

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA MARIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS NATURAIS E EXATAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGROBIOLOGIA**

**BENEFÍCIOS DA ASSOCIAÇÃO COM *Glomus clarum* E  
ADUBAÇÃO FOSFATADA EM CULTIVARES  
CRIOULAS DE MILHO, RS**

**DISSERTAÇÃO DE MESTRADO**

**Luiz Felipe Schuch**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2013**

**BENEFÍCIOS DA ASSOCIAÇÃO COM *Glomus clarum* E  
ADUBAÇÃO FOSFATADA EM CULTIVARES CRIOULAS DE  
MILHO, RS**

**Luiz Felipe Schuch**

Dissertação apresentada ao Curso de Mestrado do Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia, Linha de Pesquisa Interações Organismos Ambientes, da Universidade Federal de Santa Maria (UFSM, RS), como requisito parcial para obtenção do grau de **Mestre em Agrobiologia.**

**Orientador: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Zaida Inês Antonioli**  
**Coorientadora: Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Lia Rejane Silveira Reiniger**

**Santa Maria, RS, Brasil**

**2013**

Ficha catalográfica elaborada através do Programa de Geração Automática da Biblioteca Central da UFSM, com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

Schuch, Luiz Felipe  
BENEFÍCIOS DA ASSOCIAÇÃO COM *Glomus clarum* E ADUBAÇÃO  
FOSFATADA EM CULTIVARES CRIOLAS DE MILHO, RS / Luiz  
Felipe Schuch.-2013.  
34 f.; 30cm

Orientadora: Zaida Inês Antonioli  
Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa  
Maria, Centro de Ciências Naturais e Exatas, Programa de  
Pós-Graduação em Agrobiologia, RS, 2013

1. Fungo micorrízico arbuscular 2. Fertilização 3. Solo  
I. Antonioli, Zaida Inês II. Título.

**Universidade Federal de Santa Maria  
Centro de Ciências Naturais e Exatas  
Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia**

**A Comissão Examinadora, abaixo assinada,  
aprova a Dissertação de Mestrado.**

**BENEFÍCIOS DA ASSOCIAÇÃO COM *Glomus clarum* E ADUBAÇÃO  
FOSFATADA EM CULTIVARES CRIOULAS DE MILHO, RS**

Elaborada por  
**Luiz Felipe Schuch**

Como requisito parcial para obtenção do grau de  
**Mestre em Agrobiologia**

**COMISSÃO EXAMINADORA:**

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Zaida Inês Antonioli**  
(Presidente/Orientadora)

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Lia Rejane Silveira Reiniger (UFSM)**

**Prof<sup>ª</sup>. Dr<sup>ª</sup>. Noeli Julia Schussler de Vasconcellos (UNIFRA)**

Santa Maria, 7 de Janeiro de 2013.

Aos agentes envolvidos no melhoramento do milho

Dedico este trabalho!

## **AGRADECIMENTO**

À Universidade Federal de Santa Maria, e ao Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia pela possibilidade de realizar este estudo.

Às professoras Zaida Inês Antonioli e Lia Rejane Silveira Reiniger e ao professor Rodrigo Josemar Seminoti Jacques, pela orientação e amizade durante o curso de Mestrado.

Aos amigos (as) do laboratório de Biologia do Solo e do Núcleo de Biotecnologia e Melhoramento que contribuíram de alguma forma para realização deste trabalho.

Ao CNPq e a professora Lia Rejane Silveira Reiniger, pela disponibilidade de bolsa (DTI-C) no projeto "Ações direcionadas à implantação de um programa de melhoramento participativo de milho crioulo no município de Ibarama, RS", aprovado no edital MDA/SAF/CNPQ nº 058/2010 - chamada 1 - Inovação Tecnológica.

## RESUMO

Dissertação de Mestrado  
Programa de Pós-Graduação em Agrobiologia  
Universidade Federal de Santa Maria

### **BENEFÍCIOS DA ASSOCIAÇÃO COM *Glomus clarum* E ADUBAÇÃO FOSFATADA EM CULTIVARES CRIOULAS DE MILHO, RS**

AUTOR: LUIZ FELIPE SCHUCH

ORIENTADORA: ZAIDA INÊS ANTONIOLLI

Data e Local da Defesa: Santa Maria, 7 de janeiro de 2013.

A cultura do milho possui grande importância econômica mundial, sendo que o Brasil é o terceiro maior produtor, mas não se destaca entre os países com maior nível de produtividade, devido ao grande número de pequenos produtores que cultivam esse cereal com baixo ou nenhum nível tecnológico. Neste sentido, devido à importância do milho no cenário nacional, ações de pesquisa necessitam ser realizadas com cultivares de milho utilizadas por pequenos produtores, em especial as cultivares crioulas de milho, que não passaram por processo de melhoramento genético em instituições de pesquisa. Desta forma, surge a necessidade de estudar as cultivares crioulas de milho, quanto à eficiência no desenvolvimento e estabelecimento de colonização simbiótica com fungos micorrízicos arbusculares, pois esta melhora a absorção de nutrientes, e tolerância a estresses abióticos pela planta, de forma a minimizar custos de produção relacionados, principalmente ao uso de fertilizantes fosfatados. Assim, o objetivo deste trabalho foi avaliar a influência de doses de fósforo e da inoculação micorrízica, no desenvolvimento inicial de cultivares crioulas de milho, preservadas pela Associação dos Guardiões de Sementes Crioulas, do município de Ibarama, localizado na região Centro-Serra do Rio Grande do Sul. O experimento foi executado em esquema fatorial 8x4x2, sendo oito cultivares crioulas de milho (Amarelão, Brancão, Cabo Roxo, Cateto Amarelo, Colorido, Cunha, Ferro e Palha Roxa), quatro doses de fósforo 0 (testemunha), 50, 100 e 200 mg.kg<sup>-1</sup> de solo e uma espécie de fungo micorrízico arbuscular (*Glomus clarum* Nicol. & Schenck) e o tratamento sem inoculação, onde avaliou-se a percentagem de colonização micorrízica, matéria seca da parte aérea e altura de planta. O experimento foi conduzido em casa de vegetação da Universidade Federal de Santa Maria e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, teste de média Scott Knott (ao nível de 5% de probabilidade de erro) e análise de regressão. Os resultados obtidos mostraram que ocorre diferença significativa para percentagem de colonização micorrízica nas cultivares Brancão, Cabo Roxo, Cateto Amarelo, Colorido, Ferro e Palha Roxa, em função de doses de fósforo distintas existente no solo, o que não ocorre para as cultivares Amarelão e Cunha e, também, que o uso de *Glomus clarum* inoculado em milho mostrou-se eficiente no aumento da matéria seca da parte aérea e altura de planta em doses de fósforo que estimulam a colonização micorrízica.

**Palavras-chave:** Fungo micorrízico arbuscular. Fertilização. Solo.

## ABSTRACT

Master Dissertation  
Graduate Program in Agrobiologia  
Universidade Federal de Santa Maria

### **BENEFITS OF ASSOCIATION WITH *Glomus clarum* And PHOSPHORUS FERTILIZATION IN CULTIVARS OF MAIZE LANDRACES, RS**

AUTHOR: LUIZ FELIPE SCHUCH

ADVISOR: ZAIDA INES ANTONIOLLI

Date and Local of the Defense: Santa Maria, January 7<sup>th</sup> 2013.

