

# Manejo dos solos e a sustentabilidade da produção agrícola na Amazônia Ocidental

II Reunião de Ciência do Solo da Amazônia Ocidental

## Editores

*Paulo Guilherme Salvador Wadt*

*Alaerto Luiz Marcolan*

*Stella Cristiani Gonçalves Matoso*

*Marcos Gervasio Pereira*

## 7. VARIABILIDADE GENÉTICA ENTRE ACESSOS DE AMENDOIM FORRAGEIRO QUANTO À ASSOCIAÇÃO A FUNGOS MICORRÍZICOS ARBUSCULARES

José Marlo Araújo de Azevedo<sup>1</sup>  
Giselle Mariano Lessa de Assis<sup>2</sup>  
Hellen Sandra Freires da Silva Azevedo<sup>3</sup>

---

<sup>1</sup> Instituto Federal do Acre; <sup>2</sup> Embrapa Acre; <sup>3</sup> Secretaria de Educação do Estado do Acre.

---

### Introdução

O amendoim forrageiro (*Arachis pintoi* Krapovickas e Gregory, *Arachis repens* Handro e *Arachis glabrata* Benth.), é uma leguminosa que tem sido recomendada para uso em diversas regiões do Brasil, sendo utilizada tanto para uso em sistema de consórcio, por apresentar elevada persistência e boas características bromatológicas (ANDRADE et al., 2006), como para a cobertura do solo em cultivo de frutíferas (VALLS; SIMPSON, 1995) ou mesmo na cobertura de taludes nas margens das rodovias.

A partir de diversas coletas de genótipos realizadas em diferentes regiões do Brasil, foi criada uma coleção de *Arachis* pela Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia (VALLS; PIZARRO, 1994). Os genótipos que fazem parte desta coleção têm sido avaliados e empregados em alguns programas de melhoramento, tanto no Brasil como no exterior (PEREIRA et al., 2001). Atualmente, o Banco Ativo de Germoplasma do Amendoim Forrageiro está localizado na Embrapa Acre, que também coordena o

## Programa de Melhoramento Genético do Amendoim Forrageiro.

Diversos estudos demonstram que o amendoim forrageiro é uma espécie pouco seletiva, capaz de nodular e fixar nitrogênio em simbiose com grande variedade de bactérias do gênero *Rhizobium* e de realizar associação simbiótica com diversas espécies de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) (SOARES et al., 2006; GÓMEZ-CARABALÍ et al., 2011).

A associação do amendoim forrageiro com rizóbios e FMAs pode reduzir as necessidades de adubação nitrogenada e fosfatada e auxiliar no estabelecimento da leguminosa (SANTOS et al., 2001b). Os FMAs são organismos importantes que auxiliam na nutrição de plantas. Em solos que apresentam de baixa à média fertilidade, os FMAs contribuem para aumentar a eficiência da absorção, auxiliando no transporte de nutrientes, principalmente daqueles de baixa mobilidade, como P, Zn e Cu, tornando-os mais disponíveis às plantas (SMITH et al., 1994). Vários resultados demonstram que a colonização micorrízica e o benefício das micorrizas para as plantas aumentam com adição de baixos teores de P (MOREIRA et al., 2007; MOREIRA-SOUZA; CARDOSO, 2002), ou podem ser reduzidos em altos teores de P (SENA et al., 2004). Portanto, conhecer a biodiversidade do solo, suas relações funcionais e ecológicas com o ambiente edáfico e as plantas constituem o desafio da pesquisa deste século.

Segundo Janos (1988), o grau de interação estabelecido entre o fungo e a planta depende mais do genótipo da planta, onde a nutrição do vegetal é considerada o principal fator controlador desta associação.

Segundo o mesmo autor, de acordo com o fungo considerado, a resposta da planta pode ser diferenciada, mas o seu potencial de resposta à colonização parece ser uma característica intrínseca, de herança genética, que é chamado de dependência micorrízica. Assim, a variabilidade genética de dependência micorrízica existente entre acessos de uma mesma espécie vegetal ou entre diferentes espécies de planta pode influenciar tanto o grau de resposta à associação micorrízica, quanto determinar a efetividade das espécies de FMAs capazes de estabelecer tais associações, podendo formar combinações de genótipos específicos (JANOS, 2007).

As características geográficas e genotípicas da planta hospedeira afetam o padrão de distribuição no perfil do solo dos FMAs associados com o gênero *Avena* (YANG et al., 2010). Estes autores analisaram raízes de aveia em diferentes profundidades no solo, em diferentes altitudes geográficas e em diferentes cultivares sob a mesma altitude e concluíram que a altitude não afeta a colonização radicular, mas o genótipo das plantas influencia significativamente a percentagem de colonização. Os autores também verificaram que tanto a altitude quanto o genótipo das plantas afetam as proporções de colonização entre arbúsculos e vesículas, o que pode indicar que esses fatores influenciam diferentes espécies de fungos a colonizar as raízes.

Portanto, estudos sobre a simbiose micorrízica devem ser mais explícitos tanto sobre a origem da planta quanto do fungo micorrízico (VAN DER HEIJDEN; KUYPER, 2001), pois segundo esses autores o efeito da origem da planta e da espécie

fungica são importantes na definição do funcionamento simbiótico.

A identificação de genótipos de amendoim forrageiro capazes de estabelecer associações funcionais com FMAs e a introdução de tais genótipos em programas de melhoramento genético é uma interessante estratégia, que poderá resultar no desenvolvimento de cultivares mais produtivas, de alta qualidade nutricional e que apresentem baixa exigência de fósforo. O potencial da cultura do amendoim forrageiro associada aos FMAs tem sido objeto de alguns estudos (SANTOS et al., 2001a; MIRANDA et al., 2010), porém a influência do genótipo sobre essa associação é pouco relatada. Para Miranda et al (2008), o conhecimento da interação entre as plantas e os diferentes fungos micorrízicos é importante para o desenvolvimento de sistemas de manejo mais sustentáveis. Portanto, faz-se necessário o conhecimento da interação estabelecida entre os diferentes genótipos de amendoim forrageiro e as diferentes espécies de fungos micorrízicos .

### *Fungos micorrízicos associados ao amendoim forrageiro*

Trabalhos têm mostrado que existe uma associação positiva entre o amendoim forrageiro e algumas espécies de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs). Fungos micorrízicos autóctones foram encontrados colonizando o amendoim forrageiro em agroecossistemas diversos. Os gêneros mais comuns são *Glomus*, *Acaulospora* e *Scutelospora*. Pesquisas evidenciam que quanto mais complexo for um agroecossistema, maior será a diversidade de espécies de FMAs. Entretanto, o amendoim forrageiro, quando em monocultivo, apresentou índices de diversidade de fungos comparáveis aos ecossistemas mais complexos, indicando que a presença desta leguminosa pode aumentar a quantidade destes fungos e, conseqüentemente, melhoram a qualidade biológica do solo (MIRANDA, 2008). Santos et al. (2001a), avaliando a produção de matéria seca, concluíram que o amendoim forrageiro foi beneficiado pela inoculação com o FMA *Glomus etunicatum*.

