



Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas
Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente
Laboratório de Ecofisiologia Vegetal



Monografia

**Alternativa para a produção de mudas de espécies nativas dos campos
ferruginosos**

Ouro Preto, MG

2019



Universidade Federal de Ouro Preto
Instituto de Ciências Exatas e Biológicas
Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente
Laboratório de Ecofisiologia Vegetal



Alternativa para a produção de mudas de espécies nativas dos campos ferruginosos

Monografia apresentada ao Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente do Instituto de Ciências Exatas e Biológicas da Universidade Federal de Ouro Preto como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Aluno: Thais Alves Rosa Matos

Orientadora: Profa. Dra. Alessandra Rodrigues Kozovits

Ouro Preto, MG

2019

SISBIN - SISTEMA DE BIBLIOTECAS E INFORMAÇÃO

M433a Matos, Thais Alves Rosa de .

Alternativa para a produção de mudas de espécies nativas dos campos ferruginosos. [manuscrito] / Thais Alves Rosa de Matos. - 2019. 21 f.: il.: color., tab..

Orientadora: Profa. Dra. Alessandra Rodrigues Kozovits.
Monografia (Bacharelado). Universidade Federal de Ouro Preto. Instituto de Ciências Exatas e Biológicas. Graduação em Ciências Biológicas .

1. Recuperação de terra. 2. Minas e recursos minerais. 3. Mineralogia do solo. I. Kozovits, Alessandra Rodrigues. II. Universidade Federal de Ouro Preto. III. Título.

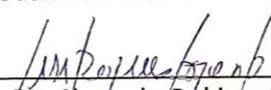
CDU 549

Bibliotecário(a) Responsável: Celina Brasil Luiz - CRB6-1589

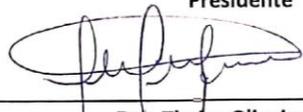
 <p>UFOP Universidade Federal de Ouro Preto</p>	<p align="center">UNIVERSIDADE FEDERAL DE OURO PRETO DEPARTAMENTO DE BIODIVERSIDADE, EVOLUÇÃO E MEIO AMBIENTE Campus Morro do Cruzeiro – ICEB – CEP – 35.400-000 Fone: (031) 3559-1747 E-mail: debio@iceb.ufop.br Web: www.iceb.ufop.br/debio</p>	 <p>DEBIO Departamento de Biodiversidade, Evolução e Meio Ambiente</p>
---	--	--

**Ata da sessão pública para julgamento da Monografia de Thais Alves Rosa Matos,
Curso de Bacharelado Ciências Biológicas, DEBIO/ICEB/UFOP**

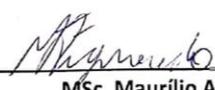
Aos dezenove dias do mês de dezembro de 2019, às 13:30h, no Laboratório de Práticas da Botânica, reuniu-se a Comissão Julgadora composta pela Dra. Thais Oliveira Bahia, MSc. Maurílio Assis Figueiredo e Dra. Alessandra Rodrigues Kozovits para a avaliação da monografia da aluna Thais Alves Rosa Matos na área de Biologia, intitulada "Alternativa para a produção de mudas de espécies nativas dos campos ferruginosos". A sessão pública foi aberta pela Profa. Dra. Alessandra Rodrigues Kozovits, presidente da Comissão Julgadora e orientadora, que após formalidades de praxe, passou a palavra à aluna para a apresentação oral e, a seguir, iniciou o período de arguição pelos membros da banca. Terminada a arguição, a Comissão reuniu-se em sessão secreta para elaborar o relatório individual de apreciação da Monografia e decidiu pela APROVAÇÃO da aluna com nota 8,0. Nada havendo mais a tratar, foi encerrada a sessão da qual lavrou-se a presente ata que vai assinada pela Comissão Julgadora. Ouro Preto, 19 de dezembro de 2019.



Profa. Dra. Alessandra Rodrigues Kozovits
Universidade Federal de Ouro Preto
Presidente



Dra. Thais Oliveira Bahia
Universidade Federal de Ouro Preto



MSc. Maurílio Assis Figueiredo
Universidade Federal de Ouro Preto

AGRADECIMENTOS

Agradeço à UFOP pelo ensino público de qualidade e pela oportunidade de tantos conhecimentos adquiridos.

À FAPEMIG pelo apoio no estudo.

Ao Laboratório de Ecofisiologia Vegetal e ao Horto Botânico Jorge Luiz da Silva pela infraestrutura disponibilizada.

À Alessandra pela orientação, paciência e ensinamentos. Ao Maurílio por mostrar os caminhos. À Cris pela ajuda nas estatísticas. Ao S. Mário pelos cuidados com o Horto.