Maize has great economical importance, while Brazil is the third largest producer, but does not stand out among the countries with the highest level of productivity, due to the large number of small producers who cultivate this cereal with low or no technological level. In this sense, given the importance of maize in the national scene, action research must be performed with maize cultivars used by small producers, especially cultivars of maize landraces, which have not gone through the process of genetic improvement in research institutions. Thus, there is a need to study the Land varieties of corn, about the efficiency in the development and establishment of colonization symbiotic mycorrhizal fungi, as this improves absorption of nutrients, and tolerance to abiotic stresses by the plant in order to minimize costs production mainly related to the use of phosphate fertilizers. The objective of this study was to evaluate the influence of phosphorus and mycorrhizal inoculation on initial Land varieties of corn, preserved by the Association of Seed Guardians Creole, the city of Ibarama, located in the Central Sierra, Rio Grande do Sul. The experiment was performed in a factorial 8x4x2, eight cultivars of maize landraces (Amarelão, Brancão, Cabo Roxo, Cateto Amarelo, Colorido, Cunha, Ferro and Palha Roxa), four phosphate 0 (control), 50, 100 and 200 mg.kg<sup>-1</sup> soil and a species of arbuscular mycorrhizal fungus (***Glomus clarum*** Nicol. & Schenck) and treatment without inoculation, which evaluated the percentage of mycorrhizal colonization, shoot dry matter and plant height. The experiment was conducted in a greenhouse at the Federal University of Santa Maria and the data were subjected to analysis of variance, mean Scott Knott test (at 5% probability of error) and regression analysis. The results showed that significant difference occurs for percentage of mycorrhizal colonization in cultivars Brancão, Cabo Roxo, Cateto Amarelo, Colorido, Ferro and Palha Roxa, due to different levels of phosphorus in the soil, which does not occur in cultivars Amarelão Cunha and also that the use of ***Glomus clarum*** inoculated into maize was effective in increasing dry matter of shoots and plant height in doses of phosphorus that stimulate mycorrhizal colonization.

**Keywords:** Arbuscular mycorrhizal fungi. fertilization. soil.



## LISTA DE TABELAS

### ARTIGO 1

- Tabela 1 - Percentagem da colonização micorrizica (número médio das três repetições) nas oito cultivares de milho crioulo inoculadas em função das doses de fósforo..... 29
- Tabela 2 - Médias de tratamentos inoculados (IN) com *Glomus clarum* e não inoculados (NI), em função das doses de fósforo, para altura de plantas e matéria seca da parte aérea (MSPA). ..... 30
- Tabela 3 – Correlação linear de Pearson para altura de plantas versus percentagem de colonização micorrízica (AL x %CL) e matéria seca da parte aérea versus percentagem de colonização micorrízica (MS x %CL)..... 31

## SUMÁRIO

<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>10</b>
<b>ARTIGO 1 - <i>Glomus clarum</i> e FÓSFORO EM OITO CULTIVARES CRIOULAS DE MILHO .....</b>	<b>14</b>
<b>Resumo .....</b>	<b>14</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>15</b>
<b>Introdução .....</b>	<b>15</b>
<b>Material e métodos .....</b>	<b>17</b>
<b>Resultados e discussão.....</b>	<b>18</b>
<b>Conclusão .....</b>	<b>24</b>
<b>Referências .....</b>	<b>25</b>
<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>32</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>33</b>

## INTRODUÇÃO

O milho (*Zea Mayz* L.), é uma planta herbácea, anual, que pertence à divisão Magnoliophyta, classe Liliopsida, subclasse Commelinidae, ordem Cyperales, família Poaceae, sub-família Panicoideae (CRONQUIST, 1981). Ocupa, no Brasil, a terceira posição mundial na produção de grãos, sendo cultivados, em média, 12,91 milhões de hectares a cada safra, área superada apenas pelos Estados Unidos e pela China (INSTITUTO FNP, 2010). Além de ocupar uma área de cultivo considerável no Brasil, gerando empregos no setor primário, o cereal é importante pela utilização direta na alimentação humana e de animais, assim como, na indústria, para a produção de muitos produtos importantes do cotidiano.

Entretanto, apesar de figurar entre os três maiores produtores mundiais de milho, o Brasil não se sobressai por ter os mais altos níveis de produtividade, e o reduzido rendimento médio por área é atribuído ao grande número de unidades de produção familiar que cultivam este cereal, em muitas das quais não são utilizadas tecnologias modernas de produção (EMBRAPA, 2000). A estratificação da cultura do milho no Brasil em níveis tecnológicos ratifica esse cenário uma vez que 43% das áreas de cultivo apresentam nível tecnológico marginal e outras 24% nível tecnológico baixo (EMBRAPA, 2010). Esse elevado percentual de áreas com nível tecnológico baixo ou marginal pode ser explicado pelo fato de que o uso de técnicas modernas de produção acarreta em custos muitas vezes não acessíveis à agricultura familiar. Em consequência, muitos agricultores optam pelo emprego de cultivares crioulas de milho, que não passaram por processo de melhoramento em instituições de pesquisa públicas ou privadas, que são produzidas pelos próprios agricultores e que são consideradas mais rústicas, além de constituírem um patrimônio não só genético, mas, também, social e cultural, sendo conservadas, muitas vezes, dentro da propriedade rural ou das comunidades ao longo das gerações. O emprego dessas cultivares, por muitos agricultores, é recomendado nas Indicações Técnicas para o Cultivo de Milho e de Sorgo no Rio Grande do Sul (FEPAGRO, 2011), uma vez que os critérios de escolha de cultivares de milho devem levar em consideração as características da propriedade, nível tecnológico do produtor e capital financeiro disponível.

Neste sentido, considerada a importância do milho crioulo no cenário nacional, ações de pesquisa necessitam ser realizadas com essas cultivares utilizadas por agricultores familiares. Dentre os problemas merecedores de destaque nessas pesquisas podem-se citar,

como exemplo, fatores relacionados a melhorias na qualidade genética, física, fisiológica e sanitária das sementes, na morfologia da planta e na produtividade, .

Nesse contexto é que se justifica estudar a colonização de fungos micorrízicos arbusculares (FMAs) em cultivares de milho crioulo, cultivadas e preservadas por agricultores familiares, pois é sabido que a simbiose entre esses fungos e as raízes da maioria das espécies de plantas, dentre as quais o milho, proporciona aumento na capacidade de absorção de água e nutrientes à planta, promovendo incrementos na produção e adaptabilidade em situações de estresse biótico e abiótico. Justifica-se, também, a identificação de cultivares de milho mais eficientes na colonização de suas raízes por FMAs que pertencem ao filo Glomeromycota, ordem Glomerales (STÜRMER & SIQUEIRA, 2006). A maior parte das informações relacionadas a estes fungos estão armazenadas na Universidade da Virgínia do Leste, situada nos Estados Unidos, que mantém a Coleção Internacional de FMAs (INVAM, 2011).

Na Coleção Internacional de FMAs (INVAM, 2011), mantida pela Universidade da Virgínia do Leste, situada nos Estados Unidos, a qual concentra a maior parte das informações relacionadas a estes fungos, existem, na atualidade, 178 espécies identificadas, as quais são consideradas simbiotróficas obrigatórias. Esses fungos são assim considerados por que só completam o seu ciclo de vida quando associados a uma planta hospedeira (SIQUEIRA, 1983) para obter carboidratos necessários para sua esporulação. Essa simbiose também é vantajosa para a planta, que, em troca do fornecimento de carboidratos para os FMAs, obtém água e nutrientes absorvidos do solo pelo fungo através de sua rede de hifas, que pode ser superior a 100 m por centímetro cúbico (MILLER *et al.*, 1995). Essa associação é vantajosa, pois os FMAs podem formar associação simbiótica mutualística com as raízes de mais de 80% de espécies vegetais existentes (SMITH, *et al.*, 2008).