Estudos mostram que o teor de nutrientes, como o fósforo nos tecidos da parte aérea do amendoim forrageiro, quando propagado por sementes, é favorecido pela inoculação de FMAs, em condições de baixa fertilidade, sendo a espécie *G. clarum* mais eficiente (MIRANDA, 2008). Perla et al. (2001) observaram uma correlação positiva entre a colonização por FMAs e a absorção dos macronutrientes Mg e P e do micronutriente Zn. Santos et al. (2002) também obtiveram resultados semelhantes, notando aumento na quantidade acumulada dos macronutrientes N, P, K, Ca e Mg e S em plantas micorrizadas.

Para Miranda (2008), há indícios de que o amendoim forrageiro seja uma planta que apresenta elevada dependência à micorrização. Em seus estudos, esta leguminosa quando não micorrizada apresentou resposta de baixa magnitude ao fósforo, e uma forte interação entre o fósforo no solo e a micorrização, quando inoculado com micorrizas eficientes.

### Similaridade em genótipos de amendoim forrageiro quanto a associação e FMAs

O Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Amendoim forrageiro da Embrapa Acre é composto por cerca de 110 genótipos, os quais são representados principalmente por acessos das espécies *A. pintoi*, *A. repens* e híbridos intra e interespecíficos. Os genótipos estão estabelecidos em parcelas de 4 m<sup>2</sup>, e foram plantados por meio de mudas em 2006. Em agosto de 2008, período caracterizado como época seca, foram coletadas amostras simples de solo das parcelas de 45 genótipos do BAG (Tabela 1), para determinação da densidade de esporos e posterior identificação das espécies de FMAs para a realização do estudo de similaridade.

Tabela 1. Genótipos do Banco Ativo de Germoplasma de Amendoim Forrageiro da Embrapa Acre utilizados na determinação da densidade de esporos e identificação das espécies de fungos micorrízicos arbusculares presentes em sua rizosfera.

Identificação local	BRA	Espécie
1	014931	<i>A. pintoi</i>
2	037036	<i>A. pintoi</i>
3	033260	<i>A. repens</i>
4	039985	<i>A. pintoi</i>
5	039799	<i>A. pintoi</i>
6	035068	<i>A. pintoi</i> x <i>A. repens</i>
7	035017	<i>A. pintoi</i> x <i>A. pintoi</i>
8	035041	<i>A. pintoi</i> x <i>A. pintoi</i>
9	035009	<i>A. pintoi</i> x <i>A. pintoi</i>
10	035033	<i>A. pintoi</i> x <i>A. pintoi</i>
11	040894	<i>A. pintoi</i>
12	030333	<i>A. pintoi</i>
13	029220	<i>A. repens</i>
14	039187	<i>A. pintoi</i>
15	014991	<i>A. pintoi</i>
16	015083	<i>A. pintoi</i>
17	035114	<i>A. pintoi</i>
18	032352	<i>A. repens</i>
19	034436	<i>A. repens</i>
20	032379	<i>A. repens</i>
21	032344	<i>A. pintoi</i>
22	032409	<i>A. pintoi</i>
23	012122	<i>A. pintoi</i>
24	ID 52*	<i>A. pintoi</i>
25	014982	<i>A. pintoi</i>
26	030325	<i>A. pintoi</i>
27	030601	<i>A. pintoi</i>
28	030635	<i>A. pintoi</i>
29	031275	<i>A. pintoi</i>
30	031461	<i>A. pintoi</i>
31	031828	<i>A. pintoi</i>
32	034100	<i>A. pintoi</i>
33	039772	<i>A. pintoi</i>
34	040045	<i>A. pintoi</i>

Identificação local	BRA	Espécie
35	012106	A. repens
36	029190	A. repens
37	029203	A. repens
38	035025	A. pintoi x A. pintoi
39	039080	A. pintoi x A. pintoi
40	039128	A. pintoi x A. pintoi
41	035076	A. pintoi x A. repens
42	038857	A. pintoi x A. repens
43	030384	A. pintoi
44	040550	A. pintoi
45	032409	A. pintoi

Com base em estudo realizado com esses materiais, verificou-se em 135 amostras de solos rizosférico dos 45 genótipos de amendoim forrageiro, foram identificadas 21 espécies de FMAs.

As famílias de Glomeromycota observados foram: Acaulosporaceae, com oito espécies; Ambisporaceae, com uma espécie; Claroideoglomer, com uma espécie; Gigasporaceae, com seis espécie; e Glomeraceae com seis espécie (Tabela 2).

Tabela 2. Espécies de fungos micorrízicos arbusculares identificadas pelos esporos presentes na rizosfera de quarenta e cinco genótipos do Banco Ativo do Germoplasma de Amendoim Forrageiro da Embrapa Acre.

Espécie de fungos micorrízicos arbusculares*	Genótipos em que a espécie foi observada**
<i>Acaulospora colombiana</i> (Spain; N.C. Schenck) Kaonongbua, J.B. Morton; Bever	(23)
<i>Acaulospora foveata</i> Trappe; Janos	(8, 12, 13, 14, 18, 20, 24, 25, 29, 31, 33, 36, 38, 39, 42, 43, 44, 45)
<i>Acaulospora laevis</i> Gerd.; Trappe	(19)
<i>Acaulospora mellea</i> Spain; N.C. Schenck	(2, 3, 4, 5, 6, 9, 10, 11, 12, 14, 15, 16, 17, 18, 19, 21, 22, 24, 26, 27, 28, 29, 30, 32, 35, 40, 42, 43,44)
<i>Acaulospora rehmi</i> Sieverd.; S. Toro	(3,15)
<i>Acaulospora scrobiculata</i> Trappe	(3, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 12, 13, 14, 15, 22, 23, 26, 28, 32, 35, 36, 37, 42, 43, 44, 45)
<i>Acaulospora sporocarpia</i> S.M. Berch	(8, 18)
<i>Acaulospora tuberculata</i> Janos; Trappe	(Ocorreu em 44 genótipos com exceção do genótipo 18)
<i>Ambispora leptoticha</i> (N.C. Schenck; G.S. Sm.) C. Walker, Vestberg; Schuessler	(2, 4, 5, 7, 11, 14, 18, 26, 31, 37, 38)
<i>Claroideoglomus lamellosum</i> (Dalpé, Koske; Tews) C. Walker; Schuessler	(10, 16, 19, 21, 30, 32, 33, 34, 42)
<i>Funneliformis verruculosus</i> (Błaszk.) C. Walker; Schuessler	(1, 4, 16, 18, 27, 29, 31, 32, 34, 39, 40, 45)
<i>Gigaspora</i> sp	(2, 3, 11, 15, 19, 23, 24, 32, 37, 38, 42)
<i>Glomus ambisporum</i> G.S. Sm.; N.C. Schenck	(38)
<i>Glomus macrocarpum</i> Tul.; C. Tul.	(Ocorreu nos 45 genótipos de Arachis)

