

# Influência da micorriza na cultura da soja: preocupação com a produção de energia – uma revisão

Glaucia Eliza Gama Vieira<sup>1</sup>

Nataly Seribeli Furmigare<sup>2</sup>

Luana Fagundes Teixeira<sup>3</sup>

Aymara Gracielly Nogueira Colen<sup>4</sup>

## Resumo

Dentre os biocombustíveis utilizados como uma alternativa à atual matriz energética mundial, que é baseada em fontes não renováveis de origem fóssil, o biodiesel tem sido destaque no Brasil, a partir do lançamento do Programa Nacional de Produção e Uso de Biodiesel (PNPB) em 2004 e, atualmente, está sendo abastecido quase que em sua totalidade pela soja. Essa cultura ganhou espaço no mercado energético por inúmeros fatores, dentre eles, o conhecimento científico construído ao longo dos anos de pesquisa, sendo a soja introduzida no país em 1882. Por ser uma monocultura que abrange grandes áreas de cultivo, há a preocupação com uso de fertilizantes em larga escala, com o enfraquecimento do solo e com a constante busca por alta produtividade ao longo das safras. Nesse contexto, essa revisão aborda a utilização dos Fungos Micorrízicos Arborícolas (FMAs) como alternativa para manter as propriedades naturais do solo e contribuir com o rendimento de produção da soja, como fonte energética.

**Palavras-chave:** Micorriza. Soja. Rendimento.

## Abstract

*Among the biofuels used as an alternative to the current global energy matrix, which is based on non-renewable fossil fuels, the biodiesel has been outstanding in Brazil, since the release of the National Program for Production and Use of Biodiesel (PNPB) in 2004 and it is currently being stocked almost in its totality by soybeans. This culture has got space in the energy market by several factors, among them the scientific knowledge built up over years of research, being the soybean introduced in this country in 1882. As a monoculture covering large areas of cultivation, there is the concern for the use of fertilizers in wide range, the soil weakness and the constant search for high productivity in all growing seasons. In this context, this review covers the use of arboreal mycorrhizal fungi as an alternative to maintain the soil natural properties and to contribute to the soybean production yield, as an energy source.*

**Keywords:** Mycorrhiza. Soybeans. Yield.

1 Doutora em Química pela Universidade Federal Fluminense (UFF), Niterói, RJ, Brasil. Professora adjunta da Universidade Federal do Tocantins (UFT), Palmas, TO, Brasil. E-mail: glauciavieiraledbio@gmail.com

2 Mestre em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins (UFT), Palmas, TO. Engenheira agrônoma pela Universidade Federal Rural da Amazônia (UFRA), Belém, PA, Brasil. E-mail: nfirmigare@yahoo.com.br

3 Mestre em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins (UFT), Palmas, TO. Engenheira de alimentos pela Universidade Federal do Tocantins (UFT), Palmas, TO. E-mail: luanafagundes1@gmail.com

4 Mestre em Agroenergia pela Universidade Federal do Tocantins (UFT), Palmas, TO. Engenheira ambiental pela Universidade Federal do Tocantins (UFT), Palmas, TO. E-mail: aycolen@gmail.com

## 1 Introdução

Com a finalidade de preservar os recursos naturais do planeta e diminuir os impactos ambientais, deu-se início à busca por fontes de energia alternativas que apresentassem um baixo custo ambiental. A Lei nº 11.097, publicada em 13 de janeiro de 2005, introduziu o biodiesel na matriz energética brasileira e ampliou a competência administrativa da Agência Nacional do Petróleo e Gás Natural que passou, desde então, a denominar-se Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (BRASIL, 2005).

Os dois principais biocombustíveis líquidos usados no Brasil são o etanol, derivado da cana-de-açúcar, e o biodiesel que é produzido a partir de óleos vegetais ou gorduras animais e adicionado ao diesel de petróleo em proporções variáveis. Cerca de 45% da energia e 18% dos combustíveis consumidos no Brasil já são renováveis, em relação ao restante do mundo, sendo que 86% da energia vêm de fontes energéticas não renováveis. Pioneiro mundial no uso de biocombustíveis, o Brasil alcançou posição almejada por muitos países que buscam fontes renováveis de energia como alternativas estratégicas ao petróleo (BRASIL, 2005).

