

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA AGRÍCOLA E SOLOS
CURSO ENGENHARIA FLORESTAL

WELLUMA TEIXEIRA BARROS

COMUNIDADE DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM SISTEMA
AGROFLORESTAL E CONSÓRCIO DE CAFÉ

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

2018

WELLUMA TEIXEIRA BARROS

COMUNIDADE DE FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES EM SISTEMA
AGROFLORESTAL E CONSÓRCIO DE CAFÉ

Monografia apresentada à Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia – UESB, Campus Vitória da Conquista – BA, para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientador: Prof^ª D. Sc. Patrícia Anjos Bittencourt Barreto-Garcia.

VITÓRIA DA CONQUISTA – BA

2018

UNIVERSIDADE ESTADUAL DO SUDOESTE DA BAHIA
DEPARTAMENTO DE FITOTECNIA E ZOOTECNIA
CURSO ENGENHARIA FLORESTAL

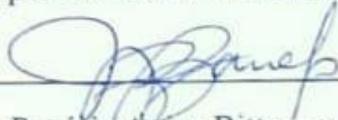
Campus de Vitória da Conquista – BA

DECLARAÇÃO DE APROVAÇÃO

Título: Comunidade de fungos micorrizicos arbusculares em sistema agroflorestal e consórcio de café.

Autora: Welluma Teixeira Barros

Aprovada como parte das exigências para obtenção do Título de BACHAREL EM ENGENHARIA FLORESTAL, pela Banca Examinadora:

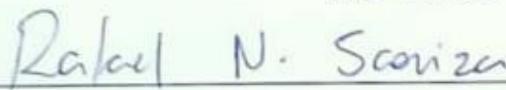


Profª D. Sc. Patricia Anjos Bittencourt Barreto-Garcia

Presidente



Profª Drª Caroline Valverde Santos



Profº Drº Rafael Nogueira Scoriza

Data da realização: 28 de maio de 2018

UESB – Campus de Vitória da Conquista, Estrada do Bem Querer, km 04

Telefone: (77) 3425 9380

E-mail: ccengflor@uesb.edu.br

Dedico este trabalho a um ser feito de carinho: minha avó (in memoriam).

O céu é pequeno pra todo seu amor.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha mãe Marileusa, pela pessoa maravilhosa que ela é em minha vida, sem ela não seria o que sou hoje. Meu companheiro Caio, por ser meu farol e por acreditar em mim sempre, seu amor foi fundamental para concluir a jornada.

Tudo que consegui concluir hoje se deve aos mestres, que passaram os seus conhecimentos para nós, especialmente Patrícia por ser mãe e orientadora ao mesmo tempo, pela confiança, incentivo e dedicação, e Morais (*in memoriam*) por ser um dos professores mais incríveis que já conheci. Rafael, pela coorientação sempre disposto a me ajudar. Daíse e Brunela por serem maravilhosas sempre.

Agradeço também a Embrapa Agrobiologia, pela oportunidade para concretização desse trabalho, principalmente Itamar pelo apoio imprescindível.

Agradeço ao setor de Licenciamento Ambiental da Secretaria Municipal pela oportunidade de aprender mais e saber como é a realidade que não se vê na Universidade.

Aos meus amigos que pude fazer nesses anos e pelos grandes momentos (como nossas viagens incríveis) que passamos juntos. Obrigada Nêssa, Jhuly, Mariana, Fran, Kemele, Biah, Maritania, Inka, Tinoco, Carmela, Jamily. Agradeço a todos que passaram pelo meu caminho e fizeram dele mais bonito.

E aquela amizade: - só vou se você for. Joyce e Maicon. Obrigada Joyce por me permitir participar do seu mundo, por confiar em mim, pelas risadas, por me abraçar com palavras. Maicon, meu irmão de coração, por essa amizade preciosa. Não sei o que seria de mim sem você ao meu lado nesses anos de graduação, fez dela mais feliz.

E por fim, agradeço a Deus por ter me dado forças para continuar.

— *É pecado sonhar?*
— *Não, Capitu. Nunca foi.*
— *Então por que essa divindade nos dá golpes
tão fortes de realidade e parte nossos sonhos?*
— *Divindade não destrói sonhos, Capitu. Somos
nós que ficamos esperando, ao invés de fazer
acontecer.”*

Dom Casmurro

A formatação do presente trabalho segue as normas textuais do periódico - Revista Ciência Agronômica.

26

27 **ABSTRACT-** The mycorrhizal are structures formed during the symbiosis between roots and
28 soil fungi. Through this association, plants meet the demands of FMA's for carbon
29 compounds, while fungi benefit the establishment of plants, favoring the absorption of
30 nutrients in the soil. The AMF community is usually considered a good soil indicator because
31 of its sensitivity to variations in the many conditions that make up the environments. The
32 objective of this work was to evaluate the composition and diversity of the arbuscular
33 mycorrhizal fungi communities in soil under native forest and two coffee production systems.
34 The study was carried out in the district of Lucaia, municipality of Planalto, Southwest region
35 of the state of Bahia. Soil samples were collected in two seasons, dry and rainy. Soil samples
36 were collected at 0-10 cm depth. The total spore density presented in the dry period 4,1 to
37 12,5 g⁻¹ spores soil in relation to the rainy season 1,4 to 2,5 spores g⁻¹ soil. The genus
38 *Acaulospora*, followed by *Glomus* presented a higher occurrence in both periods. The dry
39 period allows a greater density of spores and quantity of species of arbuscular mycorrhizal
40 fungi (AMF) than the rainy season. Productive coffee systems and their management did not
41 cause changes in spore density and species richness in the FMA community in relation to the
42 native forest.

43 **Keywords:** *Grevillea robusta* A. Cunn.; Mycorrhizal; Seasonality.

44

INTRODUÇÃO

45 Para o desenvolvimento sustentável, busca-se a adoção de sistemas de produção que
46 otimizem o uso da terra e possibilitem benefícios biológicos e socioeconômicos. Os sistemas
47 agroflorestais (SAFs) são considerados os modelos de uso do solo que mais se assemelham
48 ecologicamente das florestas nativas (NAIR, 1993; GAMA-RODRIGUES, 2004). Nesses
49 sistemas, têm-se a associação de cultivos agrícolas com componentes arbóreos, o que
50 possibilita um incremento da entrada de matéria orgânica no solo e, como consequência,

51 favorece a melhoria das suas características químicas, físicas e biológicas. Além disso, os
52 SAFs podem contribuir para uma maior diversidade da comunidade microbiana e da fauna do
53 solo que atuam como agentes de controle biológico e condicionadores do solo (CASALI et
54 al., 2014).