Espécie de fungos micorrízicos arbusculares*	Genótipos em que a espécie foi observada**
<i>Glomus tortuosum</i> N.C. Schenck; G.S. Sm.	(26)
<i>Racocetra fulgida</i> (Koske; C. Walker) Oehl, F.A. Souza; Sieverd.	(1, 2, 3, 4, 6, 7, 11, 13, 14, 16, 19, 21, 24, 27, 28, 29, 31, 34, 42, 43, 45)
<i>Racocetra verrucosa</i> (Koske; C. Walker) Oehl, F.A. Souza; Sieverd.	(1, 2, 3, 5, 6, 7, 8, 9, 11, 12, 13, 14, 16, 17, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24, 25, 26, 27, 29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 41, 42, 43, 44, 45)
<i>Rhizophagus fasciculatus</i> (Thaxt.) C. Walker; Schuessler	(21, 33)
<i>Scutellospora heterogama</i> (T.H. Nicolson; Gerd.) C. Walker; F.E. Sanders	(1, 3, 4, 5, 6, 8, 14, 15, 19, 21, 23, 26, 33, 34, 38, 40, 42, 43, 44, 45)
<i>Scutellospora pellucida</i> (T.H. Nicolson; N. C. Schenck) C. Walker; F.E. Sanders	(2, 15)
<i>Scutellospora scutata</i> C. Walker; Dieder.	(40)

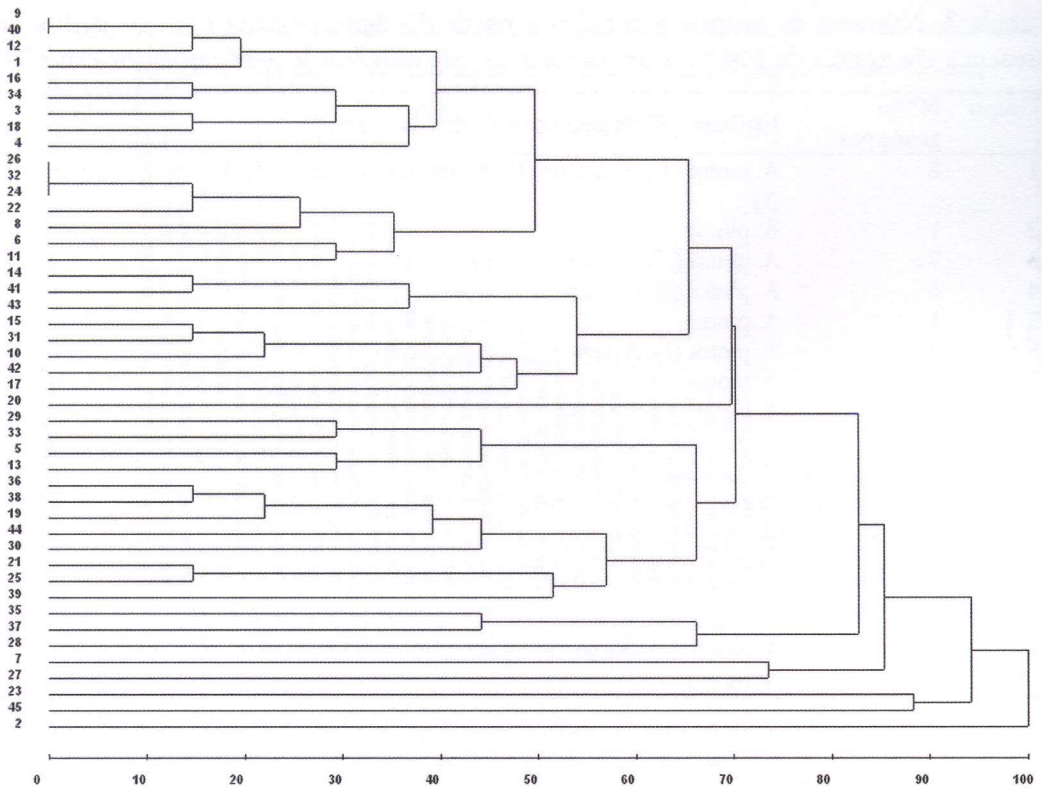
\*Nomenclatura das espécies conforme o site <http://schuessler.userweb.mwn.de/amphylo/> consultado em 08/05/2014. \*\* a identificação dos 45 genótipos e seus BRA encontram-se na Tabela 1.

O dendrograma obtido por meio do método UPGMA, com base na coincidência simples, que considerou a presença ou ausência de cada espécie de FMA identificada, é apresentado na Figura 1.

Verifica-se elevada divergência genética entre os genótipos avaliados, havendo a formação de 17 grupos. Os genótipos das espécies *A. pintoi*, *A. repens* e seus híbridos foram distribuídos entre os 17 grupos formados. Entre os 45 genótipos de amendoim forrageiro utilizados, oito genótipos apresentaram divergência suficiente para formar grupos isolados com apenas um genótipo. Entre os 17 grupos formados, seis grupos que alocaram mais de um genótipo, foram constituídos por genótipos pertencentes às duas espécies (*A. pintoi* e *A. repens* e seus híbridos). Apenas os grupos (oitavo, nono e décimo), que foram formados por 3, 4 e 2 genótipos, respectivamente, apresentaram genótipos da mesma espécie (*A. pintoi*).

Os grupos que foram formados a partir do dendrograma com o número de genótipos por espécies são apresentados na (Tabela 3).

Segundo Berbara et al. (2006), estudos conduzidos em condições controladas indicam que a resposta em crescimento da planta inoculada depende da compatibilidade genética e funcional entre a espécie vegetal e a estirpe do fungo utilizado, bem como das condições ambientais vigentes, como tipo de solo, pH e disponibilidade de nutrientes, em especial o fósforo. Além dessas variáveis, em condições naturais, onde mais de uma espécie de fungo coloniza simultaneamente raízes da planta hospedeira, os benefícios da simbiose micorrízica dependerão da comunidade de fungos presentes e da competição que se estabelece entre eles.



1- BRA 014931; 2 - BRA 037036; 3 - BRA 033260; 4 - BRA 039985; 5 - BRA 039799; 6 - BRA 035068; 7 - BRA 035017; 8 - BRA 035041; 9 - BRA 035009; 10 - BRA 035033; 11 - BRA 040894; 12 - BRA 030333; 13 - BRA 029220; 14 - BRA 039187; 15 - BRA 014991; 16 - BRA 015083; 17 - BRA 035114; 18 - BRA 032352; 19 - BRA 034436; 20 - BRA 032379; 21 - BRA 032344; 22 - BRA 032409; 23 - BRA 012122; 24 - BRA 013251; 25 - BRA 014982; 26 - BRA 030325; 27 - BRA 030601; 28 - BRA 030635; 29 - BRA 031275; 30 - BRA 031461; 31 - BRA 031828; 32 - BRA 034100; 33 - BRA 039772; 34 - BRA 040045; 35 - BRA 012106; 36 - BRA 029190; 37 - BRA 029203; 38 - BRA 035025; 39 - BRA 039080; 40 - BRA 039128; 41 - BRA 035076; 42 - BRA 038857; 43 - BRA 030384; 44 - BRA 040550; 45 - BRA 032409.

Figura 1. Dendrograma da análise de agrupamento (distância coincidência simples, método UPGMA) baseado na presença e, ou, ausência das espécies de FMAs contabilizada nos 45 genótipos de amendoim forrageiro na estação seca.



Tabela 3. Número de grupos formados a partir do dendrograma com os dados de presença e ausência de FMAs, e as respectivas quantidades de genótipos por espécies.