Dentre essas espécies vegetais, fazem parte as cultivares de milho, em que a colonização por FMAs em suas raízes é regulada pela disponibilidade de fósforo no solo (WELLINGTON E & VASCONCELLOS, 2002). Assim, a micorrização diminui em ambientes com altos níveis de fósforo (GUILLEMIN *et al.*, 1995) e aumenta em ambientes com baixa disponibilidade deste nutriente (KARAGIANNIDIS & NIKOLAOU, 1999).

O fósforo, além de regular a colonização micorrízica é um nutriente mineral essencial para as plantas, que, geralmente, em condições naturais não é muito móvel nos solos e é liberado lentamente. Essa baixa mobilidade, aliada a sua elevada taxa de absorção, leva à formação de zonas de depleção deste nutriente na ordem de milímetros em torno das raízes das plantas (HINSINGER *et al.*, 2005). Entretanto, essa variação nos níveis de

disponibilidade de fósforo no solo pode ocorrer de maneira diferenciada entre cultivares de uma mesma espécie vegetal, como, por exemplo, no milho. Genótipos de milho diferiram na produção de matéria seca, acúmulo de fósforo e eficiência na associação simbiótica mutualística com FMAs. Igualmente, foi observado que os genótipos de milho que apresentam a maior colonização com FMAs foram aqueles que acumularam a maior razão de fósforo acumulado por matéria seca na raiz, em situações ambientais de baixa disponibilidade deste nutriente em solo de cerrado (REIS *et al.*, 2008). Este resultado demonstra a importância de se identificar a eficiência na associação simbiótica de FMAs em cultivares distintas de milho. De posse desta informação, as cultivares mais eficientes na formação dessa simbiose podem ser selecionadas e integradas em programas de melhoramento genético que objetivam desenvolver novas cultivares de milho (híbridas ou de polinização aberta), mais eficientes na absorção de fósforo, em decorrência de maior percentagem de colonização de raízes, de modo a alcançar uma maior eficiência agrônômica. Essa importância também se evidencia face às estimativas de que as reservas mundiais de fosfatos, utilizadas na produção de fertilizantes, largamente empregados na agricultura, se esgotarão (ISHERWOOD, 1999) e as fontes de fósforo existentes no solo poderiam ser melhor aproveitadas em função dos benefícios causados pelos FMAs. Isso contribui para uma abordagem mais sustentável em relação às práticas agrícolas altamente dependentes de fertilizantes.

Outro estudo que comprova os benefícios da colonização micorrízica é o fato de já ter sido observado que uma mistura de três FMAs, combinada à acidez do solo corrigida (saturação por bases 60%) e à adição de uma fonte de fósforo pouco solúvel, promoveu maior crescimento e concentrações aumentadas de fósforo, potássio e cobre nas plantas (COSTA *et al.*, 2002). No milho, em particular, foi observado que a inoculação com umFMA aumentou a massa e o conteúdo de nitrogênio e fósforo das plantas, sendo que a transferência de nitrogênio através da rede de micélio do fungo para o milho representou 21,2% do total (MARTINS & CRUZ, 1998). Neste sentido, fica evidente que os benefícios de FMAs na cultura do milho não se limitam, única e exclusivamente, à disponibilidade de fósforo, mas também, a de outros elementos importantes para a nutrição vegetal.

Assim, partindo-se do princípio de que cultivares de milho respondem de maneira diferenciada à colonização de suas raízes por FMAs, como já observado por REIS *et al.*, (2008), e que diferentes doses de fósforo podem aumentar ou diminuir a colonização micorrízica, torna-se importante determinar os níveis de fósforo adequados para que ocorra a colonização de cultivares de milho por FMAs. Neste sentido, o presente trabalho objetivou

estudar o efeito no desenvolvimento inicial de oito cultivares de milho crioulo preservadas pela Associação dos Guardiões das Sementes Crioulas de Ibarama, da região Centro-Serra do Rio Grande do Sul, inoculadas com *Glomus clarum* na presença de diferentes concentrações de fósforo no solo.

## *Glomus clarum* e fósforo em oito cultivares crioulas de milho

### *Glomus clarum* and phosphorus in eight cultivars of maize landraces

#### RESUMO

Este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de avaliar a influência de doses de fósforo e da inoculação micorrízica, no desenvolvimento inicial de cultivares crioulas de milho, preservadas pela Associação dos Guardiões das Sementes Crioulas, do município de Ibarama, RS. O experimento foi executado em esquema fatorial 8x4x2, sendo oito cultivares crioulas de milho (Amarelão, Brancão, Cabo Roxo, Cateto Amarelo, Colorido, Cunha, Ferro e Palha Roxa), quatro doses de fósforo 0 (testemunha), 50, 100 e 200 mg.kg<sup>-1</sup> de solo e uma espécie de fungo micorrízico arbuscular (*Glomus clarum* Nicol. & Schenck) e o tratamento sem inoculação, em que foram avaliadas a percentagem de colonização micorrízica, matéria seca da parte aérea e altura de planta colhidas aos 43 dias após a emergência (DAE). O experimento foi conduzido em casa de vegetação, na Universidade Federal de Santa Maria, em delineamento experimental inteiramente ao acaso e os dados obtidos foram submetidos à análise de variância, teste de médias Scott Knott e análise de correlação de person. Os resultados obtidos mostraram que ocorre diferença significativa para percentagem de colonização micorrízica nas cultivares Brancão, Cabo Roxo, Cateto Amarelo, Colorido, Ferro e Palha Roxa, em função de doses de fósforo distintas existente no solo, o que não ocorre para as cultivares Amarelão e Cunha e, também, que o uso de *Glomus clarum* inoculado em milho mostrou-se eficiente no aumento da matéria seca da parte aérea e altura de planta em doses de fósforo que estimulam a colonização micorrízica.

1 **Palavras-chave:** Fungo micorrízico arbuscular, fertilização, solo

2

### 3 **ABSTRACT**

4 This work was to evaluate the influence of phosphorus and mycorrhizal inoculation on  
5 initial Land varieties of corn, preserved by the Association of Seed Guardians Creole,  
6 Ibarama of the city, RS. The experiment was performed in a factorial 8x4x2, eight cultivars of  
7 maize landraces (Amarelão, Brancão, Cabo Roxo, Cateto Amarelo, Colorido, Cunha, Ferro  
8 and Palha Roxa), four phosphate 0 (control), 50, 100 and 200 mg.kg<sup>-1</sup> soil and a species of  
9 arbuscular mycorrhizal fungus (**Glomus clarum** Nicol. & Schenck) and treatment without  
10 inoculation, in which we assessed the percentage of mycorrhizal colonization, shoot dry  
11 matter and height plants harvested at 43 days after emergence (DAE). The experiment was  
12 conducted in a greenhouse at the Federal University of Santa Maria, in completely  
13 randomized experimental design and the data were subjected to analysis of variance, averages  
14 Scott Knott test and correlation analysis person. The results showed that significant difference  
15 occurs for percentage of mycorrhizal colonization in cultivars Brancão, Cabo Roxo, Cateto  
16 Amarelo, Colorido, Ferro and Palha Roxa, due to different levels of phosphorus in the soil,  
17 which does not occur in cultivars and Amarelão Cunha and also that the use of **Glomus**  
18 **clarum** inoculated into maize was effective in increasing dry matter of shoots and plant  
19 height in doses of phosphorus that stimulate mycorrhizal colonization.