55 A compreensão dos efeitos de diferentes sistemas de produção sobre a qualidade do solo
56 pode auxiliar na interpretação das interações entre seus componentes e na definição de
57 estratégias de manejo (MARSHALL, 2000). Dentre os atributos biológicos do solo que são
58 sensíveis à alterações no meio estão os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs). Esses
59 organismos formam associações simbióticas nas raízes de plantas hospedeiras (PEREIRA et
60 al., 2018). Por meio dessa relação, as plantas atendem as demandas dos FMAs por compostos
61 de carbono (MOREIRA; SIQUEIRA, 2006), enquanto os fungos favorecem o
62 estabelecimento das plantas, facilitando a absorção de nutrientes no solo (MERGULHÃO et
63 al., 2014). Os FMAs também auxiliam na retenção de umidade, na formação de agregados e
64 na estabilidade dos solos (NOBRE et al., 2015), sendo de fundamental importância em solos
65 de baixa fertilidade ou degradados. Além disso, esses fungos estimulam o sistema de defesa
66 primário da planta ao ataque de patógenos (MECHRI et al., 2014) e, conseqüentemente,
67 aumenta a tolerância ao estresse biótico causado por doenças (CALVO-POLANCO et al.,
68 2016; MEDDAD-HAMZA et al., 2017).

69 A incidência dos FMAs é influenciada por diversos fatores, respondendo a alterações no
70 meio com modificações no seu número de propágulos (MELLO et al., 2012). Dentre os
71 fatores mais representativos estão o tipo de cobertura vegetal, a composição de espécies, o
72 sistema de manejo adotado e as características edafoclimáticas (fertilidade do solo, incidência
73 de luz, disponibilidade de água, entre outros) (CARRENHO et al., 2010). O emprego de
74 técnicas de revolvimento do solo, por exemplo, provoca o rompimento das hifas e, como
75 consequência, a exposição de propágulos e esporos, que se tornam inviáveis em decorrência

76 da elevação de temperatura, excesso de oxigênio e ação de predadores (JASPER et al.1991,
77 KABIR et al.1997). Por essa razão, a comunidade de FMAs costuma ser considerada boa
78 indicadora de alterações no solo, mostrando-se sensível a variações nas condições que
79 compõe o ambiente.

80 Diversos estudos sobre a comunidade de FMAs vêm sendo realizados em florestas
81 nativas, cultivos homogêneos e sistemas agroflorestais (LOSS et al., 2009; FERREIRA et al,
82 2012; COSTA et al., 2013; SANTOS et al., 2014; ALECRIM et al. 2015; BEZERRA,
83 MELLO, 2015; MARTINS, 2015; SOUZA et al. 2016; DURAZZINI et al. 2016; CRUZ;
84 PEREIRA et al., 2018), entretanto ainda são escassos os estudos que comparam diferentes
85 sistemas produtivos de café (BONFIM et al., 2010; DURAZZINI et al, 2016), especialmente
86 aqueles que avaliam a floresta nativa como sistema de referência. Assim, este trabalho teve
87 como objetivo avaliar a composição da comunidade de fungos micorrízicos arbusculares em
88 solo sob floresta nativa e dois sistemas produtivos de café (sistema agroflorestal e consórcio).

89 MATERIAL E MÉTODOS

90 Descrição das áreas

91 O estudo foi conduzido em dois sistemas produtivos de café: (1) sistema agroflorestal
92 de café com *Grevillea robusta* (SAF) e (2) consórcio café com banana (CB). Utilizou-se
93 como referência um fragmento de floresta nativa, que tem vegetação classificada como
94 Floresta Estacional Semidecidual com área total de 30 hectares. Todas as áreas estão
95 localizadas no distrito de Lucaia, município de Planalto, região Sudoeste do estado da Bahia.
96 A caracterização dos sistemas de café pode ser observada na Tabela 1.

97

98 **Tabela 1:** Caracterização do sistema agroflorestal de café com *Grevillea robusta* e consórcio
 99 de café com banana, no distrito de Lucaia, município de Planalto.

| Sistemas | Preparo do solo | Área (ha) | Espaçamento | Ano de plantio | Adubação* |
|----------|-----------------------------|-----------|---|----------------|--|
| SAF | Roçagem e sulcagem | 1,0 | Grevílea: 3,5 m Café: 2,5 m | 2000 | Esterco bovino: 12 kg |
| CB | Aração, gradagem e sulcagem | 5,3 | Café: 1,5 x 4,0 m Banana: 1,0 x 16,0 m | 2000 | Supersimples: 120 g Uréia: 100 g NPK 20-00-20: 200 g |

100 SAF = sistema agroflorestal de café com *Grevillea robusta*; CB = consórcio café com banana;
 101 * Valores por planta/ano.

102
 103 A região possui clima tropical de altitude (Cwb), de acordo a classificação de Köppen,
 104 com temperatura média anual de 19,2 °C e pluviosidade média anual em torno de 750 mm. O
 105 solo das áreas estudadas é classificado como Latossolo Amarelo Distrófico (EMBRAPA
 106 SOLOS, 2006), apresentando características químicas e serapilheira acumulada, conforme
 107 Tabela 2.

108
 109 **Tabela 2:** Atributos químicos do solo e serapilheira acumulada em floresta nativa, sistema
 110 agroflorestal e consórcio de café.

| Sistemas | pH (H ₂ O) | P mg dm ⁻³ | K -----cmolc dm ⁻³ de sol----- | Ca | Mg | H+Al | SB | t | SU | SS |
|----------|-----------------------|-----------------------|---|-----|-----|------|------|------|---------------------|------|
| | | | | | | | | | kg ha ⁻¹ | |
| FN | 5,5 | 3,5 | 0,2 | 4,0 | 3,0 | 7,1 | 7,1 | 7,3 | 8,86 | 3,74 |
| SAF | 6,2 | 41,5 | 0,5 | 3,8 | 2,6 | 2,7 | 6,85 | 6,95 | 3,85 | 6,47 |
| CB | 6,2 | 26,5 | 0,6 | 5,0 | 2,2 | 3,3 | 7,7 | 7,75 | 2,45 | 2,12 |

111 FN = floresta nativa; SAF = sistema agroflorestal de café com *Grevillea robusta*; CB =
 112 consórcio café com banana; SU = serapilheira acumulada no período úmido e SS =
 113 serapilheira acumulada no período seco; SB = soma de bases e t = CTC efetiva.

