

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS
PROGRAMA DE PÓS GRADUAÇÃO EM AGROECOLOGIA
MESTRADO PROFISSIONAL (MPA)

GABRIEL CIPOLARO GUIRADO

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE POPULAÇÕES DE MILHO-PIPOCA
SOB O USO DE INOCULANTES EM CULTIVO ORGÂNICO E
VARIEDADES TRADICIONAIS DE MILHO EM DIFERENTES NÍVEIS DE
FÓSFORO

Maringá

2016

GABRIEL CIPOLARO GUIRADO

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE POPULAÇÕES DE MILHO-PIPOCA
SOB O USO DE INOCULANTES EM CULTIVO ORGÂNICO E
VARIEDADES TRADICIONAIS DE MILHO EM DIFERENTES NÍVEIS DE
FÓSFORO

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agroecologia, Mestrado Profissional, do Departamento de Agronomia, Centro de Ciências Agrárias da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Agroecologia.

Área de concentração: Agroecologia.

Orientador: Prof Dr. Carlos Alberto Scapim

Co-orientador: Prof Dr. Ronald José Barth Pinto

Maringá

2016

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá, PR, Brasil)

G965d Guirado, Gabriel Cipolaro
Desempenho agronômico de populações de milho-
pipoca sob o uso de inoculantes em cultivo orgânico
e variedades tradicionais de milho em diferentes
níveis de fósforo / Gabriel Cipolaro Guirado --
Maringá, 2016.
56 f. : il., color., figs., tabs.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim.
Co-orientador: Prof. Dr. Ronald José Barth Pinto.
Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de
Maringá, Centro de Ciências Agrárias, Departamento
de Agronomia, Programa de Pós-Graduação em
Agroecologia - Mestrado profissional (MPA), 2016.

1. Agricultura familiar. 2. Agroecologia. 3.
Eficiência. 4. Transição agroecológica. I. Scapim,
Carlos Alberto, orient. II. Pinto, Ronald José
Barth, coorient. III. Universidade Estadual de
Maringá. Centro de Ciências Agrárias. Departamento
de Agronomia. Programa de Pós-Graduação em
Agroecologia - Mestrado Profissional (MPA). IV.
Título.

CDD 21.ed. 635.677

AHS-002863

GABRIEL CIPOLARO GUIRADO

**DESEMPENHO AGRONÔMICO DE POPULAÇÕES DE MILHO-PIPOCA SOB
O USO DE INOCULANTES EM CULTIVO ORGÂNICO E VARIEDADES
TRADICIONAIS DE MILHO EM DIFERENTES NÍVEIS DE FÓSFORO**

Dissertação apresentada à Universidade Estadual de Maringá,
como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em
Agroecologia, para obtenção do título de mestre.

APROVADO em 22 de fevereiro de 2016.



Prof.^ª. Dr.^ª. Ronald José Barth Pinto



Prof. Dr. Leandro Simões Azevedo
Gonçalves



Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim
(Orientador)

DEDICATÓRIA

*À minha vó Berenice de Faria,
à tia Izena e ao meu pai Antônio Carlos Guirado
pelo amor, paciência, dedicação e honestidade.
À minha companheira Aline por seguir junto na luta,
dedico.*

AGRADECIMENTOS

Ao meu orientador Prof. Dr. Carlos Alberto Scapim, pela dedicação, paciência, esclarecimentos e por ter aceito a proposta de trabalho de forma profissional.

Aos professores e alunos diretamente ligados ao trabalho, ao Grupo de Melhoramento Vegetal da UEM e UEL, especialmente ao Maurício, Filipe, Edicarlos e Leandro.

Aos demais professores e funcionários do Programa de Mestrado Profissional em Agroecologia da UEM, que tornaram possível a conclusão deste trabalho.

À minha família e aos meus amigos, grandes exemplos de dignidade, caráter, competência, honestidade e companheirismo.

Ao Grupo de Agroecologia de Maringá-GAAMA, ao Núcleo de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável-NADS e ao Centro de Referência em Agricultura Urbana e Periurbana- CerAUP, pela vivência em agroecologia.

À associação Vale Vida e à Escola Milton Santos-EMS, por proporcionarem a difusão da agroecologia na região.

Às instituições financiadoras do projeto, CAPES e UEM.

EPÍGRAFE

*“E aonde que está a vida ?
E onde que está a experiência ?
Já te entregam tudo pronto sempre em nome
Da ciência sempre em troca da vivência.
E aonde que tá a vida?
E a minha independência?”*

*Tá na hora
Raul Seixas*

Desempenho agronômico de populações de milho-pipoca sob o uso de inoculantes em cultivo orgânico e variedades tradicionais de milho em diferentes níveis de fósforo

RESUMO

Os objetivos do trabalho foram: a) avaliar o crescimento, desenvolvimento e o desempenho produtivo das populações de milho-pipoca em resposta à inoculação com bactérias promotoras de crescimento e identificar populações promissoras para o cultivo orgânico; b) avaliar as populações de milho tradicional em diferentes níveis de fósforo e identificar suas eficiências e respostas a este elemento. O trabalho foi dividido em dois experimentos, a saber: a) o primeiro consistiu em avaliar o desempenho agronômico de populações de milho-pipoca com o uso de inoculantes. Foram avaliados os componentes de produção de milho-pipoca, sendo de maior relevância para a cultura o rendimento de grãos e a capacidade de expansão. O delineamento experimental adotado foi de blocos completos ao acaso num esquema de parcelas subdivididas, em que os inoculantes foram alocados nas parcelas e as populações de milho-pipoca nas subparcelas, com três repetições e as médias das variáveis foram submetidas ao teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade. No segundo experimento dezoito variedades de milho foram submetidas a dois ambientes com diferentes níveis de fósforo e posteriormente, foram avaliados quanto aos componentes de produção, além de teores de fósforo nos grãos, coeficiente de utilização de fósforo, índice de colheita, eficiência de aquisição, eficiência útil e eficiência de uso de fósforo, além de uma análise pelo método proposto por Fageria e Kluthcouski (1980). No primeiro trabalho, os resultados indicaram que não houve interação entre os inoculantes e as populações de milho-pipoca. Dentro das populações, com resultados significativos para massa de cem grãos, rendimento de grãos e CE, destacam-se a Aelton e Gaúcha. No segundo trabalho, os resultados permitem concluir que a população ST 0509 apresentou alto desempenho em rendimento de grãos nos dois ambientes, alta eficiência e pouca resposta a fósforo. A população mais eficiente e responsiva em uso de P é a Amarelão.

Palavras-chave: Agricultura familiar, Agroecologia, Eficiência, Transição agroecológica.

Agronomic performance of popcorn populations in the use of inoculants in organic farming and traditional maize varieties in different phosphorus levels

ABSTRACT

The objectives of this work are: a) to evaluate the growth, development and yield performance of popcorn populations in response to inoculation with bacteria that promote growth and identify promising populations for organic farming; b) assess traditional maize populations under different phosphorus levels and identify efficiencies and answers to this element. The work was divided into two experiments, namely: a) the first was to evaluate the agronomic performance of popcorn populations with the use of inoculants. They evaluated the popcorn production of components, most relevant being to culture the yield and scalability. The experimental design was a randomized complete block in a split plot, where inoculants were allocated the plots and popcorn populations in the subplots, with three replications and the means of variables were submitted to the Scott-Knott test a 5% probability. In the second experiment eighteen varieties of maize underwent two environments with different levels of phosphorus and then were assessed for production of components, as well as phosphorus in grains, phosphorus utilization coefficient, harvest index, purchasing efficiency, useful efficiency and phosphorus use efficiency, in addition to an analysis by the method proposed by Fageria and Kluthcouski (1980). In the first study, the results indicated that there was no interaction between the inoculant and the populations of popcorn. Within populations, with significant results for mass of one hundred grains, grain yield and CE stand out Aelton and Gaucho. In the second study the results show that the ST 0509 population showed high performance in grain yield in both environments and high efficiency and low phosphorus reply. The most efficient and responsive population using P is the Amarelão.

Keywords: Family agriculture, Agroecology, Efficiency, Transition agroecological.

LISTA DE SIGLAS

ACAM -	Acamamento
ALTE -	Altura da inserção da espiga
ALTP -	Altura de plantas.
BPCP -	Bactérias promotoras de crescimento de plantas
CE -	Capacidade de expansão
COMP -	Comprimento de espiga;
CV -	Coefficiente de variação
DE -	Diâmetro de espiga;
E _{AQ} -	Eficiência de aquisição
EMBRAPA -	Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
EMP -	Empalhamento
ER -	Eficiência e resposta
E _{USO} -	Eficiência de uso de P
E _{ÚTIL} -	Eficiência de utilização interna
FEI -	Fazenda Experimental de Iguatemi
FF -	Florescimento feminino
FiBL & IFOAM -	Instituto de Pesquisa em Agricultura Orgânica
FM -	Florescimento masculino
IAC -	Instituto Agronômico de Campinas
I _{CP} -	Índice de colheita de P
M100 -	Massa de 100grãos;
MFPa -	Massa fresca da palhada
MSG -	Massa seca de grãos
MSPa -	Massa seca de palhada
N -	Nitrogênio
NFE -	Número de fileiras por espiga;
NGF -	Número de grãos por fileira;
P -	Fósforo
PTOT -	Quantidade total de P na parte aérea
QPG -	Quantidade de P nos grãos
QPPa -	Quantidade de P na palhada

Q _{UTIL} -	Quociente de utilização de P
REND -	Rendimento de grãos;
TPG -	Teor de P nos grãos
TPPa -	Teor de P na palhada
UEL -	Universidade Estadual de Londrina
UEM -	Universidade Estadual de Maringá

LISTA DE TABELAS

Revisão Bibliográfica

Tabela 1.	Panorama mundial da agricultura orgânica (incluso áreas em conversão) em 2013.....	2
-----------	--	---

Capítulo 1

Tabela 1.	Granulometria do solo do experimento.....	20
Tabela 2.	Resultados da análise química de solo do local do experimento.....	21
Tabela 3.	Resultados do teste de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$) para as variáveis analisadas.....	23
Tabela 4.	Resultados do teste de Cochran para as variáveis analisadas.....	23
Tabela 5.	Análise de variância e teste F das variáveis analisadas. em Maringá na safra 2014/2015.....	24
Tabela 6.	Agrupamento de médias pelo teste Scott-Knott no fator população as variáveis analisadas.....	25
Tabela 7.	Médias estimadas dos inoculante para as características M100 e NGF.....	29

Capítulo 2

Tabela 1.	Populações avaliadas, safra 2014/2015.....	37
Tabela 2.	Caracterização química do solo, na profundidade de 0-20 cm, Safra 2014/2015.....	38
Tabela 3.	Análise de variância para quatro caracteres agronômicos em 18 variedades de milho em diferentes níveis de fósforo, em Maringá na safra 2014/2015.....	42
Tabela 4.	Análise de variância para três caracteres agronômicos em 18 variedades de milho em diferentes níveis de fósforo, em Maringá na safra 2014/2015.....	42
Tabela 5.	Análise de variância para seis caracteres relacionados com a eficiência ao fósforo em 18 variedades de milho em diferentes níveis de fósforo, em Maringá na safra 2014/2015.....	42
Tabela 6.	Agrupamento de médias pelo teste Scott-Knott entre 18 variedades de milho avaliados em diferentes níveis de fósforo para as variáveis EMP, FF, FM e ACAM.	43
Tabela 7.	Agrupamento de médias pelo teste Scott-Knott entre 18 variedades de	

	milho, avaliados na ausência e presença de fósforo na semeadura para variáveis REND, ALTP, e ALTE.	45
Tabela 8.	Agrupamento de médias pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$) entre 18 variedades de milho, avaliados na ausência e presença de fósforo na semeadura TPG, Q _{UTIL} e I _{CP}	48
Tabela 9.	Agrupamento de médias pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$) entre 18 variedades de milho, avaliados na ausência e presença de fósforo na semeadura para eficiência de uso (E _{USO}), aquisição (E _{AQ}) e de utilização interna de P (E _{UTIL}).....	50

LISTA DE FIGURAS

Capítulo 1

- Figura 1. Algumas das populações analisadas..... 21
- Figura 2. Local de implantação do experimento..... 22

Capítulo 2

- Figura 1. Eficiência no uso e resposta à aplicação de fósforo em populações de milho, pela metodologia de Fageria e Kluthcouski (1980)..... 53

SUMÁRIO

RESUMO	v
ABSTRACT	vi
REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	1
1. AGRICULTURA ORGÂNICA	1
2. MILHO-PIPOCA.....	2
3. INOCULANTES.....	4
4. MILHO TRADICIONAL	6
5. FÓSFORO.....	7
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	9
CAPÍTULO 1 - POPULAÇÕES DE MILHO-PIPOCA SOB O USO DE INOCULANTES EM CULTIVO ORGÂNICO.....	15
RESUMO	16
ABSTRACT	17
1. INTRODUÇÃO	18
2. MATERIAIS E MÉTODO	19
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	22
4. CONCLUSÃO	29
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	30
CAPÍTULO 2- POPULAÇÕES TRADICIONAIS DE MILHO CULTIVADAS EM DIFERENTES NÍVEIS DE FÓSFORO.....	33
RESUMO	34
ABSTRACT	35
1. INTRODUÇÃO	36
2. MATERIAIS E MÉTODO	37
3. RESULTADOS E DISCUSSÃO	41
4. CONCLUSÃO	53
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	54

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

1. AGRICULTURA ORGÂNICA

A agricultura orgânica é um conjunto de práticas agrícolas que tem como conceitos principais a preservação ambiental, a sustentabilidade social e a viabilidade econômica. Segundo Altieri (2004), o objetivo da agricultura orgânica é estabelecer interações ecológicas e sinergismo biológico nos ambientes agrícolas complexos, assim, favorecendo a fertilidade do solo, elevando a produtividade e a proteção das culturas. Esta visão extrapola o conceito simplista de que a agricultura orgânica é somente aquela que não utiliza produtos químicos sintéticos e o substitui por produtos naturais (ASSIS et al.,1995).

A base da agricultura orgânica é a conservação ambiental, e para isso não faz o uso de fertilizantes altamente solúveis, agrotóxicos, antibióticos, aditivos químicos sintéticos, hormônios, organismos geneticamente modificados e radiações ionizantes (NEVES et al.,2004). O desafio, segundo Altieri et al. (1996), é realizar um manejo que aumente a população de organismos que melhorem os processos biológicos no ambiente agrícola, enquadrando-se na idéia de Hess (1980) de que a natureza é completa e complexa e que o homem deve integrá-la harmoniosamente, e não tratá-la como se fosse um expoliador ou dono.

Segundo o levantamento de dados realizados pelo Instituto de Pesquisa em Agricultura Orgânica- FiBL-IFOAM (WILLER & LERNOUD, 2015), tem-se atualmente 43,1 milhões de hectares com agricultura orgânica no mundo. A América Latina possui mais de 300 mil produtores que manejam 6,6 milhões de hectares orgânicos em 2013, o que no panorama mundial representa mais de 15% das áreas orgânicas (Tabela 1). Neste continente, os países que apresentam as maiores áreas orgânicas são a Argentina, com 3,2 milhões de hectares, o Uruguai, com 0,9 milhões de hectares, e o Brasil, com 0,7 milhões de hectares (11º no ranking mundial). Contudo, alguns governantes como os do Brasil, do México, do Chile e da Argentina têm fornecido apoio por meio de programas voltados à agricultura orgânica.

Tabela 1. Panorama mundial da agricultura orgânica (incluso áreas em conversão) em 2013.

Continente	Área de agricultura orgânica	Porcentagem de agricultura orgânica
África	1.227.008	2,8%
América do Norte	3.047.710	7,1%
América Latina	6.611.636	15,3%
Ásia	3.425.939	8%
Europa	11.460.773	26,6%
Oceania	17.321.733	40,2%
Total	43.091.113	100,0%

Fonte: FiBL-IFOAM, 2015.

A agricultura orgânica possibilita diversos benefícios, principalmente aos agricultores familiares, que representam 84,4% das propriedades rurais brasileiras. Porém, apenas 24,3% das áreas agrícolas utilizam prioritariamente a mão de obra familiar, que dispõem poucos recursos para compra de insumos externos, além da tradição de reservarem sementes para o próximo plantio e de conservarem materiais tradicionais (FRANÇA et al., 2009).

De acordo com Guanzirolí & Cardin (2000), a agricultura familiar é responsável por gerar alimentos básicos da alimentação brasileira, como o feijão (46%), o milho (55%) e o arroz (20%).

Os agricultores familiares veem na agricultura orgânica uma oportunidade de investimento, principalmente devido ao aumento do preço de venda, a crescente demanda de produtos no mercado, a redução dos custos de produção e a menor dependência do mercado externo. Além disso, a propriedade agrícola é favorecida com o aumento da biodiversidade do solo, favorecendo as relações simbióticas entre fungos bactérias e raízes, junto com o equilíbrio ambiental proporcionado pelo controle biológico e o fornecimento de alimentos saudáveis para a sociedade.

2. MILHO-PIPOCA

O milho-pipoca pertence à espécie *Zea mays L.*, família *Poaceae*, subfamília *Panicoideae*, tribo *Maydeae*, gênero *Zea*. Apresenta aproximadamente 100% de fecundação cruzada, sendo uma cultura alógama (PATERNIANI & CAMPOS, 2005).

A prolificidade do milho-pipoca é geralmente maior que a do milho comum. Além de ter maturação e secagem de grão superprecoce, apresenta diversas colorações como amarelo, roxo, azul, preto, creme, alaranjado, branco e, em relação ao formato, pode ser redondo, chato ou pontiagudo, sendo o de grão redondo com endosperma amarelo alaranjado o de maior aceitação no mercado (ZIEGLER & ASHMAN, 1994).

A principal diferença entre o milho comum e o pipoca é a capacidade de expansão (LARISH & BREWBAKER, 1999), que consiste no rompimento do pericarpo e a exposição do endosperma que acontece quando o grão de milho-pipoca é aquecido em torno de 177 °C, sofrendo uma pressão de 930,8kPa (HOSENEY et al, 1983).

A origem do milho-pipoca vem sendo discutida por diversos pesquisadores. Goodman & Smith (1987) afirmam que existe parentesco entre o milho-pipoca e o teosinte, por existirem evidências citológicas e genéticas, além de, por meio de cruzamento, apresentarem decedentes férteis. Doebley (1990) aponta que a origem é no centro sul do México. Mangelsdorf (1974) diz que não há indícios de que o teosinte seja o ancestral deste milho, pois ao pesquisar os milhos mais antigos já encontrados, Chapalote ou Nal-tel, identificando-os como precursores das raças mexicanas de milho-pipoca. Outra hipótese é a de que este surgiu por meio de uma mutação em milho comum *flint* (ERWIN, 1949). Zinsly & Machado (1987) afirmam que essa hipótese é pouco provável, pois a característica de expansão é provavelmente poligênica. Porém, de acordo com pesquisas realizadas por Sawazaki (1995), a capacidade de expansão é uma característica de herança simples.

Na sociedade, o milho-pipoca é muito popular e destinado ao consumo humano, pois possui carboidratos, proteínas, fibras e vitaminas do complexo B, além de minerais como ferro, fósforo, potássio e zinco (SAWAZAKI et al., 1986).

