

UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
INSTITUTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
CURSO DE GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

Jessica Gatti Silva

**Colonização e esporulação de fungos micorrízicos arbusculares em solos de
veredas em Uberlândia, MG**

UBERLÂNDIA
AGOSTO DE 2017

Jessica Gatti Silva

**Colonização e esporulação de fungos micorrízicos arbusculares em solos de
veredas em Uberlândia, MG**

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado
ao Instituto de Ciências Agrárias da
Universidade Federal de Uberlândia como
requisito parcial para obtenção do título de
Bacharel em Engenharia Ambiental.

Orientador: Lucas Carvalho Basilio de Azevedo

UBERLÂNDIA

AGOSTO DE 2017

JESSICA GATTI SILVA

Colonização e esporulação de fungos micorrízicos arbusculares em solo de veredas em Uberlândia, MG

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado ao Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Uberlândia como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Ambiental.

Banca Examinadora:

Prof. Dr. Lucas Carvalho Basilio de Azevedo
Orientador

Mestrando Gabriel Sousa Alves
Universidade Federal de Uberlândia

Dra. Julia Araújo de Lima
Universidade Federal de Uberlândia

Uberlândia (MG), 07 de agosto de 2017

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.

Sumário

1. Introdução.....	1
2. Material e Métodos.....	4
2.1 Área de estudo	4
2.2 Coleta de solo e raízes	8
2.3 Umidade e atributos químicos do solo	9
2.4 Extração de esporos de FMA do solo	11
2.5 Colonização micorrízica intracelular	11
2.6 Análises Estatísticas.....	13
3. Resultados e Discussão.....	14
3.1 Análises da umidade e dos atributos químicos do solo	14
3.2 Colonização micorrízica	15
3.3 Esporos no Solo	15
4. Conclusão	17
5. Referências.....	18

1. INTRODUÇÃO

Veredas

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 (Ministério do Meio Ambiente, 2017). Dentro deste importante bioma, existem diversos tipos de vegetações, fato que é uma das razões para que haja uma grande biodiversidade no Cerrado Brasileiro. As veredas é uma dessas diversas vegetações, que se caracterizam principalmente por possuírem áreas úmidas com solos pouco drenados, onde também ocorrem áreas totalmente encharcadas (SOUZA et al., 2011).

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. As veredas geralmente se localizam em planícies, característica esta que viabiliza ainda mais a característica da presença de solo encharcado (OLIVEIRA, 2005).

A topografia e a drenagem do solo nas veredas podem ser caracterizadas em três diferentes zonas: a borda, o meio e o fundo. A primeira é composta por um solo mais seco, onde podem ocorrer pequenas árvores isoladas; a terceira área, o fundo, é o local que falamos acima, saturado de água, assim como um brejo, onde estão os buritis junto com muitos arbustos e pequenas árvores; por ser um intermediário entre as duas outras zona, o meio é mediantemente úmido e apresenta uma vegetação tipicamente campestre, que se caracteriza por ser composta por espécies herbáceas e com pouca variedade de espécies. Assim, dentro de uma mesma vereda há floras e faunas diferenciadas, pois uma vez que um animal necessita de

um solo mais úmido, outro pode ter preferência por um solo com menor umidade (FERREIRA, 2003).

Mesmo regionalmente, as veredas podem apresentar-se sob diferentes condições ambientais. No Triângulo Mineiro, as veredas ocorrem em grande densidade, em diferentes superfícies geomórficas. Nesta região, cada superfície geomórfica representa um ambiente peculiar, implicando em atributos diferenciais de seus recursos naturais, padrões de uso e resistência à perturbação (RAMOS et al., 2006).

O cerrado é considerado um *hotpost* mundial de biodiversidade que necessita de preservação (MITTERMEIER, 1999). No entanto, de acordo com dados do Ministério do Meio Ambiente, o cerrado é o *hotpost* que apresenta a menor taxa de proteção integral. Assim como o bioma como um todo, a fitofisionomia do tipo vereda também apresenta um papel muito importante no ambiente por seu papel no funcionamento dos ecossistemas associados a ele (MAILLARD & SILVA, 2007) e, ao mesmo tempo, é um ambiente de conservação frágil.