114

115 **Amostragens de solo e serapilheira**

116 Em cada sistema estudado, foram demarcadas quatro parcelas de 20 m x 20 m (400 m²),
117 que foram lançadas de forma aleatória, com distância mínima de cinco metros entre elas. As
118 coletas de solo foram realizadas em duas épocas do ano: no período seco (dezembro) e
119 período chuvoso (abril). Para isso, em cada parcela, foram coletadas por caminhamento
120 aleatório 10 amostras simples de solo (profundidade de 0-10 cm), que foram reunidas para
121 formar uma composta.

122 A amostragem da serapilheira acumulada sobre o solo foi realizada com auxílio de um
123 gabarito de madeira, com dimensões de 0,5 m x 0,5 m (0,25 m²). O gabarito foi lançado
124 aleatoriamente nas entrelinhas de plantio de cada parcela, com três repetições, totalizando 12
125 amostras por área. Após a coleta, as amostras foram acondicionadas em embalagens plásticas
126 devidamente identificadas e levadas ao laboratório. Em seguida, para a determinação do peso
127 da matéria seca, as amostras foram colocadas em sacos de papel, secas em estufa a 65°C até a
128 estabilização do peso e pesadas em balança de precisão (0,01g). Os valores encontrados foram
129 extrapolados para kg ha⁻¹.

130 **Extração e observação microscópica de esporos do solo**

131 Para contagem de esporos e identificação das espécies de fungos micorrízicos
132 arbusculares (FMAs), foram utilizados, de cada amostra, 50 ml de solo para a extração dos
133 esporos, adotando a adaptação do procedimento descrito para nematoides, de acordo com
134 metodologia do peneiramento úmido (GERDEMANN; NICOLON, 1963) e centrifugação em
135 gradiente de densidade, com água e sacarose 45% (JENKINS, 1964). As espécies foram
136 identificadas por meio de um microscópio estereoscópico e com auxílio do manual de
137 identificação de Schenck e Pérez (1988), além de consulta ao site da coleção internacional de
138 FMA - INVAN (<http://invan.caf.wvu.edu/>).

139 **Análise de dados**

140 Os dados obtidos foram analisados quanto à normalidade (Shapiro-Wilk) e
141 homogeneidade (teste de Cochran e Bartlett) das variâncias dos erros. Ao se constatar dados
142 paramétricos, empregou-se a comparação de médias dos tratamentos pelo teste de Tukey a 5%
143 de significância. Para interpretação dos dados, os resultados foram submetidos à análise de
144 redundância, incluindo as variáveis referentes a presença-ausência das espécies de FMAs e
145 atributos bióticos e abióticos do solo. As inter-relações entre os atributos químicos do solo, a
146 quantidade de serapilheira e quantidade de espécies e esporos de FMAs foram analisadas
147 através da correlação de Pearson a 5%.

148 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

149 A densidade total de esporos apresentou valores variando entre 4,1 a 12,5 esporos g⁻¹
150 solo no período seco e 1,4 a 2,5 esporos g⁻¹ solo no período chuvoso, embora com diferença
151 significativa apenas no sistema de café com banana (Tabela 3). A redução do número de
152 esporos na época chuvosa também foi observada por Bonfim et al. (2010), em cultivos de café
153 a pleno sol e em sistema agroflorestal. Tal resultado pode ser atribuído a diminuição da
154 disponibilidade de recursos hídricos na época seca, que estaria ocasionando menor vigor
155 vegetativo às plantas e, como consequência, estimulando a atividade dos fungos de nutrir a
156 planta e reproduzir esporos (BONFIM et al. 2010).

157

158 **Tabela 3.** Densidade de fungos micorrízicos arbusculares encontradas no período seco e
159 úmido em floresta nativa, sistema agroflorestal e consórcio de café.

| Sistemas | Esporos em 50 mL de solo | |
|----------|--------------------------|-----------|
| | Seco | Chuvoso |
| FN | 474,25 Aa | 81,75 Aa |
| CB | 626,75 Aa | 70,33 Ba |
| SAF | 202,50 Aa | 126,75 Aa |

160 FN = floresta nativa; SAF = sistema agroflorestal de café com *Grevillea robusta*; CB =
161 consórcio café com banana. Médias seguidas da mesma letra maiúscula, que compara as
162 épocas do ano, e minúscula, que compara os sistemas, não diferem entre si pelo teste de
163 Tukey, a 5% de probabilidade.
164

165 Densidade de esporos com valores mínimos e máximos inferiores aos encontrados no
166 período seco foi observada por Durazzini et al. (2016) (2,1 e 6,4 esporos g^{-1} solo), para a
167 mesma época do ano, em dois sistemas de cultivo de café (sistema agroflorestal e
168 monocultivo), no Sul do estado de Minas Gerais. Bonfim et al. (2010), em cultivos de café
169 sombreado e não sombreado na região Sudoeste da Bahia, observaram valores entre 4,4 e 8,5
170 esporos g^{-1} solo, na época seca, e entre 2,5 e 3,8 esporos g^{-1} solo, na época chuvosa.

171 Em ambas as épocas do ano, não foram observadas diferenças significativas entre os
172 tratamentos estudados, tanto em relação à densidade de esporos quanto ao número médio de
173 espécies. Isso sugere que os sistemas produtivos de café e seus manejos não causaram
174 mudanças nestes atributos da comunidade dos FMAs em relação a floresta nativa. Todavia,
175 Bonfim et al. (2010) e Durazzini et al. (2016) observaram variação do número de esporos ao
176 comparar sistemas agroflorestais de café com sistemas de café solteiro.

177 Foram identificadas 15 espécies de FMAs que apresentaram diferentes frequências de
178 ocorrências nos sistemas e épocas do ano, conforme a Tabela 4. Deste total, 13 espécies
179 ocorreram no período seco e sete espécies no período chuvoso. Ou seja, houve uma maior
180 riqueza total de espécies no período de menor disponibilidade de água, apesar de ser
181 verificado diferenças entre épocas na riqueza média apenas no sistema CB. Resultados
182 semelhantes foram encontrados por Caproni et al. (2003), em áreas de revegetação antes
183 utilizadas para mineração, onde os autores notaram que o período seco torna-se favorável a
184 uma maior quantidade de espécies que o período chuvoso. Sugere-se então que o número de
185 espécies é influenciado pelo estresse hídrico, estimulando a esporulação.