Grupo	Nº de genótipos	Espécies (Nº de genótipos dentro da espécie)
1	8	A. pintoi (4), A. repens (1), A. pintoi x A. pintoi (2), A. pintoi x A. repens (1)
2	1	A. pintoi
3	7	A. pintoi (2), A. pintoi x A. pintoi (2), A. repens (3)
4	6	A. pintoi (5), A. pintoi x A. repens (1)
5	1	A. pintoi
6	3	A. pintoi (1), A. repens (1), pintoi x pintoi (1),
7	1	A. pintoi
8	3	A. pintoi
9	4	A. pintoi
10	2	A. pintoi
11	2	A. pintoi (1), A. pintoi x A. repens (1)
12	1	A. repens
13	2	A. pintoi (1), A. repens (1)
14	1	A. pintoi
15	1	A. pintoi x A. pintoi
16	1	A. pintoi x A. pintoi
17	1	A. repens

### *Densidade de esporos*

Com base em estudo no BAG da Embrapa Acre em 135 amostras de solo rizosférico de 45 genótipos de amendoim forrageiro foram computados 91.604 esporos de FMAs. A análise de variância mostrou que a densidade de esporos variou significativamente ( $p < 0,01$ ) entre os genótipos de amendoim forrageiro, indicando existir variabilidade genética para promoção da esporulação dos FMAs. A densidade de esporos na rizosfera dos quarenta e cinco genótipos de amendoim forrageiro e das amostras testemunhas tomadas em vegetação espontânea dentro do BAG é apresentada na Figura 2. Utilizando teste de Scott-Knott ao nível de 1% de probabilidade separou-se os 45 genótipos em quatro grupos distintos, sendo designados grupos 'a', 'b', 'c' e 'd', de acordo com as letras que receberam na aplicação deste teste estatístico.

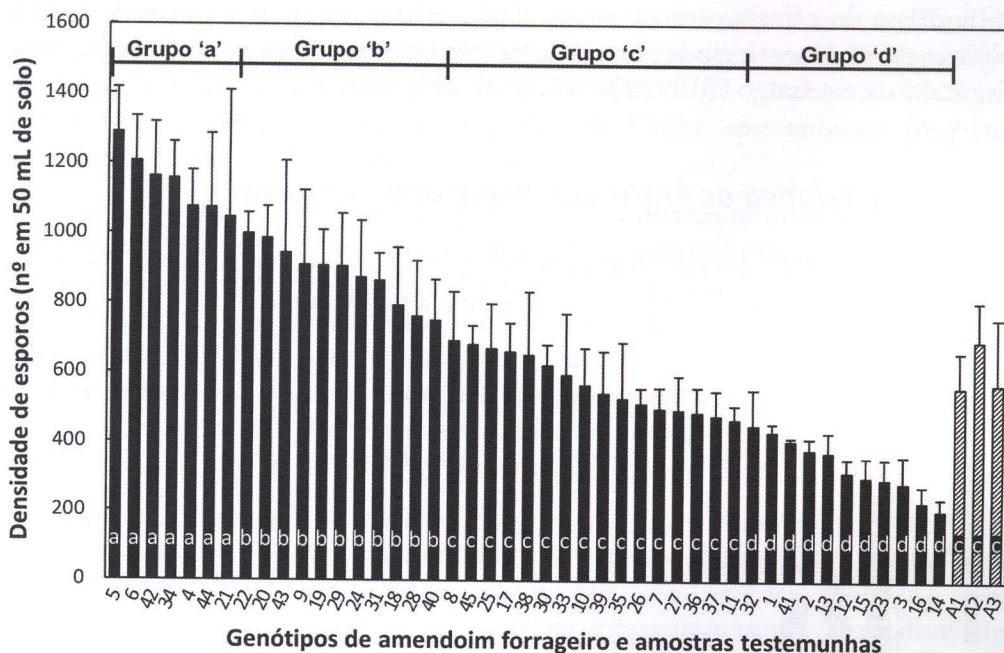


Figura 2. Densidade de esporos de Fungos Micorrízicos Arbusculares em amostras de solos rizosféricos de quarenta e cinco genótipos de amendoim forrageiro (barras cinzas) e três amostras testemunhas em vegetação espontânea (barras hachuradas) dentro da área do Banco Ativo de Germoplasma localizado na Embrapa Acre. A identificação dos 45 genótipos e seus códigos BRA encontram-se na Tabela 1. Barras com mesma letra não diferem entre si pelo teste de Scott-Knott a 1% de probabilidade. Linhas acima das barras indicam o desvio padrão das médias. Coeficiente de variação da análise de variância = 25,7%.

Os genótipos do grupo 'a' induziram uma alta esporulação dos FMAs, superior aos demais genótipos, com médias variando entre 1048 a 1289 esporos em 50 mL de solo. Neste grupo o genótipo 21 apresentou a maior variabilidade apresentando a amostra com densidade mínima e máxima, contendo respectivamente 640 e 1593 esporos em 50 mL de solo. Este grupo foi formado por sete genótipos, sendo cinco da espécie *A. pintoi* e dois híbridos interespecíficos de *A. pintoi* x *A. repens*.

A densidade de esporos não é uma variável que indique diretamente o benefício que a planta obtém da simbiose (WEBER et al., 2004). Outros estudos devem ser realizados avaliando os genótipos quanto ao benefício que obtém dos FMAs sobre o crescimento e acúmulo de nutriente. Genótipos de mamoeiro (*Carica papaya* L.) demonstram potencial genético diferenciado para a resposta a inoculação de FMAs (TRINDADE et al., 2001).

O mesmo ocorre com genótipos de acerola (COSTA et al., 2001). Weber et al. 2004 verificaram que *Claroideoglossum etunicatum* e *Scutellospora* sp. apresentaram a maior e menor esporulação, respectivamente, mas contribuíram igualmente para o incremento

da biomassa do cajueiro anão precoce. Todavia, o número de esporos de FMAs no solo não deixa de ser um indicativo da interação benéfica e funcional estabelecida entre a leguminosa e o fungo (BENEDETTI et al., 2005).

### Frequência relativa de FMAs em amendoim forrageiro

A frequência relativa (FR) de 21 espécies de FMAs no total de amostras tomadas nos genótipos de amendoim forrageiro é apresentada na Figura 3.