20

21 **Key words:** Arbuscular mycorrhizal fungi, fertilization, soil

22

### 23 **INTRODUÇÃO**

24 O milho (*Zea Mayz* L.) é uma planta herbácea, anual, cuja produção brasileira, coloca  
25 o país na terceira posição mundial na produção de grãos, pelo cultivo de 12,91 milhões de



1 hectares a cada safra, em média, sendo superado apenas pelos Estados Unidos e pela China  
2 (Instituto FNP, 2010). No Brasil, o milho é largamente cultivado por pequenos, médios e  
3 grandes agricultores.

4 Devido a sua importância agrícola, torna-se importante estudar o efeito de fungos  
5 micorrízicos arbusculares (FMAs), que pertencem ao filo Glomeromycota, ordem Glomerales  
6 (STÜRMER & SIQUEIRA, 2006) que formam simbiose mutualística com a maioria das  
7 espécies vegetais superiores, dentre as quais o milho, como o observado por MARTINS &  
8 CRUZ (1998) e em diversos outros estudos.

9 A associação simbiótica mutualística entre fungo e planta é considerada muito  
10 importante e seus benefícios já são amplamente conhecidos na comunidade científica, pois  
11 proporciona maior absorção de água e nutrientes à planta, em especial o fósforo (MOREIRA  
12 & SIQUEIRA, 2006). O fósforo, além de influenciar a colonização micorrízica, como  
13 observado no milho por BRESSAN & VASCONCELLOS (2002), é considerado um nutriente  
14 mineral essencial para as plantas que, geralmente, em condições naturais, não é muito móvel  
15 nos solos e é liberado lentamente. Isso leva à formação de zonas de depleção deste nutriente  
16 na ordem de milímetros em torno das raízes devido a sua elevada taxa de absorção pela planta  
17 e baixa taxa de liberação e mobilidade no solo (HINSINGER et al., 2005). Este fator, muitas  
18 vezes, é considerado limitante ao desenvolvimento de culturas agrícolas de interesse  
19 comercial, como exemplo o milho, que exporta expressiva quantidade deste elemento para  
20 completar seu ciclo de desenvolvimento. Neste sentido, é importante determinar doses  
21 adequadas de fertilizantes fosfatados para cultivares distintas de milho, pois a micorrização  
22 em plantas por FMAs diminui em ambientes com altas quantidades de fósforo (GUILLEMIN  
23 et al., 1995) e aumenta naqueles com baixa disponibilidade deste nutriente  
24 (KARAGIANNIDIS & NIKOLAOU, 1999) e esta variação pode ocorrer de maneira  
25 diferenciada entre cultivares de uma mesma espécie de planta.

1           É reconhecida a existência de diferenças entre genótipos de milho na produção de  
2 matéria seca, acúmulo de fósforo e eficiência na associação simbiótica mutualística com  
3 FMAs (REIS et al., 2008). Também foi observado, neste mesmo estudo, que os genótipos de  
4 milho que apresentam a maior colonização com FMAs apresentaram a maior razão de fósforo  
5 acumulado por matéria seca na raiz, em situações ambientais de baixa disponibilidade de  
6 fósforo em solo de cerrado. Fica evidente que a importância do conhecimento da eficiência na  
7 associação simbiótica de FMAs em distintas cultivares de milho, pois de posse desta  
8 informação, as cultivares mais eficientes na formação desta simbiose podem ser selecionadas  
9 e integradas em programas de melhoramento genético para desenvolver novas cultivares de  
10 milho, mais eficientes na absorção de fósforo ou para serem cultivadas em ambientes com  
11 baixa disponibilidade deste elemento. Essa importância também é ratificada pelas estimativas  
12 de que as reservas mundiais de fosfatos utilizados na produção de fertilizantes, largamente  
13 utilizados na agricultura se esgotarão (ISHERWOOD, 1999), implicando que as fontes de  
14 fósforo existentes no solo devam ser melhor aproveitadas. Implacavelmente, poderá contribuir  
15 para uma produção agrícola, não dependente, de fertilizantes químicos.

16           Neste sentido, o objetivo do presente trabalho foi avaliar o efeito de doses de fósforo  
17 e da inoculação micorrízica sobre a altura de planta e matéria seca da parte aérea no  
18 desenvolvimento inicial de oito cultivares crioulas de milho preservadas pela Associação dos  
19 Guardiões das Sementes Crioulas de Ibarama, com sede na região Centro-Serra do Rio  
20 Grande do Sul.

21

## 22 **MATERIAL E MÉTODOS**

23           O experimento foi conduzido em casa de vegetação do Departamento de Solos do  
24 Centro de Ciências Rurais da Universidade Federal de Santa Maria, Campus Santa Maria -  
25 RS. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com três repetições

1 no esquema fatorial 8x4x2, sendo oito cultivares crioulas de milho (Amarelão, Brancão, Cabo  
2 Roxo, Cateto Amarelo, Colorido, Cunha, Ferro e Palha Roxa), quatro doses de fósforo (0 =  
3 testemunha, 50, 100 e 200 mg.kg<sup>-1</sup> de solo) e uma espécie de fungo micorrízico arbuscular  
4 (*Glomus clarum* Nicol. & Schenck) além do tratamento sem inoculação.

5 O solo utilizado para a execução do experimento foi um Argissolo Bruno-Acizentado  
6 eutrófico coletado na profundidade de 50 a 60 cm, livre de propágulos e hifas de fungos  
7 micorrízicos nativos, cuja análise de solo apresentou as seguintes características: pH em água  
8 (1:1) = 4,8; Ca = 2,8 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; Mg = 1,3 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; Al = 2,2 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>, H+Al = 3,1  
9 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; CTC efetiva = 6,4 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; Saturação Al = 34,4 %; Saturação por Bases =  
10 57,1 %, Índice SMP = 6,3; Matéria orgânica = 0,2 %; Argila = 23 %; S = 4,0 mg.dm<sup>-3</sup>; P-  
11 Mehlich = 2,2 mg.dm<sup>-3</sup>; K = 0,082 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; CTC pH7 = 7,3 cmol<sub>c</sub>.dm<sup>-3</sup>; K = 32 mg.dm<sup>-3</sup>;  
12 Cu = 0,8 mg.dm<sup>-3</sup>; Zn = 0,3 mg.dm<sup>-3</sup>; B = 0,3 mg.dm<sup>-3</sup>. O solo coletado foi peneirado e  
13 homogeneizado e, a seguir, utilizado para o preenchimento de vasos plásticos com capacidade  
14 para 2 Kg para execução do experimento. O solo utilizado não teve o seu pH corrigido, e  
15 tampouco foi esterilizado, de maneira a permitir que as condições de cultivo fossem as mais  
16 próximas possível daquelas observadas em muitas unidades de produção familiar que  
17 cultivam milho crioulo. A semeadura foi realizada empregando-se três sementes, previamente  
18 desinfetadas por meio de imersão em solução de ácido clorídrico - HCl a 10% (v/v) por 10  
19 min, por vaso sendo que, após a germinação, foi realizado um desbaste deixando-se uma  
20 plântula por vaso. A seguir, foi realizada a distribuição das doses fósforo (0; 50; 100 e 200 mg  
21 kg<sup>-1</sup> de solo), mediante o uso do fertilizante superfosfato triplo (41 % de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>). No dia  
22 seguinte, foi realizada a inoculação de *G. clarum*, conforme o tratamento, mediante o uso de  
23 50g de solo contendo 200 esporos. A contagem de esporos foi realizada mediante a técnica de  
24 peneiramento úmido (GERDEMANN & NICOLSON, 1963). Nos vasos que não foram  
25 inoculados, utilizaram-se 50g do mesmo composto, livre do fungo micorrízico, obtido

1 mediante três processos consecutivos de esterilização, em autoclave, à temperatura de 121°C  
2 por 1 h. Após este procedimento, os vasos receberam 100 mL de água destilada.