Parte do milho-pipoca brasileiro é proveniente de material importado, principalmente os híbridos americanos. Para a redução dessa importação, o Instituto Agrônomo de Campinas desenvolveu e lançou diversos híbridos no mercado. Em 1988, o IAC-112, em 2006 o IAC-125 e em maio de 2015 lançou dois novos híbridos, o IAC-367 e IAC-268, que apresentam melhor rendimento e alta capacidade de expansão, e com maior tolerância a doenças foliares e nematóides *Pratylenchus brachyurus*.

Apesar do Brasil desenvolver híbridos de milho-pipoca, a importação de híbridos americanos ocorre, pois apresentam melhor qualidade com alta capacidade de expansão, além de grandes ofertas de sementes no mercado e rigorosas exigências das empresas empacotadoras (SIMON et al., 2004; SANTOS et al., 2007; SCAPIM et al., 2002)

No Brasil, em 2014, o estado de Mato Grosso foi o maior produtor, com 255 mil toneladas de milho-pipoca, sendo o record de colheita impulsionado principalmente pela Copa do Mundo. Devido à redução da demanda em 2015, estima-se que 161.716 toneladas serão produzidas com um rendimento médio de grãos de 4.450 quilos por hectare (CARVALHO et al., 2015).

3. INOCULANTES

A atmosfera é constituída de 78% de N₂ (gasoso), porém, devido à tripla ligação entre os átomos de N, sua utilização por animais e plantas é nula, pois a quebra desta ligação necessita de grandes quantidades de energia, sendo uma das ligações mais fortes encontradas na natureza.

Na agricultura orgânica, preconiza-se o não uso de fertilizantes sintéticos. Com isso, a fonte de nitrogênio necessária para o desenvolvimento das culturas precisa ser alterada, principalmente nas gramíneas. Entre as alternativas, tem-se a adubação verde, a urina e esterco de animais, as compostagens e os inoculantes.

Os inoculantes são produtos biológicos compostos por bactérias promotoras de crescimento de plantas (BPCP). Esses microorganismos, ao entrarem em contato com o N₂ (gasoso) presente nos espaços porosos do solo, realizam a quebra das moléculas N≡N pela enzima denitrogenase e as reduz em amônia, caracterizando-se a fixação biológica de nitrogênio. O inoculantes podem ainda estimular o crescimento das plantas por diversos mecanismos, como a produção hormônios como a auxina, giberilina (DOBBELAERE et al., 1999; LAMBRECHT et al., 2000; RADWAN et al., 2002), citocininas (TIEN et al., 1979), etileno (STRZELCZYK et al., 1994) e uma variedade de outras moléculas (PERRIG et al., 2007). Além disso, alguns gêneros dessas bactérias apresentam a capacidade de fornecer proteção as plantas contra microorganismos patogênicos, por meio da antibiose, produzindo chitinases, sideróforos e glucanases como forma de controle biológico (WHIPPS, 2001).

Existem diversos gêneros de BPCP, como: *Azospirillum*, *Herbaspirillum*, *Gluconacetobacter*, *Azoarcus*, *Burkholderia*, *Bacillus*, *Clostridium*, *Enterobacter*, *Pseudomonas* e *Serratia* (SOMERS et al., 2004). Essas bactérias apresentam diferentes graus de especificidade, sendo classificadas como bactérias associativas, endofíticas ou simbióticas (HUNGRIA et al., 2007).

Em relação ao milho, a descoberta da existência da fixação biológica de N₂, foi inicialmente descrita por Bülow & Döbereiner (1975) pela associação da bactéria diazotrófica *Azospirillum* (de vida livre) que realiza a infecção intra e intercelulares do córtex e do cilindro central (PATRIQUIN & DÖBEREINER, 1978; MAGALHÃES et al., 1979; DÖBEREINER & DE-POLLI, 1980), variando em sua expressão com o desenvolvimento da planta. O pico da infecção ocorre na fase reprodutiva (MAGALHÃES et al., 1979; SCOTT et al., 1978) e nas raízes o aumento da nitrogenase (BALANDREAU, 1975; BÜLOW & DÖBEREINER, 1975).

Mesmo com tantas pesquisas, ainda não se conhecem os mecanismos exatos para o crescimento das plantas pela influência de BPCP (ARSHAD & FRANKENBERGER, 1993; GLICK, 1995).

Os solos brasileiros apresentam grandes quantidades de *Azospirillum* (DÖBEREINER et al., 1976; MAGALHÃES et al., 1979). Com as pesquisas realizadas por Neyra et al, (1977) e Baldani & Döbereiner (1980) tem-se espécies denitrificantes (fixam nitrogênio) e não-denitrificantes que, além de tudo, estão presentes em alta quantidade na rizosfera (MAGALHÃES et al., 1979). Dessa forma, a interação das BPCP com os microorganismos presentes nos solos e na planta afeta a inoculação, o equilíbrio ou desequilíbrio dessas espécies podem gerar ganhos ou perdas.

Atualmente, existem quatorze espécies identificadas no gênero *Azospirillum*: *A. brasiliense* e *A. lipoferum* (TARRAND et al., 1978), *A. amazonense* (MAGALHÃES et al., 1983), *A. halopraeferens* (REINHOLD et al., 1987), *A. irakense* (KHAMMAS et al., 1989), *A. largomobile* (DEKHIL et al., 1997), *A. doebereineriae* (ECKERT et al., 2001), *A. oryzae* (XIE & YOKOTA, 2005), *A. melinis* (PENG et al., 2006), *A. canadense* (MEHNAZ et al., 2007a), *A. zeae* (MEHNAZ et al., 2007b), *A. rugosum* (YOUNG et al., 2008), *A. picis* (LIN et al., 2009), *A. thiophilum* (LAVRINENKO et al., 2010).

A inoculação de *Azospirillum* é realizada pelo produto em forma líquida ou turfosa aplicado nas sementes, e para melhores resultados por se tratar de organismos vivos a temperatura para a inoculação deve ser amena evitando exposição ao solar e obviamente nunca ser aplicado junto com agrotóxicos.

Tal manejo permite a redução de custos agrícolas e em casos como na agricultura familiar, em que os rendimentos são menores, pode-se nos melhores casos substituir totalmente os fertilizantes nitrogenados, sendo adequado o seu uso na agricultura orgânica.

Diversos trabalhos já foram conduzidos com essas bactérias em milho. Barros Neto (2008) inoculou o milho com *Azospirillum brasiliense* proporcionando um aumento de

produtividade de 9%. Didonet (1996) e Cavallet (2000) também inocularam o milho com *Azospirillum* e conseguiram um acréscimo médio de 17% na produtividade.

4. MILHO TRADICIONAL

O milho (*Zea mays* L) é uma espécie muito cultivada e popular, entre suas características tem-se a grande diversidade genética, um exemplo disso é que já foram identificadas aproximadamente 300 raças e ainda milhares de variedades adaptadas a diversas condições ambientais (PATERNIANI et al., 2000; TEIXEIRA et al., 2005). As variedades de milhos tradicionais ou *landraces* são menos produtivas que as cultivares híbridas.

O milho tradicional, segundo Canci (2002) e Wagatsuma et al. (2007), ao se reproduzir não sofre depressão endogâmica. Além disso, suas sementes foram introduzidas ao longo do tempo pelos agricultores e não tiveram interferências de meios tecnológicos. O melhoramento genético desses milhos são predominantemente realizados via seleção massal.

De acordo com a Regulamentação do Sistema Nacional de Sementes e Mudas (Lei nº 10711 art.2 de 05/08/2013), as variedades crioulas são aquelas desenvolvidas, adaptadas ou produzidas por agricultores familiares, assentados da reforma agrária ou indígenas, com características fenotípicas bem determinadas e reconhecidas pelas respectivas comunidades e que não se caracterizem como substancialmente semelhante às cultivares comerciais. Grande parte dos milhos tradicionais são cultivados por pequenos agricultores e comunidades indígenas (ANDRADE & FILHO, 2008).

Segundo Magnanti & Pereira (2008) e Araújo & Nass (2002), os milhos tradicionais são importantes fontes de variabilidade para o melhoramento, pois apresentam elevado potencial de adaptação às condições ambientais específicas e podem ser fonte de genes de tolerância ou resistência aos fatores bióticos e abióticos.

O milho apresenta diversas finalidades, sendo a maior parte destinada à alimentação animal. Em regiões com baixa renda e pequenas propriedades, este quadro é um pouco diferente, como no Nordeste, em que o cultivo do milho apresenta alto destino à alimentação humana constituindo uma das principais fontes de energia diária da população (NAVES et al., 2004).

Segundo Leite et al. (2004), no Brasil a maioria dos agricultores familiares estão alocados em áreas com problemas agrônômicos e com baixo nível tecnológico. Um exemplo disso são as áreas dos assentamentos rurais, nas quais somente 23% dos solos tem alta

fertilidade, e 17% tem boa relação textural. Para agravar o problema, 30% dos assentamentos estão em topografia desfavorável. Todos os problemas apresentados ainda são agravados pela dificuldade financeira dos agricultores.

O cultivo de milho tradicional é uma alternativa muito viável para a agricultura familiar, principalmente por não acessar às tecnologias recomendadas pelo agronegócio. Porém, alguns produtores familiares ainda utilizam sementes híbridas, reduzindo o lucro final, além de necessitarem de altas entradas de capital para o seu desempenho máximo aumentando ainda mais a dependência do agricultor com as empresas “proprietárias” desses pacotes tecnológicos (ABREU et al., 2007).

Dessa maneira, as sementes crioulas tornam-se uma opção interessante para a agricultura familiar, devido ao seu menor custo de implantação, maior rusticidade e adaptação às condições adversas (CAMARA, 2005).

O declínio no cultivo das variedades de milho tradicional iniciou com a chegada da “revolução verde” na década de 1970, pois o acesso ao financiamento agrícola foi condicionado à aquisição de sementes melhoradas, adubos sintéticos, herbicidas, inseticidas e implementos (KAGEYAMA et al., 1998).

5. FÓSFORO

O milho tem sido cultivado no Brasil nas mais variadas condições de clima e solo. A produtividade da cultura depende, dentre outros fatores, do adequado suprimento de nutrientes, sendo o fornecimento de P via adubação uma prática essencial nos solos brasileiros. O fósforo é essencial ao metabolismo das plantas, e sua limitação resulta em menores crescimentos e consequente perda de produtividade. Nas plantas, o fósforo é necessário para fotossíntese, respiração, transferência de genes e em processos que envolvem transferência de energia (STAUFFER & SULEWSKI, 2003)

Os solos tropicais apresentam baixa disponibilidade de fósforo, principalmente devido a sua baixa quantidade presente e sua alta capacidade de fixação. (BALIGAR & FAGERIA, 1997). Além disso a redução de pH reduz a disponibilidade de P e nesses solos baixos valores de CTC são encontrados e em alguns casos encontra-se CTA que proporciona o aumento da adsorção de ânions como o ortofosfato.(GOEDERT et al., 1986)

Adubação, correção de solos, seleção de genótipos eficientes na absorção e utilização de P e responsivas a esse nutriente, seriam algumas das soluções para esse problema de fertilidade.

Existe uma relação direta entre a aquisição de P e a densidade de raízes. Porém de acordo com Hinsinger (2006) do volume total da camada superficial de um solo apenas 0,4 a 0,8% deste volume é explorado pelas raízes, o que limita a aquisição de P. Assim o aumento da área superficial das raízes proporciona o aumento da habilidade da planta em absorver P do solo.

O uso eficiente de P está relacionado a sua eficiência na aquisição, transporte e utilização que vão variar em função da genética e do ambiente.(MARSCHNER,1995)

Segundo Blair (1993), a eficiência pode ser definida como a capacidade de um genótipo em adquirir nutriente e posteriormente incorporá-lo e utilizá-lo para produção, tanto biomassa quanto grãos.

Existem diversas definições para eficiência alguns priorizam a produtividade outros o requerimento interno do nutriente. A definição de eficiência nutricional enfatizando a utilização é dada pela biomassa total por unidade de nutriente absorvido, que tem sido usada pra caracterizar o requerimento interno de nutrientes em várias espécies, dessa forma, genótipos com altas produções médias em baixos níveis de fósforo, são os mais responsivos e eficientes.(FAGERIA, 1998).

Dessa forma, a identificação de genótipos de milho eficientes ao P, bem como o conhecimento dos mecanismos responsáveis pela eficiência são de extrema importância, principalmente devido a necessidade de otimizar as produções em áreas com solos de baixa fertilidade e também a redução de fertilizantes, proporcionando redução de custos.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU, L.; CANSI, E.; JURIATTI, C. Avaliação do rendimento sócio-econômico de variedades crioulas e híbridos comerciais de milho na microregião de Chapecó. **Revista Brasileira Agroecologia**, v. 2, n.1, p.1230-1233, 2007.
- ALTIERI, M. A.; NICHOLLS, C. I.; WOLFE, M. S. Biodiversity – a central concept in organic agriculture: Restraining pests and diseases. In: OSTERGAARD, T. V. (Ed.). **Fundamentals of organic agriculture**. Copenhagen: IFOAM, 1996. p. 91-112.
- ALTIERI, M. **Agroecologia, a dinâmica produtiva da agricultura sustentável**. Ed5. Porto Alegre: Editora da Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2004, 120p.
- ANDRADE, J. A. da C.; FILHO, J. B. de M. Quantitative variation in the tropical maize population. ESALQ-PB1. **Scientia Agrícola**, v. 65, n. 02, p. 174-182, 2008.
- ARAÚJO, P. M.; NASS, L. L. Caracterização e avaliação de milho crioulo. **Scientia Agrícola**, v. 59, n. 03, p. 589-593, 2002.
- ARSHAD, M.; FRANKENBERGER JR., W. T. Microbial production of plant growth regulators. In: BLAINE, F.; METTING, J. R. (Ed.). **Soil Microbial Ecology**. New York: Marcel and Dekker, Inc., p. 307-347, 1993.
- ASSIS, R. L., AREZZO, D. C. e De POLLI, H. Consumo de produtos da agricultura orgânica no Estado do Rio de Janeiro. **Revista de Administração**, v. 1, p. 84-89, 1995.
- BALANDREAU, J. **Activité nitrogénasique dans la rhizosphere de quelques graminées**. 1975. Tese de Doutorado. L'Univ. Nancy, 1975.
- BALDANI, V.L.D. & DÖBEREINER, J. Host plant specificity in the infection of cereals with *Aros'pirillum spp.* **Sou. BioL Biochem**, 12:433-40, 1980.
- BALIGAR, V.C.; FAGERIA, N.K. Nutrient use efficiency in acid soils : nutrient management and plant use efficiency. In: INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON PLANT-SOIL INTERACTIONS AT LOW PH,4.,1996, Belo Horizonte. **Proceedings...**Campinas:SBCS, 1997. P.75-97
- BARROS NETO, C. R. de. **Efeito no nitrogênio e da inoculação de sementes com Azospirillum brasiliense no rendimento de grãos de milho**. 2008. 29p. Trabalho de conclusão de curso (graduação agronomia)- Setor de Ciências Agrárias e de Tecnologia, Universidade Estadual de Ponta Grossa, Paraná. 2008.
- BLAIR, G. **Nutrient efficiency: forward the second paradigm**. In Siqueira, J. et atl. Inter-relação, fertilidade, biologia do solo e nutrição de plantas. Lavras: UFLA, 1999. P. 183-204.
- BULOW, J.F.W. V. & DÖBEREINER, J. Potential for nitrogen fixation in maize genotypes in Brazil. **Proc. NaU. Acad. Sei.**, USA, 72:2389-93, 1975.

CAMARA, R. J. **Cultivares crioulas de milho (*Zea mays* L) em sistemas de produção orgânico - desempenho agrônômico das plantas e composição química das sementes.** 2005. Mestrado (pós-graduação em agronomia), Unioeste, Paraná, 2005.

CANCI, A. **Sementes crioulas: construindo soberania na mão do agricultor, a experiência de Anchieta (SC).** São Miguel do Oeste: Mclee, 2002.

CARVALHO, C.de. et al. **Anuário Brasileiro do milho.** Editora Gazeta Santa Cruz, Santa Cruz do Sul, Brazil, 2015.

CAVALLET, L.E. et al. Rendimento de grãos do milho em resposta à aplicação de nitrogênio e inoculação das sementes com *Azospirillum spp.* **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, PB, DEAg/UFPB, v.4,n.1, p. 129-132, 2000.

DEKHILL, S. B.; CAHILL, M.; STACKBRANDT, E. Transfer of *Conglomeromonas largomobilis* subs. *largomobilis* to the genus *Azospirillum* as *Azospirillum largomobile* comb. nov., and elevation of *Conglomeromonas largomobilis* subs. *parooensis* to the new type species of *Conglomeromonas*, *Conglomeromonas parooensis* sp. nov. **Systematic and Applied Microbiology** 20: 72-77, 1997.

DIDONET, A.D.; RODRIGUES, O.; KENNER, M.H. Acúmulo de nitrogênio e de massa seca em plantas de trigo inoculadas com *Azospirillum brasilense*. **Pesquisa Agropecuária**, Brasília, v.31, n.9, p.645-651, 1996.

DÖBBELAERE, S.; CROONENBORGH, A.; TRYS, A.; VANDE BROEK, A.; VANDERLEYDEN, J. Phytostimulatory effect of *Azospirillum brasilense* wild type and mutant strains altered in IAA production on wheat. **Plant and Soil**, Dordrecht, v. 212, p. 155-164, 1999.

DÖBEREINER, J. & DE-POLLI, H. Nitrogen fixation in rhizocoenoses. In:INTERN. SYM' ONROOT/SOIL SYST. Londrina, 1980.

DÖBEREINER, J.; DAY, J.M. Associative symbiosis in tropical grasses: characterization of microorganisms and dinitrogen-fixing sites. In: NEWTON W.E.; NYMAN, C.T. (Ed.) INTERNATIONAL SYMPOSIUM ON NITROGEN FIXATION, vol. 2. **Proceedings... Pullman**, USA: Washington State University Press, 1976. p. 518-538.

DOEBLEY, J. F. Molecular evidence for gene flow among *Zea species*. **Bioscience**, Uberlândia, v. 40, p. 443-448, 1990.

ECKERT, B.; WEBER, O. B.; KIRCHHOF, G.; HALBRITTER, A.; STOFFELS, M.; HARTMANN, A. *Azospirillum doebereinae* sp. nov., a nitrogen-fixing bacterium associated with the C4-grass *Miscanthus*. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology** 51: 17-26. 2001.

ERWIN, A. T. The origin and history of popcorn, *Zea mays* L. var. *indurata* (Sturt) Bailey mut. *Everta* (Sturt) Erwin. **Agronomy Journal**, Madison, v. 41, n. 2, p. 53-56, 1949.

FRANÇA, C. G. DEL GROSSI, M.E. MARQUES, V, P. M de A. **O censo agropecuário 2006 e a agricultura familiar no Brasil.** Brasília: MDA, 2009.

FAGERIA, N. K. Eficiência de uso de fósforo pelos genótipos de feijão. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.2, n.2, p.128-131, 1998.

GLICK, B. R. The enhancement of plant growth by free-living bacteria. **Canadian Journal Microbiology**, v. 41, p. 109-117, 1995.

GOEDERT, W. J.; SOUZA, D. M. G.; LOBATO, E. **Fósforo**. In: Goedert, W. J. Solos dos cerrados: tecnologias e estratégias de manejo. São Paulo: Nobel, 1986.p.129-166.