Agradeço à minha mãe, Simone, por sempre acreditar que eu posso mais, me apoiar e me incentivar a buscar meus sonhos. Nada seria possível sem seu amor e carinho.

Às amigas da Rebu que conviveram esse tempo todo comigo e me mantiveram firme por compartilharem momentos simples, mas que acalmaram o coração.

Por fim, agradeço de coração a todos que passaram por minha vida e contribuíram de alguma forma para que eu pudesse chegar até aqui!

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi testar métodos que facilitem a produção de mudas em larga escala para a recuperação de áreas mineradas de Fe. Avaliou-se a eficiência da inoculação de laterita proveniente de mineração de bauxita no estímulo da germinação e do crescimento de cinco espécies nativas de campos ferruginosos. As sementes foram germinadas em laterita triturada, laterita “inoculada” e *topsoil*. A inoculação da laterita foi realizada por irrigação com solução preparada após a mistura de um litro de água e dois quilos de solo superficial (0-5 cm, *topsoil*). A germinação foi acompanhada semanalmente por 53 dias. Após 150 dias, as plântulas foram medidas com régua graduada de 30 cm para avaliar o crescimento. O método de inoculação utilizado não mostrou-se eficiente para melhorar a taxa germinação ou crescimento das plântulas. Em parte, o insucesso pode estar relacionado ao procedimento simplificado de criação da solução inoculadora.

Palavras-chave: germinação, canga, recuperação de áreas degradadas, mineração, *topsoil*

ABSTRACT

The objective of this study was to test large-scale seedling facilitation methods for the recovery of Fe mined areas. The efficiency of laterite inoculation from bauxite mining in the stimulation of germination and growth of five native species of grassland was evaluated. The seeds were germinated in crushed laterite, “inoculated” laterite and topsoil. Laterite inoculation was performed by irrigation with a solution prepared after mixing one liter of water and two kilograms of topsoil (0-5 cm, topsoil). Germination was followed weekly for 53 days. After 150 days, the seedlings were measured with a 30 cm graduated ruler to evaluate the growth. The inoculation method used was not efficient in improving the germination rate or seedling growth. In part, failure may be related to the simplified procedure for creating the inoculant solution.

Key words: germination, canga, recovery of degraded areas, mining, topsoil.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	7
2 OBJETIVO	10
3.1 Espécies vegetais e coleta de sementes	11
3.2 Testes de germinação.....	11
3.3 Crescimento das plântulas	12
3.4 Análises estatísticas	12
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO	13
5 CONCLUSÕES	18
REFERÊNCIAS	19

1 INTRODUÇÃO

Dentre os maiores produtores mundiais de minério de ferro (IBRAM 2018), o Brasil vem experimentando, nas últimas décadas, desafios concomitantes decorrentes do aumento das demandas pela produção do minério em todo o mundo e pela recuperação das áreas degradadas inerentes à tal atividade (IBRAM, 2018; Carmo et al., 2012).

No processo de mineração de ferro, as camadas orgânicas do solo são completamente retiradas, eliminando-se a cobertura vegetal e a complexa rede de outros atores e interações das comunidades biológicas que desempenham inúmeras funções ecossistêmicas (Trindade, 2000). Para além da ausência das funcionalidades mediadas diretamente pela biota, o substrato pós-mineração apresenta também condições físicas severamente limitantes ao processo de revegetação natural e artificial (Fontes, 1991), tais como reduzida permeabilidade e capacidade de retenção de água, altas temperaturas, exposição direta à incidência de radiação solar, incluindo UV, e ao vento, resultando em uma topografia propícia a enxurradas, com alta compactação e baixa disponibilidade de nutrientes (CETEC, 1983; Teixeira & Lemos-Filho, 2002). Assim, há baixa quantidade de plantas que colonizam espontaneamente esses locais, sendo necessária a intervenção antrópica para a recuperação dos mesmos (Corrêa, 2007).

Além da produção de diversos metais como alumínio, ouro e manganês, o Quadrilátero Ferrífero (QF) em Minas Gerais, é responsável por aproximadamente 75% da extração de minério de ferro no Brasil (DNPM, 2006), o que explica a concentração dos estudos voltados ao levantamento da flora dos ecossistemas que ocorrem naturalmente sobre as jazidas de Fe, chamados de campos ou complexos ferruginosos (Jacobi & Carmo, 2008, Messias, 2012; Oliveira, 2017) e ao desenvolvimento de métodos que facilitem a sua revegetação (Machado, 2011; Figueiredo, 2014, 2018; Dias, 2016; Saraiva, 2018).