Os biocombustíveis possuem a vantagem da redução significativa da emissão de gases poluentes, em relação aos combustíveis fósseis no processo de combustão dos motores, tornando-se uma fonte energética mais limpa e sendo considerado um dos principais mecanismos de combate ao aquecimento global, pois reduz as emissões de gás carbônico (CO<sub>2</sub>), onde parte do CO<sub>2</sub> emitido pelos veículos movidos a biocombustíveis é absorvido pelas plantas no processo de fotossíntese, fazendo com que as emissões do CO<sub>2</sub> sejam parcialmente compensadas.

A soja é a mais importante oleaginosa utilizada para produção de biodiesel. Cerca de 90% do óleo vegetal produzido no Brasil é de soja que é cultivada em grande escala e tem boa adaptabilidade a diferentes solos e condições climáticas. Entretanto, seu potencial produtivo é alcançado por meio do manejo cuidadoso do

solo e da cultura e, nesse contexto, uma estratégia importante é o manejo de insumos e culturas vinculado aos processos biológicos como a micorriza (MIRANDA; MIRANDA, 2002).

## 2 Biodiesel

Conforme a legislação vigente, resolução Nº 7 de 19/03/2008 da Agência Nacional de Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis (ANP), o biodiesel é definido como um combustível composto de álquil ésteres de ácidos graxos de cadeias longa, derivados de óleos vegetais ou de gorduras animais, conforme a especificação contida no regulamento técnico (BRASIL, 2008).

O Biodiesel é um combustível biodegradável derivado de fontes renováveis, que pode ser produzido, a partir de dezenas de espécies vegetais no Brasil, tais como: a mamona (*Ricinus communis* L.), o dendê ou palma (*Elaeis guineensis* Jacq.), o girassol (*Helianthus annuus* L.), o babaçu (*Orbignya speciosa*), o amendoim (*Arachis hypogaea* L.), o pinhão manso (*Jatropha curcas* L.), a soja (*Glycine max* L.) dentre outras espécies (BIODIESELBR, 2009).

A permissão legal de adicionar 5% de biodiesel no diesel de petróleo (B5) entrou em vigor em primeiro de janeiro de 2010, antecipada, portanto em três anos, uma vez que, em conformidade com o disposto na Lei 11.097 de janeiro de 2005, que regulamentou o Programa Nacional do Biodiesel (PNPB). Esse percentual entraria em vigor somente em 2013. O B3 (adição de 3% de biodiesel ao diesel de petróleo) foi antecipado, assim como adição na proporção de 4% (B4) (GOES *et al.*, 2010 *apud* FERREIRA *et al.*, 2014). Atualmente, o diesel vendido nos postos pelo Brasil possui 5% de biodiesel e 95% de diesel (B5) (BIODIESELBR, 2009). A contínua elevação do percentual de adição de biodiesel ao diesel demonstra o sucesso do Programa Nacional de Produção e Uso do Biodiesel e da experiência acumulada pelo Brasil na produção e no uso em larga escala de biocombustíveis.

Quando comparado ao diesel, o biodiesel apresenta significativas vantagens ambientais.

Os estudos da National Biodiesel Board (associação que representa a indústria de biodiesel nos Estados Unidos) demonstraram que a queima de biodiesel pode emitir, em média, 48% menos monóxido de carbono; 47% menos material particulado (que penetra nos pulmões); 67% menos hidrocarbonetos, esses percentuais variam de acordo com a quantidade de B100 (biodiesel puro 100%) adicionado ao diesel de petróleo, no B3 (diesel de petróleo com adição de 3% de biodiesel). Essas reduções ocorrem de modo proporcional (PODESTÁ, 2011).