3 O experimento foi conduzindo em casa de vegetação por 43 dias. Após esse período,  
4 foi medida a altura das plantas, que, a seguir, foram colhidas para a determinação da matéria  
5 seca da parte aérea (MSPA), obtida mediante pesagem do material previamente seco em  
6 estufa de ar forçado a 60°C por 72 h.

7 No momento da colheita da parte aérea, também foram coletadas as raízes, as quais  
8 foram acondicionadas em frascos contendo álcool etílico a 70% (v/v) para posterior análise da  
9 percentagem de colonização micorrízica realizada com o auxílio de um microscópio óptico. O  
10 preparo das raízes para visualização em microscópio óptico ocorreu mediante clarificação  
11 com KOH e coloração com Azul de Tripán segundo PHILLIPS & HAYMAN, 1970. Para  
12 visualização da percentagem de colonização micorrízica nas raízes foi utilizado o método da  
13 lâmina descrito por GIOVANETTI & MOSSE, (1980).

14 Os dados de percentagem de colonização das raízes foram transformados pela função  
15 arco seno e os aqueles referentes à altura de planta e matéria seca da parte aérea, pela função  
16 raiz quadrada, antes de serem analisados estatisticamente. Os dados obtidos também foram  
17 submetidos à análise de variância e, quando o valor de F foi significativo, as médias foram  
18 comparadas pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro, por meio do  
19 uso do programa de análise estatística SISVAR (FERREIRA, 2000). Também foi realizada  
20 análise de correlação de Pearson com o auxílio do programa BioEstat 5.0 (AYRES et al.,  
21 2007).

22

## 23 **RESULTADOS E DISCUSSÃO**

24 Das oito cultivares crioulas avaliadas (Tabela 1), observou-se que ocorreram cinco  
25 padrões distintos para percentagem de colonização micorrízica entre as doses de fósforo em

1 mg.Kg<sup>-1</sup> de solo. O primeiro padrão para percentagem de colonização micorrízica ocorreu  
2 para as cultivares Amarelão e Cunha, onde não ocorreu resposta diferenciada entre as doses  
3 de fósforo utilizadas do ponto de vista estatístico. O segundo padrão ocorreu para as  
4 cultivares Brancão e Palha Roxa em que a melhor resposta para percentagem de colonização  
5 micorrízica ocorreu na dose de fósforo de 100 mg.Kg<sup>-1</sup> de solo que apresentou diferença  
6 significativa em comparação com as demais doses que foram significativamente iguais. Na  
7 cultivar Cabo Roxo, observou-se o terceiro padrão, em que as melhores respostas ocorreram  
8 nas doses de fósforo 50 e 100 mg.Kg<sup>-1</sup> de solo que não diferiram entre si e diferiram entre as  
9 demais doses de fósforo que foram significativamente iguais. Já para cultivar Ferro as  
10 melhores respostas ocorreram nas doses de fósforo 50, 100 e 200 mg.Kg<sup>-1</sup> de solo que não  
11 apresentaram diferença significativa entre si e foram diferentes da dose de fósforo  
12 testemunha, sendo este o quarto padrão observado. Por fim, o quinto padrão de resposta  
13 observado ocorreu para as cultivares crioulas de milho Cateto Amarelo e Colorido onde as  
14 melhores respostas ocorreram na dose de fósforo de 100 e 200 mg.Kg<sup>-1</sup> de solo que não  
15 diferiram entre si e diferiram das doses de fósforo 0 e 50 mg.Kg<sup>-1</sup> de solo que foram  
16 significativamente iguais. Desta forma, entende-se que a aplicação de doses diferenciadas de  
17 fósforo pode alterar significativamente a percentagem de colonização micorrízica no milho  
18 conforme já observado por BRESSAN, W. & VASCONCELLOS (2002).

19 Na mesma tabela, observa-se que ocorre diferença significativa entre cultivares nas  
20 doses de fósforo. Dentro da dose de fósforo 0 mg.Kg<sup>-1</sup> de solo as cultivares Amarelão, Cabo  
21 Roxo, Cateto Amarelo, Colorido e Palha Roxa apresentaram-se significativamente iguais e  
22 diferiram das cultivares Brancão, Cunha e Ferro que também foram significativamente iguais  
23 entre si. Na dose de fósforo 50 mg.Kg<sup>-1</sup> de solo as cultivares Amarelão, Cabo Roxo, Cateto  
24 Amarelo, Colorido, Ferro e Palha Roxa não diferiram entre si e diferiram das cultivares  
25 Brancão e Cunha que foram significativamente iguais. Em relação à dose de fósforo 100

1 mg.Kg<sup>-1</sup> de solo as cultivares Cabo Roxo, Cateto Amarelo, Colorido e Palha Roxa  
2 apresentaram as melhores percentagens de colonização micorrízica e foram significativamente  
3 iguais diferindo apenas das cultivares Amarelão, Brancão, Cunha e Ferro que foram  
4 significativamente iguais. Por fim, dentro da dose de fósforo 200 mg.Kg<sup>-1</sup> de solo as  
5 cultivares Amarelão, Cateto Amarelo, Colorido e Palha Roxa foram significativamente iguais  
6 e diferiram das cultivares Brancão, Cabo Roxo, Cunha e Ferro que foram iguais do ponto de  
7 vista estatístico. Neste sentido, observou-se que na diferenciação entre cultivares dentro das  
8 doses de fósforo utilizadas neste trabalho que as cultivares crioulas de milho Brancão e Cunha  
9 sempre fizeram parte das cultivares que apresentaram as piores respostas para percentagem de  
10 colonização micorrízica e que a cultivar Ferro apenas não fez parte das cultivares que  
11 apresentaram as piores respostas para percentagem de colonização micorrízica na dose de  
12 fósforo de 50 mg.kg<sup>-1</sup> de solo. Também fica evidente, que as cultivares crioulas de milho  
13 Amarelão e Cabo Roxo apenas fizeram parte das cultivares que apresentaram as piores médias  
14 para percentagem de colonização micorrízica na comparação entre cultivares respectivamente  
15 dentro das doses de fósforo 100 e 200 mg.Kg<sup>-1</sup> de solo.

16 Com estes resultados, também observa-se que entre cultivares em doses diferenciadas  
17 de fósforo pode ocorrer variabilidade entre as cultivares na percentagem de colonização  
18 micorrízica, como já observado por REIS et al. (2008) ao avaliar doze cultivares distintas de  
19 milho, diferentes das utilizadas neste estudo. Acredita-se que as respostas diferenciadas a  
20 micorrização nas plantas estejam relacionadas com o seu grau de evolução, processos de  
21 seleção ou melhoramento genético (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006), o que pode explicar as  
22 diferenças encontradas neste trabalho relacionadas a percentagem de colonização micorrízica,  
23 pois as oito cultivares em estudo neste trabalho apresentam muitas características  
24 diferenciadas entre si e passaram por processos de seleção e cruzamento distintos por  
25 pequenos agricultores ao longo das gerações, o que torna importante estudar o efeito da

1 colonização micorrízica no desenvolvimento destas cultivares, pois esta aumenta a superfície  
2 de absorção e exploração de nutrientes pelas raízes de plantas no solo, que não estariam  
3 acessíveis sem este benefício (MOREIRA & SIQUEIRA, 2006).