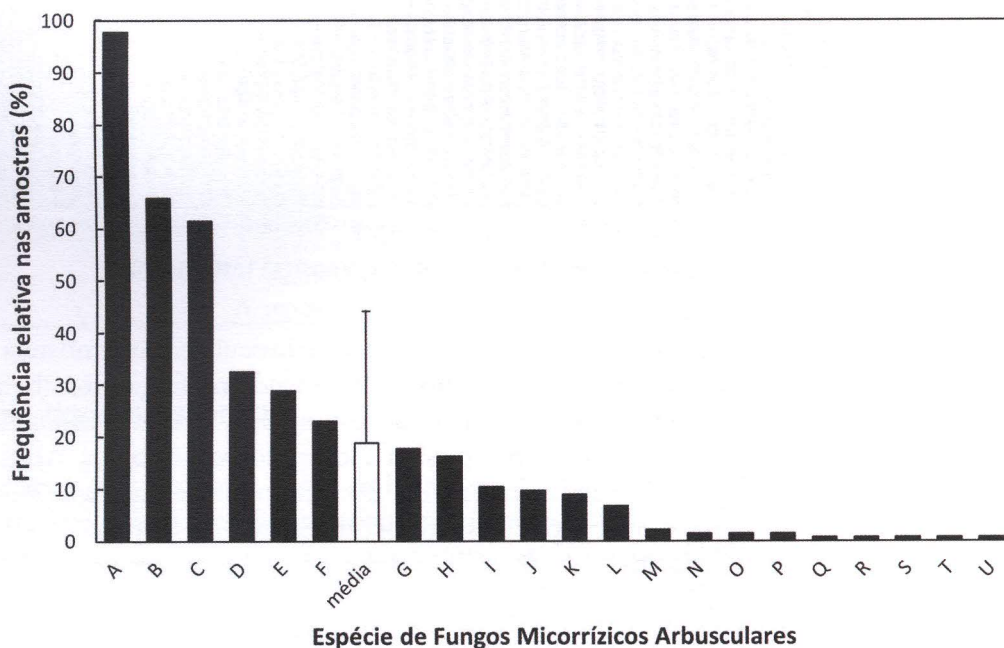


Figura 3. Frequência relativa das 21 espécies de fungos micorrízicos arbusculares (barras cinzas) levantadas nas amostras de solo rizosférico de 45 genótipos de amendoim forrageiro no Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Acre. A: *Glomus macrocarpum*; B: *Acaulospora tuberculata*; C: *Racocetra verrucosa*; D: *Acaulospora mellea*; E: *Acaulospora scrobiculata*; F: *Scutelospora heterogama*; G: *Racocetra fulgida*; H: *Acaulospora foveata*; I: *Funnelformis verruculosus*, J: *Gigaspora sp*; K: *Ambispora leptoticha*; L: *Claroideoglomus lamellosum*; M: *Acaulospora rehmi*; N: *Acaulospora sporocarpia*; O: *Rhizophagus fasciculatus*; P: *Scutelospora pellucida*; Q: *Acaulospora colombiana*; R: *Acaulospora laevis*; S: *Glomus ambisporum*; T: *Glomus tortuosum*; U: *Scutelospora scutata*. Barra branca representa a média das frequências relativas e a linha sobre a barra indica o desvio padrão.

As espécies *Glomus macrocarpum*, *Acaulospora tuberculata* e *Racocetra verrucosa* apresentam frequência destacada das demais ocorrendo em 97,8%, 65,9% e 61,5% das 135 amostras tomadas nos 45 genótipos de amendoim forrageiro. Com uma frequência

relativa próxima a média, variando de 32,6% a 6,7% das amostras foram verificadas as espécies *Acaulospora mellea*, *Acaulospora scrobiculata*, *Scutelospora heterogama*, *Racocetra fulgida*, *Acaulospora foveata*, *Funneliformis verruculosus*, *Gigaspora sp.*, *Ambispora leptoticha* e *Claroidoglossum lamellosum*. As demais espécies de FMAs apresentaram frequência relativa variando entre 0,7% a 2,2% das amostras.

Em estudo realizado por Miranda et al (2010), verificaram a presença de *Glomus macrocarpum* em mais de 70% de suas amostras, sugerindo que este fungo pode ter alta afinidade com o amendoim forrageiro. Contudo, *Glomus macrocarpum* apresenta grande capacidade de adaptação em solos distintos submetidos a diferentes variações nos teores de matéria orgânica, calagem, textura, entre outros fatores (CARRENHO et al., 2001b), demonstrando ser uma espécie altamente resistente e adaptada a solos brasileiros, sendo a mais frequente em vários levantamentos realizados no Brasil (CARRENHO, et al., 2001a; MIRANDA et al., 2010; BARTZ et al., 2008).

As espécies *Acaulospora colombiana*, *Acaulospora laevis*, *Glomus ambisporum*, *Glomus tortuosum* e *Scutelospora scutata* apresentaram frequência relativa (FR) de 0,7% das amostras. Desta forma, este padrão sugere que são espécies raras ou pouco esporulantes (HUSBAND et al., 2002) ou ainda apresentam muita baixa afinidade e adaptação ao amendoim forrageiro e ao solo do BAG. Como as espécies *A. colombiana* e *A. laevis* possuem frequência elevada em outros levantamentos feitos no Brasil (CAPRONI et al., 2003; CARRENHO et al., 2001b), sugere que estas espécies realmente tiveram baixa adaptação aos genótipos de amendoim forrageiro e ao solo do BAG.

### **Riqueza de espécies de FMAs em amendoim forrageiro**

A riqueza de espécies (RE) encontradas em 45 genótipos de amendoim forrageiro é apresentada na Figura 4. O genótipo BRA 38857 (42) apresentou a maior riqueza de espécies, sendo identificadas 10 espécies de FMAs na sua rizosfera. Já o genótipo BRA 35076 (41) apresentou a menor riqueza, com apenas três espécies recuperadas. Tanto o genótipo com riqueza máxima (42) como o com riqueza mínima (41) são híbridos interespecíficos de *A. pintoi* x *A. repens*.

Na sequência dos genótipos com maior riqueza de espécies, estão os genótipos em que foram recuperadas 9 espécies de FMAs, sendo eles BRA 39187 (14) de *A. pintoi*, BRA 33260 (3) e BRA 34436 (19) ambos de *A. repens*. Na grande maioria dos genótipos foram levantadas entre 5 e 8 espécies de FMAs (Figura 4), sendo 10 genótipos com 8 espécies, 12 genótipos com 7 espécies, 7 genótipos com 6 espécies e 8 genótipos com 5 espécies. Somente três genótipos apresentaram uma riqueza de 4 espécies de FMAs, sendo o BRA 32379 (20) de *A. repens*, o BRA 35114 (17) e o BRA 14982 (25), ambos de *A. pintoi*.

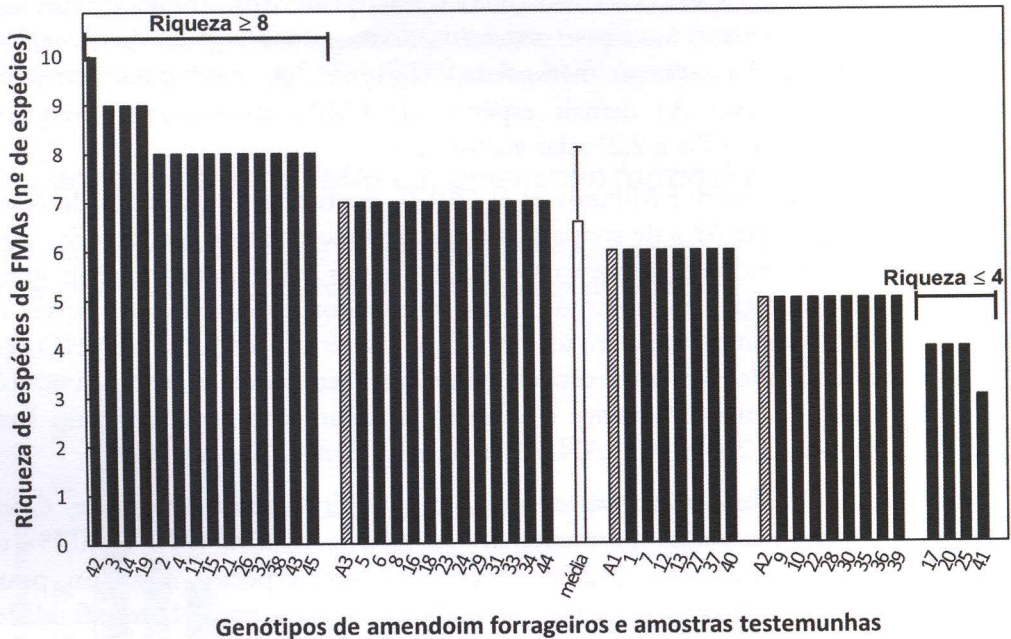


Figura 4. Riqueza de espécies (RE) de Fungos Micorrízicos Arbusculares em quarenta e cinco genótipos de amendoim forrageiro (barras cinzas) e três amostras testemunhas em vegetação espontânea (barras hachuradas) dentro da área do Banco Ativo de Germoplasma localizado na Embrapa Acre. A identificação dos 45 genótipos e seus códigos BRA encontram-se na Tabela 1. Barra branca representa à média ( $\bar{X}$ ) das RE dos genótipos e testemunhas e a linha sobre a barra indica o dobro do desvio padrão.