### 3 Soja

A cultura da soja (*Glycine max L.*) chegou ao Brasil, via Estados Unidos, em 1882. Gustavo Dutra, então professor da Escola de Agronomia da Bahia, realizou os primeiros estudos de avaliação de cultivares introduzida daquele país (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2003). Em 1891, testes de adaptação de cultivares, semelhantes aos conduzidos por Dutra na Bahia, foram realizados no Instituto Agrônomo de Campinas, estado de São Paulo (SP). Nessa época, em países como nos Estados Unidos, a soja era estudada de forma geral como uma cultura forrageira e pouco explorada como planta produtora de grãos para a indústria de farelos e óleos vegetais, sendo eventualmente utilizada na produção de grãos para consumo de animais em nível da propriedade (EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, 2003).

Em outubro de 2010, foi confirmado que 78% da produção de biodiesel no Brasil têm como origem o óleo de soja (UNIÃO BRASILEIRA DO BIODIESEL E BIOQUEROSENE, 2010). O algodão, a mamona, o girassol, o dendê e a soja foram definidas como as cinco matérias-primas tradicionais que sustentariam o programa do governo para a produção de biodiesel. No entanto, na prática, apenas a soja tem sustentado o projeto (CABRINI, 2009).

A fertilidade do solo é um fator importante que, em baixos níveis, afeta o desenvolvimento

da soja e influencia negativamente o rendimento de grãos. Do ponto de vista fisiológico, as deficiências nutricionais ocasionam, primeiramente, a inibição do crescimento ou da utilização dos produtos da fotossíntese (COSTA, 1996). O cultivo da soja não depende somente da escolha da melhor variedade e época de plantio, é preciso, antes, o preparo do ambiente, onde as raízes irão crescer e absorver os nutrientes (BORKERT *et al.*, 1994).

O elemento mais requerido pela soja é o nitrogênio. Uma lavoura de soja com deficiência de nitrogênio provoca a perda da cor verde-escuro das folhas, passando a verde-pálido com um leve amarelado e, dias mais tarde, todas as folhas se tornam amarelas. Esse sintoma aparece primeiro nas folhas inferiores, atingindo rapidamente as folhas superiores e, por último, as folhas novas. O nitrogênio é um elemento extremamente móvel na planta, sendo deslocado dos tecidos velhos para as folhas novas (BORKERT *et al.*, 1994).

A carência prolongada de fósforo no solo provoca diminuição de fotoassimilados aos nódulos, reduzindo a fixação e assimilação de nitrogênio pela soja, como resultado de limitações no suprimento de esqueletos de carbono e energia ao processo assimilatório (SÁ, 1998).

O máximo rendimento de grãos da soja depende da capacidade das plantas da comunidade acumular um mínimo de matéria seca e da capacidade de maximizarem a interceptação de radiação, o mais cedo possível, na fase vegetativa e no início da fase reprodutiva, sendo esse acúmulo de matéria seca dependente de muitos fatores como condições meteorológicas, data de semeadura, genótipo, fertilidade do solo, população de plantas e espaçamento entre linhas (WELLS, 1993).

O rendimento de grãos de soja é determinado pelo número médio de plantas por área, de legumes por área, de grãos por legume e peso médio dos grãos. Entre esses componentes do rendimento, o número de legumes por área é o de maior importância (BORKERT *et al.*, 1994).

#### 4 Micorriza

Pesquisas têm sido desenvolvidas, visando obter tecnologias para a reabilitação de solos degradados por atividades diversas e para a formação de matas ciliares, especialmente, em áreas sob influência dos reservatórios de usinas hidrelétricas. Parte desses estudos compreende técnicas de revegetação com plantas nativas diversas, incluindo algumas com elevada dependência de Fungos Micorrízicos Arbusculares (FMAs) (POUYU-ROJAS; SIQUEIRA, 2000).

A principal contribuição da micorriza arbuscular para o crescimento das plantas é geralmente considerada a melhor nutrição mineral, principalmente no que diz respeito ao fósforo (MILLER; REINHARDT; JASTROW, 1995; NOGUEIRA; CARDOSO, 2000).

