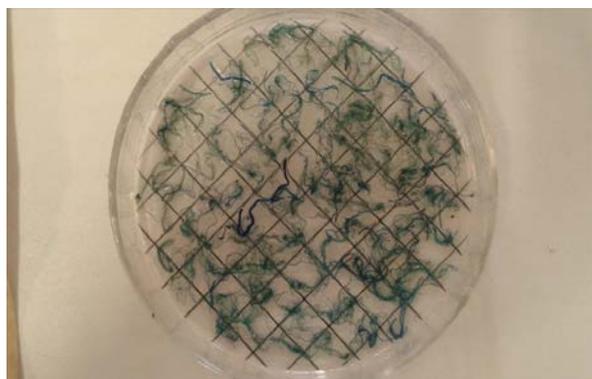


Figura 7. Método da placa reticulada, com quadrantes de 1cm². Raízes dispostas homogeneamente para contagem dos segmentos interceptados pelas linhas da placa para determinação da porcentagem de colonização micorrízica.

Para calcular os resultados a respeito a colonização das raízes, é utilizada a Equação 1.

$$P = \frac{SC}{SN + SC} \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde P corresponde à porcentagem de colonização micorrízica, SC são os segmentos colonizados interceptados pelos quadrantes e SN é a quantidade não colonizada nos segmentos.

Análise de variância foi empregada para testar o efeito de tratamento, ou seja, o feito de cada área amostrada e das estações sobre as variáveis biológicas (porcentagem de colonização micorrízica) e variáveis físicas e químicas (umidade, pH, concentração de fósforo, potássio, cálcio, magnésio, alumínio, carbono orgânico, nitrogênio total).

As análises foram realizadas pelo programa estatístico Sisvar versão 5.3, Build 77 (FERREIRA, 2003) seguido pelo teste de Tukey ($p < 0.05$) para a comparação das médias entre as estações avaliadas.

Visando a normalização dos dados, os números de esporos foram transformados utilizando $(x + 0.5)^{0.5}$, e os valores de colonização de raízes foram submetidos a transformação de arco-seno $(x + 1)^{0.5}$. Por fim, ambas as análises juntamente com as análises físicas, químicas e biológicas foram submetidas à análise de variância (ANOVA), utilizando o programa escolhido.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A precipitação pode influenciar na umidade do solo. Entretanto, apesar da ocorrência de maior precipitação na estação chuvosa em comparação com a estação seca, as amostras de solo não apresentaram diferenças significativas de umidade quando comparadas as duas épocas (Tabela 3). Uma possível explicação para este fato é devido às características geomórficas das veredas, que apresentam solos com baixas taxas de infiltração, fazendo com que a água não seja drenada totalmente (OLIVEIRA, 2005). Portanto, tanto na época seca quanto na época chuvosa, estes solos apresentam uma umidade alta.

Em relação às concentrações de alumínio, constatou-se que somente a vereda 2 sofreu significativa alteração, com maiores valores na estação chuvosa. As outras veredas, não indicaram mudanças significativas na concentração de alumínio, evidenciando que as épocas de coleta não influenciaram nesta característica química. No entanto, há diferenças nas concentrações deste atributo químico entre veredas dentro de uma mesma época. Isso pode ser devido ao material de origem ou áreas circunvizinhas

A concentração de cálcio verificada nas amostras, somente teve alteração significativa entre as épocas na vereda 3, uma vez que na época chuvosa o resultado foi menor que na época seca. Quando comparadas as duas épocas de análises, a concentração de magnésio somente teve alteração na vereda 5. Durante a época seca, onde apresentou precipitação consideravelmente menor que a época chuvosa, constatou-se a concentração de magnésio mais elevada.

Ao comparar as duas épocas de coleta, somente a vereda 2 apresentou diferenciação significativa na concentração de potássio, com maior valor encontrado na estação chuvosa. Ao realizar comparação referente as épocas seca e chuvosa, a concentração de fósforo com significância estatística na vereda 2, onde na época chuvosa os resultados encontrados foram maiores.

Sabe-se que geralmente a chuva contribui para a acidez do solo, já que a água se combina com dióxido de carbono (CO_2) para formar um ácido fraco, resultando no ácido carbônico (H_2CO_3). Este ácido fraco então ioniza, liberando hidrogênio (H^+) e bicarbonato (HCO_3^-). Apesar desta situação, as épocas não influenciaram significativamente nos valores de pH do trabalho proposto. Dentre as cinco veredas de estudo, nenhuma delas apresentou variação estatisticamente relevante dos resultados de pH obtidos.

Os maiores teores de carbono total foram obtidos durante a época chuvosa. Sabe-se que o carbono é proveniente de materiais orgânicos, e, portanto este resultado pode ter ocorrido devido a menor taxa de degradação realizada durante o período chuvoso devido ao menor potencial de óxi-redução e diminuição do metabolismo aeróbio.