GOODMAN, M. M.; SMITH, J. S. C. **Botânica**. In: PATERNIANI, E. E; VIEGAS, G. P. (Ed.). Melhoramento e produção de milho. Campinas: Fundação Cargil, 1987, p. 41-78.

GUANZIROLI, C. E.; CARDIN, S. de CS (coords.). **Novo retrato da agricultura familiar no Brasil: o Brasil redescoberto**. Brasília: Convênio INCRA/FAO, 2000. 76p.

HESS, A.A. **Ecologia e produção agrícola**. São Paulo, Livraria Nobel, 1980. 126p.

HINSINGER, P. et al. The roots of phosphorus acquisition efficiency in crops. In: International Symposium on phosphorus dynamics in the soil-plant continuum, 3.,2006, Uberlândia. **Proceedings...** Sete Lagoas: EMBRAPA Milho e Sorgo, 2006. P. 75-76.

HOSENEY, R.C.; ZELEZNAK, K.; ABDELRAHMAN, A. Mechanism of popcorn popping. **Journal Cereal Chemistry**, v.1, p.43-52, 1983.

HUNGRIA, M.; CAMPO, R.J.; MENDES, I.C. **A importância do processo de fixação biológica do nitrogênio para a cultura da soja: componente essencial para a competitividade do produto brasileiro**. Londrina: Embrapa Soja, 2007. 80p. (Embrapa Soja. Documentos, 283) (ISSN 1516-781X; N 283).

KAGEYAMA, P. **Diversidade genética/ espécies domesticadas e parentes silvestres**. 1998. 32p.

KHAMMAS, K.M., AGERON, E., GRIMONT, P.A.D., KAISER, P. *Azospirillum Irakense* sp. nov., a nitrogen-fixing bacterium associated with rice roots and rhizosphere soil. **Research Microbiology**, n. 140, p. 679-693, 1989.

LAMBRECHT, M.; OKON, Y.; VANDE BROEK, A.; VANDERLEYDEN, J. Indoles-3-acetic acid: a reciprocal signaling molecule in bacteria-plant interactions. **Trends in Microbiology**, London, v.8, p. 298-300, 2000.

LARISH, L.L.B.; BREWBAKER, J.L. Diallel analyses of temperate and tropical popcorns. **Maydica**, Bergamo, v. 44, p. 279-284, 1999.

LAVRINENKO, K.; CHERNOUSOVA, E.; GRIDNEVA, E.; DUBININA, G.; AKIMOV, V.; KUEVER, J.; LYSENKO, A.; GRABOVICH, M. *Azospirillum thiophilum* sp. nov., a novel diazotrophic bacterium isolated from a sulfide spring. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**. Dec;60(Pt 12):2832-7, 2010.

LEITE, S.; HEREDIA, B.; MEDEIROS, L.; PALMEIRA, M.; CINTRÃO, R. **Impactos dos assentamentos: um estudo sobre o meio rural brasileiro**. São Paulo: Edunesp, 2004, 394p.

- LIN, S. Y.; YOUNG, C. C.; HUPFER, H.; SIERING, C.; ARUN, A. B.; CHEN, W. M.; LAI, W. A.; SHEN, F. T.; REKHA, P. D.; YASSIN, A. F. *Azospirillum picis* sp. nov., isolated from discarded tar. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology** 59: 761-765. 2009.
- MAGALHÃES, F. M.; BALDANI, J. I.; SOUTO, S. M.; KUYKENDALL, J. R.; DÖBEREINER, J. A new acid-tolerant *Azospirillum* species. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, n. 55, p. 417-430, 1983.
- MAGALHÃES, F.M.M.; PATRIQUIN, D. & DÖBEREINER, J. Infection of field grown maize with *Azospirillum* spp. **Rev. Brasil. Biol.**, 39:587-96, 1979.
- MAGNANTI, N. J.; PEREIRA, S. A. Resgate, produção, beneficiamento e melhoramento de milho crioulo. A experiência da agricultura familiar agroecológica do Território da Serra Catarinense. **Revista Expediente**. Lages – SC. p 56, 2008.
- MANGELSDORF, P. C. **Corn its origin, evolution and improvment**. Cambridge: Harvard University, 1974. p. 262.
- MARSCHNER, H. **Mineral nutrition of hight plants**. San Diego: Academic, 1995.889p.
- MEHNAZ, S.; WESELOWSKI, B.; LAZAROVITS, G. *Azospirillum canadense* sp. nov., a nitrogen-fixing bacterium isolated from corn rhizosphere. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology** 57: 620-624. 2007a.
- MEHNAZ, S.; WESELOWSKI, B.; LAZAROVITS, G. *Azospirillum zae* sp. nov., a diazotrophic bacterium isolated from corn rhizosphere soil of *Zea mays*. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology** 57: 2805-2809. 2007b.
- NAVES, M. M. V.; SILVA, M. S.; CERQUEIRA, F. M.; PAES, M. C. D. Avaliação química e biológica da proteína do grão em cultivares de milho de alta qualidade protéica. **Pesquisa Agropecuária Tropical**, v. 34, n. 1, p. 1-8, 2004.
- NEVES, M. C. P.; ALMEIDA, D. L. de; DE-POLLI, H.; GUERRA, J. G. M.; RIBEIRO, R. de L. D. **Agricultura orgânica - uma estratégia para o desenvolvimento de sistemas agrícolas sustentáveis**. Seropédica: Editora Universidade Rural, 2004. 113 p.
- NEYRA, C.A.; DÖBEREINER, J.; LALANDE, R. & KNOWLES, R. Denitrification by N₂-fixing *Spirillum lipoferum*. **Caa. J. Microbiol.**, 23:300-5, 1977.
- PATERNIANI, E.; CAMPOS, M. S. **Melhoramento do milho**. In: BORÉM, A. (Ed.). **Melhoramento de espécies cultivadas**. Viçosa: UFV, 2005. p. 491-552.
- PATERNIANI, E.; NASS, L. L.; SANTOS, M. X. **O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil: uma abordagem histórica da utilização do germoplasma**. In: UDRY, C.W.; DUARTE, W. (Org.). **Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos**. Brasília: Paralelo 15, 2000. p.11-41.
- PATRIQUIN, D.G. & DÖBEREINER, J. Lightmicroscopy observations of tetrazolium-reducing bacteria in the endorhizosphere of maize and other passes in Brazil. **Can. J. Microbiol.**, 24:734-42, 1978.

PENG, G.; WANG, H.; ZHANG, G.; HOU, W.; LIU, Y.; WANG, E. T.; TAN, Z. *Azospirillum melinis* sp. nov., a group of diazotrophs isolated from tropical molasses Grass. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology** 56: 1263-1267. 2006.

PERRIG, D.; BOIERO, L.; MASCIARELLI, O.; PENNA, C.; CASSÁN, F.; LUNA, V. Plant growth promoting compounds produced by two agronomically important strains of *Azospirillum brasilense*, and their implications for inoculant formulation **Applied Microbiology and Biotechnology**. v.75, p.1143-1150, 2007.

RADWAN, T. El-S. El-D.; MOHAMED, Z. K.; Reis, V. M. Production of indole-3-acetic acid by different strains of *Azospirillum* and *Herbaspirillum* spp. **Symbiosis**, v.32, p.39- 54, 2002.

REINHOLD, B.; HUREK, T.; FENDRIK, I.; POT, B.; GILLIS, M.; KERSTERS, K.; THIELEMANS, S.; DE LEY, J. *Azospirillum halopraeferens* sp. nov., a nitrogenfixing organism associated with roots of Kallar grass (*Leptochloa fusca* (L.) Kunth). **International Journal of Systematic Bacteriology**, Baltimore, v.37, n.1, p.43-51, 1987.

SANTOS, F. S. JÚNIOR, A. T. A. JÚNIOR, S. P. F., RANGEL, R. M., PEREIRA, M. G. Predição de ganhos genéticos por índices de seleção na população de milho-pipoca UNB- 2U sob seleção recorrente. **Bragantia**, Campinas, vol.66, n.3, p. 389-396, 2007.

SAWAZAKI, E. **Melhoramento do milho-pipoca**. São Paulo: IAC, 1995. 21p.

SAWAZAKI, E.; MORAIS, J.F. de LAGO, A.A. Influência do tamanho e umidade do grão na expansão da pipoca South American Mushroom. **Bragantia**, Campinas, v.45, n.2, p.363 - 370, 1986.

SCAPIM, C. A. PACHECO, C. A. P. TONET, A. BRACCINI, A. L. PINTO, R. J. B. Análise dialélica e heterose de populações de milho-pipoca. **Bragantia**, Campinas, vol.61, n.3, p. 219-230, 2002.

SCOTT, C.A.; MAGALHÃES, F.M.M.; BALDANI, V.L.D. & SCOTT, D.B. **Numbers of Azospirillum spp, associated with the roots of field grown maize**. In: DOBEREINER, .L.; BURRIS, R.II.; HOLLANDER, A.; FRANCO, A.A.; NEYRA, C.A. & SCOTT, D.B. Limitations and potentials for biological nitrogen fixation ia the tropics. New Yorlc, Plenum Press, 1978. p.371-2.

SIMON, G. A. SCAPIM, C. A. PACHECO, C. A. P. PINTO, R. J. B. BRACCINI, A. L. TONET, A. Depressão por endogamia em populações de milho-pipoca. **Bragantia**, Campinas, vol.63, n.1, p. 55-62, 2004.

SOMERS, E.; VANDERLEYDEN, J.; SRINIVASAN, M. Rhizosphere bacterial signaling: a love parede beneath our feet. **Critical Review in Microbiology**, Boca Raton, v. 30, p. 205-240, 2004.

STAUFFER, M. D.; SULEWSKI, G. **Fósforo**: nutriente essencial para a vida. Informações Agronômicas, Piracicaba, n.102, p.1-2, 2003.

STRZELCZYK, E.; KAMPER, M.; LI, C. Cytocinin-like-substances and ethylene production by *Azospirillum* in media with different carbon sources. **Microbiological Research**, v.149, p. 55-60, 1994.

TARRAND, J.J.; KRIEG, N R.; DÖBEREINER, J. A taxonomic study of the *Spirillum lipoferum* group, with descriptions of a new genus, *Azospirillum* gen. nov. and two species, *Azospirillum lipoferum* (Beijerinck) comb. nov. and *Azospirillum brasilense* sp. nov. **Canadian Journal of Microbiology**, v.24, p.967-980, 1978.

TEIXEIRA, F. F. et al. **Boas Práticas na Manutenção de Germoplasma e Variedades Crioulas de Milho**. Sete Lagoas - MG. Comunicado Técnico n. 113. 2005. 8 p.

TIEN, T.M.; GASKINS, M.H.; HUBBELL, D.H. Plant growth substances produced by *Azospirillum brasilense* and their effect on the growth of pearl millet (*Pennisetum americanum* L.). **Applied and Environmental Microbiology**, v.37, p.1016-1024, 1979.

WAGATSUMA, E.; GUELLER, J. L.; HORING, C. F.; TSUTSUMI, C, Y. Avaliação de cultivares crioulas de milho em agricultura orgânica no Oeste do Paraná 2005/2007. **Revista Brasileira de Agroecologia**. Paraná, v.2, n.2, 128-131, 2007.

WHIPPS, J. M. Microbial interactions and biocontrol in the rhizosphere. **Journal of Experimental Botany**, Oxford, v. 52, p. 487-511, 2001.

WILLER, H.; LERNOUD, J. **The World of Organic Agriculture. Statistics and Emerging Trends 2015**. FiBL-IFOAM Report/H. Willer, J. Lernoud.—Frick and Bonn, 2015, 306p.

XIE, C.; YOKOTA, A.; *Azospirillum oryzae* sp. Nov., a nitrogen-fixing bacterium isolated from the roots of the Rice plant *Oriza sativa*. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology** 55: 1435-1438, 2005.

YOUNG, C.C.; HUPFER, H.; SIERING, C.; HO, M. J.; ARUN, A. B.; LAI, W. A.; REKHA, P. D.; SHEN, F. T.; HUNG, M. H.; CHEN, W. M.; YASSIN, A. F. *Azospirillum rugosum* sp. Nov., isolated from oil-contaminated soil. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology** 58: 959-963, 2008.

ZIEGLER, K. E.; ASHMAN, B. Popcorn. In: HALLAUER, A. R. (Ed.). **Specialty corns**. Iowa: CRC, 1994. p. 189-223.

ZINSLY, J. R.; MACHADO, J. A. **Milho pipoca**. In: PATERNIANI, E.; VIEGAS, G. P. (Ed.). **Melhoramento e produção do milho**. Campinas: Fundação Cargill, 1987. p. 413-421.

CAPÍTULO 1

Populações de milho-pipoca sob o uso de inoculantes em cultivo orgânico

Populações de milho pipoca sob o uso de inoculantes em cultivo orgânico

RESUMO

O milho-pipoca é um alimento muito apreciado, sendo presença garantida nos mais diversos estabelecimentos comerciais, seja nas grandes ou nas pequenas cidades do país. Tendo em vista o maior valor agregado quando comparado ao milho comum e o seu potencial de retorno econômico crescente a cada ano, sobretudo para os agricultores familiares. O objetivo do trabalho foi identificar populações promissoras para o cultivo orgânico, além da sua interação com bactérias promotoras de crescimento, o experimento foi conduzido na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI-UEM) na safra de 2013/2014. O delineamento experimental adotado foi de blocos completos ao acaso num esquema de parcelas subdivididas, com três repetições. Nos tratamentos primários foram testados os seguintes níveis: 1- Sem inoculante, 2- Inoculante comercial (Masterfix-Stoller), 3- Inoculante UEL e nos tratamentos secundários foram testados os seguintes níveis das populações de milho-pipoca: 1-Matheus, 2-Márcia, 3-Chico, 4-Viviane, 5-Gaúcha, 6-Colombiana, 7-Vanin, 8-Barão Viçosa, 9-Viçosa, 10-SAM, 11-Elizabete, 12-Aelton, 13-UNB 2CS. Todo o desempenho agrônômico foi avaliado destacando-se a massa de cem grãos, rendimento de grãos e a capacidade de expansão. Foram averiguados os pressupostos estatísticos básicos (Cochran e Shapiro-Wilk) e posteriormente análises de variâncias com o teste F e agrupamento de médias por Scott e Knott (1974) ($p < 0,05$). Não houve interação significativa para populações x inoculantes, para todas as características. Isso indica que os dois fatores atuaram de forma independente. Houve efeito significativo de populações para todas as características avaliadas. O maior rendimento de grãos foi obtido pela Gaúcha (1781,4 kg.ha⁻¹), as melhores massa de cem grãos e diâmetro de espiga foram obtidas pela Colombiana e a Gaúcha (17,5g, 34,33mm e 16,47g, 34,24mm, respectivamente). As melhores capacidades de expansão foram das variedades Márcia, Chico, Viviane, Barão Viçosa, Viçosa, SAM e Elizabete, variando de 31,37 a 24,7 mL.g⁻¹. Levando em consideração principalmente a capacidade de expansão e a produtividade as populações mais adaptadas para o cultivo orgânico foram a Gaúcha e Aelton, sendo a primeira com maior produtividade e com grãos grandes proporcionando maiores flores de pipoca e a segunda com boa capacidade de expansão (30,04 mL.g⁻¹) e rendimento de grãos satisfatório de 1071,77 kg.ha⁻¹.

Palavras-chave: milho, inoculante, agricultura familiar, agroecologia.

Popcorn populations in the use of inoculants in organic farming

ABSTRACT

The popcorn is a food greatly appreciated, being guaranteed presence in various commercial establishments, whether in large or small towns in the country. In view of the higher added value when compared to common maize and their potential for increasing economic returns every year, especially for small farmers. The objective was to identify promising populations for organic farming, as well as its interaction with growth promoting bacteria, the experiment was conducted at the Experimental Farm of Iguatemi (FEI-UEM) in the season 2013/2014. The experimental design was a randomized complete block in a split plot design with three replications. In primary treatment the following levels were tested: 1. Without inoculant, 2 commercial inoculant (Masterfix-Stoller), 3 inoculant UEL and secondary treatments were tested the following levels of popcorn populations: 1-Matheus, 2- Marcia, 3-Chico, 4-Viviane, 5-Gaúcho, 6-Colombian, 7-Vanin, 8-Baron Viçosa, Viçosa-9, 10-SAM-11 Elizabete, 12-Aelton, 13-2CS UNB. All the agronomic performance was evaluated especially the mass of one hundred grains, grain yield and capacity expansion. We investigated the basic statistical assumptions (Cochran and Shapiro-Wilk) and later analysis of variance with test F and collation means by Scott and Knott (1974) ($p < 0.05$). There was no significant interaction for populations x inoculants for all features. This indicates that the two factors acted independently. There was a significant effect of populations for all traits. The highest grain yield was obtained by Gaúcho ($1781.4 \text{ kg ha}^{-1}$), the best mass of one hundred grains and ear diameter were obtained by the Colombiana and the Gaúcho (17,5g, 34,33mm and 16,47g, 34,24mm, respectively). The best expansion capabilities were of varieties Marcia, Chico, Viviane, Barão Viçosa, Viçosa, SAM and Elizabete, ranging from 31.37 to 24.7 mL.g^{-1} . Taking into account mainly the capacity expansion and productivity the most appropriate people to organic farming were the Gaúcho and Aelton, the first with higher productivity and large grain providing greater popcorn flowers and the second with good scalability (30.04 mL.g^{-1}) and yield satisfactory grain $1071.77 \text{ kg ha}^{-1}$.

Keywords: corn, inoculant, family farming, agroecology.

1. INTRODUÇÃO

A agroecologia, mais do que simplesmente tratar do manejo ecologicamente responsável dos recursos naturais, constitui-se em um campo do conhecimento científico que, partindo de um enfoque holístico e de uma abordagem sistêmica, pretende contribuir para que as sociedades possam redirecionar o curso alterado da coevolução social e ecológica, nas suas múltiplas interrelações e mútua influência (CAPORAL et al., 2006).

O manejo agroecológico pressupõe o uso de tecnologias heterogêneas, com adequação às características locais e à cultura das populações e comunidades rurais que vivem numa dada região ou ecossistema e que irão manejá-las.

Sob o olhar da pesquisa Agroecológica, o objetivo não é a maximização da produção de uma atividade particular, mas a otimização do equilíbrio do agroecossistema como um todo e das complexas relações existentes no meio ambiente.

A inoculação com rizobactérias trata-se de uma tecnologia de baixo custo e de simples implantação que pode tornar o produto mais competitivo, principalmente o oriundo da agricultura familiar. Os estudos com milho-pipoca visando as interações entre planta e bactérias promotoras de crescimento são escassos.

As bactérias diazotróficas são nomeadas de acordo com os locais de colonização destas na planta e no solo. Os gêneros *Paenibacillus*, *Beijerinckia*, *Azotobacter* e *Klebsiella*, por exemplo, são habitantes do solo, próximo às raízes associadas às plantas por processos ainda desconhecidos e que variam em espécies vegetais (KUSS, 2006).