A indução da restauração por meio do plantio direto (semeadura) de espécies nativas é uma das técnicas mais utilizadas para a revegetação, podendo ou não haver a utilização de *topsoil* para auxiliar na cobertura e concentração de matéria orgânica no solo (Guimaraes, 2005). O *topsoil* é a camada superficial do solo que é retirada antes do processo de mineração e possui elementos físicos, químicos e biológicos de extrema importância para a ciclagem de nutrientes, reestruturação e fertilização do solo, desempenhando assim papel fundamental na colonização de espécies vegetais (Santos, 2010). De fato, estudos evidenciaram a eficiência do uso de *topsoil* sem adição de fertilizantes, irrigação ou qualquer outro trato cultural para a instalação de flora nativa e altamente diversa sobre áreas pós-mineradas no QF (Dias, 2016). Dentre os fatores biológicos presentes no *topsoil* que facilitam o estabelecimento da vegetação nativa estão os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e as bactérias nitrificantes (Santos, 2010). Os FMAs estabelecem uma relação simbiótica com a maioria das espécies vegetais, auxiliando na absorção dos nutrientes presentes no solo e favorecendo o crescimento das plantas (Sugai, 2011).

Entretanto, o uso de *topsoil* nem sempre é possível ou gerará os resultados esperados. Segundo Guimarães (2005), em alguns casos o *topsoil* não é armazenado ou seu longo tempo de armazenamento causa diminuição no potencial regenerativo, o que é crítico quando se considera que o transporte do solo para recomposição topográfica nas áreas pós-mineradas e cobertura vegetal é o maior custo de um processo de recuperação.

Além disso, nem sempre há volume suficiente de *topsoil* para cobrir grandes extensões degradadas. A problemática aumenta para o Plano de Recuperação de Áreas Degradadas - RAD de campos ferruginosos, pois não há métodos eficientes para a produção de mudas de espécies nativas-chaves desses ecossistemas, com poucas exceções (Bahia, 2016; Figueiredo, 2018). Além disso, tanto as taxas de germinação de sementes como de estabelecimento das plântulas são baixas (Figueiredo, 2012; Clímaco, 2017). Outro fato a se considerar é que os

poucos experimentos de germinação com as espécies dos campos ferruginosos concentram-se em métodos de laboratório em câmaras de germinação, não refletindo a realidade das condições de campo. Dessa forma, a produção de mudas em grande escala para comércio é quase inexistente pelo insucesso na germinação e no desenvolvimento das espécies em condições ambientais reais. Figueiredo et al (2018), obtiveram aumento de 151% na biomassa seca de *Periandra mediterranea* (Vell.) Taub em substrato pós-minerado que foi inoculado com pequeno volume de *topsoil* retirado de área de referência. Esses estudos sugerem que o crescimento de plantas jovens de espécies nativas dos campos ferruginosos pode ser estimulado pela presença de microrganismos presentes no *topsoil*. Esse trabalho avalia a taxa de germinação de sementes e o crescimento inicial de espécies nativas dos campos ferruginosos em condições de casa de vegetação próximas às encontradas em campo.

2 OBJETIVO

Objetiva-se testar métodos de facilitação da produção de mudas de espécies de campos ferruginosos em larga escala para a recuperação de áreas mineradas de Fe.

3 MATERIAL E MÉTODOS

3.1 Espécies vegetais e coleta de sementes

Foram selecionadas, com base na disponibilidade de diásporos à época da coleta, cinco espécies de campo rupestre ferruginoso para o experimento: *Baccharis reticularia* DC, *Chromolaena laevigata* (Lam.) R.M.King & H.Rob., *Miconia ligustroides* (DC.) Naudin, *Rhynchospora sp.* e *Sporobolus metallicolus* Longhi-Wagner & Boechat. As sementes foram coletadas por M.A. Figueiredo no Parque Natural Municipal das Andorinhas, Minas Gerais, e no Campus Morro do Cruzeiro da Universidade Federal de Ouro Preto (UFOP) em julho de 2018, e foram mantidas refrigeradas no Laboratório de Ecofisiologia Vegetal da UFOP.

3.2 Testes de germinação

As sementes foram colocadas para germinar no Horto Botânico da UFOP em casa de vegetação com irrigação automática. Foram utilizados três tratamentos com quatro repetições para cada espécie, totalizando em 60 vasos. Cada vaso possuía capacidade de 750mL e recebeu 700mL de *topsoil* de área nativa ou o mesmo volume de laterita de área degradada pela mineração de bauxita ou mesma laterita com inoculação e 100 sementes. Devido à alta taxa de germinação da *S. metallicollous*, os vasos da espécie receberam apenas 50 sementes a fim de se facilitar a contagem.