O grande número de espécies de FMAs (21 espécies) encontradas nas áreas ocupadas por genótipos de amendoim forrageiro em monocultivo é comparável ao esperado em ecossistemas nativos diversos ainda não cultivados (MOREIRA-SOUZA et al., 2003), pois em sistemas agrícolas esse número pode ser submetido à uma redução dependendo do manejo e cultura.

Segundo Douds e Millner (1999), o tipo de prática agrícola e as plantas cultivadas podem influenciar na riqueza de espécies de FMAs, com número podendo variar de 3 a 34 espécies. Além disso, fatores como monocultivo, manejo e fertilidade do solo exercem significativa influência na ocorrência de espécies e quantidade de esporos de fungos micorrízicos (SILVA et al., 2006). Segundo Miranda et al (2010), o amendoim forrageiro em monocultivo, mesmo sendo um agrossistema de menor complexidade, favorece a ocorrência de diferentes espécies de FMAs.

Esse padrão sugere que a leguminosa forrageira é pouco seletiva quanto a espécies de FMAs e se caracteriza como uma boa hospedeira para multiplicação dos FMAs. Tal fato pode estar associado à possibilidade do amendoim forrageiro produzir uma grande variabilidade de metabólitos secundários, como flavonóides, os quais comprovadamente estimulam o crescimento de FMAs (ROMERO; SIQUEIRA,

1996).

### *Respostas do amendoim forrageiro a inoculação micorrízica*

O efeito benéfico das micorrizas, proporcionando maior crescimento da planta é relatado por vários autores nas mais diferentes espécies vegetais. Em estudo conduzidos em casa de vegetação verificou-se que genótipos de amendoim forrageiro micorrizados apresentaram maior comprimento de estolão que os genótipos não micorrizados, aos 65 dias após o plantio (Tabela 4). Tal resultado indica que as micorrizas influenciaram positivamente no crescimento desta leguminosa forrageira.

Tabela 4. Médias do comprimento do maior estolão de genótipos de amendoim forrageiro micorrizados e não-micorrizados aos 65 dias após inoculação.

Tratamentos	Médias
Genótipos Micorrizados	20,48a
Genótipos Não-micorrizados	18,94b

\* médias seguidas de letra diferentes diferem estatisticamente entre si pelo teste de Tukey ( $p < 0,01$ )

Também foi conduzido estudo em casa de vegetação para avaliar a resposta de genótipos de amendoim forrageiro micorrizado e não micorrizados a doses de fósforo (Figura 5).

Ao mesurar a produção de matéria seca da biomassa aérea verificou-se que os genótipos de amendoim forrageiro micorrizados e não micorrizados apresentaram resposta quadrática às doses testadas. Nos micorrizados observou-se maior peso de matéria seca em menores doses de fósforo, quando comparados com genótipos não micorrizados. Exceção ocorreu próximo à dosagem mais alta utilizada ( $60 \text{ kg ha}^{-1}$ ), em que os genótipos não micorrizados apresentaram produção de matéria seca da biomassa aérea levemente superior à produção dos genótipos micorrizados.

Segundo Lu e Koide (1994), a micorrização em doses menores de P gera benefícios semelhantes às plantas cultivadas sob doses mais elevadas, o que foi confirmado neste estudo. Ressalta-se que a maior produção de matéria seca nos genótipos não micorrizados não superou a maior produção nos genótipos micorrizados. Os genótipos micorrizados apresentaram a maior produção de matéria seca da biomassa aérea ( $4,06 \text{ g}$ ) na dosagem estimada de  $39,02 \text{ kg ha}^{-1}$  de  $\text{P}_2\text{O}_5$ .

Este resultado evidencia a importância do desenvolvimento de estudos que visem a obtenção de associações positivas estabelecidas entre genótipos de amendoim forrageiro e FMAs. Desenvolver cultivares capazes de produzir grande quantidade de biomassa aérea em solo como baixos teores de fósforo ou com aplicação deste nutriente em pequenas doses, promoveria um avanço na pecuária brasileira e, em especial, na região Amazônica.

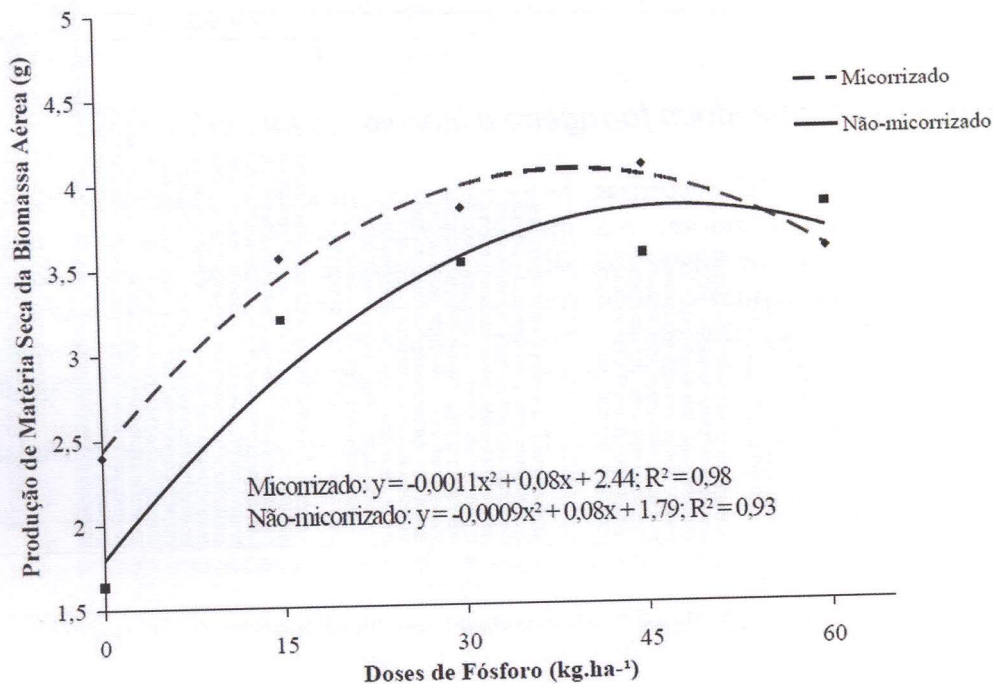


Figura 5. Produção de matéria seca da biomassa aérea de genótipos de amendoim forrageiro micorrizado e não-micorrizado em função das doses de fósforo 65 dias após inoculação.