As bactérias associativas são aquelas capazes de colonizar as raízes dos vegetais, nas quais se destacam várias espécies do gênero *Azospirillum*. Atualmente, há quatorze espécies identificadas: *A. brasiliense* e *A. lipoferum* (TARRAND et al., 1978), *A. amazonense* (MAGALHÃES et al., 1983), *A. halopraeferens* (REINHOLD et al., 1987), *A. irakense* (KHAMMAS et al., 1989), *A. largomobile* (DEKHIL et al., 1997), *A. doebereineriae* (ECKERT et al., 2001), *A. oryzae* (XIE & YOKOTA, 2005), *A. melinis* (PENG et al., 2006), *A. canadense* (MEHNAZ et al., 2007a), *A. zae* (MEHNAZ et al., 2007b), *A. rugosum* (YOUNG et al., 2008), *A. picis* (LIN et al., 2009), *A. thiophilum* (LAVRINENKO et al., 2010).

A cultura do milho-pipoca é típica do continente americano e exclusivamente utilizada para o consumo humano. Trata-se de um tipo de milho especial muito apreciado no Brasil, uma das mais eficientes fontes calóricas de alimento produzidas por área, podendo ser

armazenada com baixo custo por um longo período de tempo, facilmente processada pelo consumidor final, além do alto valor econômico e o seu consumo ser crescente no país (BRUGNERA et al., 2003).

A capacidade de expansão (CE) do milho-pipoca tem importância fundamental, é definida pela razão entre o volume expandido e a massa de grãos utilizada para a expansão. Está condicionada tanto a fatores genéticos quanto a não-genéticos, como o teor de umidade no grão que apresenta uma influência significativa na CE do milho-pipoca.

Dentre os manejos culturais na cultura do milho, a adubação nitrogenada constitui uma importante fração do custo produtivo. Uma alternativa natural para fornecer esse nutriente para a cultura é a inoculação por bactérias. A inoculação minimiza o custo de produção e reduz o impacto ambiental provocado pelo uso de fertilizantes químicos sintéticos.

Os objetivos deste trabalho foram: 1) avaliar o crescimento, desenvolvimento e o desempenho produtivo das populações de milho-pipoca, em resposta à inoculação com bactérias promotoras de crescimento; 2) verificar se os inoculantes utilizados influenciaram os componentes de produção do milho-pipoca; 3) verificar se existe populações promissoras para o melhoramento genético em ambiente de cultivo orgânico.

A hipótese desta pesquisa é verificar se há interação entre as diferentes populações de milho-pipoca com o uso de inoculantes, visando obter uma variedade de milho-pipoca e um inoculante que permita uma maior eficiência de adubação e mais adaptadas às condições de sistema de cultivo orgânico.

2. MATERIAIS E MÉTODO

O experimento foi conduzido durante a safra de verão 2014/15 na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) pertencente à Universidade Estadual de Maringá-UEM. O clima do local é classificado segundo Köppen como Cfa, clima subtropical úmido com chuvas bem distribuídas e verões quentes. O solo do local foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO eutroférico (EMBRAPA, 2006) de textura franco-argilo-arenosa (Tabela 1), o talhão é inspecionado e certificado pela empresa ECOCERT como área orgânica.

Tabela 1. Granulometria do solo do experimento.

Areia	75%
Silte	4%
Argila	21%

O experimento seguiu o delineamento em blocos completos ao acaso num esquema de parcelas subdivididas, com três repetições. No fator primário foram os inoculantes: 1- Sem inoculante, 2- Inoculante comercial (Masterfix-Stoller (5 bilhões de bactérias/mL)), 3- Inoculante UEL e no fator secundário foram as populações do milho-pipoca: 1-Matheus, 2-Márcia, 3-Chico, 4-Viviane, 5-Gaúcha, 6-Colombiana, 7-Vanin, 8-Barão Viçosa, 9-Viçosa, 10-SAM, 11-Elizabethe, 12-Aelton, 13-UNB 2CS (Figura 1).



Figura 1. Amostra representativa de seis populações analisadas.
Fonte: Guirado, G. C., 2015.

A semeadura do milho-pipoca foi realizada no dia 30 de outubro de 2014, com o auxílio de uma semeadora manual. A subparcela utilizada foi de 2 linhas de 5 metros com espaçamento de 0,9x0,2m entre linhas e entre plantas, sendo 7,2 m² de área útil. Entre 15 a 20 dias após a emergência do milho realizou-se o desbaste ajustando o número de plantas (Figura 2). A adubação de semeadura foi realizada com 6kg/subparcela de composto orgânico fornecido pela instituição Universidade Estadual de Londrina (UEL), com base na análise química do solo (Tabela 2), realizada em camada de 0-20cm.



Figura 2. Local de implantação do experimento.
Fonte: Guirado, G. C., 2015.

Para o manejo integrado de pragas neste experimento utilizou-se o produto comercial DiPel® com 33,6 g/L de *Bacillus thuringiensis*, os parasitóides *Trichogramma pretiosum* e *T. Galloi* adquiridos na empresa BUG e extrato alcoólico de citronela-*Cymbopogon winterianus* (5%). O manejo de plantas espontâneas na área foi realizado por meio de capina. No final do ciclo, a colheita foi realizada manualmente no estágio R6.

Tabela 2. Resultados da análise química de solo do local do experimento.

pH		cmol _c /dm ³							%				
CaCl ₂	H ₂ O	Al ⁺³	H ⁺ +Al ⁺³	Ca ⁺²	Mg ⁺²	K ⁺	SB	T	V	Ca	Mg	K	
5,2	5,9	0	3,18	2,96	1,1	0,21	4,27	7,45	57,33	39,69	14,83	2,82	
				g/dm ³			mg/dm ³						
Ca/Mg	Ca/K	Mg/K	$\frac{(Ca+Mg)}{K}$	M.O.	C	P	S	Cu	Zn	Fe	Mn	Na	B
2,68	14,1	5,26	19,25	9,16	5,31	8,71	4,04	3,5	2,2	42	71	4,5	0,19

As características avaliadas foram: altura de plantas (média de cinco plantas por subparcela da distância em cm entre o colo e a inserção da folha-bandeira, após o pendoamento), altura da inserção da espiga (média de cinco plantas por subparcela da distância em cm do nível do solo até a inserção da primeira espiga), número de espigas (contagem do número de espigas com grãos formados na subparcela), plantas

acamadas/quebradas (contagem de plantas com ângulo da base do colmo e o nível do solo for inferior 45°, ou com rupturas significativas no tecido abaixo do ponto de inserção da espiga), empalhamento (número de espigas com mau empalhamento), comprimento da espiga (média de cinco espigas da distância em cm entre o primeiro e o último grão da fileira mais longa), número de grãos por fileira (contagem média de grãos, de cinco espigas por subparcela, do primeiro ao último grão da fileira mais longa), número de fileiras por espiga (valor médio do número de fileiras de grãos por espigas, de cinco espigas representativas por subparcela), massa de cem grãos (valor médio da pesagem, em gramas, de cem grãos por subparcela em duplicata, sendo realizada após a debulha das espigas e homogeneização do lote), rendimento de grãos (pesagem dos grãos colhidos na área útil da subparcela, corrigindo-se a umidade a 13% (por meio do Geole 400) e transformando os dados em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e capacidade de expansão (amostras de 30g por subparcela em duplicadas e com umidade homogeneizada (13%) foram estouradas em pipocador elétrico com temperatura controlada de 280° por 2 minutos e 10 segundos em constante agitação, o volume expandido foi quantificado numa proveta graduada de 1.000mL).

As análises dos dados obtidos foram avaliadas primeiramente pelos pressupostos estatísticos básicos (Cochran e Shapiro-Wilk nos resíduos com a finalidade de se verificar a normalidade de distribuição e a homogeneidade de variâncias, respectivamente) e posteriormente foram realizadas as análises de variâncias com o teste F e as médias das fontes de variação significativas foram comparadas pelo teste de agrupamento de médias proposto por Scott e Knott, (1974), considerando um nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2008).

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente procedeu-se as análises de homogeneidade de variância dos resíduos e normalidade dos resíduos das amostras pelo teste de Cochran e Shapiro-wilk, respectivamente. Na Tabela 3 pode-se observar os resultados dos testes de normalidade. Apenas três variáveis não apresentaram normalidade, sendo número de espigas, empalhamento e altura de inserção da espiga, não sendo válidos os testes F das respectivas análises de variância.

Tabela 3. Resultados do teste de Shapiro-Wilk ($p < 0,05$) para as variáveis analisadas.

Variável analisada	n	W	Pr<W	Situação
Comprimento da espiga	117	0,98618	0,27748	Normal
Diâmetro de espiga	117	0,98921	0,48572	Normal
Número de fileira	117	0,99261	0,79136	Normal
Número de Grãos por fileira	117	0,99353	0,86642	Normal
Massa 100 grãos	117	0,98529	0,23304	Normal
Rendimento de grãos	117	0,98415	0,18484	Normal
Capacidade de expansão	117	0,98754	0,36038	Normal
Número de espigas	117	0,97565	0,03166	Sem normalidade
Empalhamento	117	0,90429	0,00000	Sem normalidade
Acamamento	117	0,98688	0,31768	Normal
Altura de plantas	117	0,98770	0,37085	Normal
Altura de inserção da espiga	117	0,97580	0,03261	Sem normalidade

Na Tabela 4, observa-se os resultados do teste de Cochran para homogeneidade de variância. Visualiza-se que duas características não apresentaram homogeneidade, sendo número de espigas e empalhamento. Dessa forma, o teste F não será válido na análise de variância.

Tabela 4. Resultados do teste de Cochran para as variáveis analisadas.

Variável analisada	Calc	Tab 99%	Situação
Comprimento de espiga	0,16453	0,1915	Homogênea
Diâmetro de espiga	0,12949	0,1915	Homogênea
Número de fileira	0,09779	0,1915	Homogênea
Número de grãos por fileira	0,11513	0,1915	Homogênea
Massa 100 grãos	0,08033	0,1915	Homogênea
Rendimento de grãos	0,12347	0,1915	Homogênea
Capacidade de expansão	0,0969	0,1915	Homogênea
Número de espigas	0,20979	0,1915	Heterogênea
Empalhamento	0,34832	0,1915	Heterogênea
Acamamento	0,13605	0,1915	Homogênea
Altura de plantas	0,12023	0,1915	Homogênea
Altura de inserção da espiga	0,17625	0,1915	Homogênea

Utilizando o *software* Sisvar foram realizadas as análises de variância para todas as variáveis que apresentaram as presunções básicas de homogeneidade de variância e normalidade.

Na Tabela 5, as análises de variâncias com teste F para todas as características, em que a interação entre o inoculante e a população foram não significativos a 5%, indicando a independência desses fatores. Em relação aos fatores isolados, o fator população apresentou significância para todas as características. O fator inoculante apresentou significância para duas características: número de grãos por fileira e massa de cem grãos.

Tabela 5. Análise de variância e teste F das variáveis analisadas. em Maringá na safra 2014/2015.

FV	GL	COMP	DE	NFE	NGF	M100	REND	CE	ACAM	ALTP
		QM								
Inoculante	2	53,18	2,74	0,32	50,88*	13,68*	173422,18	9,20	4,27	27,20
Bloco	2	30,81	31,19	1,56	214,68	4,98	1042885,12	110,06	27,21	869,25
Erro a	4	4,17	1,39	0,41	2,91	1,70	109679,74	23,18	4,78	238,24
População	12	7,74*	50,65*	5,083*	71,72*	32,66*	796275,17*	194,83*	24,76*	672,52*
Pop.x inoc.	24	1,89	2,81	0,97	10,56	2,39	79464,63	55,63	5,77	155,22
Erro b	72	4,00	4,36	1,12	23,04	3,21	119075,63	33,62	5,36	201,57
CV 1 (%) =		15,49	3,91	4,74	5,43	9,67	31,97	19,12	45,91	10,45
CV 2 (%) =		15,16	6,93	7,83	15,28	13,29	33,31	23,02	48,62	9,61
Média geral:		13,00	30,14	13,53	31,42	13,47	1036,05	25,19	4,76	147,71

COMP=comprimento; DE=diâmetro de espiga; NFE=número de fileiras por espiga; NGF=número de grãos por fileira; M100=massa de 100grãos; REND=rendimento de grãos; CE= capacidade de expansão; ACAM=acamamento; ALTP= altura de plantas.

* significativo a 5% de probabilidade pelo teste F.

Em relação ao coeficiente de variação (CV), as variáveis apresentaram de média a baixa variação indicando boa precisão dos dados. Somente as variáveis rendimento de grãos e acamamento apresentaram um coeficiente de variação muito alto, segundo Pimental-Gomes (1985) que obtiveram CV acima de 30%. Para o rendimento de grãos, provavelmente este alto CV se deve a alta variabilidade existente nos materiais avaliados e por se tratar de uma característica quantitativa e assim mais sensível aos efeitos ambientais (SCAPIM et al., 1995).

Na Tabela 6 tem-se o teste de agrupamento de médias de Scott Knott a 5% para as variáveis analisadas. Em relação ao comprimento de espiga observa-se que não há diferenças significativas entre as médias.

Tabela 6. Agrupamento de médias pelo teste Scott-Knott no fator população as variáveis analisadas.

Populações	COMP	DE	NFE	NGF	M100	REND	CE	ACAM	ALTP
	cm	mm	un.	un.	g	kg.ha ⁻¹	mL.g ⁻¹	un.	cm
Matheus	14,82A	31,08B	14,84A	35,07A	12,73C	1305,88B	20,50B	2,22A	162,78B
Márcia	13,19A	29,97C	12,91B	31,16A	14,19B	1010,50C	24,70A	5,11B	146,67A
Chico	13,7A	28,68D	14,22A	32,67A	10,98D	825,93C	29,83A	1,22A	161,39B
Viviane	11,8A	27,98D	13,29B	27,24B	12,63C	726,44C	25,77A	5,44B	129,44A
Gaúcha	14,43A	34,24A	14,22A	34,84A	16,47A	1761,40A	20,93B	3,44A	154,72B
Colombiana	13,00A	34,33A	13,27B	29,60B	17,50A	1110,50B	16,39B	3,67A	144,44A
Vanin	14,04A	31,67B	14,13A	35,00A	14,48B	1251,66B	20,89B	5,89B	144,72A
Barão Viçosa	11,80A	27,66D	12,87B	28,42B	10,90D	646,29C	31,37A	6,78B	140,93A
Viçosa	13,27A	30,20C	13,24B	31,91A	14,09B	966,67C	28,30A	5,44B	149,63A
SAM	13,16A	27,24D	12,49B	28,36B	13,31C	855,31C	25,91A	6,00B	145,09A
Elizabethe	13,13A	31,67B	14,00A	34,00A	12,84C	1155,43B	22,74B	5,33B	150,18A
Aelton	13,06A	29,21C	13,93A	31,87A	12,29C	1071,77B	30,04A	4,89B	146,39A
UNB 2CS	12,04A	27,81D	12,42B	28,27B	12,75C	780,81C	30,06A	6,44B	143,88A

COMP=comprimento; DE=diâmetro de espiga; NFE=número de fileiras por espiga; NGF=número de grãos por fileira; M100=massa de 100grãos; REND=rendimento de grãos; CE= capacidade de expansão; ACAM=acamamento; ALTP= altura de plantas.

Médias seguidas de mesma letra pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

As populações Gaúcha e Colombiana obtiveram os maiores diâmetro de espiga com 34,24 e 34,33mm, respectivamente. Em segundo lugar ficaram as populações Matheus, Vanin e Elizabethe, seguidos por Márcia, Viçosa e Aelton. Os piores diâmetros de espiga ficaram com as populações Chico, Viviane, Barão Viçosa, SAM e UNB 2CS.

Os maiores valores de número de fileira por espiga são das populações Matheus, Chico, Gaúcha, Vanin, Elizabethe e Aelton que não se diferem entre si e com valores médios entre 13,93 a 14,84 fileiras. As demais populações também não se diferiram entre si pelo teste Scott Knott a 5% e obtiveram valores inferiores de número de fileira por espiga.

Os maiores valores de número de grãos por fileira foram obtidos com o uso das populações Matheus, Márcia, Chico, Gaúcha, Vanin, Viçosa, Elizabethe e Aelton, que não se diferiram entre si pelo teste de Scott-Knott a 5%, e com médias variando entre 31,16 a 35,07 grãos por fileira. As demais populações apresentaram valores inferiores e não se diferiram entre si.

As populações que obtiveram as maiores massa de cem grãos foram a Gaúcha e Colombiana, com médias de 16,47 e 17,50 gramas, respectivamente, que não se diferenciaram entre si. Em segundo, as populações Márcia, Vanin e Viçosa. Seguidos por Matheus, Viviane, SAM, Elizabethe, Aelton e UNB 2CS. As menores massa de 100 grãos foram as das populações Chico e Barão Viçosa.

Num experimento em sistema convencional realizado por Miranda et al. (2003) a variedade Viçosa apresentou a massa de 100 grãos de 14,7g, valor muito próximo ao 14,09 encontrado neste experimento para a mesma variedade em sistema orgânico.

A produtividade é a característica mais avaliada pelo produtor, apesar da qualidade de grãos ser fundamental para a comercialização. A população Gaúcha obteve o melhor rendimento, com uma média de 1761,40 kg.ha⁻¹, sendo, desta forma, bem adaptada ao cultivo orgânico e ao local do experimento. Em segundo lugar ficaram as populações Matheus, Colombiana, Vanin, Elizabethe e Aelton. Os piores resultados de rendimento de grãos vieram das populações Márcia, Chico, Viviane, Barão Viçosa, Viçosa, SAM e UNB 2CS.

Scapim et al. (2002), para a variedade Viçosa em cultivo convencional encontraram a produtividade de 1820 kg.ha⁻¹ para a safra de 98/99 e de 1437 kg.ha⁻¹ para a safra de 99/00. Scapim et al. (2010) encontraram em cultivo convencional para o genótipo Viçosa rendimentos médios de 2350 e 922 kg.ha⁻¹ para Umuarama e Cidade Gaúcha, respectivamente. Segundo o experimento realizado em Viçosa por Miranda et al., (2003) a variedade Viçosa apresentou produtividade média de 3385 kg.ha⁻¹. Nunes et al. (2002), em Minas Gerais encontrou para a variedade Viçosa 2781 kg.ha⁻¹ de rendimento. Todos esses valores superiores ao de 966,671 kg.ha⁻¹ encontrados para a variedade Viçosa neste experimento com cultivo orgânico, porém superior a média de Scapim et al. (2010) para o município de Cidade Gaúcha.

Silva (2012) em cultivo convencional encontrou os rendimentos médios para o norte e noroeste fluminense de 2314,50 kg.ha⁻¹ para a população Barão Viçosa, 2863,55 kg.ha⁻¹ para a população Viçosa e 1790,53 kg.ha⁻¹ para a população SAM. Na pesquisa de Vendruscolo et al. (2001), encontraram para a variedade SAM, em cultivo convencional em 19 locais no centro sul do Brasil, rendimentos de 1584 kg.ha⁻¹. Valores superiores aos deste experimento.

Na cultura do milho-pipoca, a capacidade de expansão é característica extremamente importante, uma vez que, quanto maior for a capacidade de expansão da cultivar, maior será a qualidade da pipoca. No entanto, o ideal é que além de boas CE a cultivar apresente também

bons rendimentos de grãos (NUNES et al., 2002). De acordo com Simon et al. (2004) a melhoria da qualidade da pipoca com alta CE é devido a melhora da maciez e textura.

As melhores capacidades de expansão foram verificadas nas populações Márcia, Chico, Viviane, Barão Viçosa, Viçosa, SAM, Aelton e UNB 2CS, que não se diferiram entre si e apresentaram valores médios entre 24,70 e 31,37 mL.g⁻¹. Nas demais populações foram observadas médias inferiores e também não se diferiram entre si.