O nitrogênio é um importante nutriente para as plantas e micro-organismos, porém a boa parte do que é disponível na forma de nitrato (NO_3) é lixiviada para fora da zona de absorção das raízes (SENGIK, ERICO S., 2003), o que explica as baixas concentrações deste composto nos solos analisados. Somente a vereda 5 apresentou diferença entre épocas, com maior valor na seca. Quando se comparam as veredas entre si, dentro de cada época, apenas Al, P, pH e C orgânico apresentaram diferenças (Tabela 3).

A colonização média de raízes por fungos micorrízicos variou de 46 % a 62 % do comprimento de raiz, mostrando que a micorriza arbuscular é presente de forma efetiva em veredas. Caracterizando como um dos objetivos principais do estudo proposto, constatou-se que as épocas seca e chuvosa não influenciaram significativamente na Colonização dos Fungos Micorrízicos Arbusculares (Tabela 3). Somente a vereda 3 apresentou mudanças significativas de seus resultados. Uma situação que explicaria este resultado, é que devido à alta umidade o ano todo e a pouca alteração nos teores dos atributos químicos do solo, a colonização micorrízica não recebe os efeitos da mudança de época.

Seguindo como o segundo objetivo do presente trabalho, a esporulação dos FMA somente tiveram mudanças estatisticamente significantes na vereda 5. Somente nesta área, a quantidade de esporos diminui da época chuvosa para a época seca. Da mesma forma que para a colonização de raízes, a esporulação não recebe os efeitos da mudança de época seca e chuvosa, provavelmente devido à pouca alteração do meio químico e físico do solo nas duas épocas.

Tabela 3. Médias dos parâmetros analisados no solo de veredas no Triângulo mineiro para as épocas Chuvosa (março) e Seca (setembro).

Variável	Época	Vereda 1	Vereda 2	Vereda 3	Vereda 4	Vereda 5
Umidade (%)	Chuvosa	339.4 Aa	190.3 Aa	190.3 Aa	158.2 Aa	435.5 Aa
	Seca	462.5 Aa	330.5 Aa	221.9 Aa	100.9 Aa	440.7 Aa
Al ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$)	Chuvosa	1.77 Aa	2.07 Aa	0.57 Ab	1.63 Aab	1.37 Aab
	Seca	1.47 Aab	0.43 Bbc	0.23 Ac	1.90 Aa	1.25 Aabc
Ca ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$)	Chuvosa	0.30 Aa	0.30 Aa	0.40 Ba	0.30 Aa	0.37 Aa
	Seca	0.80 Aa	0.867 Aa	2.20 Aa	0.80 Aa	1.00 Aa
Mg ($\text{cmol}_c \text{ kg}^{-1}$)	Chuvosa	0.23 Aa	0.50 Aa	0.20 Aa	0.23 Aa	0.37 Ba
	Seca	0.30 Aa	0.267 Aa	0.50 Aa	0.33 Aa	0.77 Aa
Potássio (mg kg^{-1})	Chuvosa	99.67 Aa	231.00 Aa	106.00 Aa	95.33 Aa	183.67 Aa
	Seca	92.33 Aa	69.33 Ba	159.00 Aa	115.0 Aa	251.00 Aa
Fósforo (mg kg^{-1})	Chuvosa	3.00 Aa	5.43 Aa	2.27 Aa	3.60 Aa	2.87 Aa
	Seca	3.50 Aab	0.83 Bb	3.53 Aab	6.20 Aa	3.23 Aab
pH	Chuvosa	3.70 Aa	3.63 Aa	3.90 Aa	3.87 Aa	4.00 Aa
	Seca	4.23 Aab	3.03 Ab	5.33 Aa	4.63 Aab	5.07 Aab
C Orgânico Total (%)	Chuvosa	14.77 Aa	14.77 Aa	4.72 Ab	8.45 Aab	13.61 Aa
	Seca	3.40 Ba	2.30 Ba	6.96 Aa	6.96 Aa	3.36 Ba
Nitrogênio Total (%)	Chuvosa	0.63 Aa	0.44 Aa	0.21 Aa	0.36 Aa	0.55 Ba
	Seca	0.67 Aa	0.72 Aa	0.38 Aa	0.47 Aa	1.08 Aa
Colonização (%)	Chuvosa	56.99 Aa	51.94 Aa	62.44 Aa	47.25 Aa	47.14 Aa
	Seca	51.47 Aa	50.41 Aa	48.45 Ba	46.32 Aa	49.89 Aa
Esporos (50g^{-1} solo)	Chuvosa	8.34 Aa	9.79 Aa	11.26 Aa	7.25 Aa	10.97 Aa
	Seca	10.35 Aa	9.78 Aa	11.94 Aa	9.20 Aa	6.15Ba

Valores médios (n=15). Letras maiúsculas comparam as duas épocas (Chuvosa e Seca). Letras minúsculas dentro da linha comparam as diferentes veredas dentro de cada época. Valores seguidos por letras diferentes são significativamente diferentes de acordo com o teste de Tukey ($p < 0.05$) e são indicados por números em negrito.