186 **Tabela 4.** Espécies de fungos micorrízicos arbusculares encontradas no período seco e
187 chuvoso em floresta nativa, sistema agroflorestal e consórcio de café.

| Espécies de FMAs | FN | SAF | CB |
|---|------------------------------|-----|-----|
| | Frequência de ocorrência (%) | | |
| | Período seco | | |
| <i>Acaulospora denticulata</i> Sieverding & Toro | 0 | 0 | 25 |
| <i>Acaulospora foveata</i> Trappe & Janos | 25 | 0 | 25 |
| <i>Acaulospora mellea</i> Spain & Schenck | 0 | 25 | 75 |
| <i>Acaulospora scrobiculata</i> Trappe | 0 | 25 | 25 |
| <i>Acaulospora tuberculata</i> Janos & Trappe | 25 | 0 | 0 |
| <i>Ambispora leptoticha</i> (Schenck & Smith) Morton & Redecker | 0 | 50 | 100 |
| <i>Diversispora tortuosa</i> Schenck & Smith | 50 | 50 | 25 |
| <i>Glomus glomerulatum</i> Sieverding | 50 | 50 | 0 |
| <i>Gigaspora</i> sp. | 50 | 0 | 0 |
| <i>Glomus</i> sp1 | 25 | 0 | 0 |
| <i>Glomus</i> sp. | 100 | 25 | 25 |
| <i>Racocetra persica</i> Oehl, Souza & Sieverd. | 25 | 0 | 0 |
| <i>Sclerocystis clavispora</i> (Trappe) Almeida & Schenck. | 75 | 100 | 100 |
| | Período chuvoso | | |
| <i>Acaulospora mellea</i> Spain & Schenck | 0 | 50 | 75 |
| <i>Acaulospora scrobiculata</i> Trappe | 0 | 25 | 25 |
| <i>Ambispora leptoticha</i> (Schenck & Smith) Morton & Redecker | 25 | 0 | 0 |
| <i>Cetraspora pellucida</i> (T.H. Nicolson & N.C. Schenck) Oehl, F.A. Souza & Sieverd | 25 | 0 | 0 |
| <i>Diversispora tortuosa</i> Schenck & Smith | 50 | 25 | 0 |

| | | | |
|---|----|-----|----|
| <i>Glomus</i> sp.1 | 50 | 25 | 25 |
| <i>Sclerocystis clavispora</i> (Trappe) Almeida & Schenck | 75 | 100 | 50 |

188 FN = floresta nativa; SAF = sistema agroflorestal de café com *Grevillea robusta*; CB =
 189 consórcio café com banana.
 190

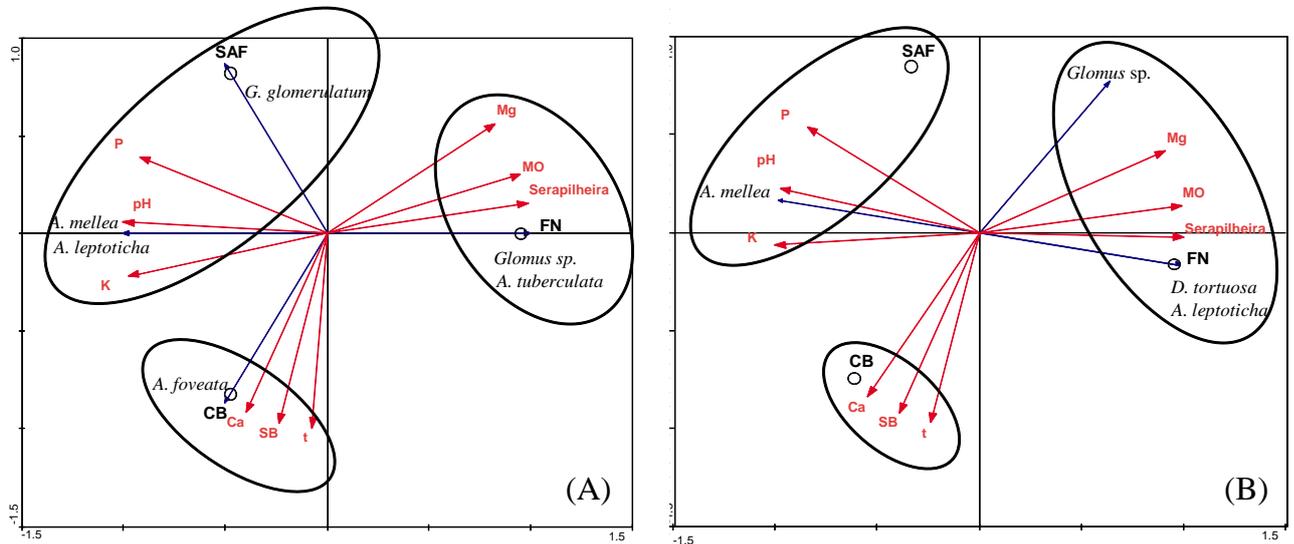
191 A diminuição da quantidade de esporos no período está relacionada ao fato do
 192 crescimento radicular ser reduzido nesta época. No período chuvoso o micélio se desenvolve
 193 intra e extra radicularmente, indicando que a umidade favoreça a germinação de esporos,
 194 ocasionando alta colonização e baixa quantidade de esporos (CAPRONI et al. 2007). Segundo
 195 Santos (2018) observaram que a esporulação dos FMA foi parcialmente afetada pela estação
 196 do ano.

197 A presença das espécies *Glomus glomerulatum*, *Acaulospora foveata*, *Acaulospora*
 198 *tuberculata*, foram observadas apenas no período seco. Para a época chuvosa ocorreu a
 199 presença da espécie *Cetranspora pellucida*. Isso indica que algumas espécies apresentam
 200 sazonalidade na sua esporulação.

201 Em ambas as estações, observou-se maior abundância do gênero *Acaulospora* (Tabela
 202 4), seguida pelo gênero *Glomus*. Segundo Silva Júnior (2006), avaliando a colonização
 203 micorrízica arbuscular em pupunha e cupuaçu cultivados em sistema agroflorestal e em
 204 monocultivo na Amazônia Central, em duas épocas do ano constataram os gêneros
 205 *Acaulospora* e *Glomus* como os mais frequentes. Carrenho (1998) demonstra que as espécies
 206 do gênero *Acaulospora* são resistentes a variações ambientais e estão adaptadas a diferentes
 207 regiões, sendo encontrada em diferentes condições de teor de matéria orgânica, textura,
 208 calagem, entre outros.