De acordo com a Instrução Normativa 61/2011 do Ministério da Agricultura e Abastecimento, para a comercialização do milho-pipoca necessita-se de no mínimo CE de 30 mL.g⁻¹ (MAPA, 2011). Critério atendido somente pelas variedades Barão viçosa, UNB2 CS e Aelton.

Nunes et al. (2002), encontraram para a variedade Viçosa 14,7 mL.g⁻¹ de CE. Miranda et al. (2003) encontraram para a variedade Viçosa um CE de 17,2 mL.g⁻¹. Scapim et al. (2002), encontraram CE de 9,8 mL.g⁻¹ para a safra de 98/99 e de 14,6 mL.g⁻¹ para a safra de 99/00. Scapim et al. (2010) encontraram em cultivo convencional para o genótipo Viçosa índices de capacidade de expansão médios de 25,54 e 27,37 mL.g⁻¹ para as cidades de Umuarama e Cidade Gaúcha, respectivamente. Silva (2012), encontrou as CE médias para o norte e noroeste fluminense de 33,31 mL.g⁻¹ para a população Barão viçosa, 24,41 mL.g⁻¹ para a população Viçosa e 27,59 mL.g⁻¹ para a população SAM. Na pesquisa de Vendruscolo et al. (2001), encontraram para a variedade SAM, sob cultivo convencional em 15 locais no centro sul do Brasil, índices de capacidade de expansão médios de 16,57 mL.g⁻¹.

Todos os valores encontrados nestas pesquisas para a variedade Viçosa foram inferiores aos valores encontrados neste experimento, que obteve CE de 28,296 mL.g⁻¹ em cultivo orgânico.

Para a variedade SAM neste experimento foi encontrada a CE de 25,908 mL.g⁻¹ em cultivo orgânico, sendo superior ao encontrado na pesquisa de Vendruscolo et al. (2001) e inferior a Silva (2012).

Vendruscolo et al. (2001) encontrou valores próximos ao encontrados neste experimento de 31,369 mL.g⁻¹ para a variedade Barão Viçosa.

A altura de plantas deve ser bem observada pois dependendo da região edafoclimática em que a população será cultivada pode proporcionar maior acamamento e quebramento devido a maiores alturas.

As populações menos acamadas/quebradas foram Matheus, Chico, Gaúcha e Colombiana. As demais populações apresentaram maiores acamamentos/quebramentos e não

se diferiram entre si. As populações com menor altura de plantas foram Márcia, Viviane, Colombiana, Vanin, Barão Viçosa, Viçosa, SAM e Elizabeth. As demais populações apresentaram maiores alturas e não se diferiram entre si.

Observando melhor essas variáveis pode-se verificar que a relação entre acamamento e altura de plantas, não foi evidente pois, as populações mais altas apresentaram os menores acamamentos, provavelmente devido as condições climáticas do local, que por ser em área orgânica apresenta como barreira física um quebra vento de capim napier.

Segundo Miranda et al. (2003) a variedade Viçosa apresentou altura de plantas de 177cm e 8,1% de plantas acamadas/quebradas. Scapim et al. (2002), obtiveram para a variedade Viçosa a altura de 166cm. Ambos valores superiores ao 149,63 cm encontrados neste experimento em cultivo orgânico.

Analisando o rendimento de grãos juntamente com a CE, por serem as variáveis mais desejadas no milho-pipoca, pois proporcionam os maiores custo benefício, verifica-se uma inconstância entre rendimento e expansão, a população com maior rendimento não é necessariamente a população com maior CE. Dessa forma, as populações que mais se destacam no conjunto, com resultados satisfatórios para rendimento e expansão são Gaúcha e Aelton.

A população Gaúcha apresentou os melhores resultados gerais, tendo um ótimo desempenho em quase todas as variáveis menos altura de plantas e CE, mas este é compensado pelo alto rendimento de grãos.

A população Aelton apresentou alta CE (acima de 30) sendo possível sua comercialização nas empacotadoras, porém para diâmetro de espiga e massa de cem grãos obteve menor desempenho.

O tamanho dos grãos que é definido pela massa de cem grãos, apresenta correlação com a capacidade de expansão (ZIEGLER & ASHMAN, 1994). Grãos menores, maior CE, porém o mercado prefere os grãos maiores que produzem flor de pipoca maior.

Analisando o fator inoculante apresentado na Tabela 7, observa-se que para a variável massa de cem grãos não houve diferenças estatísticas. Para a variável número de grãos por fileira não se verificou diferença estatística no tratamento sem inoculante e com o uso do inoculante UEL, apresentando os maiores valores médios de número de grãos por fileira. O uso do inoculante Stoller proporcionou um decréscimo dos valores de número de grãos por fileira.

Tabela 7. Médias estimadas dos inoculante para as características M100 e NGF

Inoculantes	M100	NGF
	g	un.
Sem	14,118 A	31,713 A
Stoller	13,345 A	30,154 B
UEL	12,954 A	32,379 A

M100=massa de 100grãos; NGF=número de grãos por fileira.

Médias seguidas de mesma letra pertencem a um mesmo grupo, de acordo com o critério de agrupamento de Scott-Knott (1974) a 5% de probabilidade.

Com isso, observa-se que o uso do inoculante não proporcionou respostas agronômicas favoráveis aos componentes de produção avaliados provavelmente devido as bactérias apresentarem uma contribuição muito restrita e com grande influência do clima e da população (RUSCHEL et al., 1992). No experimento de Campos et al. (2000) também ocorreu o mesmo fato, pois o uso do inoculante não se configurou em acréscimo ao produto em nenhum dos parâmetros analisados para a cultura do milho.

4. CONCLUSÃO

O melhor desempenho em rendimento de grãos foi da variedade Gaúcha. Para massa de 100 grãos, as melhores foram a Gaúcha e Colombiana. Para a capacidade de expansão nenhuma dessas variedades apresentaram bom desempenho, as melhores CE foram das variedades UNB2 CS, Barão Viçosa e Aelton com valores acima de 30. Em análise geral as populações Gaúcha e Aelton apresentaram as melhores relações entre rendimento e CE, porém somente Aelton com altos valores de CE e a Gaúcha com maiores grãos e conseqüentemente maior flor de pipoca.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- BRUGNERA, A.; VON PINHO, R.G.; PACHECO, C.A.P.; ALVAREZ, C.G. D. Resposta de cultivares de milho pipoca a doses de adubação de semeadura. **Revista Ceres**, Viçosa, 50 (290):417-429. 2003.
- CAMPOS, B.H.C.; THEISEN, S.; GNATTA, V. Avaliação do inoculante “graminante” na cultura de milho. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.3, n.4, p.713-715, 2000.
- CAPORAL, F. R.; COSTABEBER, J. A.; PAULUS, G. **Agroecologia Matriz disciplinar ou novo paradigma para o desenvolvimento rural sustentável**. Brasília, DF, 2006. 26p.
- DEKHILL, S. B.; CAHILL, M.; STACKBRANDT, E. Transfer of *Conglomeromonas largomobilis* subs. *largomobilis* to the genus *Azospirillum* as *Azospirillum largomobile* comb. nov., and elevation of *Conglomeromonas largomobilis* subs. *parooensis* to the new type species of *Conglomeromonas*, *Conglomeromonas parooensis* sp. nov. **Systematic and Applied Microbiology** 20: 72-77. 1997.
- ECKERT, B.; WEBER, O. B.; KIRCHHOF, G.; HALBRITTER, A.; STOFFELS, M.; HARTMANN, A. *Azospirillum doebereineriae* sp. nov., a nitrogen-fixing bacterium associated with the C4-grass *Miscanthus*. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology** 51: 17-26. 2001.
- EMBRAPA – Empresa de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 2006. 412p
- FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.
- GALVÃO, J. C. C.; SAWAZAKI, E.; MIRANDA, G. V. Comportamento de híbridos de milho pipoca em Coimbra, Minas Gerais. **Ceres**, Viçosa, v. 47, n. 270, p. 201-218, 2000.
- KHAMMAS, K.M., AGERON, E., GRIMONT, P.A.D., KAISER, P. *Azospirillum Irakense* sp. nov., a nitrogen-fixing bacterium associated with rice roots and rhizosphere soil. **Research Microbiology**, n. 140, p. 679-693, 1989.
- KUSS, A. V. **Fixação de nitrogênio por bactérias diazotróficas em cultivares de arroz irrigado**. 2006. Tese (Doutorado em Ciência do Solo) – Universidade Federal de Santa Maria. Santa Maria, 2006, 110 p.
- LAVRINENKO, K.; CHERNOUSOVA, E.; GRIDNEVA, E.; DUBININA, G.; AKIMOV, V.; KUEVER, J.; LYSENKO, A.; GRABOVICH, M. *Azospirillum thiophilum* sp. nov., a novel diazotrophic bacterium isolated from a sulfide spring. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology**. 60(Pt 12):2832-7, 2010.
- LIN, S. Y.; YOUNG, C. C.; HUPFER, H.; SIERING, C.; ARUN, A. B.; CHEN, W. M.; LAI, W. A.; SHEN, F. T.; REKHA, P. D.; YASSIN, A. F. *Azospirillum picis* sp. nov., isolated from discarded tar. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology** 59: 761-765, 2009.

MAGALHÃES, F. M.; BALDANI, J. I.; SOUTO, S. M.; KUYKENDALL, J. R.; DÖBEREINER, J. A new acid-tolerant *Azospirillum species*. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, n. 55, p. 417-430, 1983.

MAPA- Ministério da Agricultura e Abastecimento. **INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 61**. 2011. 10 p.

MEHNAZ, S.; WESELOWSKI, B.; LAZAROVITS, G. *Azospirillum canadense* sp. nov., a nitrogen-fixing bacterium isolated from corn rhizosphere. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology** 57: 620-624. 2007a.

MEHNAZ, S.; WESELOWSKI, B.; LAZAROVITS, G. *Azospirillum zea* sp. nov., a diazotrophic bacterium isolated from corn rhizosphere soil of *Zea mays*. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology** 57: 2805-2809. 2007b.

MIRANDA, G. V.; COIMBRA, R. R.; GODOY, C. L.; SOUZA, L. V.; GUIMARÃES, L. J. M.; MELO, A. V. Potencial de melhoramento e divergência genética de cultivares de milho-pipoca. **Pesq. agropec. bras.**, Jun 2003, vol.38, no.6, p.681-688, 2003.

NUNES, H. V.; MIRANDA, G. V.; GALVÃO, J. C. C.; SOUZA, L. V.; GUIMARÃES, L. J. M. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho pipoca por meio de dois métodos de classificação. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, Sete Lagoas, v. 1, n. 3, p. 78-88, 2002.

PENG, G.; WANG, H.; ZHANG, G.; HOU, W.; LIU, Y.; WANG, E. T.; TAN, Z. *Azospirillum melinis* sp. nov., a group of diazotrophs isolated from tropical molasses Grass. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology** 56: 1263-1267. 2006.

PIMENTEL-GOMES, F. **Curso de Estatística Experimental**. São Paulo: USP/ESALQ, 1985, 467 p.

REINHOLD, B.; HUREK, T.; FENDRIK, I.; POT, B.; GILLIS, M.; KERSTERS, K.; THIELEMANS, S.; DE LEY, J. *Azospirillum halopraeferens* sp. nov., a nitrogenfixing organism associated with roots of Kallar grass (*Leptochloa fusca* (L.) Kunth). **International Journal of Systematic Bacteriology**, Baltimore, v.37, n.1, p. 43-51, 1987.

RUSCHEL, A.P., PONTES, M.C.F. Fixação biológica de nitrogênio por microrganismos assimióticos. In.: CARDOSO, E.J.B.N., TSAI, S.M., NEVES, M.C.P. **Microbiologia do solo**. Campinas: SBCS, p. 181-200, 1992.

SCAPIM, C. A., PACHECO, C. A. P., TONET, A., BRACCINI, A. D. L. E., & PINTO, R. J. B. Análise dialéctica e heterose de populações de milho-pipoca. **Bragantia**, 61(3), 219-230. 2002.

SCAPIM, C. A.; AMARAL JÚNIOR, A. T.; VIEIRA, R. A.; MOTERLE, L. M.; TEXEIRA, L. R.; VIGANÓ, J.; SANDOVAL JÚNIOR, G. B. Novos compostos de milho-pipoca para o Brasil. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 31, n. 2, p. 321-330, abr./jun. 2010.

SCAPIM, C. A.; CARVALHO, C. G. P.; CRUZ, C. D. Uma proposta de classificação dos coeficientes de variação para a cultura do milho. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 30, n. 5, p. 683-686, 1995.

SILVA, T. R. C. 2012. **Potencial de híbridos e variedades de milho-pipoca no norte e noroeste fluminense em ensaios de vcu e dhe.** 2012. Tese Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro – UENF Campos dos Goytacazes, RJ. março, 2012. 81 p.

SIMON, A. G.; SCAPIM, C. A.; PACHECO, C. A. P.; PINTO, R. J. B.; BRACCINI, A. L.; TONET A. Depressão por endogamia em populações de milho-pipoca. **Bragantia**, Campinas, v. 63, n. 1, p. 55-62, 2004.

TARRAND, J.J.; KRIEG, N R.; DÖBEREINER, J. A taxonomic study of the *Spirillum lipoferum* group, with descriptions of a new genus, *Azospirillum* gen. nov. and two species, *Azospirillum lipoferum* (Beijerinck) comb. nov. and *Azospirillum brasilense* sp. nov. **Canadian Journal of Microbiology**, v.24, p. 967-980, 1978.

VENDRUSCOLO, E. C. G.; SCAPIM, C. A.; PACHECO, C. A. P.; OLIVEIRA, V. R.; BRACCINI, A. L.; VIDIGAL, M.C. G. Adaptabilidade e estabilidade de cultivares de milho-pipoca na região centro-sul do Brasil. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília-DF, v. 36, n. 1, p. 123-130, 2001.

XIE, C.; YOKOTA, A. *Azospirillum oryzae* sp. Nov., a nitrogen-fixing bacterium isolated from the roots of the Rice plant *Oriza sativa*. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology** 55: 1435-1438. 2005.

YOUNG, C.C.; HUPFER, H.; SIERING, C.; HO, M. J.; ARUN, A. B.; LAI, W. A.; REKHA, P. D.; SHEN, F. T.; HUNG, M. H.; CHEN, W. M.; YASSIN, A. F. *Azospirillum rugosum* sp. Nov., isolated from oil-contaminated soil. **International Journal of Systematic and Evolutionary Microbiology** 58: 959-963. 2008.

ZIEGLER, K. E.; ASHMAN, B. **Popcorn**. In: HALLAUER, A. R. (Ed.). Specialty corns. Iowa: CRC, 1994. p. 189-223.

CAPÍTULO 2
POPULAÇÕES TRADICIONAIS DE MILHO CULTIVADAS EM
DIFERENTES NÍVEIS DE FÓSFORO

Populações tradicionais de milho cultivadas em diferentes níveis de fósforo

RESUMO

O uso de variedades locais por agricultores familiares e da reforma agrária, geralmente em solos de baixa fertilidade, tem sido de extrema importância para a segurança alimentar e manutenção dessa diversidade genética, viva e livre da contaminação com organismos geneticamente modificados. Com base neste contexto, instalaram-se dois experimentos na FEI-UEM, com o objetivo de avaliar as populações tradicionais de milho em diferentes níveis de fósforo e identificar suas eficiências e resposta a este elemento. Os tratamentos foram compostos por dezoito variedades de milho (quatorze tradicionais e quatro sintéticas) em dois ambientes, sendo alto e baixo níveis de fósforo. O ambiente com alto fósforo recebeu adubação de 112 kg.ha^{-1} de P_2O_5 , permanecendo em nível do solo o ambiente com baixo fósforo. O delineamento adotado foi o de blocos completos ao acaso com três repetições. Primeiramente, realizou-se os pressupostos estatísticos básicos (Cochran e Shapiro-Wilk nos resíduos) e posteriormente foram realizadas as análises de variâncias com teste F e as médias foram comparadas pelo teste de Scott e Knott (1974), a 5% de probabilidade com uso do software Sisvar. As populações foram avaliadas quanto aos componentes de produção, além de teores de fósforo nos grãos, coeficiente de utilização de fósforo, índice de colheita, eficiência de aquisição, eficiência útil e eficiência de uso de fósforo, além de uma análise pelo método proposto por Fageria e Kluthcouski (1980), que classificam as populações quanto à eficiência no uso e resposta à aplicação do fósforo. Os resultados permitem concluir que a população ST 0509 apresentou alto desempenho em produtividade tanto em baixo quanto em alto nível P. A metodologia de Fageria e Kluthcouski (1980) nos permitiu inferir que a população mais eficiente e responsiva em uso de P foi a Amarelão. A população ST0509 apresentou alta eficiência e pouca resposta a fósforo.

Palavras-chave: milho, eficiência, transição agroecológica.

Landraces corn populations grown at different levels of phosphorus

ABSTRACT

The use of local varieties by farmers and agrarian reform, usually in low fertility soils, have been of utmost importance to food security and maintenance of genetic diversity, alive and free of contamination with genetically modified organisms. Based on this background, it settled two experiment in FEI-UEM, in order to assess traditional maize populations under different phosphorus levels and identify efficiencies and response to this element. The treatments consisted of eighteen varieties corn (fourteen traditional four synthetic) in two environments, with high and low levels of phosphorus. The environment received high phosphorus fertilization of 112 kg ha⁻¹ P₂O₅, remaining at ground level environment with low phosphorus. The adopted design was a randomized complete block design with three replications. First, the basic statistical assumptions took place (Cochran and Shapiro-Wilk in the waste) and were subsequently carried out the analyzes of variance with F test and means were compared by the Scott and Knott test (1974), a 5% probability with use of Sisvar software. The populations were assessed for production of components, as well as phosphorus in grains, phosphorus utilization coefficient, harvest index, purchasing efficiency, good efficiency and phosphorus use efficiency, in addition to an analysis by the method proposed by Fageria and Kluthcouski (1980), which classifies the population in terms of efficiency in the use and response to application of phosphorus. The results show that population ST 0509 showed high performance in productivity both in low and in high level P. The methodology Fageria and Kluthcouski (1980) allowed us to infer that the most efficient and responsive population using P was Amarelão. The ST0509 population showed high efficiency and low phosphorus response.

Keywords: corn, efficiency, agroecological transition.

1. INTRODUÇÃO

O milho (*Zea mays* L.) é um dos cereais mais cultivados e produzidos no mundo. Importante por sua grande adaptação às diferentes condições ambientais, ao seu valor nutricional, destinado tanto à alimentação humana quanto animal, principalmente pela produção de grãos além de importante fonte de renda para os produtores.

O milho tradicional é produzido em maioria por agricultores familiares como alternativa para a sustentabilidade, devido ao alto custo de sementes de milho convencional. Em condições de baixa tecnologia de cultivo, as variedades comerciais podem apresentar desempenho próximo ou mesmo inferior ao das variedades tradicionais.

Devido a variabilidade genética, os genótipos de milho tradicional podem apresentar respostas variadas às adversidades de solo, clima, pragas e possibilita a produção própria de semente reduzindo o custo de produção. Além disso, segundo Cecarelli et al. (1994), o ganho ambiental também é superior, pois o uso de variedades tradicionais, adaptadas localmente, mantém a diversidade genética das espécies, podendo servir de fonte para o melhoramento.