O entendimento das veredas é cada vez mais necessário devido suas funções para o bioma Cerrado e para o ciclo hidrológico. No entanto, o conhecimento sobre a microbiologia do solo nesses ambientes é quase inexistente, onde apesar de serem objeto de várias pesquisas, a complexidade desse ecossistema ainda não é plenamente compreendida.

Sabe-se, porém, que alguns dos micro-organismos, como os fungos micorrízicos arbusculares (FMA), fazem associação com as plantas e têm importante papel ecológico no desenvolvimento destas (VAN DER HEIJDEN, 1998).

Micorrizas Arbusculares

As micorrizas arbusculares (MA) são associações entre raízes de plantas e fungos do solo do filo Glomeromycota (SCHÜBLER et al., 2001), 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; SMITH; READ, 2008). As Micorrizas Arbusculares (MA) exercem grande influência na distribuição, nutrição e estruturação da comunidade de espécies vegetais do solo (VAN DER HEIJDEN et al., 1998).

O processo de infecção ou colonização se dá inicialmente com o crescimento fúngicos no solo e o contato físico com a raiz. Então, ocorre troca de informações moleculares, que permitem o fungo crescer entre as células da raiz e colonizar o tecido

vegetal. Em alguns pontos, a hifa entra na parede celular e divide-se intensamente, mas não rompe a membrana plasmática. Essa estrutura ramificada é chamada de arbúsculo, sendo o órgão de troca de metabólitos entre os parceiros. Ao mesmo tempo, as hifas do fungo crescem no solo. Estas hifas funcionam como extensões do sistema radicular, aumentando a área de exploração do solo em mais de cem vezes (SMITH; READ, 2008). Com o funcionamento da simbiose, a planta e o fungo recebem seus benefícios nutricionais (Figura 1).

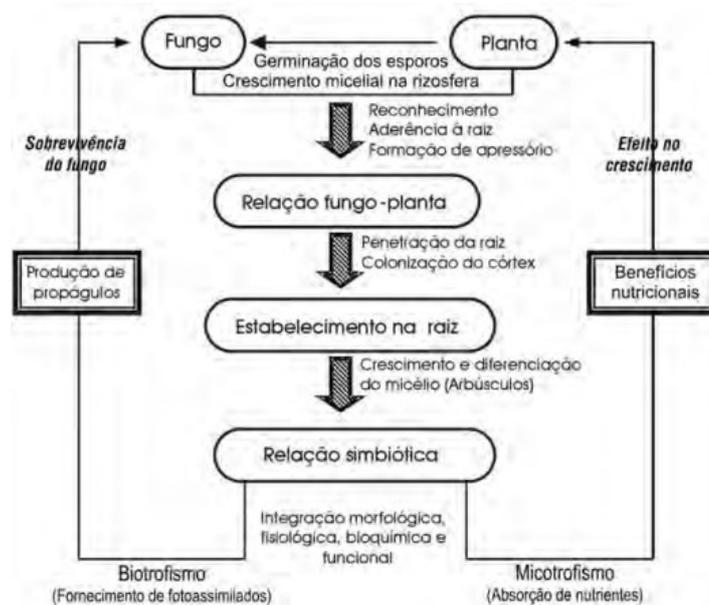


Figura 1 - Formação da associação simbiótica. Fonte: Siqueira, 2006

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). Os benefícios dessa simbiose, expressos principalmente como o estímulo ao crescimento vegetal, devem-se a fatores nutricionais, principalmente ao aumento da absorção de nitrogênio (COSTA; LOVATO, 2004), potássio e, especialmente, o fósforo (CALVET et al., 2003).

Os fungos recebem em troca fotossintatos, fontes de energia para seu crescimento e ramificações dos micélios. Essa relação com as raízes das plantas é tão íntima para os FMA, que eles são biotróficos obrigatórios, ou seja, necessitam da presença de plantas hospedeiras para multiplicação (SMITH; READ, 2008). Esse tipo de fungo geralmente também possibilita

uma importante reserva de carbono na forma hifas e da proteína glomalina no solo (RILLIG et al., 1999) e melhoria na agregação do solo (NÓBREGA et al., 2001).