No primeiro tratamento, os vasos receberam apenas substrato composto de laterita triturada previamente coletada por M.A. Figueiredo em uma área degradada por extração de bauxita na Serra da Brígida, Parque Natural Municipal das Andorinhas, Minas Gerais. Esse material, desprovido de matéria orgânica, representa a situação encontrada em campo na área pós-minerada a ser recuperada, mas que, entretanto, perdeu sua estruturação devido ao processo de coleta e transporte para a casa de vegetação. No segundo tratamento, os vasos receberam laterita e foram irrigados com 100mL de solução preparada após a mistura de um

litro de água destilada e dois quilos de solo superficial (0-5 cm, *topsoil*). Tal solo foi coletado por M.A. Figueiredo em outubro de 2018, em um fragmento de campo ferruginoso próximo à área degradada. Para produzir a solução, o solo foi devidamente homogeneizado por mistura manual e adicionado à água, sendo necessário aguardar 10 minutos para decantação. Com isso, esperava-se colocar em solução partes da comunidade de microrganismos presentes no solo. No terceiro tratamento, os recipientes receberam apenas o *topsoil* da área preservada. A germinação foi acompanhada semanalmente de 25 de janeiro a 18 de março de 2019. Considerou-se como germinada a semente que apresentou acima de 1 mm de radícula.

3.3 Crescimento das plântulas

A parte aérea das plântulas foi medida com régua de 30 centímetros após 150 dias da semeadura, sendo que a medição foi feita a partir da superfície do solo até o ápice do caule/folhas.

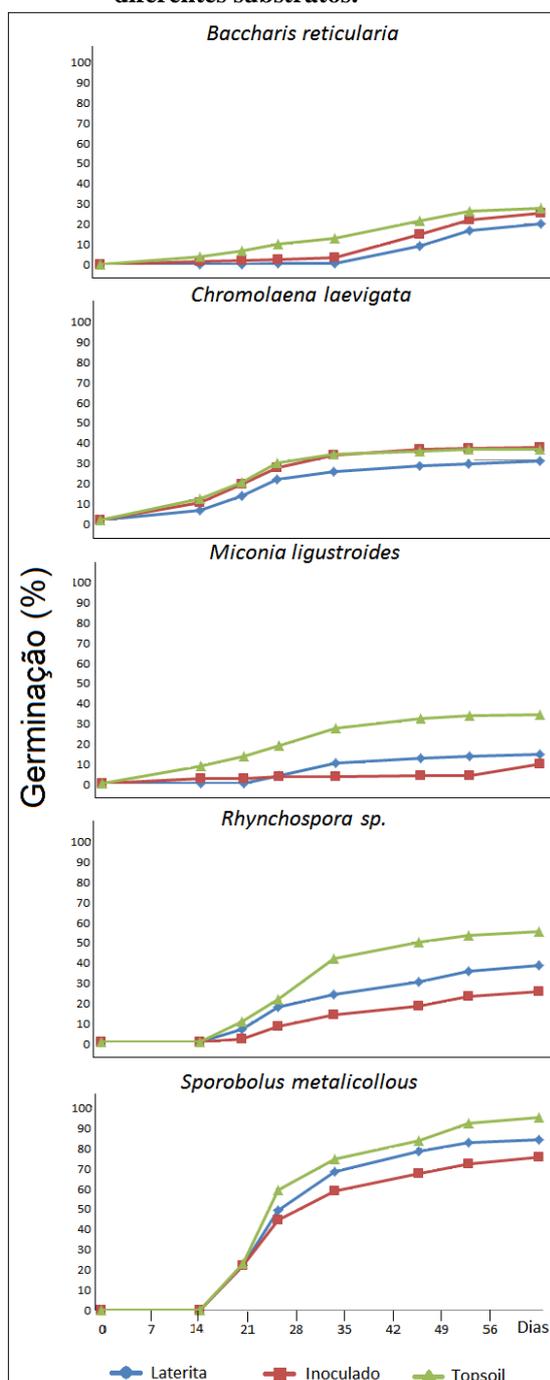
3.4 Análises estatísticas

As análises estatísticas foram feitas no software R. Para verificar se havia diferença na germinação das sementes entre os três tratamentos aplicados, foi feita uma Análise de Variância (ANOVA) para cada espécie, considerando-se a distribuição normal dos dados. Para a análise da relação dos tratamentos com o crescimento das plântulas, verificada uma distribuição *quasi poisson*, foi usado um Modelo Linear Generalizado (GLM) também para cada espécie.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

As sementes das espécies *B. reticularia*, *C. laevigata* e *M. ligustroides* começaram a germinar a partir da segunda semana nos vasos, enquanto *Rhynchospora sp.* e *S. metallicollous* iniciaram a germinação somente na terceira semana após a semeadura (FIG. 1).

Figura 1 - Taxa de germinação (%) das sementes de espécies nativas dos campos ferruginosos em diferentes substratos.