O resgate da diversidade das sementes tradicionais é uma iniciativa de grande importância, pois é através do conhecimento, trabalho e da luta dos agricultores que essas variedades não serão perdidas. O resgate garante a sustentabilidade dos agroecossistemas e a preservação da agricultura familiar (WAGATSUMA et al., 2007).

Como o grande problema da cultura do milho e de outros cereais é o ataque de pragas e moléstias, principalmente na fase vegetativa, o milho tradicional é uma alternativa para se obter uma boa produção, sem grandes investimentos, pois algumas variedades toleram ataques de pragas e doenças, devido a sua rusticidade e adaptação.

O fósforo é considerado um importante fator limitante da produtividade das culturas, especialmente entre os solos em regiões tropicais e subtropicais, em comparação com outros nutrientes importantes, é o nutriente menos móvel e menos disponível para as plantas nessas condições (HINSINGER, 2001).

No enfoque agroecológico da produção agrícola, é muito importante a identificação de populações de plantas com capacidade de absorver e utilizar o fósforo de forma eficiente. Isto possibilita a redução dos custos de produção, a utilização racional de nutrientes e a conservação do agroecossistema (MACHADO et al., 1998a; MACHADO et al., 1998b).

Neste trabalho, objetivou-se avaliar as populações de milho tradicional em diferentes ambientes de fósforo, identificar suas eficiências e respostas a este elemento, com a hipótese

de existir alguma população tradicional eficiente a solos com baixos teores de fósforo, além de suas respostas a adubação fosfatada.

2. MATERIAIS E MÉTODO

O experimento foi conduzido durante a safra de verão 2014/15 na Fazenda Experimental de Iguatemi (FEI) pertencente à Universidade Estadual de Maringá-UEM. O clima do local é classificado segundo Köppen como Cfa, clima subtropical úmido com chuvas bem distribuídas e verões quentes. O solo do local foi classificado como LATOSSOLO VERMELHO distrófico (EMBRAPA, 2006).

Neste experimento, estudaram-se quatorze variedades de milho tradicional e quatro variedades de milho sintéticas (Tabela 1) em dois ambientes, com alto fósforo (adubação de 112 kg.ha⁻¹ de P₂O₅) e com baixo fósforo (nível do solo), em blocos completos casualizados. Foram feitas as análises individuais em cada ambiente de fósforo. Posteriormente, com as variâncias homogêneas, optou-se pela análise conjunta no delineamento proposto. Para a caracterização dos ambientes de alta e baixa disponibilidade de P, amostras de solos foram retiradas em cada ambiente, para posterior análise química (Tabela 2).

Tabela 1. Populações avaliadas, safra 2014/2015.

Populações	Tipo
Branco Antigo	Variedade Local
Caiano	Variedade Local
Aztecão	Variedade Local
Maia	Variedade Local
Palha Roxa	Variedade Local
Amarelão	Variedade Local
Carioca	Variedade Local
Branco Gelinski	Variedade Local
Cunha	Variedade Local
AL30	Variedade Local
14 Variedades	Variedade Local
Planalto	Variedade Local
Caiano 2	Variedade Local
Amarelão 2	Variedade Local
ST 0509	Variedade Sintética
ST 2109	Variedade Sintética
ST 1309	Variedade Sintética
ST 0409	Variedade Sintética

Tabela 2. Caracterização química do solo, na profundidade de 0-20 cm, Safra 2014/2015.

Prof. cm	FEI - Maringá								
	pH		H+Al	Ca ²	Mg ²	K ⁺	CTC	V	P
	CaCl ₂	H ₂ O							
0-20	4,7	5,2	4,44	2,65	0,77	0,33	8,19	45,77	19,21

A adubação de sementeira para o ambiente de alta disponibilidade de P foi realizada em 18 de dezembro, com aplicação de 400 kg.ha⁻¹ do formulado 8-28-16 (32 kg.ha⁻¹ de N, 112 kg.ha⁻¹ de P₂O₅ e 64 kg. ha⁻¹ de K₂O). Para o ambiente sob baixa disponibilidade de P, a adubação de sementeira foi realizada no mesmo dia com aplicação de 150 kg.ha⁻¹ do formulado 20-00-20, mais 60 kg.ha⁻¹ de cloreto de potássio (30 kg.ha⁻¹ de N e 64 kg.ha⁻¹ de K₂O). A adubação de cobertura foi realizada em estádio V6 nos dois ambientes com 200 kg.ha⁻¹ de uréia (90 kg.ha⁻¹ de N).

A capacidade de suprimento de P de cada ambiente foi obtida considerando-se a quantidade de P no solo na camada de 0 a 20 cm, fornecida pela análise de solo (P disponível nas camadas de 0-20 cm) mais a quantidade de P suprida via fertilizantes. Os demais tratamentos culturais foram realizados de acordo com recomendado para a cultura seguindo as indicações técnicas da Circular Técnica 78 (Nutrição e Adubação no Milho) (COELHO, 2006).

A sementeira do experimento foi realizada no dia 20 de dezembro de 2014, com o auxílio de sementeira manual. A parcela utilizada foi de 2 linhas de 5 metros com espaçamento de 0,9 m entre linhas e 0,2 m entre plantas, sendo 7,2 m² de área útil.

As características avaliadas nos milhos foram:

- Plantas acamadas/quebradas (ACAM), obtida pela contagem de plantas com ângulo da base do colmo e o nível do solo for inferior 45°, ou com rupturas significativas no tecido abaixo do ponto de inserção da espiga;
- Número de espigas (NE), obtida pela contagem do número de espigas com grãos formados na parcela;
- Empalhamento (EMP), obtida pela contagem do número de espigas com mau empalhamento;
- Altura de plantas (ALTP), em metros; obtida pela média de dez plantas por parcela da distância em metros entre o colo até a inserção da folha-bandeira, após o pendoamento;

- Altura da inserção da espiga (ALTE), em metros; obtida pela média de dez plantas por parcela da distância em metros do nível do solo até a inserção da primeira espiga;
- Florescimento masculino (FM), em dias; obtida pelo número de dias da emergência ao florescimento masculino;
- Florescimento feminino (FF), em dias; obtida pelo número de dias da emergência ao florescimento feminino;
- Rendimento de grãos (REND), em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; obtida pela pesagem dos grãos colhidos na área útil da parcela, corrigindo-se a umidade a 13% (por meio do Geole 400). A colheita foi realizada manualmente no estágio R6 (grãos com teor de água de 20%), na área útil da parcela;
- Massa fresca da palhada (MFPa), em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$; sendo obtida após a colheita, pelo peso total de cinco plantas representativas por parcela que foram utilizadas para estimar o peso das plantas por parcela, considerando o estande.

Amostras representativas de grãos e palhadas foram secas em estufas com ventilação forçada, a 65°C, até peso constante, para a determinação da porcentagem de matéria seca de grãos e de palhada. Posteriormente, as amostras foram moídas, homogeneizadas e retiradas alíquotas para análise. O teor de P nos grãos e na palhada foi obtido no laboratório de solos da Universidade Estadual de Londrina (UEL), pelo método espectrofotométrico do azul de molibdênio (SILVA, 1999).

Com base nos dados obtidos em campo e em laboratório, foram avaliadas as seguintes características:

- Teor de P nos grãos (TPG), em $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$;
- Teor de P na palhada (TPPa), em $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$;
- Massa seca de grãos (MSG), em $\text{g}\cdot\text{kg}^{-1}$, obtida pelo produto entre peso do grão e porcentagem de matéria seca de grãos;
- Massa seca de palhada (MSPa), em $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, obtida entre MFPa e porcentagem de matéria seca de palhada;
- Quantidade de P nos grãos (QPG), $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, obtida pelo produto entre MSG e porcentagem de P na MSG;
- Quantidade de P na palhada (QPPa), $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, obtida pelo produto entre MSPa e porcentagem de P na MSPa;
- Quantidade total de P na parte aérea (PTOT), $\text{kg}\cdot\text{ha}^{-1}$, obtida pela expressão $\text{QPG}+\text{QPPa}$;

- Quociente de utilização de P (Q_{UTIL}) equivale à unidade de massa seca de grãos por unidade de P nos grãos, expresso em $kg.kg^{-1}$;
- Índice de colheita de P (I_{CP}), que equivale à unidade de P nos grãos por unidade de P na parte aérea, expresso em $kg.kg^{-1}$.

Para determinar a eficiência no uso de P, foram utilizados os índices de eficiência propostos por Moll et al. (1982). Nesse estudo, a quantidade de fósforo no solo disponível para a planta em cada ambiente foi obtida pelos resultados da análise de solo e somada à quantidade de P aplicado. Foram definidos três tipos de eficiência do nutriente, de acordo com Parentoni et al. (2011):

- Eficiência de aquisição (E_{AQ}) – definida como a capacidade do genótipo de absorver o P disponível no solo, correspondendo a kg de P na planta (PTOT) por kg de P disponível no solo, obtida pela expressão:

$$E_{AQ} = \frac{PTOT}{P_s}$$

- Eficiência de utilização interna (E_{UTIL}) – definida como a capacidade do genótipo de utilizar o P absorvido pela planta para produzir grãos, correspondendo a kg de massa seca de grãos produzidos (MSG), por kg de P na planta, obtida pela expressão:

$$E_{UTIL} = \frac{MSG}{PTOT}$$

- Eficiência de uso de P (E_{USO}) – definida como o produto das eficiências de aquisição e utilização interna de P, correspondendo à massa seca de grãos (em kg) produzidos por kg de P disponível no solo, obtida pela expressão:

$$E_{USO} = E_{AQ} \times E_{UTIL}$$

As análises dos dados obtidos foram avaliadas primeiramente pelos pressupostos estatísticos básicos (Cochran e Shapiro-Wilk nos resíduos com a finalidade de se verificar a normalidade de distribuição e a homogeneidade de variâncias, respectivamente) e posteriormente foram realizadas as análises de variâncias com teste F e as médias foram comparadas pelo teste de agrupamento de médias proposto por Scott e Knott (1974), considerando um nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando-se o programa computacional Sisvar (FERREIRA, 2008).

Para identificar os genótipos adequados aos ambientes, utilizou-se o método proposto por Fageria e Kluthcouski (1980), que classificam os genótipos quanto à eficiência no uso e resposta à aplicação do fósforo (eficiência e resposta – ER). A utilização do nutriente foi definida pela média de rendimento de grãos no ambiente de baixo nível de fósforo. A resposta

à utilização do nutriente foi obtida pela diferença entre a produtividade nos dois níveis dividida pela diferença entre as doses. Utilizou-se a representação gráfica no plano cartesiano para classificar as cultivares. No eixo das abscissas, encontra-se a eficiência na utilização do fósforo, no eixo das ordenadas, encontra-se a resposta à sua utilização. O ponto de origem dos eixos é a eficiência média e a resposta média dos genótipos. No primeiro quadrante são representados os genótipos eficiente e responsivos, no segundo as não-eficientes e reponsivas, no terceiro as não eficientes e não responsivas, e no quarto as eficientes e não reponsivas.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Inicialmente, foram elaboradas as análises de homogeneidade de variância dos resíduos e normalidade dos resíduos das amostras pelo teste de Cochran e Shapiro-Wilk, respectivamente. Todos os dados avaliados não obtiveram significâncias para o teste de Shapiro-Wilk ($p > 0,05$) e teste de Cochran ($p > 0,01$), sendo homogêneos e normais. Dessa forma, com as pressuposições básicas atendidas procedeu-se as análises de variâncias, com base no teste F desdobrou-se a fonte de variação significativa pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$).

Nas Tabelas 3, 4 e 5 são apresentadas as análises de variâncias. Na Tabela 3 observa-se que pelo teste F a variável empalhamento apresentou a interação significativa, as demais apresentaram significância somente para população. O desdobramento das médias dessas variáveis é apresentado na Tabela 6. Na Tabela 4 observa-se que, pelo teste F, a variável rendimento de grãos apresentou interação significativa e as demais apresentaram significância somente para população. O desdobramento das médias dessas variáveis é apresentado na Tabela 7. Na Tabela 5 observa-se que, pelo teste F, todas as variáveis apresentaram interação significativa, sendo desdobradas nas Tabelas 8 e 9.

Tabela 3. Análise de variância para quatro caracteres agronômicos em 18 variedades de milho em diferentes níveis de fósforo, em Maringá na safra 2014/2015.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio ^{1/}			
		EMP	FF	FM	ACAM
Bloco/A	4	0,99	5,59	3,07	7,84
Ambiente (A)	1	4,48*	3,70	1,33	1,56
População (P)	17	3,76*	9,80*	12,59*	8,77*
A x P	17	2,72*	2,21	0,78	1,23
Resíduo	68	1,06	1,83	2,29	2,02
Média		3,89	62,20	61,74	1,84
CV(%)		26,47	2,17	2,45	77,12

^{1/}EMP: Empalhamento, FF: florescimento feminino, FM: florescimento masculino, ACAM: acamamento.

*Significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 4. Análise de variância para três caracteres agronômicos em 18 variedades de milho em diferentes níveis de fósforo, em Maringá na safra 2014/2015.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio ^{1/}		
		REND	ALTP	ALTE
Bloco/A	4	1008124,59	0,1653	0,0818
Ambiente (A)	1	5825232,01*	0,0747	0,0274
População (P)	17	5005625,55*	0,7741*	0,4289*
A x P	17	1113007,80*	0,2073	0,0364
Resíduo	68	313386,88	0,2083	0,0385
Média		3581,59	2,54	1,55
CV(%)		15,63	17,95	12,65

^{1/}REND: rendimento de grãos, ALTP: altura de planta, ALTE: altura de inserção da primeira espiga.

*Significativo a 5% de probabilidade.

Tabela 5. Análise de variância para seis caracteres relacionados com a eficiência ao fósforo em 18 variedades de milho em diferentes níveis de fósforo, em Maringá na safra 2014/2015.

Fonte de Variação	GL	Quadrado Médio ^{1/}					
		E _{USO}	E _{AO}	E _{ÚTIL}	TPG	Q _{ÚTIL}	I _{CP}
Bloco/A	4	777,63	0,013	2240,56	0,702	3928,97	0,001
População (P)	17	2903,58*	0,040*	6200,28*	1,327*	10050,23*	0,004*
Ambiente (A)	1	30211,00*	0,479*	307,41	0,050	581,32	0,0001
A x P	17	891,63*	0,014*	2560,98*	0,726*	5629,81*	0,013*
Resíduo	68	159,69	0,003	1374,44	0,454	2624,69	0,001
Média		49,55	0,19	258,97	3,27	320,22	0,81
CV(%)		25,50	27,36	14,31	20,57	16,00	3,84

^{1/}E_{USO}: Eficiência de uso de P, E_{AO}: eficiência de aquisição de P, E_{ÚTIL}: eficiência de utilização interna de P, TPG: teor de P nos grãos, Q_{ÚTIL}: quociente de utilização de P e I_{CP}: índice de colheita de P.

*Significativo a 5% de probabilidade.

Na Tabela 6 tem-se o desdobramento da interação dos fatores população e níveis de fósforo da variável empalhamento, e do fator população para as variáveis florescimento feminino, florescimento masculino e acamamento. Em relação ao empalhamento, observa-se que as populações nos ambientes de alto e baixo fósforo geraram poucas diferenças, pois somente as populações 14 Variedades, ST 2109 e ST 0504 obtiveram diferenças significativas devido às adubações, sendo as populações sintéticas com melhor empalhamento quando adubadas com fósforo e a população 14 Variedades com melhor empalhamento quando em ambiente sem adubação.

Analisando as populações, verificou-se que Branco Antigo, Aztecão, Palha Roxa, Branco Gelinski, 14 Variedades, Amarelão 2, ST 1309 e ST 0504 apresentaram os piores desempenhos no ambiente com adubação fosfatada e as populações Aztecão, Branco Gelinski, Cunha, ST0509, ST2109, ST1309 e ST0504 apresentaram mais espigas mau empalhadas no ambiente sem adubação fosfatada.

Tabela 6. Agrupamento de médias pelo teste Scott-Knott entre 18 variedades de milho avaliados em diferentes níveis de fósforo para as variáveis EMP, FF, FM e ACAM.

Populações ^{1/}	EMP		FF dias	FM dias	ACAM un.
	Alto P	Baixo P			
	un.	un.			
Branco Antigo	4,00 Ab	3,33 Aa	63,67 b	63,00 b	2,67 b
Caiano	3,00 Aa	3,33 Aa	63,67 b	63,67 b	1,00 a
Aztecão	4,33 Ab	4,67 Ab	62,00 a	61,00 a	3,50 b
Maia	3,00 Aa	3,67 Aa	64,30 b	64,00 b	4,17 b
Palha Roxa	5,00 Ab	3,67 Aa	61,00 a	61,00 a	2,83 b
Amarelão	3,67 Aa	3,00 Aa	65,33 b	65,33 b	1,33 a
Carioca	2,67 Aa	3,33 Aa	63,30 b	62,33 a	1,17 a
Branco Gelinski	5,33 Ab	5,00 Ab	62,33 a	60,67 a	3,17 b
Cunha	3,67 Aa	5,00 Ab	61,00 a	60,00 a	1,00 a
AL30	3,00 Aa	3,67 Aa	62,00 a	62,00 a	0,33 a
14 Variedades	5,00 Bb	2,00 Aa	62,00 a	62,00 a	2,50 b
Planalto	2,67 Aa	3,00 Aa	62,00 a	61,00 a	0,17 a
Caiano 2	2,00 Aa	3,67 Aa	62,00 a	61,67 a	1,50 a
ST 0509	3,33 Aa	4,67 Ab	61,67 a	60,67 a	1,33 a
Amarelão 2	4,00 Ab	3,67 Aa	62,00 a	61,33 a	3,50 b
ST 2109	3,33 Aa	6,00 Bb	61,33 a	61,00 a	0,50 a
ST 1309	4,00 Ab	5,67 Ab	61,00 a	60,67 a	1,17 a
ST 0504	4,33 Ab	6,33 Bb	60,67 a	60,00 a	1,33 a

EMP: Empalhamento, FF: florescimento feminino (dias), FM: florescimento masculino (dias), ACAM: acamamento.

^{1/}Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem entre si.

De modo geral, as populações que apresentaram o pior empalhamento foram ST2109 e ST0504 em baixos níveis de fósforo e a população 14 Variedades em alto nível de fósforo no solo. Giehl et al. (2011), em um experimento realizado em Ibarama-RS, encontraram para a população Amarelão valores de 2,96 para o empalhamento, sendo estes valores menores do que os deste experimento de 3,67 e 3 para desenvolvimento em ambiente com baixo e alto fósforo, respectivamente.

Em relação à variável florescimento feminino, tem-se uma floração mais tardia nas populações Branco Antigo, Maia, Caiano, Amarelão e Carioca. Em relação ao florescimento masculino, tem-se um florescimento mais tardio nas populações Branco Antigo, Caiano, Maia e Amarelão.

Araújo & Nass (2002) verificaram que, na população Amarelão o florescimento feminino médio ocorria aos 80 dias, nas cidades de Ponta Grossa, Anhembi e Londrina-PR. Estes valores foram superiores aos encontrados no presente experimento (65,33 dias).

Ferreira et al. (2009) encontraram em seu experimento, para a população Carioca, um florescimento médio (masc. e fem) de 84 e 75 dias, para Caiano de 85,3 e 77,7 dias, para Palha Roxa de 85,6 e 74 dias e para Maia de 85,6 e 76,2 dias em Palmeira e Londrina respectivamente. Todos esses valores mais tardios que os encontrados neste experimento para as mesmas populações.