4 Esta resposta, pode ser melhor observado através da avaliação da matéria seca da parte  
5 aérea e altura de plantas inoculadas com fungos micorrízico arbusculares, em relação às  
6 plantas não inoculadas, pois é sabido que plantas melhor nutridas tendem a apresentar valores  
7 superiores para estas variáveis. Já foi observado que *G. clarum* no milho aumentou a  
8 biomassa da parte aérea e das raízes (MIYAUCHI et al., 2008) e favoreceu o acúmulo de  
9 nitrogênio, fósforo, potássio, cálcio e magnésio em braquiária (*Brachiaria brizantha* Stapf);  
10 fósforo e magnésio em sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench); potássio e cálcio em soja  
11 (*Glycine Max* L.) de acordo com SANO (1984). Também observou-se que a inoculação com  
12 FMA no milho aumentou o peso seco e o conteúdo de nitrogênio e fósforo das plantas, sendo  
13 que, no mesmo trabalho, a transferência direta de nitrogênio mediada pela rede de micélio do  
14 FMA para planta foi de 21,2 % (MARTINZ & CRUZ, 1998). Outro trabalho no milho  
15 mostrou que plantas inoculadas com *G. clarum*, na presença de doses de composto de lixo (0  
16 a 60 t.há<sup>-1</sup>) apresentaram teores superiores de fósforo e cobre (TRINDADE et al., 1996). Para  
17 altura de plantas, observou- se que a mistura de FMAs, combinada com solo corrigido e fonte  
18 de fósforo pouco solúvel promoveu maior crescimento e concentração de fósforo, potássio e  
19 cobre em plantas de milho (COSTA et al., 2002). Estes resultados averiguados na literatura  
20 justificam e concordam com os dados encontrados neste trabalho para altura de plantas e  
21 matéria seca da parte aérea até a dose de fósforo de 100 mg.Kg<sup>-1</sup> de solo.

22 Neste sentido, as médias das doses de fósforo em mg.Kg<sup>-1</sup> de solo com inoculação de  
23 *G. clarum* e sem inoculação para altura das plantas e para a matéria seca da parte aérea estão  
24 apresentadas na tabela 2. Observou-se que os resultados estatísticos para ambas as avaliações  
25 foram semelhantes. Na média dos tratamentos não inoculados ocorreram diferenças

1 significativas entre todas as doses para altura de plantas e matéria seca da parte aérea, sendo o  
2 melhor resultado 26,08 cm para altura de plantas e 4,6 g para matéria seca da parte aérea, na  
3 dose de fósforo de 200 mg.Kg<sup>-1</sup> de solo, seguida pelas outras doses em ordem decrescente. Já  
4 para média dos tratamentos inoculados, os melhores resultados foram 26, 16 cm para altura de  
5 plantas e 4,33 g para matéria seca da parte aérea, na dose de fósforo de 100 mg.Kg<sup>-1</sup> de solo,  
6 que diferiram das demais, sendo que as doses de fósforo de 50 e 200 mg.Kg<sup>-1</sup> de solo não  
7 diferiram significativamente entre si e os menores resultados foram obtidos na testemunha  
8 (dose 0). Na comparação das médias entre os tratamentos inoculados e não inoculados dentro  
9 das respectivas doses de fósforo, na mesma tabela, para altura de plantas e matéria seca da  
10 parte aérea, também observou-se que ocorreram diferenças significativas. Nas doses de  
11 fósforo testemunha, 50 e 100 mg.Kg<sup>-1</sup> de solo os melhores resultados obtidos ocorrerem nas  
12 plantas inoculadas com *G. clarum* sendo que na dose de fósforo de 200 mg.Kg<sup>-1</sup> de solo  
13 ocorreu o inverso. A menor eficiência na dose de fósforo de 200 mg.kg<sup>-1</sup> de solo na média de  
14 plantas inoculadas em comparação com as não inoculadas na mesma dose pode ser explicada,  
15 pois é sabido, que com o aumento das doses de fósforo a partir de certo ponto, pode ser  
16 observado um efeito de redução ou depressão no crescimento da planta hospedeira nos níveis  
17 mais altos de fósforo, ou seja, a simbiose mutualística passa a ser antagônica, podendo ser  
18 considerada uma relação de parasitismo (SIQUEIRA et al., 2010). Mas, levando em  
19 consideração, que doses de fósforo acima de 100 mg.Kg<sup>-1</sup> de solo normalmente não são  
20 utilizadas a campo pode-se dizer que de uma maneira geral o uso de *G. clarum* é uma  
21 alternativa para promover melhor desenvolvimento no milho.

22 Assim, a média das cultivares inoculadas com *G. clarum* na dose de fósforo de 100  
23 mg.kg<sup>-1</sup> de solo mostrou-se tão eficiente quanto a média encontrada na dose de fósforo de 200  
24 mg.kg<sup>-1</sup> de solo das cultivares não inoculadas (Tabela 2). Estes resultados são importantes,  
25 pois os fertilizantes utilizados na agricultura muitas vezes podem não ser facilmente



1 acessíveis para pequenos agricultores, pois representam custos de produção, e também,  
2 devido ao fato das reservas mundiais de fósforo utilizadas na agricultura serem finitas e o uso  
3 de *G. clarum* permitir a melhor exploração dos recursos já existentes no solo.

4 Estes resultados reforçam a eficiência da inoculação micorrízica com *G. clarum* nas  
5 cultivares crioulas de milho em estudo, em relação às mesmas sem inoculação, quando o uso  
6 de fósforo foi adequado para estimular o aumento da percentagem de colonização micorrízica  
7 nas cultivares. Também, observou-se (Tabela 3), que a correlação entre percentagem de  
8 colonização micorrízica com os resultados encontrados para altura de plantas e matéria seca  
9 da parte aérea foi sempre positivo, não sendo significativo ( $p>0,05$ ) apenas para cultivar  
10 Brancão e Amarelão na correlação da percentagem de colonização micorrízica com a matéria  
11 seca da parte aérea e na cultivar Cunha na correlação da percentagem de colonização  
12 micorrízica com altura de plantas. Com estes resultados, torna-se interessante estudar o efeito  
13 da colonização micorrízica na produtividade de grãos das cultivares crioulas de milho aqui  
14 estudadas que apresentaram correlação da percentagem de colonização micorrízica com a  
15 altura de plantas e matéria seca da parte aérea, pois o uso de FMAs tem sido utilizado para  
16 estudar o incremento de produtividade em vegetais inoculados com esses fungos, como  
17 exemplo, no milho, onde foi testado o efeito do FMA (*Glomus etunicatum* Becker e  
18 Gerdemann) e gestão hídrica do solo na produção de biomassa e produtividade de grãos  
19 (SYLVIA et al., 1993).

20

## 21 **CONCLUSÃO**

- 22 - As cultivares Brancão e Cunha apresentam a menor associação com fungo micorrízico
- 23 *Glomus clarum*.
- 24 - A cultivar Amarelão apresenta eficiente associação micorrízica em condições de baixa
- 25 concentração do nutriente.

1 - Cabo Roxo e Ferro apresentam maior colonização micorrízica quando na dose de fósforo de  
2 50 mg.Kg<sup>-1</sup> de solo.

3 - A maior colonização micorrízica nas cultivares Cateto Amarelo, Colorido e Palha Roxa  
4 ocorre nas doses de fósforo de 100 mg.Kg<sup>-1</sup> de solo.