Em contrapartida, essas duas últimas espécies foram as que tiveram maior taxa de germinação final em quase todos os tratamentos (25-55% e 76-95,34%, respectivamente) (TAB. 1). Em todos os casos, maiores valores absolutos de germinação foram observados no *topsoil*, embora diferenças significativas ($p < 0,05$) tenham sido encontradas apenas em *M.ligustroides* e *Rhynchospora* sp. (FIG. 1, TAB. 1).

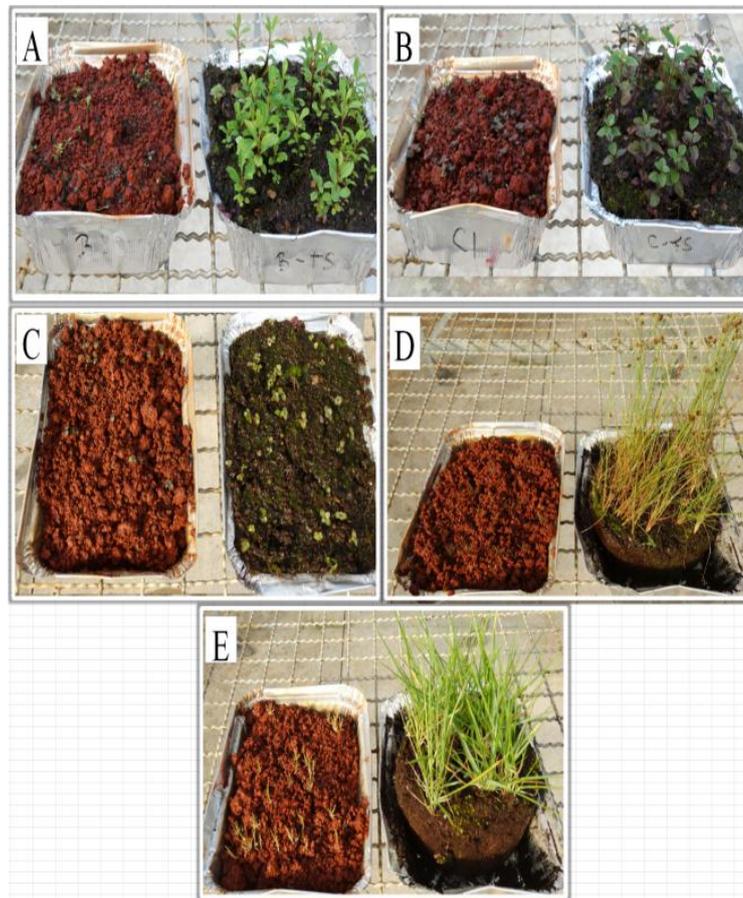
Tabela 1 - Germinação total das sementes (53 dias após a semeadura) de espécies nativas dos campos ferruginosos em porcentagem e altura da parte aérea das plantas (150 dias após a semeadura).

	Espécie	Tratamento		
		Laterita	Inoculado	Topsoil
Germinação (%)	<i>Baccharis reticularia</i>	20,00 a	20,25 a	27,75 a
	<i>Cromolaena laevigata</i>	29,50 a	36,50 a	35,75 a
	<i>Miconia ligustroides</i>	14,25 a	9,75 a	34,25 b
	<i>Rhynchospora</i> sp.	38,00 a	25,00 b	55,00 c
	<i>Sporobolus metallicollous</i>	84,50 a	76,00 a	95,34 a
Altura (mm)	<i>Baccharis reticularia</i>	7,31 a	8,16 a	23,86 b
	<i>Cromolaena laevigata</i>	5,51 a	5,50 a	28,43 b
	<i>Miconia ligustroides</i>	4,36 a	5,01 a	6,14 b
	<i>Rhynchospora</i> sp.	8,43 a	9,61 a	96,68 b
	<i>Sporobolus metallicollous</i>	12,40 a	15,64 b	96,94 c

Em *Rhynchospora* sp., a germinação final diferiu em todos os tratamentos, sendo o menor valor encontrado na laterita inoculada (TAB. 1).

O *topsoil* também foi o tratamento que gerou crescimento significativamente mais elevado das plantas de todas as espécies em comparação com os demais tratamentos (TAB. 1, FIG. 2). O crescimento das plantas nos dois tratamentos com laterita não diferiu estatisticamente, exceto em *S. metallicollous*, que apresentou menor altura no tratamento inoculado.

Figura 2 - Imagens dos vasos contendo as plantas em Laterita x *Topsoil* para verificação das diferenças de tamanho após 150 dias. A: *B. reticularia*. B: *C. laevigata*. C: *M. ligustroides*. D: *Rhynchospora sp.* E: *S. metallicollous*.