As populações mais susceptíveis ao acamamento foram Branco Antigo, Aztecão, Maia, Palha Roxa, Branco Gelinski, 14 Variedades, Amarelão 2.

Alves et al. (2008), num cultivo em Florianópolis-SC, obtiveram para a população Cunha acamamento de 7%, Amarelão de 10% e Palha Roxa de 6%. Ferreira et al. (2009) obtiveram em seu experimento valores de acamamento e quebra em Palmeira e Londrina respectivamente de 25,1 e 29% para a população Carioca, 23,4 e 10% para a Caiano, 22,7 e 40,2% para a Palha Roxa e 26,6 e 18% para a Maia. Todos esses valores foram superiores aos encontrados neste experimento.

Na Tabela 7 tem-se o desdobramento dos fatores (estudo de populações dentro de ambientes) para a variável rendimento de grãos e do fator população para as variáveis altura de planta e altura de inserção da espiga.

Tabela 7. Agrupamento de médias pelo teste Scott-Knott entre 18 variedades de milho, avaliados na ausência e presença de fósforo na semeadura para variáveis REND, ALTP, e ALTE.

Populações ^{1/}	REND		ALTP	ALTE
	Alto P	Baixo P		
	kg.ha ⁻¹	kg.ha ⁻¹		
Branco Antigo	3261,60 Ad	3817,68 Ab	2,70 b	1,70 b
Caiano	3590,84 Ad	3980,41 Ab	2,93 a	1,72 b
Aztecão	3761,03 Ac	4510,80 Ab	2,70 b	1,73 b
Maia	2553,31 Ae	3053,96 Ac	3,15 a	1,94 a
Palha Roxa	4168,11 Ac	2850,06 Bc	2,66 b	1,70 b
Amarelão	4935,07 Ab	4323,98 Ab	2,80 b	1,87 a
Carioca	4531,08 Ab	2820,74 Bc	2,55 b	1,54 b
Branco Gelinski	2770,23 Ae	2382,66 Ad	2,48 c	1,61 b
Cunha	3043,95 Ad	1706,35 Be	2,28 c	1,34 d
AL30	4543,38 Ab	3315,33 Bc	2,10 c	1,22 d
14 Variedades	3862,67 Ac	3471,04 Ac	2,42 c	1,49 c
Planalto	3903,62 Ac	3303,04 Ac	2,18 c	1,21 d
Caiano 2	3996,02 Ac	4414,59 Ab	2,58 b	1,60 b
ST 0509	6126,28 Aa	6719,51 Aa	2,32 c	1,33 d
Amarelão 2	2254,44 Ae	1160,83 Be	2,17 c	1,21 d
ST 2109	3556,69 Ad	2165,67 Bd	2,46 c	1,48 c
ST 1309	4677,14 Ab	3505,12 Bc	2,18 c	1,28 d
ST 0504	3208,32 Ad	3091,67 Ac	2,32 c	1,34 d

REND: rendimento de grãos (kg.ha⁻¹), ALTP: altura de planta (m), ALTE: altura de inserção da primeira espiga (m).

^{1/}Médias seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem entre si.

Para a variável rendimento de grãos, observa-se que o uso da adubação fosfatada proporcionou um melhor desempenho para as populações Palha Roxa, Carioca, Cunha, Amarelão 2, ST 2109 e ST 1309; as demais não se diferiram pelo uso ou não da adubação. A população que apresentou os melhores desempenhos em ambos os ambientes foi a ST 0509 com 6126,28 kg.ha⁻¹ para alto fósforo e 6719,51 kg.ha⁻¹ para baixo fósforo. E os piores desempenhos em rendimento de grãos ficaram com as populações Cunha e Amarelão 2 para os níveis de baixo fósforo e Maia, Branco Gelinski e Amarelão 2 para os altos níveis de fósforo.

A melhoria do desempenho das populações com a utilização da adubação fosfatada corrobora com os dados de Lucena et al. (2000) que relatam que o P e N em condições naturais são os nutrientes que mais proporcionam a limitação de rendimento de grãos no Brasil, principalmente em gramíneas. Ambientes com deficiência de P além de limitar o

rendimento do milho, favorece o desenvolvimento de espigas mal formadas, tortas e com maturação tardia e desuniforme.

Carpentieri-Pípolo et al. (2010) conduziram experimentos em Arapongas e Imbaú – PR, safra 2004/2005, sem a utilização de insumos externos e obtiveram para a população Carioca 2933 kg.ha⁻¹ de produção, para Amarelão de 2245 kg.ha⁻¹ e para Palha Roxa de 2759 kg.ha⁻¹.

Araújo & Nass (2002) encontraram para a população Amarelão produtividade média de 5383 kg.ha⁻¹ para Ponta Grossa, Anhembi e Londrina-PR.

Meneghetti et al. (2002) cita em seu documento dados da Emater de Vanini/RS da safra 2000/2001, que obtiveram para as seguintes produtividades, de 3842 kg.ha⁻¹ para Amarelão, 3294 kg.ha⁻¹ para Cunha, 3742 kg.ha⁻¹ para Maia, 5610 kg.ha⁻¹ para Branco Antigo e 5144 kg.ha⁻¹ para Caiano.

Alves et al.(2008) em Florianópolis-SC obtiveram para Amarelão produtividade de 3927 kg.ha⁻¹, para Cunha de 4995 kg.ha⁻¹ e para Palha Roxa de 3104 kg.ha⁻¹.

Ferreira et al. (2009) obtiveram as produtividades de 5410 e 6310 kg.ha⁻¹ para a população Carioca, em Palmeira e Londrina, respectivamente, para Caiano a produção de 4280 e 5670 kg.ha⁻¹, para Palha Roxa 4970 e 7460 kg.ha⁻¹ e para Maia 4480 e 6060 kg.ha⁻¹.

Machado et al. (1999) encontraram para a população Carioca um rendimento médio de grãos de 4906 kg.ha⁻¹ e para a Caiano de 4637 kg.ha⁻¹.

Neste experimento, verificou-se que para a população Carioca a produção de 4531,08 kg.ha⁻¹ em ambiente com alto fósforo, valor superior ao obtido por Carpentieri-Pípolo et al. (2010) e inferiores ao de Ferreira et al. (2009) e Machado et al. (1999).

A população Amarelão apresentou produtividade com adubação fosfatada de 4935,07 kg.ha⁻¹, valor superior aos obtidos por Carpentieri-Pípolo et al. (2010), Meneghetti et al., (2002) e Alves et al., (2008), e inferior ao obtido por Araújo & Nass (2002).

A população Palha Roxa apresentou rendimento de grãos de 4168,11 kg.ha⁻¹ em ambiente com alto fósforo. Produtividade superior as encontradas por Carpentieri-Pípolo et al. (2010) e Alves et al. (2008), e inferior a encontrada por Ferreira et al. (2009).

A população Cunha em ambiente com alto fósforo produziu 3043,95 kg.ha⁻¹. Rendimentoinferior às obtidas por Meneghetti et al. (2002) e Alves et al. (2008).

A população Maia apresentou produtividade de 3053,96 kg.ha⁻¹ em ambiente com baixo fósforo. Sendo valor inferior aos de Ferreira et al. (2009) e Meneghetti et al. (2002).

A produtividade da população Caiano foi de 3980,41 kg.ha⁻¹ sendo valor inferior aos de Meneghetti et al. (2002), Ferreira et al. (2009) e Machado et al (1999).

A população Branco Antigo conseguiu uma produtividade de 3817,68 kg.ha⁻¹ em ambiente com adubação fosfatafa. Produtividade inferior a obtida por Meneghetti et al. (2002).

Para a variável altura de plantas observa-se como populações mais altas a Caiano e a Maia. Alturas menores foram encontradas em todas as populações sintéticas, além das populações Branco Gelinski, Cunha, AL30, 14 Variedades, Planalto e Amarelão 2.

Alves et al. (2008) em um cultivo em Florianópolis-SC, obtiveram para a população Cunha altura de planta de 2,20 m, para Amarelão de 2,43m e Palha Roxa 3,08m. Para a Palha Roxa a altura de planta de 2,55 e 2,78 m foram encontradas por Ferreira et al. (2009) em Palmeira e Londrina respectivamente. Neste experimento, verificou-se valores superiores para Cunha de 2,28 m, para Amarelão de 2,80 m, e inferiores para Palha Roxa com 2,66 m.

Ferreira et al. (2009) para a população Carioca em Palmeira e Londrina respectivamente obteve altura de plantas de 2,62 e 2,79 m, para Caiano de 2,15 e 2,29 m e para Maia de 2,64 e 2,81 m de altura. Neste experimento, observou-se valores inferiores de 2,55 m para Carioca, e superiores de 2,93 m para Caiano e 3,15 m para Maia.

Em relação a altura de espiga tem-se que as populações Cunha, AL30, Planalto, Amarelão 2, ST 0509, ST 1309 e ST 0504 apresentaram as menores altura de espiga. As maiores alturas foram das populações Maia e Amarelão.

De acordo com Fidelis et al. (2009), populações que obtiveram elevadas alturas de planta e de espiga são consideradas inadequadas no sistema produtivo moderno, por aumentarem os riscos de acamamento e quebramento de plantas. Como é o caso das populações Maia, Amarelão e Caiano, porém somente a Maia evidenciou a alta susceptibilidade ao acamamento, neste experimento.

Na Tabela 8 tem-se o desdobramento dos fatores (estudo de populações dentro de ambientes) para as variáveis de teor de fósforo nos grãos, quociente de utilização de P e índice de colheita de P.

Tabela 8. Agrupamento de médias pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$) entre 18 variedades de milho, avaliados na ausência e presença de fósforo na sementeira TPG, Q_{UTIL} e I_{CP} .

Populações ^{1/}	TPG		Q_{UTIL}		I_{CP}	
	Alto P	Baixo P	Alto P	Baixo P	Alto P	Baixo P
	g.ka ⁻¹		kg.kg ⁻¹		kg.kg ⁻¹	
Branco Antigo	3,53 Aa	3,13 Ab	284,08 Ab	321,83 Aa	0,833 Ab	0,758 Bb
Caiano	2,97 Ab	3,13 Ab	337,98 Aa	324,70 Aa	0,830 Ab	0,667 Bc
Aztecão	4,12 Aa	4,03 Aa	259,67 Ab	247,96 Ab	0,850 Aa	0,821 Aa
Maia	4,82 Aa	3,08 Bb	207,53 Bb	327,54 Aa	0,891 Aa	0,793 Ba
Palha Roxa	2,72 Bb	3,90 Aa	368,68 Aa	256,33 Bb	0,829 Ab	0,835 Aa
Amarelão	2,96 Ab	3,21 Ab	356,37 Aa	318,36 Aa	0,865 Aa	0,825 Aa
Carioca	2,82 Ab	2,95 Ab	363,48 Aa	342,88 Aa	0,852 Aa	0,802 Aa
Branco Gelinski	2,81 Ab	3,02 Ab	356,85 Aa	333,04 Aa	0,822 Ab	0,833 Aa
Cunha	2,78 Ab	3,76 Aa	365,92 Aa	271,46 Bb	0,670 Bd	0,863 Aa
AL30	3,46 Aa	4,53 Aa	290,31 Ab	275,77 Ab	0,782 Bb	0,873 Aa
14 Variedades	3,16 Ab	3,18 Ab	323,56 Aa	319,21 Aa	0,811 Ab	0,814 Aa
Planalto	3,03 Ab	2,85 Ab	337,56 Aa	351,29 Aa	0,808 Ab	0,844 Aa
Caiano 2	2,73 Ab	2,53 Ab	367,03 Aa	399,51 Aa	0,811 Ab	0,765 Ab
ST 0509	3,16 Ab	2,42 Ab	317,04 Ba	413,54 Aa	0,895 Aa	0,770 Bb
Amarelão 2	3,42 Aa	3,27 Ab	293,16 Ab	321,57 Aa	0,807 Ab	0,852 Aa
ST 2109	3,78 Aa	3,45 Ab	265,05 Ab	291,55 Ab	0,799 Ab	0,831 Aa
ST 1309	2,23 Ab	3,01 Ab	449,72 Aa	341,24 Ba	0,739 Bc	0,846 Aa
ST 0504	4,04 Aa	3,86 Aa	261,86 Ab	264,53 Ab	0,741 Bc	0,880 Aa

TPG: teor de P nos grãos (g.kg⁻¹), Q_{UTIL} : quociente de utilização de P (kg.kg⁻¹) e I_{CP} : índice de colheita de P (kg.kg⁻¹).

^{1/}Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem entre si.

Na faixa de pH do solo (4 a 7), predomina a forma de H_2PO_4^- , a absorção e acumulação de P pelas células corticais das raízes é seguida pela transferência do elemento para o xilema. Geralmente, a concentração de fosfato nas células radiculares e na seiva do xilema é de 100 a 1.000 vezes maior do que a da solução do solo, indicando que a absorção de fosfato dá-se contra um alto gradiente de concentração (transporte ativo) (FAQUIN, 2005).

Os órgãos com maiores armazenamentos de P no milho são os grãos e espiga, no estágio de maturidade da planta (GORSLINE et al., 1965; CLARK, 1975), resultante da translocação ou remobilização do P dos órgãos vegetais, sendo mais eficientes aqueles que produzem altos rendimentos de grãos com menor acumulação do nutriente nos grãos (BLAIR, 1993; HORST et al., 1993).

Em relação ao teor de fósforo nos grãos, tem-se que a maioria das populações não se diferiram em relação aos ambientes de alto e de baixo fósforo, somente a população Maia e Palha roxa apresentaram diferenças sendo a primeira com maiores TPG em ambiente com alto nível de fósforo e a Palha roxa com maior TPG em baixo nível de fósforo. Os melhores desempenhos em TPG foram das populações Aztecão, AL30 e ST0504 para ambos os

ambientes, acrescidas as populações Branco Antigo, Maia, Amarelão 2 e ST1309 para o ambiente com adubação fosfatada e Palha roxa e Cunha para o ambiente sem adubação fosfatada.

Baixos TPG podem ser em parte explicados pela baixa remobilização do P nos tecidos em senescência. Porém, a remobilização de P também pode ser regulada por diversos fatores ambientais, como a disponibilidade de nutrientes, temperatura, disponibilidade de água. (PUGNAIRE e CHAPLIN, 1992; SCHULTHESS et al., 1997).

Machado et al. (2004) encontraram valores de TPG de 4,29 para a população Carioca em campo com adubação de P ideal. Neste experimento verificou-se valores de TPG para a mesma população de 2,95, inferiores ao de Machado et al. (2004).

Analisando o coeficiente de utilização de fósforo, foi observado que poucas populações se diferiram entre si nos dois ambientes, somente as populações Maia e ST0509 que apresentaram menores valores de Q_{UTIL} para o ambiente com alto fósforo e as populações Palha roxa, Cunha e ST1309 que apresentaram menor Q_{UTIL} para o ambiente com baixo fósforo. Para os dois ambientes as melhores populações foram as Caiano, Amarelão, Carioca, Branco Geliski, 14 Variedades, Planalto, Caiano2, ST 0509 e ST1309, acrescidas as populações Palha Roxa e Cunha, para o ambiente com adubação fosfatada, e as populações Branco Antigo, Maia e Amarelão2, para o ambiente sem adubação fosfatada.

Valores de Q_{UTIL} na ordem de 243,07 e 236,23 para as populações Caiano e Carioca foram encontrados por Machado et al. (2004). Neste experimento, verificou-se valores de 337,98 e 363,48 para Caiano e Carioca, sendo superiores ao encontrados por Machado et al., (2004).

A proporção entre o teor de P nos grãos e na planta total é chamado de índice colheita de P (FAGERIA et al., 2008). Sendo muito útil para a medição da partição de nutrientes em culturas agrícolas, fornecendo uma indicação do quão eficiente a planta utiliza e adquire nutrientes para a produção de grãos (JIMÉNEZ & CADAVID, 2014).

Analisando a variável índice de colheita de P as populações Aztecão, Palha Roxa, Amarelão, Carioca, Branco Gelinski, 14 Variedades, Planalto, Caiano2, Amarelão2 e ST2109 não se diferiram em relação ao tipo de ambiente em que se desenvolveram.

As demais populações apresentaram diferenças sendo que a Branco Antigo, Caiano, Maia e ST0509 apresentaram melhor desempenho em alto fósforo e as populações Cunha, A130, ST1309 e ST0504 melhor desempenho em baixo fósforo. No ambiente com adubação fosfatada as melhores populações foram Aztecão, Maia, Amarelão, Carioca e ST0509. No

ambiente sem adição de fósforo a maioria das populações apresentaram um bom índice de colheita com exceção das populações Branco Antigo, Caiano, Caiano2 e ST0509 que apresentaram índices de colheita menores.

Machado et al. (2004) encontraram um Índice de colheita para as populações Caiano e Carioca de 0,96 e 0,95, respectivamente. Estes valores foram superiores ao encontrados neste experimento de 0,830 e 0,852 para as populações Caiano e Carioca, respectivamente para o ambiente com adubação fosfatada.

Na Tabela 9 apresenta-se o desdobramento o desdobramento dos fatores (estudo de populações dentro de ambientes) para as variáveis de eficiência de uso, de aquisição e de utilização interna de P.

Tabela 9. Agrupamento de médias pelo teste Scott-Knott ($p < 0,05$) entre 18 variedades de milho, avaliados na ausência e presença de fósforo na semeadura para eficiência de uso (E_{USO}), aquisição (E_{AQ}) e de utilização interna de P (E_{UTIL}).

Populações ^{1/}	E_{USO}		E_{AQ}		E_{UTIL}	
	Alto P	Baixo P	Alto P	Baixo P	Alto P	Baixo P
	kg.kg ⁻¹					
Branco Antigo	26,84 Bb	71,29 Ac	0,114 Bb	0,295 Ab	236,72 Ab	243,19 Ab
Caiano	36,64 Ba	91,92 Ab	0,131 Ba	0,424 Aa	280,12 Aa	215,95 Bb
Aztecão	41,38 Ba	94,12 Ab	0,199 Ba	0,463 Aa	218,97 Ab	203,49 Ab
Maia	27,61 Bb	69,16 Ac	0,149 Ba	0,268 Ab	184,93 Bb	258,94 Aa
Palha Roxa	40,22 Ba	70,78 Ac	0,132 Ba	0,331 Ab	304,88 Aa	213,99 Bb
Amarelão	49,60 Ba	96,13 Ab	0,169 Ba	0,372 Ab	306,80 Aa	262,21 Aa
Carioca	41,22 Aa	42,48 Ad	0,139 Aa	0,151 Ad	307,99 Aa	273,23 Aa
Branco Gelinski	18,46 Bb	45,04 Ad	0,062 Bb	0,163 Ad	293,04 Aa	276,97 Aa
Cunha	17,71 Ab	23,48 Ae	0,074 Ab	0,095 Ad	242,75 Ab	233,37 Ab
AL30	22,64 Ab	26,93 Ae	0,106 Ab	0,132 Ad	226,86 Ab	236,35 Ab
14 Variedades	22,38 Bb	60,77 Ad	0,088 Bb	0,243 Ac	260,54 Aa	259,54 Aa
Planalto	23,22 Ab	37,35 Ad	0,084 Ab	0,126 Ad	273,06 Aa	296,68 Aa
Caiano 2	40,24 Ba	89,27 Ab	0,136 Ba	0,296 Ab	297,24 Aa	304,24 Aa
ST 0509	55,74 Ba	153,05 Aa	0,197 Ba	0,482 Aa	283,64 Aa	318,97 Aa
Amarelão 2	9,84 Ab	15,59 Ae	0,043 Ab	0,059 Ad	236,41 Ab	271,76 Aa
ST 2109	39,78 Aa	49,04 Ad	0,188 Aa	0,201 Ac	211,68 Ab	242,39 Ab
ST 1309	46,16 Ba	81,15 Ac	0,139 Ba	0,290 Ab	331,93 Aa	287,58 Aa
ST 0504	31,09 Bb	75,36 Ac	0,170 Ba	0,325 Ab	194,29 Ab	232,28 Ab

E_{USO} : Eficiência de uso de P (kg.kg⁻¹), E_{AQ} : eficiência de aquisição de P (kg.kg⁻¹), E_{UTIL} : eficiência de utilização interna de P (kg.kg⁻¹),

^{1/}Médias seguidas pelas mesmas letras, maiúsculas na horizontal e minúsculas na vertical não diferem entre si.