As taxas de colonização radicular e esporulação no solo são dados imprescindíveis para relacionar a troca de metabólicos e a capacidade de permanência das espécies a partir da formação de propágulos (VAN DER HEIJDEN; SCHEUBLIN, 2007). A partir destes resultados, podemos então constatar se é possível que a intensidade da MA esteja relacionada ao tipo de espécies vegetais presentes no ambiente, ou até mesmo se a estação modifica os resultados encontrados. Portanto, a composição florística, a fenologia da planta e a variação climática podem se apresentar como fatores determinantes para descrever a quantidade e a diversidade que estes fungos dão-se em uma determinada área, ou então em um determinado bioma (ROSENDAHL, 1992).

Micorriza Arbuscular em Veredas

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.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

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).

Duas 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.

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

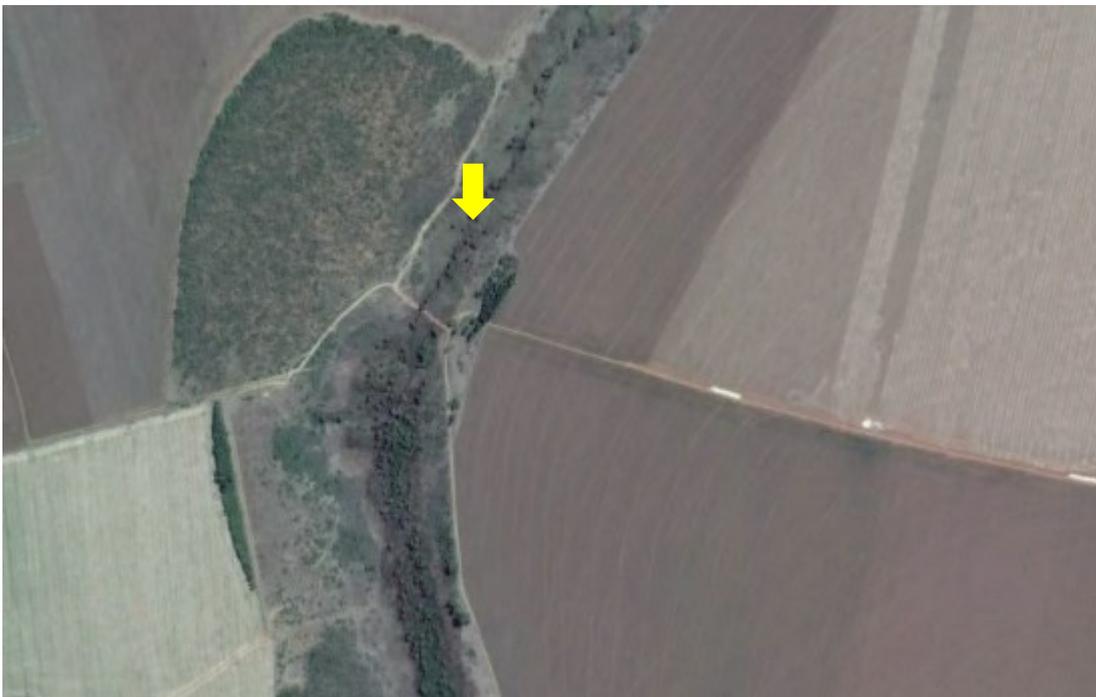


Figura 2. Vereda 1 localizada próxima a BR 050, situada entre as coordenadas 19°06'7" Sul e 48°07'33" Oeste. Solos e raízes foram coletados para avaliação da colonização micorrízica e do número de esporos ao longo das estações Seca e Chuvosa. Foto via satélite retirada do Google Earth, tirada no dia 23/08/2016.



Figura 3. Vereda 2 localizada próxima à BR 050, situada entre as coordenadas 19°07'41" Sul e 48°10'11" Oeste. Solos e raízes foram coletados para avaliação da colonização micorrízica e do número de esporos ao longo das estações Seca e Chuvosa. Foto via satélite retirada do Google Earth tirada no dia 06/06/2015.