CONCLUSÃO

Conhecer as propriedades físicas, químicas e biológicas do solo é de extrema importância para compreender em quais condições a vegetação se encontra. A taxa de colonização dos Fungos Micorrízicos Arbusculares, juntamente com a quantidade de sua esporulação implica diretamente na quantidade de água e nutrientes que a planta irá absorver. Portanto, ter ciência se há algum fator externo, que influencie tais condições é de grande relevância, tanto para pesquisas quanto para produção de culturas.

Após todas as análises realizadas, concluiu-se que a transição da estação seca para chuvosa não afeta a colonização e esporulação dos Fungos Micorrízicos Arbusculares. Fato este que é possivelmente explicado pois os atributos físicos e químicos do solo pouco se alteram entre as duas épocas, onde as poucas alterações que ocorreram, não são estatisticamente significativas.

REFERÊNCIAS

- ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR 7181: Solo – Análise granulométrica**. Rio de Janeiro: ABNT, 1984.
- AUGÉ, R. M.; SYLVIA, D. M.; PARK, S.; BUTTERY, B. R.; SAXTON, A. M.; MOORE, J. L.; CHO, K. Partitioning mycorrhizal influence on water relations of *Phaseolus vulgaris* into soil and plant components. **Canadian Journal of Botany**, v. 82, n. 4, p. 503-514, 2004.
- BOROWICZ, V. A. Do arbuscular mycorrhizal fungi alter plant-pathogen relations? **Ecology**, n. 82, p. 3057-3068, 2001.
- BREMNER, J. M. Nitrogen-total. In: BIGHAM, J. M. (ed.), **Methods of Soil Analysis, Part 3**. Madison: Soil Science Society of America; American Society of Agronomy, 1996. p. 1085-1121.
- BRUNDRETT, M. C. Mycorrhizal associations and other means of nutrition of vascular plants: understanding the global diversity of host plants by resolving conflicting information and developing reliable means of diagnosis. **Plant and Soil**, v. 320, p. 37-77, 2009.
- COLLA, L. M.; PRIMAZ, A. L.; DE LIMA, M.; BERTOLIN, T. E.; COSTA, A. V.; Isolamento e seleção de fungos para biorremediação a partir de solos contaminados com herbicidas triazínicos. **Ciência Agrotecnica**, v. 32, n. 3, p. 809-813, 2008.
- FERREIRA, I. M. **O afogar das Veredas: uma análise comparativa espacial e temporal das Veredas do Chapadão de Catalão (GO)**. 2003. 242 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista. Rio Claro, 2003.
- GERDEMANN, J. W.; NICOLSON, T. H. Spores of mycorrhizal *Endogone* species extracted from soil by wet sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**, n. 46, p. 235-244, 1963.
- GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, n. 84, p. 489-500, 1980.
- OLIVEIRA, G. C. **Perfil florístico e distribuição das espécies vegetais, em relação ao gradiente de umidade do solo, em seis veredas no Triângulo Mineiro**. Dissertação (mestrado)-Universidade Federal de Uberlândia, Instituto de Biologia, Programa de Pós-Graduação em Ecologia e Conservação de Recursos Naturais, 2005.
- RAIJ, B. VAN; QUAGGIO, J. A.; CANTARELLA, H.; ANDRADE, J. C. **Análise química para avaliação da fertilidade de solos tropicais**. Campinas: Instituto Agrônomo de Campinas, 2001.

RAMOS, V. V. MARCUS; CURI, NILTON; MOTTA, F. E. PAULO; VITORINO, T. C. ANTONIO; FERREIRA, M. MOZART; SILVA, N. L. MARX. Veredas do triângulo mineiro: solos, água e uso. **Ciência Agrotécnica**, v. 30, n. 2, p. 283-293, 2006.

RAMOS, M. V. V. Veredas do triângulo mineiro: solos, água e uso. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 2, p.283-293, 2006.

SENGIK, E. S. **Os macronutrientes e os micronutrientes das plantas**, 2003.

SILVA, F. C. (ed.). **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica; Rio de Janeiro: Embrapa Solos, 2009.

SMITH, S. E.; READ, D. J. **Mycorrhizal symbiosis**. London: Academic, 2008.

SOUZA, R. F. Matéria orgânica e textura do solo em veredas conservadas e antropizadas no bioma cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 8, p. 861-866, 2011.

VAN DER HEIJDEN, M. G. A.; KLIRONOMOS, J. N.; URSIC, M.; MOUTOGLIS, P.; STREITWOLF-ENGEL, R.; BOLLER, T.; WIEMKEN, A.; SANDERS, I. R. Mycorrhizal fungal diversity determines plant biodiversity, ecosystem variability and productivity. **Nature**, v. 396, p. 69-72, 1998.

VIERHEILIG, H.; COUGHLAN A.P.; WYSS, U.; PICHÉ, Y. Ink and vinegar, a simple staining technique for arbuscular-mycorrhizal fungi. **Applied Environmental Microbiology**, n. 64, p. 5004-5007, 1998.