Em relação à variável eficiência de uso, grande parte das populações apresentou melhor eficiência quando em ambiente com baixo teor de fósforo, indicando que o aumento de P no solo não proporcionou um acréscimo em massa seca de grãos, com exceção das

populações Carioca, Cunha, AL30, Planalto, Amarelão 2 e ST2109 que não se diferiram entre os ambientes. Analisando somente o ambiente com alto fósforo tem-se as populações Caiano, Aztecão, Palha Roxa, Amarelão, Carioca, Caiano2, ST0509, ST 2109 e ST 1309, como as que obtiveram a melhor eficiência de uso de P. Para o ambiente sem adubação fosfatada obteve-se como destaque em eficiência de uso a população ST0509.

Machado et al. (1999) encontraram em Seropédica-RJ valores de E_{USO} para a população Carioca de 76 e Machado et al., (2004) encontraram E_{uso} para Caiano e Carioca de 171,06 e 172,50, respectivamente. Todos esses resultados foram superiores ao encontrado neste experimento de E_{uso} para o Carioca de 42,48 e Caiano de 91,92 em ambiente alto nível de fósforo.

Diversos estudos relatam a alta relação entre a capacidade de absorção de P pelas culturas e a morfologia da raiz (RICHARDSON et al., 2011). Relatam também que plantas submetidas a baixo nível de fósforo no solo, apresentaram raízes com a propriedade de melhorar a aquisição de P (BAYUELO-JIMÉNEZ et al, 2011). No milho, raízes axiais com ângulos menores (rasas) resultam em aumento de contato nos primeiros centímetros do perfil do solo e proporcionam o aumento da aquisição de P (ZHU et al., 2005).

Em relação à variável eficiência de aquisição, grande parte das populações apresentou melhor eficiência quando em ambiente com baixo teor de fósforo, com exceção das populações Carioca, Cunha, AL30, Planalto, Amarelão 2 e ST2109 que não se diferiram entre os ambientes. Para o ambiente com alto fósforo, as populações que obtiveram melhor eficiência de aquisição foram Caiano, Aztecão, Maia, Palha Roxa, Amarelão, Carioca, Caiano2, ST0509, ST 2109, ST 1309 e ST0504. Para o ambiente sem adubação fosfatada, apresentou-se como destaque em eficiência as populações Caiano, Aztecão e ST0509. Machado et al. (2004) encontraram para a população Caiano e Carioca valores de 0,74 e 0,78, respectivamente para o índice de eficiência de aquisição de P. Esses valores foram bem superiores ao encontrados neste experimento com valores de 0,424 e 0,151 para Caiano e Carioca, respectivamente.

A eficiência de utilização interna (E_{UTIL}) representa a quantidade de rendimento de grãos por unidade de fósforo absorvido na parte aérea da planta (FAGERIA et al., 2008). Analisando esta variável, verificou-se que as populações se comportaram de forma similar nos dois ambientes com exceção da Caiano e Palha Roxa que obtiveram melhor eficiência em ambiente com alto fósforo e a população Maia que obteve melhores resultados em baixo fósforo. As melhores eficiências de utilização nos dois ambientes foram as populações

Amarelão, Carioca, Branco Gelinski, 14 Variedades, Planalto, Caiano2, ST0509 e ST 1309, acrescido as populações Caiano e Palha Roxa para o ambiente com alto fósforo e a Maia e Amarelão para o ambiente com baixo fósforo.

Machado et al. (1999) em seu experimento encontraram $E_{\text{útil}}$ para as populações Caiano e Carioca de 181 e 178, respectivamente. Entretanto, Machado et al. (2004) em condições ideais de P no solo encontraram $E_{\text{ÚTIL}}$ para Caiano e Carioca de 231,3 e 224,99, respectivamente. Para este experimento em alto nível de P no solo encontrou-se $E_{\text{ÚTIL}}$ de 280,12 e 307,99 para Caiano e Carioca respectivamente.

Altas eficiências de utilização interna também foram verificadas por outros pesquisadores (YASEEN & MALHI, 2010), que acreditam que populações com baixo índice de colheita de P e alta $E_{\text{ÚTIL}}$, reduzem a perda de nutrientes do solo, por reincorporação da palhada no ambiente.

De modo geral, a variação genética natural observada entre populações de milho estudadas revela o potencial para criação de populações com maior eficiência de P.

As pesquisas realizadas com a finalidade de detectar e explorar a eficiência em fósforo no milho é uma estratégia viável para contornar o problema da deficiência deste elemento em ambientes tropicais e subtropicais, que além disso possuem alta capacidade de fixação de P, limitando a disponibilidade deste elemento as plantas.

Na Figura 1 pode-se observar o resultado da análise da eficiência de uso de fósforo pelo método de Fageria e Kluthcouski (1980). No eixo das abscissas, encontra-se a eficiência na utilização do fósforo, no eixo das ordenadas, encontra-se a resposta à sua utilização. O ponto de origem dos eixos é a eficiência média e a resposta média dos genótipos. Quanto a resposta à aplicação de fósforo, 12 populações se destacaram por apresentarem maiores índices, porém, destes somente as populações Amarelão 2, ST1309, Al30, Palha Roxa, Cunha, ST2109 e Carioca apresentaram índices de resposta maiores que 20 indicando um incremento maior do rendimento de grãos para cada acréscimo de P, caracterizando suas condições de materiais responsivos. Além dos responsivos, observou-se aqueles mais eficazes em utilização de fósforo mesmo em baixas concentrações, mostrando a alta adaptabilidade tanto em ambientes com alto e baixo fósforo sendo esta característica evidenciada principalmente pela população Amarelão localizada ao centro do primeiro quadrante seguida das populações 14 Variedades, ST1309, Planalto e Al30.

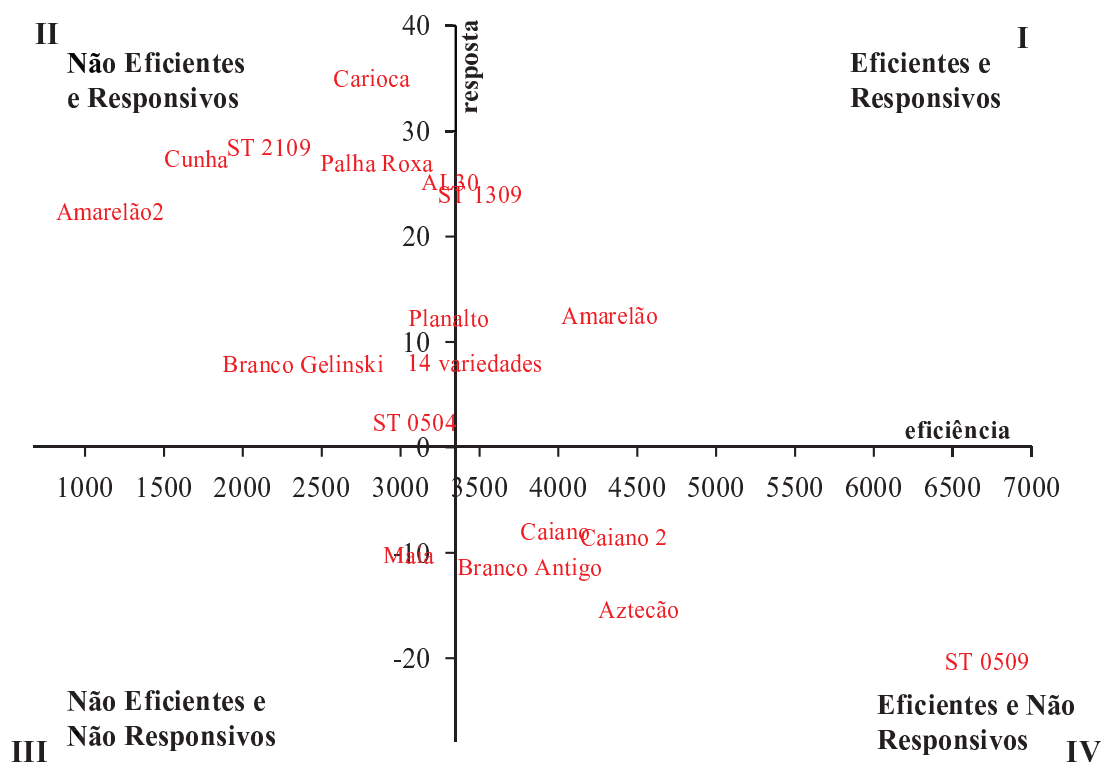


Figura 1. Eficiência no uso e resposta à aplicação de fósforo em populações de milho, pela metodologia de Fageria e Kluthcouski (1980).

No terceiro quadrante, encontra-se a população Maia, sendo caracterizada como não eficientes e não responsiva ao fósforo, por apresentar baixo rendimento de grãos tanto em baixo quanto em alto nível de P. No quarto quadrante tem-se as populações Caiano, Caiano2, Branco Antigo, Aztecão e ST0509 como populações eficientes e não reponsivas a adubação de fósforo, sendo a ST 0509 um destaque pois ela apresentou as maiores produções tanto em baixo quanto em alto P, porém não responde bem ao aumento de níveis de P no solo.

4. CONCLUSÃO

A população ST 0509 apresentou alto desempenho em produtividade tanto em baixo quanto em alto nível de fósforo. Os resultados obtidos a partir do uso desta metodologia de Fageria e Kluthcouski (1980) nos permite inferir que a população Amarelão é a mais eficiente e responsiva em uso de P. ST0509 teve alta eficiência, porém, com pouca resposta à adubação fosfatada, sendo boa recomendação para produção em ambiente com baixo nível de fósforo.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALVES, A.C.; OGLIARI, J. B.; CANCI, A. BALBINOT JUNIOR, A. A.; KIST, V. **Produtividade de grãos de milho crioulo**. In: Produtividade de grãos e qualidade da semente do milho crioulo. Orgs: ALVES, A.C.; OGLIARI, J. B.; CANCI. UFSC, 2008.
- ARAÚJO, P. M. & NASS, L. L. Caracterização e avaliação de milho crioulo. **Scientia Agricola**, v.59, n.3, p.589-593, jul./set. 2002.
- BAYUELO-JIMÉNEZ, J.S., PÉREZ-DECELIS, V.A., MAGDALENO-ARMAS, M.L., GALLARDO-VALDÉZ, M., OCHOA, I., LYNCH, P.J. Genetic variation for root traits of maize (*Zea mays* L.) from Purhepecha Plateau, under contrasting phosphorus availability. **Field Crops Res.** 121, 350–362, 2011.
- BLAIR, G. **Nutrient efficiency: What do we really mean?** In: RANDALL, P.J.; DELHAITZA, E.; RICHARDS, R.A.; MUNNIS, R. (Ed). Genetic aspects of plant mineral nutrition. Dordrecht: Kluwer Academic, 1993. p. 205-213.
- CARPENTIERI-PÍPOLO, V.; SOUZA, A.; SILVA, D. A.; BARRETO, T. P., GARBUGLIO, D. D. ; FERREIRA, J.M. Avaliação de cultivares de milho crioulo em sistema de baixo nível tecnológico. **Acta Scientiarum**. Agronomy Maringá, v. 32, n. 2, p. 229-233, 2010.
- CECCARELLI, S. Specific adaptation and breeding for marginal conditions. **Euphytica**, v. 77, n. 3, p. 205-219, 1994.
- CLARK, R. B. Mineral element concentrations of corn plant parts with age. **Communications in Soil Science and Plant analysis**, New York, v.6, n.4, p. 451-464, 1975.
- COELHO, A. M. **Nutrição e adubação do milho**. Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo. Circular Técnica, 78. Sete Lagoas: Embrapa CNPMS, 2006. 10 p.
- EMBRAPA – Empresa de Pesquisa Agropecuária. **Sistema Brasileiro de Classificação de Solos**. Rio de Janeiro: Embrapa CNPS, 2006. 412p
- FAGERIA, N. K., BALIGAR, V.C., LI, Y.C. The role of nutrient efficient plants in improving crop yields in the twenty first century. **J. Plant Nutr.** 31, 1121–1157, 2008.
- FAGERIA, N. K.; KLUTHCOUSKI, J. **Metodologia para avaliação de cultivares de arroz e feijão para condições adversas de solo**. Brasília: EMBRAPA/CNPAP, 1980. 22 p.
- FAQUIN, V. **Nutrição Mineral de Plantas**. Lavras: UFLA / FAEPE, 2005. 91-96 p.
- FERREIRA, D.F. SISVAR: um programa para análises e ensino de estatística. **Revista Symposium**, Lavras, v. 6, p. 36-41, 2008.
- FERREIRA, J. M.; MOREIRA, R. M. P.; HIDALGO, J. A. F. Capacidade combinatória e heterose em populações de milho crioulo. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, n.2, p. 332-339, 2009.

FIDELIS, R.R.; MIRANDA, G.V.; ERASMO, E.A.L. Seleção de populações base de milho sob alta e baixa dose de fósforo em solo de cerrado. *Pesq. Agropec. Trop.*, Goiânia, v. 39, n. 4, p. 285-293, 2009.

GIEHL, J.; REINIGER, L. R. S.; NOAL, G.; DEPRA, M.S.; MIRANDA, F.; SOMAVILLA, I. Avaliação da relação entre empalhamento da espiga e incidência de fungos em cultivares de milho crioulo. **Cadernos de Agroecologia** –v. 6, n.2, 5 p, 2011.

GORSLINE, G. W.; BAKER, D.E.; THOMAS, W.I. **Accumulation of eleven elements by field corn (*Zea mays* L.)**. Pennsylvania State University Bulletin, Harrisburg, v.725, p.1-33, 1965.

HINSINGER, P. Bioavailability of soil inorganic P in the rhizosphere as affected by root-induced chemical changes: a review. **Plant Soil** 237, 173-195. 2001.

HORST, W. J.; ABDU, M.; WIESLER, F. Genotypic differences in phosphorus efficiency of wheat. **Plant and Soil**, Dordrecht, V. 155/156, p. 293-296, 1993.

JIMÉNEZ, J.S.B.; CADAVID, I.O. Phosphorus acquisition and internal utilization efficiency among maize landraces from the central Mexican highlands. **Field Crops Research**. 156, 123–134, 2014.

LUCENA, L.F.C; OLIVEIRA, F. A.; SILVA, I.F.; ANDRADE, A.P.; Resposta do milho a diferentes doses de nitrogênio e fósforo aplicados ao solo. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**. v4, n.3. p. 334-337, 2000.

MACHADO, A. T. PEREIRA, M. B.; PEREIRA, M. E.; MACHADO, C. T. T.; MÉDICE, L. O. **Avaliação de variedades locais e melhoradas de milho em diferentes regiões do Brasil**. In: SOARES, A. C.; MACHADO, A. T.; SILVA, B. M.; VON DER WEID, J. M. Milho crioulo: conservação e uso da biodiversidade. Rio de Janeiro: AS- PTA, 1998a. p. 93-106.

MACHADO, A. T.; SODEK, L; DÖBEREINER, J.; REIS, V. M. Efeito da adubação nitrogenada e da inoculação com bactérias diazotróficas no comportamento bioquímico da cultivar de milho Nitroflint. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 33, n. 6, p. 961-970, 1998b.

MACHADO, C. T. T.; GUERRA, J. G. M.; ALMEIDA, D. L.; MACHADO, A. T. Variabilidade entre genótipos de milho para eficiência no uso de fósforo. **Bragantia** [online]. vol.58, n.1, p. 109-124. 1999.

MACHADO, C. T. T.; MACHADO, A. T.; FURLANI, A. M. C.; GUERRA, J. G. M. **Avaliação e Caracterização de Variedades Locais de Milho para Eficiência na Absorção e na Utilização de Fósforo**. Boletim de Pesquisa e desenvolvimento. n.143, Embrapa Cerrados Planaltina, DF , 2004. 73 p.

MENEGUETTI, G. A.; GIRARDI, J. L.; REGINATTO, J.C. Milho crioulo: tecnologia viável e sustentável. **Agrocol. e Desenv.Rur.Sustent.**, Porto Alegre, v.3, n.1, jan./mar.2002.

MOLL, R.H.; KAMPRATH, E.J.; JACKSON, W.A. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. **Agronomy Journal**, Madison, v.74, n.3, p. 562-564, 1982.

PARENTONI, S. N.; MENDES, F. F. & GUIMARÃES, L. J. M. (2011) **Melhoramento para eficiência no uso de fósforo**. In: FRITSCHÉ-NETO R & BORÉM A (Eds.) *Melhoramento de plantas para condições de estresses abióticos*. Visconde do Rio Branco, Editora Suprema. 2011, p.101-126.

PUGNAIRE, F.I., CHAPIN III, F.S. Environmental and physiological factors governing nutrient absorption efficiency in barley. **Oecologia** 90, 120-126, 1992.

RICHARDSON, A.E., LYNCH, J.P., RYAN, P.R., DELHAIZE, E., SMITH, F.A., SMITH, S.E., HARVEY, P.R., RYAN, M.H., VENEKLAAS, E.J., LAMBERS, H., OBERSON, A., CULVENOR, R.A., SIMPSON, R.J. Plant and microbial strategies to improve the phosphorus efficiency of agriculture. **Plant Soil** 349, 121-156. 2011.

SCHULTHESS, U., FEIL, B., JUTZI, S.C.,. Yield-independent variation in grain nitrogen and phosphorus concentration among Ethiopian wheats. **Agron. J.** 89, 497-506, 1997.

SILVA, F. C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes**. 2. ed. rev. ampl. - Brasília, DF : Embrapa Informação Tecnológica, 1999. 627 p.

ZHU, J., KAEPLER, S.M., LYNCH, J.P. Topsoil foraging and phosphorus acquisition efficiency in maize (*Zea mays* L.). **Funct. Plant Biol.** 32, 749-762, 2005.

WAGATSUMA, E.; GUELLER, J. L.; HORING, C. F.; TSUTSUMI, C, Y. Avaliação de cultivares crioulas de milho em agricultura orgânica no Oeste do Paraná 2005/2007. **Revista Brasileira de Agroecologia**. Paraná, n.2, p.128-131. out. 2007.

YASEEN, M., MALHI, S.S. Selection criteria for genotypes and identification of plant characteristics for phosphorus -efficient wheat. **Commun. Soil Sci. Plant Anal.** 41, 679-695, 2010.