Figura 4. Vereda 3 localizada próxima à BR 497, situada entre as coordenadas 18°58'15" Sul e 48°23'26" Oeste. Solos e raízes foram coletados para avaliação da colonização micorrízica e do número de esporos ao longo das estações Seca e Chuvosa. Foto via satélite retirada do Google Earth tirada no dia 22/04/2017.

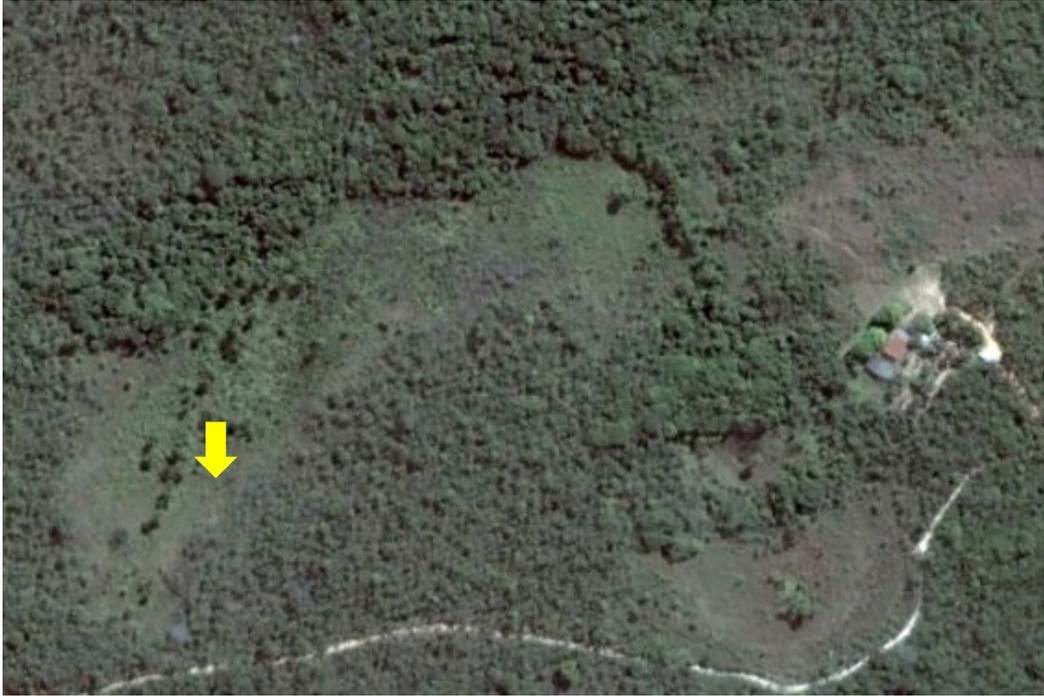


Figura 5. Vereda 4 localizada na Reserva Ecológica do Panga, situada entre as coordenadas 19°10'54" Sul e 48°23'45" Oeste. Solos e raízes foram coletados para avaliação da colonização micorrízica e do número de esporos ao longo das estações Seca e Chuvosa. Foto via satélite retirada do Google Earth tirada no dia 21/05/2016.



Figura 6. Vereda 5 localizada na Reserva Ecológica do Panga, situada entre as coordenadas 19°11'11" Sul e 48°24'23" Oeste. Solos e raízes foram coletados para avaliação da colonização micorrízica e do número de esporos ao longo das estações Seca e Chuvosa. Foto via satélite retirada do Google Earth tirada no dia 21/05/2016.



Figura 7 Localização das 5 áreas de coleta de amostras, localizada ao longo do Triângulo Mineiro. Foto via satélite retirada do Google Earth.