209 Os resultados da análise de redundância para a presença-ausência das espécies de FMAs
 210 juntamente com os atributos químicos do solo (matéria orgânica, pH, P, K, Ca, Mg, SB e t) e
 211 o acúmulo de serapilheira, nas duas épocas do ano, estão apresentadas na Figura 1. Na análise

212 do período seco, a variância acumulada nos dois primeiros eixos (CP1 e CP2) correspondeu a
 213 85,7 %, com representação mais expressiva de CP1 (64,3%). Já no período úmido, os dois
 214 primeiros eixos explicaram 100% da variância total, com CP1=83,1% e CP2=16,9%.



215

216 **Figura 1** - Análise de componentes principais das variáveis avaliadas em floresta nativa e
 217 dois sistemas produtivos de café (sistema agroflorestal e consórcio) no período seco (A) e
 218 úmido (B) do ano, no município de Planalto (BA). Em que: FN = floresta nativa; SAF =
 219 sistema agroflorestal de café com *Grevillea robusta*; CB = consórcio café com banana; MO =
 220 matéria orgânica do solo; Serapilheira = fitomassa acumulada sobre o solo.
 221

222 A dispersão gráfica dos tratamentos em relação aos eixos mostrou padrão semelhante
 223 nas duas épocas do ano, observando-se dissimilaridade entre os três sistemas estudados
 224 (Figura 1). A floresta nativa ficou posicionada à direita do gráfico e próxima de CP1,
 225 enquanto os demais sistemas se agruparam à esquerda e mais próximos de CP2. Apesar disso,
 226 notou-se um certo distanciamento do SAF em relação a CB, que ficaram posicionados em
 227 quadrantes distintos (superior e inferior, respectivamente).

228 No período seco, as variáveis associadas à floresta nativa foram as ocorrências das
 229 espécies *Glomus* sp. e *A. tuberculata*, a serapilheira e os teores de MO e Mg (Figura 1A). A
 230 floresta nativa por não sofrer influência antrópica apresenta maior aporte de serapilheira e
 231 preservação da matéria orgânica (SCORIZA et al. 2012). Quanto as espécies *Glomus* sp. e *A.*
 232 *tuberculata*, encontradas exclusivamente na floresta nativa, tal resultado também foi obtido

233 por Souza et al. (2010) onde o gênero *Glomus* fora o mais encontrado em floresta nativa,
234 seguido por *A. tuberculata*.

235 Já no período úmido (Figura 1B), as espécies mais relacionadas à FN foram *D. tortuosa*
236 e *A. leptoticha*. Na época úmida ocorreu a presença dos fungos *Glomus* sp, *Ambispora*
237 *leptoticha*, *Diversispora tortuosa* para a floresta nativa. Santos et al. (2013) encontraram uma
238 maior riqueza de *Diversispora tortuosa* em área de floresta nativa.

239 No caso do SAF, além dos atributos químicos do solo P, pH e K, as espécies mais
240 relacionadas ao seu posicionamento foram *Glomus glomerulatum*, *Acaulospora mellea* e
241 *Ambispora leptoticha*, na época seca, e *A. mellea*, na época chuvosa. A maior associação do
242 pH e teores de P e K pode ser explicada pela adubação utilizada nesse sistema, que alterou
243 essas características do solo (Tabela 1). Além disso, a influência dos teores de K também se
244 deve à disponibilidade deste nutriente proveniente da decomposição da serapilheira devido à
245 presença da *Grevillea robusta* (RADOMSKI; RIBASKI, 2012). Solos com teor de fósforo
246 maior que 40 mg dm⁻³ afetam a ocorrência de esporos e a diversidade dos FMAs (GAI et al.,
247 2009). Apesar da disponibilidade de P na área ser de 41,5 mg dm⁻³, tal fato não foi constatado.

248 Ainda para o SAF, a espécie *Acaulospora mellea* foi encontrada em ambos os períodos
249 do ano. Isso demonstra que essa espécie possui alta capacidade de adaptação as variações
250 climáticas.

251 O sistema CB foi mais associado aos teores de cálcio, soma de bases trocáveis (SB),
252 CTC efetiva (t) e a espécie *Acaulospora foveata* no período seco, não havendo nenhuma
253 espécie associada a este tratamento no período chuvoso, pela análise de redundância. A
254 separação do CB pode ser atribuída a aplicação de superfosfato simples nesse sistema, que
255 aumentou os teores de Ca e alterou a SB e t (Tabela 1). Silva et al. (2006) observaram uma
256 maior frequência de ocorrência de *A. foveata* em área de bananal no verão, em desacordo
257 assim com o resultado encontrado na área para o período seco.

258 A dominância das espécies de FMAs esta relacionada à interação com fatores
259 ambientais, como características do solo, época de amostragem, compatibilidade genética
260 entre fungos e plantas, fisiologia e morfologia da planta. O pH é um fator que influencia de
261 forma significativa na diversidade de FMAs. Os gêneros *Acaulospora*, *Scutellospora* e
262 *Gigaspora* tem uma predição a solos com pH de 4,0 à 6,0 (SILVEIRA, 1998; SILVA et al.,
263 2008), e para o gênero *Glomus*, pH em torno de 6,0 à 8,0, favorecendo ocorrência natural,
264 maior taxa de germinação e colonização radicular (SILVEIRA, 1998). Porém, segundo Silva
265 et al. (2007) espécies do gênero *Acaulospora* toleram ampla faixa de pH, como pode ser
266 observado neste estudo, onde consta espécies do gênero *Acaulospora* em pH de 5,5 à 6,2.

267 Foram verificadas correlações significativas entre o número de esporos de FMAs no
268 período seco e os atributos edáficos soma de bases ($p < 0,05$; $r = 0,81$) e CTC efetiva ($p < 0,05$;
269 $r = 0,84$), isso sugere que a maior disponibilidade de cátions permutáveis essenciais no solo,
270 como Ca^{2+} , Mg^{2+} e K^+ , estaria favorecendo o aumento da esporulação. Esses resultados
271 indicam que o manejo pode alterar a comunidade de fungos micorrízicos, revelando a
272 complexidade para formação das estruturas de FMAs em função dos atributos químicos e
273 condições climáticas. Para o período úmido não ocorreu correlações significativas.

274 CONCLUSÕES

275 A comunidade micorrízica apresentou variação sazonal, com maiores quantidades de
276 esporos e espécies no período seco.