Como simbioses obrigatórios, os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) trazem benefícios à comunidade vegetal e ao ambiente, fornecendo nutrientes e água as plantas, assim como favorecendo a retenção de umidade, a agregação e a estabilidade dos solos (SYLVIA, 1992; AUGÉ *et al.*, 2001).

Nas regiões áridas e semiáridas, a baixa fertilidade dos solos gera elevada dependência das plantas pelos FMA que minimizam os estresses hídricos e a deficiência de nutrientes (TARAFDAR; PRAVEEN-KUMAR, 1996), sendo importante, portanto, conhecer a diversidade de FMA nessas áreas.

As micorrizas arbusculares são importantes, não só por promover a interface entre a planta e o ambiente físico, mas também com o ambiente biológico, conferindo às plantas maior resistência e tolerância a estresses bióticos e abióticos, além de influenciar a diversidade vegetal (MILLER; KLING, 2000).

Apesar das micorrizas arbusculares serem consideradas uma regra, e não uma exceção na natureza, é estimado que sejam encontrados em mais de 80% das espécies vegetais superiores, cujo grau de benefício com a simbiose varia entre e dentro das espécies dos parceiros e pode receber influência do ambiente (KOIDE, 1991).

Esses fungos eficientes estão presentes em todas as comunidades examinadas, indicando que o manejo de fungos nativos pode ser uma estratégia útil na maioria dos habitats do que a introdução de espécies exóticas em inóculos comerciais. Do ponto de vista prático, a eficiência líquida de toda a comunidade de fungos pode ser testada, a partir do inóculo produzido em culturas armadilhas, não havendo a necessidade de cultivar e testar cada espécie fúngica separada. Por outro lado, se um inóculo misto for ineficiente, pesquisas adicionais podem ser desenvolvidas para determinar a eficiência e infectividade de cada isolado fúngico (STURMER, 2004).

Essa simbiose se torna mais importante, quanto maiores forem as dificuldades ou o nível de estresse, como condições nutricionais sub-ótimas, impostas pelo ambiente ao adequado desenvolvimento das plantas (SIQUEIRA; SAGGIN-JUNIOR, 1995) e principalmente em ambientes naturais (SMITH; READ, 1997).

A rotatividade de culturas e suas variações sazonais podem promover alterações quantitativas e qualitativas na comunidade de fungos micorrízicos arbusculares nativos e na formação da micorriza arbuscular. No caso de vegetação, foi avaliada a contribuição da micorriza arbuscular no crescimento de soja e de capim-andropógon utilizados na rotação. O número de esporos dos fungos aumentou no solo cultivado e o percentual de colonização radicular, inicialmente maiores sob pastagem, variaram de acordo com o tempo de cultivo, as estações de seca e chuvosa, a cultura e o sistema de rotação utilizado. O número de gêneros e espécies aumentou com o tempo de cultivo e manejo de culturas e foi maior sob culturas anuais em rotação. A presença dos fungos no solo contribuiu no crescimento da soja e do capim-andropógon em 53% e 95%, respectivamente. A cultura e o sistema de cultivo são fatores determinantes para o enriquecimento do sistema com micorriza arbuscular (MIRANDA; VILELA; MIRANDA, 2005).

A associação micorrízica permite ainda a interconexão de plantas, beneficia outros

organismos como os fixadores simbióticos de nitrogênio, melhora a agregação do solo, dentre outros efeitos. Devido à influência diferenciada desses fungos sobre o crescimento das plantas, acredita-se que os fungos micorrízicos arbusculares tenham potencial para influenciar a dinâmica das comunidades vegetais, mediante relações interespecíficas como a competição (BEVER; SCHULTZ; MORTON, 2001). Atualmente, são identificadas cerca de 160 espécies, conforme o INVAM (2014).