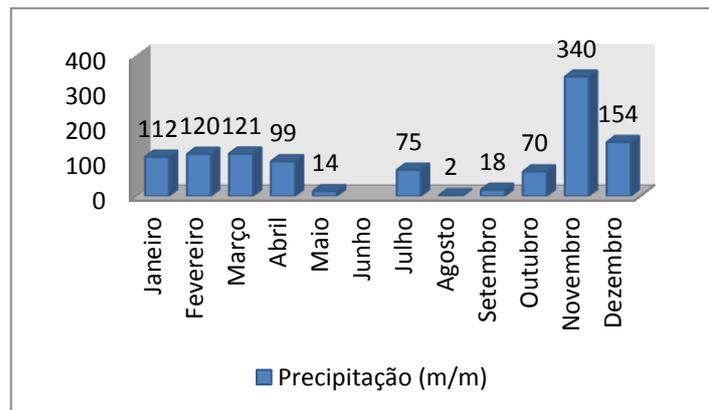


Figura 8. Balanço hídrico mensal do município de Uberlândia – MG em 2014 de acordo com o INMET.

2.2 Coleta de solo e raízes

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. Como visto na figura 8.

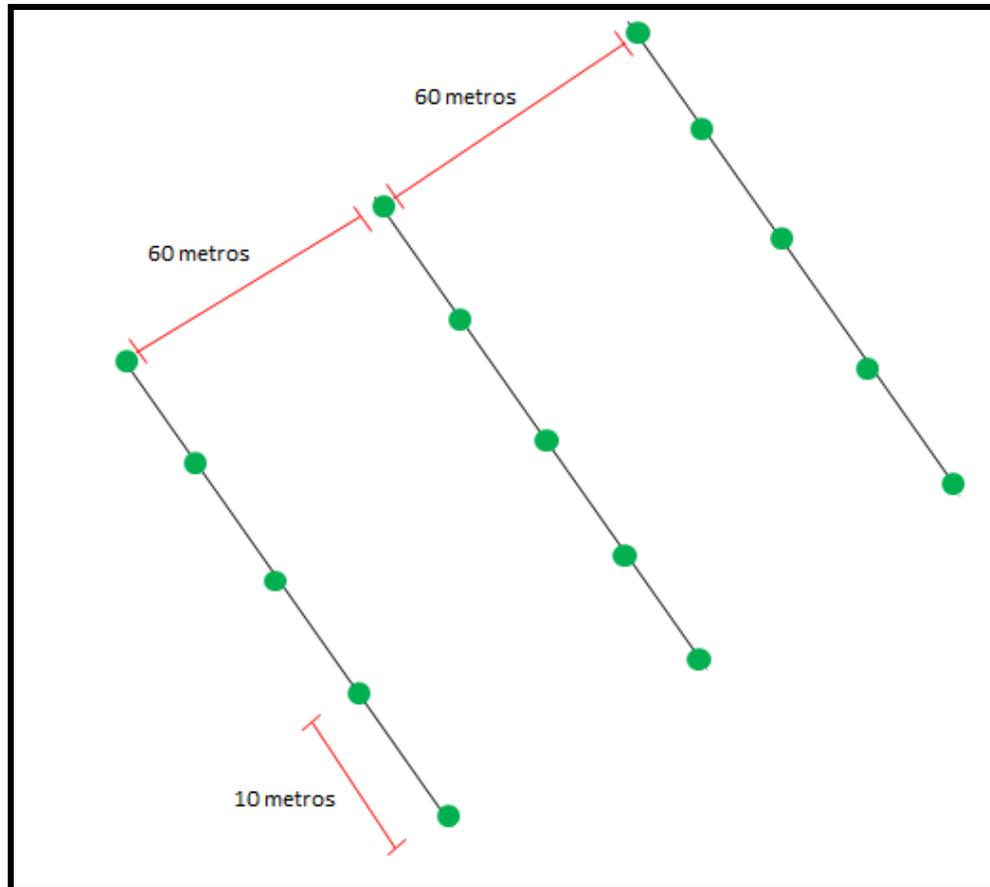


Figura 8. Definição dos pontos de amostragem de cada área, três transectos de 50 metros espaçados entre si por aproximadamente 60m.

2.3 Umidade e atributos químicos do solo

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 (figura 9). 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.



Figura 9. Amostras das veredas já secas após ficarem 24 horas na estufa Sterilifer Inox.