277 Os sistemas produtivos de café e seus manejos não causaram mudanças na densidade de
278 esporos e riqueza média de espécies da comunidade dos FMAs em relação à floresta nativa.

279 REFERÊNCIAS

280 ALECRIM, O. A. et al. Desenvolvimento inicial de cafeeiro inoculado com fungos
281 micorrízicos arbusculares em competição com *Brachiaria brizantha* cv. Marandu. In:

282 SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 9., 2015, Curitiba. **Anais...** Brasília:
283 Consórcio Pesquisa Café; Embrapa Café, 2015.

284

285 BEZERRA, A. S.; MELLO, A. H. Fungos Micorrízicos Arbusculares no Incremento Inicial
286 de Sistemas Agroflorestais de Agricultores Familiares - Uma Alternativa Sustentável de
287 Produção. In: I Seminário de Iniciação Científica - PROPIT, 1., 2015, Marabá. **Anais...**
288 Marabá: Unifesspa, 2015.

289

290 BONFIM, J. et al. Fungos micorrízicos arbusculares (FMA) e aspectos Fisiológicos em
291 cafeeiros cultivados em sistema agroflorestal e a pleno sol. **Bragantia**, v. 69, n. 1, 2010.

292

293 CALVO-POLANCO, M. et al. Effects of different arbuscular mycorrhizal fungal
294 backgrounds and soils on olive plants growth and water relation properties under
295 well-watered and drought conditions. **Plant, Cell & Environment**, Logan, v. 39, n. 11, p.
296 2498-2514, 2016.

297

298 CAPRONI, A. L. et al. Ocorrência de Fungos Micorrízicos Arbusculares em resíduo da
299 mineração de bauxita revegetado com espécies arbóreas. **Acta Bot Brasilica**, v. 21, p. 99-106,
300 2007.

301

302 CAPRONI, A. L. et al. Ocorrência de fungos micorrízicos arbusculares em áreas reflorestadas
303 remancentes da mineração de bauxita em Porto Trombetas, PA. **Pesquisa Agropecuária**
304 **Brasileira 38**: 1409-1418, 2003.

305

306 CARRENHO, R. **Influência de diferentes espécies de plantas hospedeiras e fatores**
307 **edáficos no desenvolvimento de fungos micorrízicos arbusculares (FMA)**. Tese de
308 Doutorado, Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro, São Paulo. 227p, 1998.
309

310 CARRENHO, R. et al. Fungos micorrízicos arbusculares em agroecossistemas Brasileiros. In:
311 SIQUEIRA, J. O.; DE SOUZA, F. A.; ELKE, J. B.; TSAI, SIU MUI (Ed.). **Micorrizas: 30**
312 **anos de pesquisa no Brasil**. 7. ed. [s.l: s.n.].- Lavras: UFLA, p. 215–278, 2010.
313

314 CASALI, C. A. et al. Parâmetros biológicos do solo sob sistemas agrofloretais no Sudoeste
315 do Paraná. In: X REUNIÃO SUL-BRASILEIRA DE CIÊNCIA DO SOLO FATOS E MITOS
316 EM CIÊNCIA DO SOLO, 2014, Pelotas. **Anais...** Pelotas: Sociedade Brasileira de Ciência do
317 Solo, 2014.
318

319 COSTA, R. S. C. et al. **Micorrizas arbusculares em sistemas agrofloretais**. Embrapa
320 Rondônia-Documentos (INFOTECA-E), 2013.
321

322 CRUZ, A. F.; MARTINS, M. A. Efeito de fungos micorrízicos arbusculares e doses de N
323 sobre plantas cultivadas em sistema de consórcio. **Ceres**, v. 45, n. 257, 2015.
324

325 DURAZZINI, A. M. et al. Quantificação de esporos de fungos micorrízicos arbusculares
326 (FMAs) em solo sob diferentes cultivos de cafeeiros. **Revista Agrogeoambiental**, v. 8, n. 4,
327 2016.
328

329 EMBRAPA SOLOS. **Solos do Nordeste**. Embrapa Solos UEP Recife, 2006. Disponível em:
330 www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.html. Acesso em: 07 mai 2018.

331

332 FERREIRA, D. et al. Fungos micorrízicos arbusculares em um Latossolo Vermelho sob
333 manejos e usos no Cerrado. **Revista Brasileira de Ciência do solo**, v. 36, n. 1, 2012.

334

335 GAI, J. P. et al. Occurrence and distribution of arbuscular mycorrhizal fungal species in three
336 types of grassland community of the Tibetan Plateau. **Ecological Research**, Beijing, v. 24, n.
337 6, p. 1345-1350, 2009.

338

339 GAMA-RODRIGUES, A. C. Ciclagem de nutrientes em sistemas agroflorestais na região
340 tropical: funcionalidade e sustentabilidade. In: MULLER, M. W.; GAMA-RODRIGUES, A.
341 C. da; BRANDÃO, I. C. S. F. L.; SERÔDIO, M. H. de C. F. (Ed.). **Sistemas agroflorestais,
342 tendência da agricultura ecológica nos trópicos: sustento da vida e sustento de vida.**
343 Ilhéus: Sociedade Brasileira de Sistemas Agroflorestais: Comissão Executiva do Plano da
344 Lavoura Cacaueira; [Campos dos Goytacazes]: Universidade Estadual do Norte Fluminense,
345 p. 67-87, 2004.

346

347 GERDEMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal endogone species extracted
348 from soil by wet-sieving and decanting. **Transactions of British Mycological Society**. 46:
349 235-244, 1963.

350

351 JASPER, D. A. et al. The effect of soil disturbance on vesicular-arbuscularmycorrhizal fungi
352 in soils from different vegetation types. **New Phytologist**, 118 (2): 471-476, 1991.

353

354 JENKINS, W.R. A rapid centrifugal-flotation technique for separating nematodes from soil.
355 **Plant Disease Report**; 28: 692, 1964.

356

357 KABIR, Z., I. P. et al. Seasonal changes of arbuscular mycorrhizal fungi as affected by tillage
358 practices and fertilization: hyphal density and mycorrhizal root colonization. **Plant and Soil**,
359 192 (3): 285-293, 1997.

360

361 LOSS, A. et al. Atributos químicos do solo e ocorrência de fungos micorrízicos sob áreas de
362 pastagem e sistema agroflorestal, Brasil. **Acta Agronômica**, v. 58, n. 2, p. 91, 2009.