Ao estudar o sistema radicular de genótipos de amendoim forrageiro verifica-se que a micorrização proporciona aumento de matéria seca da raiz dos genótipos de amendoim forrageiro em relação aos não micorrizados em função da dose de fósforo (Figura 6).

O efeito a micorrização no sistema radicular do amendoim forrageiro já foi reportado em outros estudos. Santos et al. (2001b), estudando a resposta ao fósforo, nitrogênio e micorrizas em amendoim forrageiro cultivar Amarelo consorciado com braquiário, observaram que no amendoim forrageiro a produção de MS das raízes foi maior para as plantas inoculadas, quer na presença (1,5 vezes) quer na ausência (4,5 vezes) de N, em relação às plantas não inoculadas.

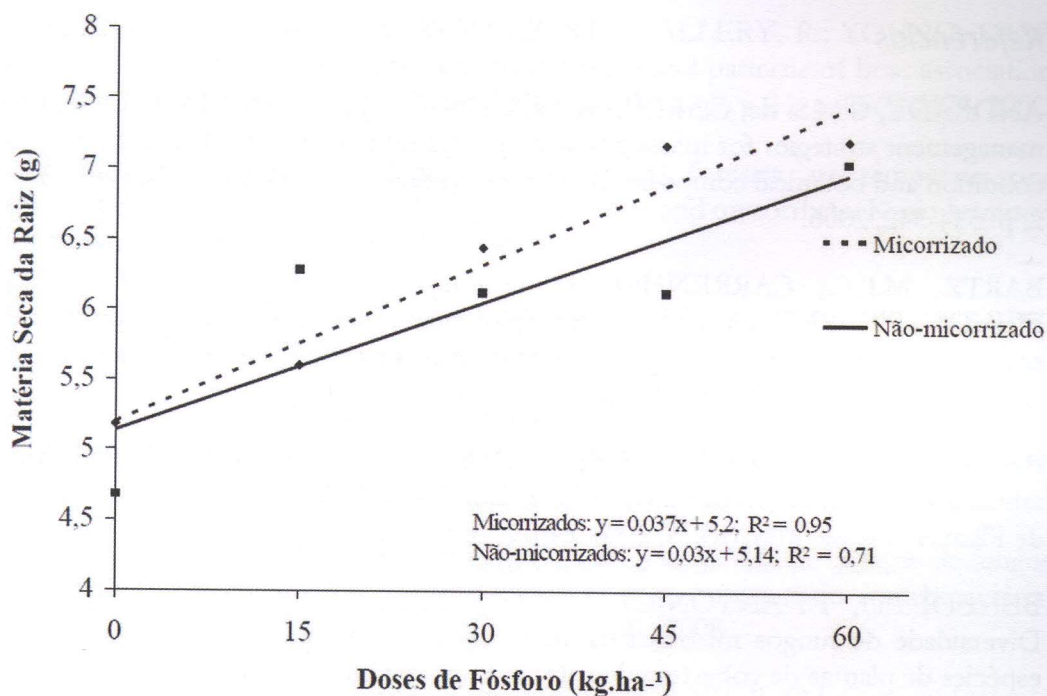


Figura 6. Produção de matéria seca da raiz de genótipos de amendoim forrageiro micorrizados e não-micorrizados em função das doses de fósforo 65 dias após o plantio.

### Considerações finais

Com base em estudos realizados no Banco ativo de Amendoim forrageiro na Embrapa Acre pode-se afirmar que existe variabilidade genética entre os genótipos de amendoim forrageiro quanto à promoção da esporulação de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) e quanto à riqueza de espécies de FMAs nas suas rizosferas, característica esta que pode ser utilizada na seleção de plantas. Contudo, não houve comportamento claramente definido que diferenciasse as espécies *A. pintoi*, *A. repens* e seus híbridos inter e intraespecíficos quanto à promoção de esporulação e riqueza de espécies de FMAs.

Existe elevada divergência genética entre os acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Amendoim Forrageiro quanto à presença ou ausência de espécies de fungos micorrízicos arbusculares, o que pode favorecer trabalhos de seleção conjunta da forrageira e FMAs. Além disso, verifica-se que as espécies de FMAs *Glomus macrocarpum*, *Acaulospora tuberculata* e *Racocetra verrucosa* possuem alta presença na rizosfera dos genótipos de amendoim forrageiro, devendo serem estudadas visando sua introdução na cultura.



## Referências

- ANDRADE, C.M.S. de; GARCIA, R.; VALENTIM, J.F.; PEREIRA, O.G. Grazing management strategies for massai-grass-forage peanut pastures: 1. Dynamics of sward condition and botanical composition. *Revista Brasileira de Zootecnia*, Viçosa, v. 35, n. 2, p. 334-342, 2006.
- BARTZ, M.L.C.; CARRENHO, R.; GOMES-DA-COSTA, S.M.; COLOZZI FILHO, A.; TORMENA, C.A. Comparação entre as técnicas de amostragem direta em campo e cultura-armadilha para mensuração da diversidade de espécies de fungos micorrízicos arbusculares. *Hoehnea*, v. 35, p.159-164, 2008.
- BERBARA, R.L.L.; SOUZA, F.A.; FONSECA, H.M.A.C. Fungos micorrízicos arbusculares: muito além da nutrição. In: FERNANDES, M. S. (Ed.) *Nutrição Mineral de Plantas*. Viçosa, MG: SBCS, 2006. cap. 2, p. 54-79.
- BENEDETTI, T.; ANTONIOLLI, Z.I.; STEFFEN, R.B.; GIRACCA, E.M.N. Diversidade de fungos micorrízicos arbusculares na cultura do milho após uso de espécies de plantas de cobertura de solo. *Revista de Ciências Agroveterinárias*, Lages, v. 4, n. 1, p. 44-51, 2005.
- CAPRONI, A.L.; FRANCO, A.A.; BERBARA, R.L.L. Capacidade infectiva de fungos micorrízicos arbusculares em áreas reflorestadas após mineração de bauxita no Pará. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v.38, p. 937-945, 2003.
- CARRENHO, R.; SILVA, E.S.; TRUFEM, S.F.B.; BONONI, V.L.R. Successive cultivation of maize and agricultural practices on root colonization, number of spores and species of arbuscular mycorrhizal fungi. *Brazilian Journal of Microbiology*, v. 32, p. 262-270, 2001b.
- CARRENHO, R.; TRUFEM, S.F.B.; BONONI, V.L.R. Fungos micorrízicos arbusculares em rizosferas de três espécies de fitobiontes instaladas em área de mata ciliar revegetada. *Acta Botânica Brasílica*, v. 15, p.115-124, 2001a.
- COSTA, C.M.C.; MAIA, L.C.; CAVALCANTE, U.M.T.; Nogueira, R.J.M.C. Influência de fungos micorrízicos arbusculares sobre o crescimento de dois genótipos de aceroleira (*Malpighia emarginata* D. C.). *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, Brasília, DF, v. 36, n. 6, p. 893-901, 2001.
- DOUDS, D.D.; MILLNER, P.D. Biodiversity of arbuscular mycorrhizal fungi in agroecosystems. *Agriculture, Ecosystems and Environment*, Amsterdam, v. 74, p.77-93, 1999.
- GÓMEZ-CARABALÍ, A.; RAO, I.M.; OTERO, J.T. Influence of fertilization, season, and forage species in presence of arbuscular mycorrhizae in a degraded Andisoloil of Colombia. *Acta Agronomica*, v. 60, p. 84-92, 2011.