Para medição do parâmetro direto de pH, utilizou-se o pHmetro em suspensão de CaCl_2 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 a tabela 3.

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	$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$	SILVA et. al., 2009
Ca^{+2}	Extração em KCl e determinação em espectrofotometria de absorção atômica	$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$	SILVA et. al., 2009
Mg^{+2}	Extração em KCl e determinação em espectrofotometria de absorção atômica	$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$	SILVA et. al., 2009
K^{+}	Mehlich 1	$\text{cmol}_c \text{ dm}^{-3}$	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.

2.4 Extração de esporos de FMA do solo

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, como exemplificado na figura 10.

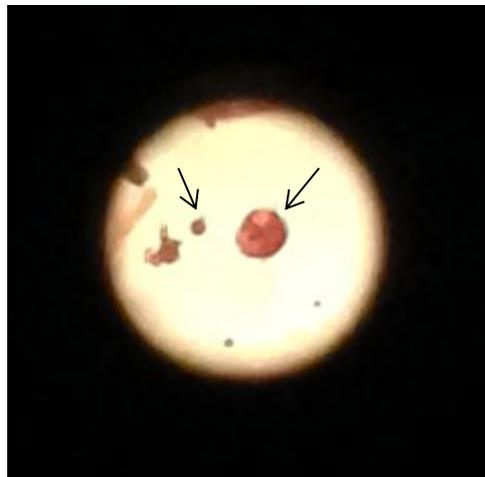


Figura 10. Imagem visualizada no microscópio estereoscópico na separação e contagem dos esporos de fungos micorrízicos arbusculares. Ao centro dois esporos contabilizados.

2.5 Colonização micorrízica intracelular

Para verificar a colonização micorrízica intracelular, as raízes foram separadas ao acaso sendo retiradas 1 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.



Figura 11. Amostras lavadas para retirar restos de solo.

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 Vierheilg (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 estereoscópio pelo método da placa reticulada (Figura 12), segundo Giovannetti e Mosse (1980).

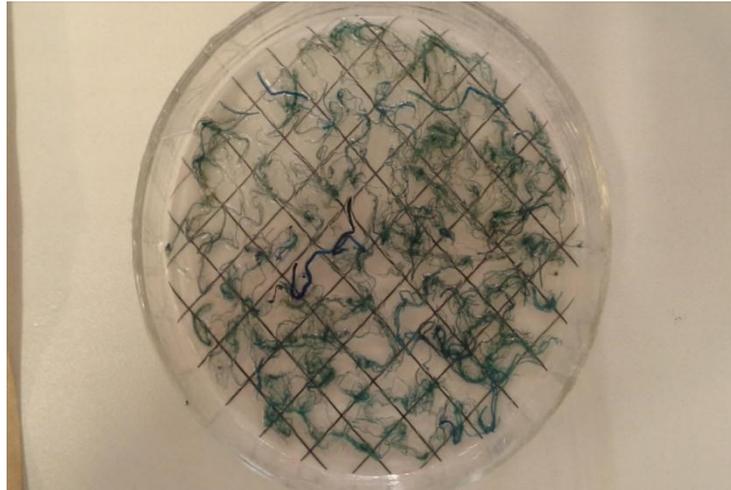


Figura 12. Método da placa reticulada, com quadrantes de 1cm². Raízes dispostas homogeneamente para contagem dos segmentos interceptados pelas linhas da placa para determinação da porcentagem de colonização micorrizica.

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 micorrizica, SC são os segmentos colonizados interceptados pelos quadrantes e SN é a quantidade não colonizada nos segmentos.

2.6 Análises estatísticas

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 micorrizica) 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, 2011) 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.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Análises da umidade e dos atributos químicos do solo

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 4).

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 (SOUZA et al., 2011; 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., 2013), 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 4).

3.2 Colonização micorrízica

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 4). 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.

3.3 Esporos no solo

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	Vereda5
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 (cmol _c 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 (cmol _c 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 (cmol _c 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.

4. CONCLUSÃO

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 porque os atributos físicos e químicos do solo pouco se alteram entre as duas épocas.