363

364 MARSHALL, V. G. Impacts of forest harvesting on biological processes in northern forest
365 soils. **Forest Ecology and Management**, v. 133, n. 1-2, p. 43-60, 2000.

366

367 MECHRI, B. et al. Changes in microbial communities and carbohydrate profiles induced by
368 the mycorrhizal fungus (*Glomus intraradices*) in rhizosphere of olive trees (*Olea europaea* L.).
369 **Applied Soil Ecology**, Firenze, v. 75, n.1, p. 124-133, 2014.
370 <http://dx.doi.org/10.1016/j.apsoil.2013.11.001>

371

372 MEDDAD-HAMZA, A. et al. Spatiotemporal variation of arbuscular mycorrhizal fungal
373 colonization in olive (*Olea europaea* L.) roots across a broad mesic-xeric climatic gradient in
374 North Africa. **Science of The Total Environment**, Barcelona, v. 583, n.1, p. 176- 189, 2017.

375

376 MELLO, C. M. A. et al. Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares em área de
377 Caatinga, PE, Brasil. **Acta Botanica Brasilica**, v. 26, n. 4, p. 938-943, 2012.

378

379 MERGULHÃO, A. C. E. S. et al. Caracterização morfológica e molecular de fungos
380 micorrízicos arbusculares isolados de áreas de mineração de gesso, Araripina, PE, Brasil.
381 **Hoehnea**. v. 41, n. 3, p. 393-400, 2014.
382
383 MOREIRA, F. M. S.; Siqueira, J. O. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: Editora
384 UFLA, 729p, 2006.
385
386 NAIR, P. K. R. An Introduction do Agroforestry. **Kluwer Academic Publishers**, Dordrecht.
387 499 p, 1993.
388
389 NOBRE, C.P. et al. Agregação, glomalina e carbono orgânico na chapada do Araripe, Ceará,
390 Brasil. **Rev. Caatinga**. 28:138-47, 2015.
391
392 PEREIRA, J. E. S. et al. Arbuscular mycorrhizal fungi in soils of arboreal Caatinga submitted
393 to forest management. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias**, v.13, n.1, e5497, 2018.
394
395 RADOMSKI, M. I.; RIBASKI, J. Fertilidade do solo e produtividade da pastagem em sistema
396 silvipastoril com *Grevillea robusta*. **Pesquisa florestal brasileira**, v. 32, n. 69, p. 53, 2012.
397
398 SANTOS, R. S. et al. Efeito da sazonalidade na comunidade de fungos micorrízicos
399 arbusculares em um fragmento de mata de cipó em Vitória da Conquista, Bahia. **Revista**
400 **Brasileira de Biociências**, v. 12, n. 1, p. 46, 2014.
401
402 SANTOS, R. S. et al. Fungos micorrízicos arbusculares e serapilheira como indicadores do
403 efeito de borda em fragmento de floresta estacional. **Ciência Florestal**, [s.l.], v. 28, n. 1,

404 p.324-335. Universidade Federal de Santa Maria, 2018.
405 <http://dx.doi.org/10.5902/1980509831603>.
406
407 SANTOS, R. S. et al. Fungos micorrízicos arbusculares em diferentes coberturas florestais em
408 Vitória da Conquista, Bahia. **Floresta e Ambiente**, v. 20, n. 3, p. 344-350, 2013.
409
410 SCHENCK, N. C. & PÉREZ, Y. **Manual for the identification of VA mycorrhizal fungi.**
411 **INVAM.** University of Florida, Gainesville, 1988.
412
413 SCORIZA, R. N. et al. Métodos para coleta e análise de serrapilheira aplicados à ciclagem de
414 nutrientes. **Floresta e ambiente**, v. 2, n. 2, p. 1-18, 2012.
415
416 SILVA JUNIOR, J. P et al. Micorriza arbuscular em cupuaçu e pupunha cultivados em
417 sistema agroflorestal e em monocultivo na Amazônia Central. **Pesquisa Agropecuária**
418 **Brasileira**, v. 41, n. 5, p. 819-825, 2006.
419
420 SILVA, C. F. et al. Fungos Micorrízicos Arbusculares em áreas no entorno do Parque
421 Estadual da Serra do Mar Em Ubatuba (SP). **Revista Caatinga**, v. 19, p. 1-10, 2006.
422
423 SILVA, L. X. et al. Fungos micorrízicos arbusculares em áreas de plantio de leucena e sábia
424 no estado de Pernambuco. **Revista Árvore**, Viçosa, v. 31, p. 427-435, 2007.
425
426 SILVA, R. F. et al. Comunidade de fungos micorrízicos arbusculares em solo cultivado com
427 eucalipto, pinus e campo nativo em solo arenoso, São Francisco de Assis, RS. **Ciência**
428 **Florestal**, Santa Maria, v. 18, n. 3, p. 353-361, 2008.

429

430 SILVEIRA, A. P. D. **Ecologia de fungos micorrízicos arbusculares**. In: MELO, I. S.;

431 AZEVEDO, J. L. *Ecologia Microbiana*. Jaguariúna: Embrapa-CNPMA, p. 61-86, 1998.

432

433 SOUZA, C. A. et al. Serviços Ambientais Associados à Recuperação de Áreas degradadas por

434 Mineração: Potencial para Pagamento de Serviços Ambientais. **Ambiente & Sociedade**, v.

435 19, n. 2, 2016.

436

437 SOUZA, G. I. A. et al. Arbuscular mycorrhizal fungi in agricultural and forest systems.

438 **Global science and technology**, v. 3, n. 2, 2010.

INSTRUÇÕES AOS AUTORES

Digitação: no máximo 20 páginas digitadas em espaço duplo, fonte Times New Roman, normal, tamanho 12, recuo do parágrafo por 1 cm. Todas as margens deverão ter 2,5 cm. As linhas devem ser numeradas de forma contínua.

Estrutura: o artigo científico deverá obedecer a seguinte ordem: título, título em inglês, autores, resumo, palavras-chave, abstract, key words, introdução, material e métodos, resultados e discussão, conclusões, agradecimentos (opcional) e referências. Notas científicas não necessitam obedecer a estrutura do artigo, mas devem conter, obrigatoriamente, título em inglês, resumo, palavras-chave, abstract e key words.

Título: deve ser escrito com apenas a inicial maiúscula, em negrito e centralizado na página com no máximo 15 palavras. Como chamada de rodapé numérica, extraída do título, devem constar informações sobre a natureza do trabalho (se extraído de tese/dissertação, se pesquisa financiada) e referências a instituições colaboradoras. Os títulos das demais seções da estrutura (resumo, palavras-chave, abstract, ...) deverão ser escritos com apenas a inicial maiúscula, em negrito, justificado pela esquerda.