Os resultados obtidos nesse estudo para a taxa de germinação e altura das plântulas reforçam as informações já existentes acerca da importância da utilização do *topsoil* para o sucesso no desenvolvimento e colonização de espécies vegetais (Jakovac, 2007; Ferreira *et al.*, 2015). Solos degradados tendem em apresentar baixos teores de matéria orgânica e

nutrientes, especialmente carbono (C), nitrogênio (N), fósforo (F) e enxofre (S); baixa capacidade de infiltração e alta compactação, dificultando o desenvolvimento da cobertura vegetal e recuperação da área (Ruivo, 1998). Devido a isso, a técnica de reposição da cobertura superficial do solo é altamente recomendada para o sucesso na recuperação de áreas degradadas (Amaral, 2013). De acordo com Santos (2010), o *topsoil* dos campos ferruginosos possui uma mistura de crosta ferruginosa, banco de sementes, micro, meso e macro fauna/flora do solo. Assim, é de grande importância para a ciclagem de nutrientes, formação, reestruturação e fertilização do solo.

O alto custo e as dificuldades para realocação, transporte e armazenamento do *topsoil*, entretanto, em muitos casos inviabiliza o processo e faz com que essa técnica seja descartada (Guimarães, 2005).

Dado esse cenário, faz-se necessário o estudo de alternativas que modifiquem e viabilizem a forma de utilização do *topsoil* no processo de revegetação de áreas degradadas. Partindo do pressuposto de que a microfauna seja determinante para aumentar o sucesso da germinação e do desenvolvimento das plântulas (Sugai, 2011), a inoculação do solo degradado com uma solução produzida a partir de um *topsoil* seria uma possível alternativa. Sugai (2011) demonstrou a eficiência da inoculação de solo de cerrado no crescimento de mudas de *Anadenanthera macrocarpa* (Benth.) Brenan. Araújo (2010) comprovou o potencial de crescimento e nutrição com inoculação de *Bacillus subtilis* em sementes de milho, soja e algodão. Utilizando-se do mesmo substrato testado no presente estudo, Figueiredo et al. (2018) encontraram efeito positivo da inoculação da laterita com *topsoil* sobre o crescimento de *Periandra mediterranea*. No presente estudo, entretanto, o tratamento de solo “inoculado” não mostrou-se eficiente para melhorar a taxa germinação ou crescimento das plântulas. Em parte, o insucesso pode estar relacionado ao procedimento de criação da solução inoculadora.

Estudos que utilizam a inoculação de solo para auxiliar no desenvolvimento das plântulas adicionam FMAs produzidos in vitro, em aeroponia, em hidroponia ou em vasos de multiplicação por meio de processos que podem envolver coleta de solo e/ou raízes em campo, isolamento, cultura-armadilha (vasos de multiplicação), extração do esporos por peneiramento úmido e identificação, caracterização e separação em microscópio (Saggin Junior et al., 2011). Após a obtenção do inóculo, o mesmo é posicionado aproximadamente 3cm abaixo da superfície do solo a fim de favorecer o contato direto raiz-inóculo (Sugai, 2011).

Além disso, Souza et al. (201?) alerta que a quantidade de inoculante requerida deve ser calculada de acordo com a taxa de crescimento inicial da espécie e com a densidade e diversidade de propágulos presentes no inóculo.

O procedimento utilizado no presente estudo talvez não tenha sido eficiente para produzir uma solução inoculadora com número suficiente de inóculos que fosse capaz de estimular a germinação ou o crescimento das plântulas. Para obter melhor efeito na germinação e crescimento das plântulas pelo método utilizado, seria necessário realizar a identificação, caracterização e quantificação dos FMAs presentes na solução inoculadora para determinar a quantidade necessária para a inoculação.

5 CONCLUSÕES

O método de inoculação utilizado neste estudo não foi, aparentemente, eficiente para estimular a germinação e o crescimento das plântulas. Entretanto, outros trabalhos já existentes na literatura evidenciam a eficiência de outros métodos de inoculação, como laboratoriais ou com maior rigor no procedimento, para estimular o desenvolvimento de plântulas. Sendo assim, é necessário avaliar se os microrganismos estão de fato sendo inoculados com as etapas do procedimento utilizado no presente estudo e realizar ajustes para novos testes.

Além disso, os testes de crescimento das plântulas no *topsoil* confirmam o que já está descrito na literatura: as características físicas, químicas e biológicas do *topsoil* possibilitam maior desenvolvimento para as plântulas, o que reforça ainda mais que a inoculação pode ser eficiente para auxiliar a produção de mudas em larga escala para a recuperação de áreas de canga degradadas pela mineração de ferro.

REFERÊNCIAS

AMARAL, L. A. **Estratégia de utilização de topsoil na restauração ambiental**. 2013. 93p. Dissertação (Mestrado em Ciência Florestal) – Faculdade de Ciências Agrárias. Universidade Federal dos Vales do Jequitinhonha e Mucuri, Diamantina, 2013.