5 - A dose mais elevada de fósforo (200 mg Kg<sup>-1</sup> de solo) restringe a colonização micorrízica  
6 nas cultivares Amarelão, Brancão, Cabo Roxo e Palha Roxa.

7 - *Glomus clarum*, inoculado nas cultivares Amarelão, Brancão, Cabo Roxo, Cateto Amarelo,  
8 Colorido, Cunha, Ferro e Palha Roxa influencia a matéria seca da parte aérea e a altura de  
9 plantas.

10

## 11 REFERÊNCIAS

12 AYRES, M.; AYRES-Jr, M.; AYRES, D.L.; SANTOS, A.A.S. **Bioestat: aplicações**  
13 **estatísticas nas áreas das Ciências Biomédicas**. Versão 5.0. Belém, Pará: Sociedade Civil  
14 Mamirauá, MCT-CNPq, 2007. 324 p. INSTITUTO FNP. **Agrianual: anuário da agricultura**  
15 **brasileira**. São Paulo, p.520, 2010.

16 COSTA, T.A.; SCHUNK, E.; PINTRO, J.C.; COSTA, S.M.G. Influência da inoculação de  
17 fungos micorrízicos arbusculares da acidez do solo e de fontes de fósforo no crescimento do  
18 milho. **Acta Scientiarum**. V.24, p.1583-1590, 2002.

19 BRESSAN, W. & VASCONCELLOS, C. A. Alterações morfológicas no sistema radicular do  
20 milho induzidas por fungos micorrízicos e fósforo. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37,  
21 n.4, p.509-517, 2002. Disponível em: <  
22 <http://www.alice.cnptia.embrapa.br/handle/doc/471809> > Acesso em: 10 ago. 2012

23 FERREIRA, D. F. **Sistemas de análise estatística para dados balanceados**. Lavras: UFLA/  
24 DEX/SISVAR, p.145, 2000.

- 1 GERDMANN, J.W.; NICOLSON, T.H. Spores of mycorrhizal endogene espécies extracted  
2 from soil by wet sieving and decanting. **Transactions of the British Mycological Society**,  
3 Cambridge, v.46, p.235-244, 1963. Disponível em: <  
4 [http://dx.doi.org.ez47.periodicos.capes.gov.br/10.1016/S0007-1536\(63\)80079-0](http://dx.doi.org.ez47.periodicos.capes.gov.br/10.1016/S0007-1536(63)80079-0) > Acesso em:  
5 20 abr. 2011 doi: 10.1016/j.bbr.2011.03.031.
- 6 GIOVANETTI, M.G.; MOSSE, B. An evaluation of techniques for measuring vesicular-  
7 arbuscular mycorrhizal infection in roots. **New Phytologist**, New York, v.84, n.3, p.489-500,  
8 1980.
- 9 GUILLEMIN, J.P.; OROZCO, M.O.; GIANINAZZI-PEARSON, V.; GIANINAZZI, S.  
10 Influence of phosphate fertilization on fungal alkaline phosphatase and succinate  
11 dehydrogenase activities in arbuscular mycorrhiza of soybean and pineapple. **Agriculture,**  
12 **Ecosystems and Environment**, Amsterdam, v. 53, n. 1, p. 63-70, 1995.
- 13 HINSINGER, P.; GOBRAN, G.R.; GREGORY, P.J.; WENZEL, W.W. Rhizosphere  
14 geometry and heterogeneity arising from rootmediated physical and chemical processes. **New**  
15 **Phytologist**, v.168, p.293-303, 2005.
- 16 ISHERWOOD, K.F. World plant nutrient resources: directions for the next century. In:  
17 SIQUEIRA, J. O.; MOREIRA, F.M.S. LOPES, A.S.; GUILHERME, L.R.G.; FAQUIN, V.;  
18 FURTINI NETO, A.E.; CARVALHO, J.G. (Ed.). **Interação fertilidade, biologia do solo e**  
19 **nutrição de plantas**. Viçosa: SBCS, Lavras: UFLA/PCS, v.1, p.123-142, 1999.
- 20 SYLVIA, D. E.; HAMMOND, L. C.; BENNET, J. M.; HASS, J. H.; LINDA, S. B. Field  
21 response of maize to a VAM fungus and water management. **Agronomy journal**, v.85,  
22 p.193-198, 1993.
- 23 KARAGIANNIDIS, N.; NIKOLAOU, N. Arbuscular root infection as an important factor of  
24 grapevine nutrition status: multivariate analysis application for evaluation and  
25 characterization of the soil and leaf. **Agrochimica**, Pisa, v.43, n. 3/4, p. 151-165, 1999.

- 1 MIYAUCHI, M.Y.H.; LIMA, D.S.; NOGUEIRA, M.A.; LOVATO, G.M.; MURATE, L.S.;
- 2 CRUZ, M.F.; FERREIRA, J.M.; ZANGARO, W.; ANDRADE, G. Interactions between
- 3 diazotrophic bacteria and mycorrhizal fungus in maize genotypes. **Scientia Agricola**, v.63,
- 4 p.380-385, 2006.
- 5 MARTINS, M.A. & CRUZ, A.F. The role of the external mycelial network of arbuscular
- 6 mycorrhizal fungi: III. A study of nitrogen transfer between plants interconnected by a
- 7 common mycelium. **Microbiol**, v.29, p.289-294, 1998.
- 8 MOREIRA, F.M.S.; J.O. SIQUEIRA. **Microbiologia e bioquímica do solo**. Lavras: UFLA,
- 9 2006. 626 p.
- 10 PHILLIPS, J.M.; HAYMAN, D.S. Improved techniques for clearing roots and staining
- 11 parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection.
- 12 **Transactions of the British Mycological Society**, v.55, p.158-161, 1970.
- 13 REIS, E. F.; CARNEIRO, M.A.C.; SAGGIN-JÚNIOR, O.J.; ROTTA, D.A.; SOUSA, M.Y.
- 14 Absorção de fósforo em doze genótipos de milho inoculados com fungo micorrízico
- 15 arbuscular em solo de cerrado. **Ciência Rural**, v.38, p.2441-2447, 2008.
- 16 SANO, S.M. Influência de endomicorrizas nativas do cerrado no crescimento de plantas.
- 17 **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, v.8, p.25-29, 1984.
- 18 SIQUEIRA, J. O.; SOUZA, F. A.; CARDOSO, E. J. B. N.; TSAI, S. M. **Micorrizas: 30 anos**
- 19 **de pesquisas no Brasil**. Lavras: UFLA, 2010. 716 p.
- 20 STÜRMER, S. L.; SIQUEIRA, J. O. Diversity of Arbuscular Mycorrhizal Fungi in Brazilian
- 21 ecosystems. In: MOREIRA, F. M. S., SIQUEIRA, J.O.; BRUSSAARD, L. (Eds.) **Soil**
- 22 **Biodiversity in Amazonian and Other Brazilian Ecosystems**. **CABI Publishing, London**,
- 23 p.206-236, 2006.

1 TRINDADE, A.V.; VILDOSO, C.I.A; MUCHOVEJ, R.M.C.; MAIA, L.C. Interação de  
2 composto de lixo urbano e fungos micorrízicos na nutrição e crescimento do milho. **Revista**  
3 **Brasileira de Ciência do Solo**, v.20, p.199-208, 1996.

4 ZHANG, G. Y.; ZHANG, L. P.; WEI, M. F.; WEI, M. F.; LIU, Z.; FAN, Q. L.; SHEN, Q. R.;  
5 XU, G. H. Effect of arbuscular mycorrhizal fungi, organic fertilizer and soil sterilization on  
6 maize growth. **Acta Ecologica Sinica**, v.31, p.192-196, 2011.