Autores: os nomes completos (sem abreviaturas) deverão vir abaixo do título, somente com a primeira letra maiúscula, um após outro, separados por vírgula e centralizados na linha. Como nota de rodapé na primeira página, deve-se indicar, de cada autor, afiliação completa (departamento, centro, instituição, cidade, estado e país), endereço eletrônico e endereço completo do autor correspondente. O autor de correspondência deve ser identificado por um "*". Só serão aceitos artigos com mais de cinco autores, quando, comprovadamente, a

pesquisa tenha sido desenvolvida em regiões distintas. Na primeira versão do artigo submetido, os nomes dos autores e a nota de rodapé deverão ser omitidos. O modelo a ser adotado para a inserção do nome dos autores e da nota de rodapé na versão final do artigo deve seguir o apresentado no modelo de artigo (www.ccarevista.ufc.br)

Resumo e Abstract: devem começar com estas palavras, na margem esquerda, com apenas a inicial maiúscula, em negrito, contendo no máximo 250 palavras.

Palavras-chave (Key words): deve conter entre três e cinco termos para indexação, os quais não devem constar no título. Cada palavra-chave (key word) deve iniciar com letra maiúscula e ser seguida de ponto.

Introdução: deve ser compacta e objetiva contendo citações atuais que apresentem relação com o assunto abordado na pesquisa. As citações presentes na introdução devem ser empregadas para fundamentar a discussão dos resultados, criando, assim, uma contextualização entre o estudo da arte e a discussão dos resultados. Não deve conter mais de 550 palavras.

Citação de autores no texto: devem ser observadas as normas da ABNT, NBR 10520 de agosto/2002.

Ex: Santos (2002) ou (SANTOS, 2002); com dois autores, usar Pereira e Freitas (2002) ou (PEREIRA; FREITAS, 2002); com três ou mais autores, usar Xavier et al. (1997) ou (XAVIER et al., 1997).

Tabelas: devem ser numeradas consecutivamente com algarismos arábicos na parte superior. Não usar linhas verticais. As linhas horizontais devem ser usadas para separar o título do cabeçalho e este do conteúdo, além de uma no final da tabela. Cada dado deve ocupar uma célula distinta. Usar espaço duplo. Não usar negrito ou letra maiúscula no cabeçalho. Recomenda-se que as tabelas apresentem 8,2 cm de largura, não sendo superior a 17 cm. Veja a tabela presente no modelo de artigo (www.ccarevista.ufc.br)

Figuras: gráficos, fotografias ou desenhos levarão a denominação geral de Figura sucedida de numeração arábica crescente e legenda na parte inferior. Para a preparação dos gráficos deve-se utilizar “softwares” compatíveis com “Microsoft Windows”. A RESOLUÇÃO deve ser no mínimo 500 dpi e enviados em arquivos separados do arquivo de texto. As figuras devem apresentar 8,2 cm de largura, não sendo superior a 17 cm. A fonte Times New Roman, corpo 10 e não usar negrito na identificação dos eixos. A Revista Ciência Agronômica reserva-se ao direito de não aceitar tabelas e/ou figuras com o papel na forma “paisagem” ou que apresentem mais de 17 cm de largura. Tabelas e Figuras devem ser inseridas logo após a sua primeira citação.

Equações: devem ser digitadas usando o editor de equações do Word, com a fonte Times New Roman. As equações devem receber uma numeração arábica crescente. O padrão de tamanho deverá ser:

Inteiro = 12 pt

Subscrito/sobrescrito = 8 pt

Sub-subscrito/sobrescrito = 5 pt

Símbolo = 18 pt

Subsímbolo = 14 pt

Estatística:

1. Caso tenha realizado análise de variância, apresentar o "F" e a sua significância;
2. Dados quantitativos devem ser tratados pela técnica de análise de regressão;
3. Apresentar a significância dos parâmetros da equação de regressão;
4. Dependendo do estudo (ex: função de produção), analisar os sinais associados aos parâmetros.
5. É requerido, no mínimo, quatro pontos para se efetuar o ajuste das equações de regressão.
6. Os coeficientes do modelo de regressão devem apresentar o seguinte formato: $y = a + bx + cx^2 + \dots$
7. O Grau de Liberdade do resíduo deve ser superior a 12.

Agradecimentos: logo após as conclusões poderão vir os agradecimentos direcionados a pessoas ou instituições, em estilo sóbrio e claro, indicando as razões pelas quais os faz.

Referências: são elaboradas conforme a ABNT NBR 6023/2002. Inicia-se com a palavra REFERÊNCIAS (escrita em caixa alta, em negrito e centralizada). Devem ser digitadas em fonte tamanho 12, espaço duplo e justificadas. UM PERCENTUAL DE 60% DO TOTAL DAS REFERÊNCIAS DEVERÁ SER ORIUNDO DE PERIÓDICOS CIENTÍFICOS INDEXADOS COM DATA DE PUBLICAÇÃO INFERIOR A 10 ANOS. Não são contabilizadas neste percentual de 60% referências de livros. Não serão aceitas nas referências citações de Resumos, Anais, Comunicados Técnicos, Monografias, Dissertações e Teses. Com relação aos periódicos, é dispensada a informação do local de publicação, porém os títulos não devem ser abreviados. Recomenda-se um total de 20 a 30 referências.

Alguns exemplos:

Livro

NEWMANN, A. L.; SNAPP, R. R. **Beef cattle**. 7. ed. New York: John Willey, 1977. 883 p.

Capítulo de livro

MALAVOLTA, E.; DANTAS, J. P. Nutrição e adubação do milho. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. **Melhoramento e produção do milho**. 2. ed. Campinas: Fundação Cargil, 1987. cap. 13, p.539-593.

Artigo de revista

XAVIER, D. F.; CARVALHO, M. M.; BOTREL, M. A. Resposta de *Cratylia argentea* à aplicação em um solo ácido. **Revista Brasileira de Zootecnia**, v. 27, n. 01, p. 14-18, 1997.

ANDRADE, E. M. et al. (mais de 3 autores) Mapa de vulnerabilidade da bacia do Acaraú, Ceará, à qualidade das águas de irrigação, pelo emprego do GIS. **Revista Ciência Agronômica**, v. 37, n. 03, p. 280-287, 2006.