### 5 Micorriza e o rendimento da soja

O cultivo de plantas envolve a utilização de práticas agrícolas adequadas para a obtenção de retornos econômicos dos investimentos em insumos utilizados nos sistemas de produção. Os fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) são componentes naturais desses sistemas e, por meio da micorriza arbuscular, podem aumentar a absorção de nutrientes do solo, como o fósforo (P). Essa contribuição é particularmente importante em solos ácidos e de baixa fertilidade, como os do cerrado (SIQUEIRA *et al.*, 2010).

O fungo obtém carboidratos e outros fatores essenciais ao seu desenvolvimento e esporulação, enquanto a planta hospedeira recebe em troca água e nutrientes inorgânicos absorvidos do solo, além de outros benefícios como aumento no volume e longevidade de raízes e menor estresse hídrico e de pressão de patógenos (SMITH; READ, 1997). As inoculações com FMAs ou com FMAs + rizóbio proporcionaram maior teor e conteúdo de P e maior eficiência de utilização desse elemento (RODRIGUES; MARTINS; SALOMÃO, 2003). O experimento de eficiência em soja testou a hipótese de que pelo menos um isolado em cada comunidade de fungos micorrízicos, efetivamente, promove a produção de matéria seca da parte aérea. A biomassa das plantas e absorção de fósforo são medidas comuns avaliadas, quando a eficiência micorrízica está sendo testada (ABBOTT; ROBSON, 1985).

O aumento da riqueza de espécies de fungos micorrízicos arbusculares favorece a produção mais equilibrada de biomassa entre as espécies de planta, beneficiando aquelas espécies mais dependentes de fungos micorrízicos arbusculares que influenciam de modo positivo o acúmulo de nutrientes (SANTOS, 2008).

Por outro lado, o conteúdo de fósforo foliar aumentou com a colonização micorrízica. Esses resultados mostram que o benefício líquido da simbiose micorrízica, na qual todos os fungos de cada comunidade estão presumidamente colonizando as raízes, será positivo em pelo menos um ou ambos desses parâmetros (STURMER, 2004).

A interação entre os níveis de P e FMA foi significativa em todas as variáveis avaliadas. Os efeitos positivos do FMA no peso total da planta seca foram observadas nos níveis de fósforo de 0,25 e 200 mg.kg<sup>-1</sup>. O estímulo micorrízico ocorreu principalmente nos caules e vagens e foi menos pronunciada nas raízes e nódulos (NOGUEIRA; CARDOSO, 2007).

Pelo menos um isolado de cada comunidade de FMA foi eficiente em aumentar a biomassa foliar e o conteúdo foliar de P das plantas hospedeiras. Alguns isolados diferencialmente promoveram aumento na matéria seca, enquanto outros isolados aumentaram o conteúdo de P (STURMER, 2004).

A produção de massa seca da parte aérea diferiu significativamente entre os tratamentos com fungos micorrízicos aos 60 e 90 dias. Bem como, incremento de produção de vagens em relação ao controle, aumento do micélio externo ativo e do micélio externo total (NOGUEIRA; CARDOSO, 2000).

### 6 Considerações finais

A necessidade de se produzir, cada vez mais, para abastecer a demanda energética do país, variando a matriz e incluindo fontes renováveis, considera que, para atingir a segurança energética, esse processo deve ocorrer de forma sustentável.

Tendo em vista a soja como uma das oleaginosas mais utilizadas no processo de obtenção de biomassa e óleo para a produção de biodiesel, bem como cultura consolidada no país, há a busca por manter a qualidade do solo, da produção e dos lençóis freáticos, dessa forma, levando ao menor uso de fertilizante. Em estudos com fungos micorrízicos arbusculares, foi mostrado sua interação simbiótica positiva em relação à absorção de fósforo e, conseqüentemente de nitrogênio, aumentando assim a massa seca da parte aérea da planta, massa seca de grãos, contribuindo assim diretamente para seu rendimento final em massa, óleo e qualidade do solo, devido à manutenção de aeração e de trocas nutricionais, sendo de grande relevância da cadeia da soja e a cadeia energética.