7

1 **Tabela 1** - Percentagem da colonização micorrizica (número médio das três repetições) nas  
 2 oito cultivares de milho crioulo inoculadas em função das doses de fósforo.

3

Cultivar	-----mg de P/kg de solo-----			
	0	50	100	200
<b>Amarelão</b>	46,6 aA*	63,3 aA	73,3 bA	66,6 aA
<b>Brancão</b>	33,3 bB	36,6 bB	63,3 bA	43,3 bB
<b>Cabo Roxo</b>	46,6 aB	73,3 aA	80 aA	56,6 bB
<b>Cateto Amarelo</b>	60 aB	73,3 aB	93,3 aA	90 aA
<b>Colorido</b>	50 aB	63,3 aB	96,6 aA	76,6 aA
<b>Cunha</b>	30 bA	43,3 bA	56,6 bA	46,6 bA
<b>Ferro</b>	36,6 bB	56,6 aA	73,3 bA	60 bA
<b>Palha Roxa</b>	53,3 aB	60 aB	86,6 aA	70 aB
<b>Média</b>	44,55	58,71	77,87	63,71
<b>CV (%) = 20,13</b>				

4

5 \* Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem  
 6 pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro.

7

8

1 **Tabela 2** - Médias de tratamentos inoculados (IN) com *Glomus clarum* e não inoculados  
 2 (NI), em função das doses de fósforo, para altura de plantas e matéria seca da parte aérea  
 3 (MSPA).

4

Inoculação	-----mg de P/kg de solo-----*			
	0	50	100	200
	-----ALTURA (cm)-----			
Não Inoculado	6,08 bD*	17,83 bC	22,20 bB	26,08 aA
Inoculado	11,25 aC	23,41 aB	26,16 aA	22,75 bB
<b>CV (%) = 15,66</b>				
	-----MSPA (g)-----			
Não Inoculado	0,06 bD	2,18 bC	3,24 bB	4,60 aA
Inoculado	0,66 aC	3,79 aB	4,33 aA	4,00 bB
<b>CV (%) = 20,37</b>				

5

6 \* Médias seguidas de mesma letra, minúscula na coluna e maiúscula na linha, não diferem  
 7 pelo teste de Scott-Knott ao nível de 5% de probabilidade de erro.

8

9

- 1 **Tabela 3** – Correlação linear de Pearson para altura de plantas versus percentagem de  
 2 colonização micorrízica (AL x %CL) e matéria seca da parte aérea versus percentagem de  
 3 colonização micorrízica (MS x %CL).

<b>Cultivar</b>	<b>Pares de Variáveis</b>	<b>r Pearson</b>	<b>p-valor</b>
Branção	AL x %CL	0,6478	0,0227
Branção	MS x %CL	0,3009	<b>0,3419</b>
Amarelão	AL x %CL	0,6817	0,0136
Amarelão	MS x %CL	0,5699	<b>0,053</b>
Ferro	AL x %CL	0,6591	0,0197
Ferro	MS x %CL	0,5800	0,048
Cateto Amarelo	AL x %CL	0,5802	0,0479
Cateto Amarelo	MS x %CL	0,6478	0,0227
Palha Roxa	AL x %CL	0,6347	0,0265
Palha Roxa	MS x %CL	0,6601	0,0195
Cunha	AL x %CL	0,2945	<b>0,3527</b>
Cunha	MS x %CL	0,6062	0,0366
Cabo Roxo	AL x %CL	0,6356	0,0263
Cabo Roxo	MS x %CL	0,5976	0,0401
Colorido	AL x %CL	0,8490	0,0005
Colorido	MS x %CL	0,6578	0,02
<i>Média</i>	<i>AL x %CL</i>	<i>0,6228</i>	
<i>Média</i>	<i>MS x %CL</i>	<i>0,5775</i>	

- 4
- 5 \* variáveis em negrito não apresentam correlação linear em um nível de 5% de probabilidade  
 6 de erro.

7



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O objetivo de avaliar o efeito de doses de fósforo e da inoculação micorrízica de *Glomus clarum* sobre a altura de plantas e matéria seca da parte aérea no desenvolvimento inicial das cultivares de milho Amarelão, Brancão, Cabo Roxo, Cateto Amarelo, Colorido, Cunha, Ferro e Palha Roxa foi alcançado neste trabalho. As cultivares estudadas apresentam influência da matéria seca da parte aérea e altura de plantas pela associação micorrízica. Adicionalmente, também averiguou-se que as cultivares Brancão e Cunha apresentam a menor associação micorrízica; que a cultivar Amarelão apresenta eficiente colonização micorrízica em condições de baixa concentração de fósforo; Cabo Roxo e Ferro apresentam maior colonização micorrízica dentro da dose de fósforo de 50 mg.Kg<sup>-1</sup> de solo e que a dose máxima de fósforo de 200 mg Kg<sup>-1</sup> de solo restringe a colonização micorrízica nas cultivares Amarelão, Brancão, Cabo Roxo e Palha Roxa. Neste sentido, justifica-se estudar em trabalhos futuros, o efeito da colonização destas cultivares inoculadas com *Glomus clarum*, em função de doses de fósforo aplicadas no solo na produção de grãos, pois é sabido, que além das reservas mundiais de fósforo serem largamente utilizadas na agricultura e representarem custos de produção elevados aos agricultores são recursos não renováveis. Assim, torna-se importante estudar métodos de cultivo que possibilitem o uso de fertilizantes fosfatados de maneira sustentável e eficiente, em especial no milho, que exporta elevada quantidade de fósforo para completar o seu ciclo produtivo.

## REFERÊNCIAS

COSTA, T. A.; SCHUNK, E.; PINTRO, J. C.; COSTA, S. M. G. Influência da inoculação de fungos micorrízicos arbusculares da acidez do solo e de fontes de fósforo no crescimento do milho. **Ciência Agrônômica**, v. 24, p. 1583-1590, 2002.

EMBRAPA. **Introdução e importância econômica do milho**, 2000. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho/importancia.htm>>. Acesso em: 21 jun. 2011.

EMBRAPA. **Cultivo do milho (Coeficientes técnicos)**, 2010. Disponível em: <[http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho\\_6ed/coeficientestecnicos.htm](http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Milho/CultivodoMilho_6ed/coeficientestecnicos.htm)>. Acesso em: 15 nov. 2011.

EMYGDIO, B. M.; PORTO, M. P.; GIOVANI, T. **Indicações técnicas para o cultivo de milho e de sorgo no Rio Grande do Sul - 2008/2009**. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária, Pelotas - RS, 2008, 169p.

INTERNATIONAL CULTURE COLLECTION OF ARBUSCULAR AND VESICULAR MYCORRHIZAL FUNGI – INVAM. Disponível em: <[http://invam.caf.wvu.edu/collection/generalinfo/species\\_diversity.htm](http://invam.caf.wvu.edu/collection/generalinfo/species_diversity.htm)>. Acesso em: 15 set. 2012.

MILLER, R. M.; REINHARDT, D. R.; JASTROW, J. D. External hyphal production of vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi in pasture and tallgrass prairie communities. **Oecologia**, New York, v. 103, n. 1, p. 17-23, 1995.

SIQUEIRA, J. O. **Nutritional and edaphic factors affecting spore germination, germ tube growth and root colonization by vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi**. 1983. 123f. Tese (Doutorado) – University of Florida, Florida, 1983.

SMITH, S.; READ, D. J. **Mycorrhizal symbiosis**. Amsterdam: Academic Press, p. 769, 2008.