5. REFERÊNCIAS

- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7180 – Solo - Análise granulométrica- 1984.
- ABNT – Associação Brasileira de Normas Técnicas. NBR 7181: Solo – Análise granulométrica. Rio de Janeiro: ABNT, 1984. 13p.
- ALLEN, M.F. The ecology of arbuscular mycorrhizas: a look back into the 20th century and a peak into the 21st. **Mycological Research**, n. 100, p. 769–782, 1996.
- 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.
- AUGUSTIN, R. R. H. CRISTINA; DE MELO, R. DIRCE; ARANHA, A. R. PAULO. **Aspectos geomorfológicos de veredas: um ecossistema do bioma do cerrado, Brasil.** Revista brasileira de geomorfologia, 2010.
- BOROWICZ, V.A. Do arbuscular mycorrhizal fungi alter plant-pathogen relations? **Ecology**, n. 82, p. 3057-3068, 2001.
- BREMNER, J.M. Nitrogen-total. In: Bigam, J.M. (Ed.), **Methods of Soil Analysis, Part 3.** Soil Science Society of America; American Society of Agronomy, Madison, pp. 1085-1121, 1996.
- 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.
- CALVET, C.; ESTAÚN, V.; CAMPRIBÍ, A.; HERNÁNDEZ-DORREGO, A.; PINOCHET, J.; MORENO, M.A. **Aptitude for mycorrhizal root colonization in Prunus rootstocks.** Scientia Horticulturae, Amsterdam, v.9, n.1, p.1-10, 2003.
- CARVALHO, P. G. S. **As veredas e sua importância no domínio dos cerrados.** Informe Agropecuário, Belo Horizonte, v. 15, n. 168, p. 54-56, 1991.
- COLLA, L. M. et al. 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.
- COSTA, D.M.; LOVATO, P.E. **Fosfatases na dinâmica do fósforo no solo sobre culturas de cobertura com espécies micorrízicas e não micorrízicas.** Pesquisa Agropecuária Brasileira, v.39, n.6, p.603-605, 2004.

COUTINHO, L.M. O bioma cerrado In: KLEIN, A.L. (Ed.). **Eugen Warming e o cerrado brasileiro: um século depois.**São Paulo: Editora UNESP, Imprensa Oficial do Estado, 2002. p. 77-91.

EL-HUSNY, Jamil Chaar; CARVALHO, Claudio José Reis de; CARVALHO, Eduardo Jorge Maklouf. **Avaliação da densidade de esporos de fungos micorrízicos como indicador da qualidade do solo em sistema integrado de lavourapecuária em Paragominas-Pará.** Xxxiv Congresso Brasileiro de Ciência do Solo, Florianópolis, v. 1, n. 1, p.1-4, 28 jul. 2013.

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.

GEE, G.W.; OR, D. Particle-size analysis. In: DANE, J.H.; TOPP, G.C. (Ed.). **Methods of soil analysis.** 3rd ed. Madison: Soil Science Society of America, 2002. pt. 4: Physical methods, p. 255-293. (Book Series, 5).

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.

GIANELLO, C.; COELHO, A. M. ; QUAGGIO, J.A.; TEDESCO, M.J.; SILVA, C.A.; CANTARELLA, H.; BARRETO, W.O. **Parte 2 Capítulo 1 Métodos de análises químicas para avaliação da fertilidade do solo.** In: SILVA, F. C. . (Org.). Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes. 2 ed. Brasília: Embrapa informação tecnológica, 2009, p. 107-190.

GIOVANNETTI, M.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, n. 84, p. 489-500, 1980.
INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. **Mapa de Biomas do Brasil.** 2004. Disponível em:< <http://www.ibge.gov.br>> Acesso em 28 mar. 2014.

MAILLARD, P. e SILVA, T. **Delimitação e Caracterização do Ambiente Vereda: o Potencial das Imagens RADARSAT-1.** Anais do XIII Simpósio de Sensoriamento Remoto, Florianópolis, Brasil, 21-26. Abril 2007, INPE, p.4.751-4.758.