## Referências

- ABBOTT, L. K.; ROBSON, A. D. Formation of external hyphae in soil by four species of vesicular-carbuncular mycorrhizal fungi. **New Phytologist**, v. 99, n. 2, p. 245-255, 1985.
- AUGÉ, R. M. *et al.* Moisture retention properties of a mycorrhizal soil. **Plant and Soil**, v. 230, n. 1, p. 87-97, 2001.
- BEVER, J. D.; SCHULTZ, P. A.; MORTON, J. B. Mycorrhizal fungi: more diverse than meets the eye, and the ecological tale of why. **BioScience**, v. 51, n. 11, p. 923-931, 2001.
- BIODIESELBR. **Sobre o biodiesel**. 2009. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/biodiesel/definicao/biodiesel.htm>>. Acesso em: 14 mar. 2015.
- BORKERT, C. M. *et al.* Seja o doutor da sua soja. **Informações Agrônomicas**, n. 66, p. 1-16, 1994.
- BRASIL. Lei nº 11.097, de 13 de janeiro de 2005. Dispõe sobre a introdução do biodiesel na matriz energética brasileira. Altera as Leis nº 9.478, de 6 de agosto de 1997, 9.847, de 26 de outubro de 1999 e 10.636, de 30 de dezembro de 2002 e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, 14 jan. 2005. Disponível em: <[http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2004-2006/2005/Lei/L11097.htm)>. Acesso em: 15 mar. 2015.
- BRASIL. Resolução ANP nº 7, de 19/03/10. **Diário Oficial da União**, Brasília, 20 mar. 2008. Disponível em: <[http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/resolucoes\\_anp/2008/mar%C3%A7o/ranp%207%20-%202008.xml](http://nxt.anp.gov.br/nxt/gateway.dll/leg/resolucoes_anp/2008/mar%C3%A7o/ranp%207%20-%202008.xml)>. Acesso em: 15 de mar. 2015.
- CABRINI, G. O que falta para o biodiesel decolar no Brasil. **Biodieselbr**, Curitiba, 2009. Disponível em: <<http://www.biodieselbr.com/noticias/em-foco/falta-biodiesel-decolar-brasil-05-08-09/>>. Acesso em: 30 jun. 2014
- COSTA, J. A. **Cultura da soja**. Porto Alegre: I. Mânica, J.A. Costa, 1996. 233 p.
- EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. **Tecnologias de Produção de Soja - Região Central do Brasil 2013**. 2003. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Soja/SojaCentralBrasil2003/importancia.htm>>. Acesso em: 10 mar. 2015.
- FERREIRA, R. B. *et al.* Tendências na literatura científica global sobre o biodiesel: uma análise cienciométrica. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 5, p. 547-554, 2014. Suplemento.
- INVAM. **International Culture Collection of (Vesicular) Arbuscular Mycorrhizal Fungi**. 2014. Disponível em: <<http://invam.caf.wvu.edu/>>. Acesso em: 20 out. 2014.
- KOIDE, R. T. Nutrient supply, nutrient demand and plant response to mycorrhizal infection. **New Phytologist**, v. 117, n. 3, p. 365-386, 1991.
- MILLER, R. M.; KLING, M. The importance