ARAUJO, F. F. Inoculação de sementes com *Bacillus subtilis*, formulado com farinha de ostra e desenvolvimento de milho, soja e algodão. **Ciência e Agrotecnologia**, v. 32, p. 456-462, 2008.

BAHIA, Thaíse Oliveira. **Respostas ecológicas de plantas de campos rupestres ferruginosos ao aumento experimental de nutrientes**. 2016. 89 p. Tese (Doutorado em Ecologia, Conservação e Manejo da Vida Silvestre) - Universidade Federal de Minas Gerais, Belo Horizonte, 2016. Disponível em: <http://pos.icb.ufmg.br/pgecologia/teses/T145%20-%20Thaise%20Bahia.pdf>. Acesso em: 11 dez. 2019.

CARMO, F.F; CARMO, F.F; CAMPOS, I.C; JACOBI, C.M. Cangas: ilhas de ferro estratégicas para a conservação. **Ciência Hoje**, Campinas, v. 50, p. 48-53, 2012. Disponível em: <https://www.institutopristino.org.br/wp-content/uploads/2016/03/11_Ilhas_de_ferro_estrategicas.pdf. Acesso em: 02dez.2019.>

CETEC. Fundação Centro Tecnológico de Minas Gerais. 1983. **Diagnóstico Ambiental do Estado de Minas Gerais**. Belo Horizonte: CETEC. 158p

CLIMACO, L. F. S. **Variabilidade fenotípica da espécie microendêmica *Arthroceres glaziovii* Zappi & Taylor (Cactaceae) em campos rupestres ferruginosos**. 2017. 58 f. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Biomas Tropicais) - Instituto de Ciências Exatas e Biológicas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2017.

CORRÊA, R. S. **Recuperação de áreas degradadas pela mineração no Cerrado**: Manual para revegetação. 2.ed. Brasília: Universa, 2007. 187p

DNPM. Departamento Nacional de Produção Mineral. **Anuário Mineral Brasileiro**. Disponível em:<www.dnpm.gov.br. Acesso em: 02dez.2018>

FERREIRA, M. C., WALTER, B. M. T., & VIEIRA, D. L. M. (2015). Topsoil translocation for Brazilian savanna restoration: propagation of herbs, shrubs, and trees. **Restoration Ecology**, 23(6), 723–728. doi:10.1111/rec.12252

FIGUEIREDO, M.A.; BAETA, H.E.; KOZOVITS, A.R. Germination of native grasses with potential application in the recovery of degraded areas in Quadrilátero Ferrífero, Brazil. **Biota Neotrop.**, Campinas, v. 12, n. 3, p. 118-123, Sept. 2012. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1676-06032012000300013&lng=en&nrm=iso>. access on 10 Dec. 2019. <http://dx.doi.org/10.1590/S1676-06032012000300013>

FIGUEIREDO, M.A.; DINIZ, A.P.; ABREU, A.T.; MESSIAS, M.C.T.B; KOZOVITS, A. R. Growing *Periandra mediterranea* on post-mining substrate: native Fabaceae with potential for revegetation of degraded rupestrian grasslands in Brazil. **Acta Bot. Bras.**, Belo Horizonte, v. 32, n. 2, p. 232-239, June 2018. Available from <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-33062018000200232&lng=en&nrm=iso>. access on 10 Dec. 2019. Epub Jan 15, 2018. <http://dx.doi.org/10.1590/0102-33062017abb0381>.

FIGUEIREDO, M.A., DINIZ, A.P., MESSIAS, M.C.T.B.; KOZOVITS, A.R. Propagation and establishment of rupestrian grassland grasses for restoration of degraded areas by mining. **Braz. J. Bot** 41, 287–295 (2018) doi:10.1007/s40415-018-0456-x

FONTES, M. P. F. Estudo pedológico reduz impacto da mineração. Revista **Cetesb de Tecnologia Ambiental**, São Paulo. v.5, n.1, p.58-61, 1991.

GUIMARÃES R.B. **Desenvolvimento de um Aplicativo para Estimativa de Custo de Fechamento de Mina**. 2005. 72 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Mineral). Departamento de Engenharia de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2005. Disponível em: <<http://www.repositorio.ufop.br/handle/123456789/2396>. Acesso em: 2dez.2018.>

IBRAM, Instituto Brasileiro de Mineração. **Relatório Anual de Atividades de 2017**. Brasília/DF: 2018. Disponível em: http://portaldamineracao.com.br/ibram/wp-content/uploads/2018/07/Diagrama%C3%A7%C3%A3o_Relat%C3%B3rioAnual_vers%C3%A3oweb.pdf. Acesso em: 01dez.2018.