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE – **Biodiversidade Brasileira: Avaliação e Identificação de Áreas e ações Prioritárias para Conservação, Utilização Sustentável e Repartição dos Benefícios da Biodiversidade nos Biomas Brasileiros.** 2002. Brasília: MMA/SBF. Série Biodiversidade, Vol. 5., 404p.

MITTERMEIER, R.A.; MYERS, N.; THOMSEN, J.B.; DA FONSECA, G.A.B.; OLIVIERI, S. **Biodiversity hotspots and major tropical wilderness areas: Approaches to setting conservation priorities,** 1999.

MYERS, N.; MITTERMEIER, R.A.; MITTERMEIER, C.G.; DA FONSECA, G.A.B.; KENT, J. **Biodiversity hotspots for conservation priorities.** Nature, v. 403, n. 6772, p. 853-858, 2000.

NÓBREGA, J.C.A.; LIMA, J.M.; CURI, N.; SIQUEIRA, J.O.; MOTTA, P.E.F. Fosfato e micorriza na estabilidade de agregados em amostras de latossolos cultivados e não cultivados. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 36, n. 11, p. 1425-1435, 2001.

OLIVEIRA, GERALDO CÉLIO DE. **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. 284 p.

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, Lavras, v. 30, n. 2, p. 283-293, mar./abr., 2006.

RAMOS, Marcus Vinícius Vieitas et al. Veredas do triângulo mineiro: solos, água e uso. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 30, n. 2, p.283-293, abr. 2006.

RIBEIRO, F. J. **Vereda**. EMBRAPA, 2010.

RIBEIRO, J.F.; WALTER, B.M.T. **Fitofisionomias do bioma cerrado**. In: SANO, M. S.; ALMEIDA, S. P. (Eds.). Cerrado: ambiente e flora. Planaltina: EMBRAPA-CPAC, 1998. 556 p.

RILLIG, M.C., FIELD, C.B., ALLEN, M.F. **Soil biota responses to long-term atmospheric CO2 enrichment in two California annual grassland**. *Oecologia*, 119, 572–577. 1999.

ROSENDAHL, S.; ROSENDAHL, C.N. **Seasonal variation in occurrence of VA mycorrhizal infection types in a Danish Grassland community**. In: READ, D.J.; LEWIS, D.H.; FITTER, A.H.; ALEXANDER, I.J. (eds) Mycorrhizas in ecosystems. CABI, Cambridge, p. 400, 1992.

SANO, E.E.; ROSA, R.; BRITO, J.L.S.; FERREIRA, L.G. Land cover mapping of the tropical savanna region in Brazil. **Environmental Monitoring and Assessment**, v. 166, p. 113–124, 2010.

SCHÜESSLER, A.; SCHWARZOTT, D.; WALKER, C.. **A new fungal phylum, the Glomeromycota: phylogeny and evolution**. *Mycological research*, v. 105, n. 12, p. 1413-1421, 2001.

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

SIQUEIRA, J.O. **Microbiologia e Bioquímica do Solo**. 2006. 2 ed., Editora UFLA. 729p.

SMITH, S.E.; BARKER, S.J. Plant phosphate transporter genes help harness the nutritional benefits of arbuscular mycorrhizal symbiosis. **Trends in Plant Science**, v. 7, p. 189-190, 2002.

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

SOUZA, Ricardo F. de et al. Matéria orgânica e textura do solo em veredas conservadas e antropizadas no bioma cerrado. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v. 15, n. 8, p.861-866, 01 jun. 2011.

TER BRAAK, C.J.F.; SMILAUER, P. **CANOCO Reference manual and user's guide to Canoco for Windows: Software for Canonical Community Ordination (Version 4.0)**. New York: Microcomputer Power, 2002. 353 p.

VAN DER HEIJDEN, M.G.; SCHEUBLIN, T.R. **Functional traits in mycorrhizal ecology: their use for predicting the impact of arbuscular mycorrhizal fungal communities on plant growth and ecosystem functioning**. *New Phytologist*, n.174, p. 244-250, 2007.

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.