- HUSBAND, R.; HERRE, E.A.; TURNER, S.L.; GALLERY, R.; YOUNG, J.P.W. Molecular diversity of arbuscular mycorrhizal fungi and patterns of host association over time and space in a tropical forest. *Molecular Ecology*, v. 11, p. 2669-2678, 2002.
- JANOS, D.P. Mycorrhiza applications in tropical forestry are temperate-zone approaches appropriate? In: NG, F. S. P. (Ed.). *Trees and mycorrhiza*. Kuala Lumpur: Forest Research Institute, 1988, 133-188p.
- JANOS, D.P. Plant responsiveness to mycorrhizas differs from dependence upon mycorrhizas. *Mycorrhiza*, v. 17, p. 75-91, 2007.
- LU, X.; KOIDE, R.T. The effects of mycorrhizal infection on components of plant growth and reproduction. *New Phytologist*, Cambridge, v. 128, n. 2, p. 211-218, Oct. 1994.
- MIRANDA, E.M. de; SAGGIN JUNIOR, O.J.; SILVA, E.M.R. da. Seleção de fungos micorrízicos arbusculares para o amendoim forrageiro consorciado com braquiária. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 43, p. 1185-1191, 2008.
- MIRANDA, E.M. de; SILVA, E.M.R. da; SAGGIN JUNIOR, O.J. Comunidades de fungos micorrízicos arbusculares associados ao amendoim forrageiro em pastagens consorciadas no Estado do Acre, Brasil. *Acta Amazonica*, v. 40, p.13-22, 2010.
- MOREIRA, M. et al. Sporulation and diversity of arbuscular mycorrhizal fungi in Brazil Pine in the field and in the greenhouse. *Mycorrhiza*, v. 17, p. 519-526, 2007.
- MOREIRA-SOUZA, M.; CARDOSO, E.J.B.N. Dependência micorrízica de *Araucaria angustifolia* (Bert.) O. KTZE. Sob doses de fósforo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 26, p. 905-912, 2002.
- MOREIRA-SOUZA, M.; TRUFEM, S.F.B.; GOMES-DA-COSTA, S.M.; CARDOSO, E.J.B.N. Arbuscular mycorrhizal fungi associated with *Araucaria angustifolia* (Bert) O. Ktze. *Mycorrhiza*, v. 13, p. 211-215, 2003.
- PEREIRA, A.V.; VALLE, C.B. do; FERREIRA, R. de P.; MILES, J.W. Melhoramento de Forrageiras Tropicais. In: NASS, L. L.; VALOIS, A. C. C.; MELO, I. S. de; VALADARES-INGLIS, M. C. (Ed.). *Recursos Genéticos e Melhoramento - Plantas*. Rondonópolis: Fundação MT, 2001. p. 549-601.
- PERLA, H.A. KASS, D. IBRAHIM, M. JIMÉNEZ, F. Productividad y capacidad de reciclar fósforo de diferentes accesiones de *Arachis pintoi* asociados com *Acacia mangium* en Guápiles, Costa Rica. *Agroforestería en las Américas*, v. 8 n. 30, 2001.
- ROMERO, A.G.F.; SIQUEIRA J.O. Atividade de flavonóides sobre esporos do fungo micorrízico *Gigaspora gigantea* in vitro. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, v. 37, p. 517-522, 1996.

SANTOS, I.P.A.; PINTO, J.C.; SIQUEIRA, J.O. et al. Interação fósforo, micorriza e nitrogênio na produção e qualidade de *Arachis pintoi* cv. Amarillo. *Pasturas Tropicales*, v. 23, p. 43-45, 2001a.

SANTOS, I.P.A.; PINTO, J.C.; SIQUEIRA, J.O.; MORAIS, A.R.; SANTOS, C.L. Influência do Fósforo, Micorriza e Nitrogênio nos parâmetros microbiológicos da *Brachiaria brizantha* e *Arachis pintoi* consorciados. *Pasturas Tropicales*, v. 23, p. 22-26, 2001b.

SANTOS, I.P.A.; PINTO, J.C.; SIQUEIRA, J.O.; MORAIS, A.R.; SANTOS, C.L. Influência do Fósforo, Micorriza e Nitrogênio no Conteúdo de Minerais de *Brachiaria brizantha* e *Arachis pintoi* Consorciados. *Revista Brasileira de Zootecnia*, v. 31, n. 2 p. 605-616, 2002.

SENA, J.O.A. et al. Caracterização fisiológica da redução de crescimento de mudas de citros micorrizadas em altas doses de fósforo. *Revista Brasileira de Ciência do Solo*, v. 28, p. 827-832, 2004.

SILVA, C.F.; PEREIRA, M.G.; SILVA, E.M.R.; CORREIA, M.E.F.; SAGGIN-JUNIOR, O. Fungos Micorrízicos Arbusculares em áreas no entorno do Parque Estadual da Serra do Mar Em Ubatuba (SP). *Revista Caatinga (UFERSA. Impresso)*, v. 19, p. 1-10, 2006.

SMITH, S.E.; GIANINAZZI-PEARSON, V.; KOIDE, R.; CAIRNEY, J.W.G. Nutrient transport in mycorrhizas: structure, physiology and consequences for efficiency of the symbiosis. *Plant and Soil*, v. 159, p. 103-113, 1994.

SOARES, P.G.; RESENDE, A.S. de; URQUIAGA, S.; CAMPELLO, E.F.C.; FRANCO, A.A. Estabelecimento, produção de fitomassa, acúmulo de macronutrientes e estimativa da fixação. biológica de nitrogênio em *Arachis*. *Pasturas Tropicales*, v. 28, p. 18-25, 2006.

TRINDADE, A.V.; DANTAS, J.L.L.; ALMEIDA, F.P.; MAIA, I.C.S. Estimativa do coeficiente de determinação genotípica em mamoeiros (*Carica papaya* L.) inoculados com fungo micorrízico arbuscular. *Revista Brasileira de Fruticultura, Jaboticabal*, v. 23, n. 3, p. 607-612, 2001.

VALLS, J.F.M.; SIMPSON, C.E. Taxonomía, distribución natutal y atributos de *Arachis*. In: KERRIDGE, P. C. (Ed.). *Biología y agronomía de especies forrajeras de Arachis*. Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1995. p. 227.

VALLS, J.F.M.; PIZARRO, E.A. Collection of wild *Arachis* germplasm. In: P. C. Kerridge e B. Hardy, (Ed.), *Biology and Agronomy of Forage Arachis*, Cali: Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), 1994. Chapter 2. p. 19-27.

VAN DER HEIJDEN, E.W.; KUYPER, T.W. 2001. Does origin of mycorrhizal

fungus or mycorrhizal plant influence effectiveness of the mycorrhizal symbiosis? *Plant and Soil*, v. 230, p. 161–174, 2001.

YANG, F.Y.; LI, G.Z.; ZHANG, D.E.; CHRISTIE, P.; LI, X.L.; GAI, J.P. Geographical and plant genotype effects on the formation of arbuscular mycorrhiza in *Avena sativa* and *Avena nuda* at different soil depths. *Biology and Fertility of Soils*, v. 46, p. 435-443, 2010.