JACOBI, C.M.; CARMO, F.F. 2008. Diversidade dos campos rupestres ferruginosos no Quadrilátero Ferrífero, MG. **Megadiversidade** 4: 24-32

JAKOVAC, A. C. C. **O uso do banco de sementes florestal contido no topsoil como estratégia de recuperação de áreas degradadas**. 2007. Dissertação de Mestrado, Univesidade Estadual de Campinas, São Paulo, Brasil.

MACHADO, N.A.M. **Metodologias alternativas para facilitação da restauração de áreas de canga degradadas pela extração de bauxita**. 2011. 71 f. Dissertação (Mestrado em Evolução Crustal e Recursos Naturais) – Escola de Minas, Universidade Federal de Ouro Preto, Ouro Preto, 2011.

MESSIAS, M. C. T. B.; TONACO, A; C.; NETO, A. A. M; LEITE, M.G.P. Levantamento florístico de um campo rupestre ferruginoso na Serra de Antonio Pereira, Ouro Preto, Minas Gerais. **MG Biota**, v. 5, p. 4-18, 2012. Disponível em: <http://www.ief.mg.gov.br/images/stories/mg_biota/2014/mg.biota%20v.5%20n.3.pdf>. Acesso em: 10.dez.2019.

OLIVEIRA, P. A.; PEREIRA, I.M.; MESSIAS, M.C.T.B.; OLIVEIRA, M.L.M.; PINHEIRO, A.C.; MACHADO, E.L.M.; OLIVEIRA, J.L.A. Phytosociology of the herbaceous-subshrub layer of a rupestrian complex in Serra do Espinhaço, Brazil. **Acta Botanica Brasilica**, Belo Horizonte, v. 32, n. 1, p. 141-149, jan./mar. 2018. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?pid=S0102-33062017005008102&script=sci_arttext>. Acesso em: 03 dez. 2019

RUIVO, M. L. P. **Vegetação e características do solo como indicadores de reabilitação de áreas mineradas na Amazônia Oriental**. 1998. 101p. Tese (Doutorado em Agronomia) - Universidade Federal de Viçosa, Viçosa – MG.

SAGGIN JUNIOR, O. J.; BORGES, W. L.; NOVAIS, C. B. de; SILVA, E. M. R. da. **Manual de curadores de germoplasma - micro-organismos: fungos micorrízicos arbusculares**. Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2011. 23 p

SANTOS, L.M.D. **Restauração de campos ferruginosos mediante resgate de flora e usos de topsoil no quadrilátero ferrífero, MG**. Tese de doutorado. Belo Horizonte, MG: Universidade Federal de Minas Gerais, 2010.

SARAIVA, D.F. **Estudos de espécies de topsoil de campo rupestre ferruginoso potenciais para recuperação de áreas mineradas**. Orientador: Soraya Alvarenga Botelho. 2018. 100 p. Dissertação (Mestrado profissional) - Universidade Federal de Lavras, Lavras, 2018. Disponível em: http://repositorio.ufla.br/jspui/bitstream/1/30827/1/DISSERTA%C3%87%C3%83O_Estudos%20de%20esp%C3%A9cies%20de%20topsoil%20de%20campo%20rupestre%20ferruginoso%20potenciais%20para%20recupera%C3%A7%C3%A3o%20de%20C3%A1reas%20mineradas.pdf. Acesso em: 11 dez. 2019.

SOUZA, F. A.; SCHLEMPER, T. R.; STÜRMER, S. L. A importância da tecnologia de inoculação de fungos micorrízicos para a sustentabilidade na olericultura. In: LOPES, C. A.; PEDROSO, M. T. M. (Ed.). **Sustentabilidade e horticultura no Brasil: da retórica à prática**. Brasília, DF: Embrapa, 2017. (Embrapa. Departamento de Pesquisa e Desenvolvimento Texto para Discussão, 47).

SUGAI, M. A. A.; COLLIER, L. S.; SAGGIN-JÚNIOR, O. J. Inoculação micorrízica no crescimento de mudas de angico em solo de cerrado. **Bragantia**, v. 70, n. 2, p.416-423, 2011.

TEIXEIRA, W. A.; LEMOS FILHO, J. P. Fatores edáficos e a colonização de espécies lenhosas em uma cava de mineração de ferro em Itabirito, Minas Gerais. **Revista Árvore**, v.26, n.1, p.25-33, 2002.

TRINDADE, A.V.; GRAZZIOTTI, P.H.; TÓTOLA, M.R. Utilização de características microbiológicas na avaliação da degradação ou recuperação de uma área sob mineração de ferro. *Revista Brasileira de Ciências do Solo*, v. 24, p. 683-688, 2000.