- of integration and scale in the arbuscular mycorrhizal symbiosis. **Plant and Soil**, v. 226, n. 2, p. 295-309, 2000.
- MILLER, R. M.; REINHARDT, D. R.; JASTROW, J. D. External hyphal production of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in pasture and tall-grass prairie communities. **Oecologia**, v. 103, n. 1, p. 17-23, 1995.
- MIRANDA, J. C. C.; MIRANDA, L. N. Importância da micorriza arbuscular para o cultivo da soja na região do cerrado. **Comunicado Técnico 75**. Planaltina-DF. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, 2002.
- MIRANDA, J. C. C.; VILELA, L.; MIRANDA, L. N. Dinâmica e contribuição da micorriza arbuscular em sistemas de produção com rotação de culturas. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 40, n. 10, p. 1005-1014, 2005.
- NOGUEIRA, M. A.; CARDOSO, E. J. B. N. Disponibilidade de fósforo altera a colonização endomicorrízica interna e externa e afeta a eficiência simbiótica. **Scientia Agricola Piracicaba**, v. 64, n. 3, 2007.
- NOGUEIRA, M. A.; CARDOSO, E. J. B. N. Produção de micélio externo por fungos micorrízicos arbusculares e crescimento da soja em função de doses de fósforo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 24, n. 2, p. 329-338, 2000.
- PODESTÁ, I. de. **Brasil é líder mundial de agroenergia**. 2011. Disponível em: <<http://www.agricultura.gov.br/comunicacao/noticias/2011/12/brasil-e-lider-mundial-no-setor-de-agroenergia>>. Acesso em: 20 out. 2014.
- POUYÚ-ROJAS, E.; SIQUEIRA, J. O. Micorriza arbuscular e fertilização do solo no desenvolvimento pós-transplante de mudas de sete espécies florestais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 1, p. 103-114, 2000.
- RODRIGUES, L. A.; MARTINS, M. A.; SALOMÃO, M. S. M. B. Uso de micorrizas e rizóbio em cultivo consorciado de eucalipto e sesbânia. II - Absorção e eficiência de utilização de fósforo e frações fosfatadas. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 27, n. 4, 2003.
- SÁ, J. C. M. Reciclagem de nutrientes dos resíduos culturais e estratégia de fertilização para produção de grãos, no sistema plantio direto. In: SEMINÁRIO SOBRE O SISTEMA PLANTIO DIRETO NA UFV, 1., 1998, Viçosa. **Anais... Viçosa : UFV**, 1998. p. 19-61.
- SANTOS, J. G. D. dos. **Riqueza de fungos micorrízicos arbusculares no solo e o crescimento inicial de espécies nativas**. 2008. 80 f. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) - Universidade Federal de Lavras. Lavras, 2008.
- SIQUEIRA, J. O.; SAGGIN-JÚNIOR, O. J. The importance of mycorrhizae association in natural low-fertility soils. In: SIMPÓSIO INTERNACIONAL SOBRE ESTRESSE AMBIENTAL : O MILHO EM PERSPECTIVA, 1995, Belo Horizonte. **Anais... Sete Lagoas : Embrapa Milho e Sorgo**, 1995. p. 240-280.
- SIQUEIRA, J. O. *et al.* **Micorrizas: 30 anos de pesquisas no Brasil**. Lavras: UFLA, 2010. 716 p.
- SMITH, S. E.; READ, D. J. **Mycorrhizal symbiosis**. London: Academic Press, 1997. p. 563-568.
- STURMER, S. L. Efeito de diferentes isolados fúngicos da mesma comunidade micorrízica no crescimento e absorção de fósforo em soja e trevo vermelho. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v. 28, n. 4, p. 611-622, 2004.
- SYLVIA, D. M. Quantification of external hyphae of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi. In: NORRIS, J. R.; READ, D. J.; VARMA, A. K. **Methods in mycobiology: techniques for the study of mycorrhiza**. London: Academic Press, 1992. p. 53-66.

TARAFDAR, J. C.; PRAVEEN-KUMAR. The role of vesicular arbuscular fungi on crop, tree and grasses grown in an arid environment. **Journal of Arid Environment**, v. 34, n. 2, p. 197-203, 1996.

UNIÃO BRASILEIRA DO BIODIESEL E BIOQUEROSENE. **O biodiesel e sua**

**contribuição ao desenvolvimento brasileiro.** 2010. Disponível em: < <http://www.ubrabioc.com.br/sites/1700/1729/00000201.pdf>>. Acesso em: 10 mar. 2015

WELLS, R. Dynamics of soybean growth in variable planting patterns. **Agronomy Journal**, Madison, v. 85, n. 1, p. 44-48, 1993.