

Manejo da diversidade genética e melhoramento participativo de milho em sistemas agroecológicos

Genetic diversity management and maize participatory breeding under agroecological systems

MACHADO, Altair Toledo¹; MACHADO, Cynthia Torres de Toledo¹; NASS, Luciano Lourenço²

1 Embrapa Cerrados, Planaltina/DF - Brasil, altair@cpac.embrapa.br e cynthia@cpac.embrapa.br ; 2 Embrapa Secretaria de Relações Internacionais, Brasília/DF - Brasil, luciano.nass@embrapa.br

RESUMO

Este trabalho avaliou variedades melhoradas de forma convencional e participativa, novas variedades e variedades locais em diferentes ambientes para verificar o seu potencial genético para melhoramento e posterior uso em diferentes agroecossistemas. Os locais de avaliação foram a área experimental da Embrapa Cerrados, considerada um área convencional, Assentamento Cunha considerada de transição agroecológica e com problemas de estresse devido a pouca disponibilidade de fósforo e o Assentamento Colônia II, área considerada agroecológica. Os resultados desses experimentos demonstraram o potencial das variedades melhoradas de forma participativa Eldorado e Fortaleza, das variedades construídas de forma participativa MC 20, MC 50 e MC 60 e da variedade local Aliança com alto potencial de adaptação em ambientes agroecológicos e eficientes na utilização do Nitrogênio e do Fósforo. A estratégia utilizada nesse trabalho com a construção de novas variedades e o melhoramento participativo foram bastante efetivos neste processo de identificação e adaptação.

PALAVRAS-CHAVE: eficiência no uso de nitrogênio, eficiência no uso de fósforo, pesquisa participativa, agricultura familiar

ABSTRACT

This work evaluated improved varieties developed by formal and participatory breeding, new varieties, and local varieties under different environments aiming to verify their potential for breeding purposes and utilization under different agroecosystems. Three environments were used: conventional area at Embrapa Cerrados experimental station, Cunha's settlement considered a transitional agroecological area with low phosphorus availability, and Colonia's II settlement considered an agroecological area. Our results showed great potential for Eldorado and Fortaleza both developed using participatory breeding. The new varieties MC 20, MC 50, and MC 60 synthesized by participatory approaches and local variety Aliança presented high performance in these environments. All these varieties showed high adaptation under agroecological environments and were highly efficient in nitrogen and phosphorus use. Strategies used to develop new varieties and participatory breeding were high effective to identify varieties well adapted for agroecological systems.

KEY WORDS: Nitrogen efficiency, phosphorus efficiency, familiar agriculture

Correspondências para: altair@cpac.embrapa.br

Aceito para publicação em 09/04/2011

Introdução

A diversidade genética existente na cultura do milho (*Zea mays* L.), com cerca de 300 raças identificadas, é um reservatório genético crucial para manter a capacidade natural de responder às mudanças climáticas e aos diferentes tipos de estresses. As variedades locais de milho, geralmente conservadas pelas comunidades rurais e tradicionais, são fontes potenciais de genes na busca por resistência, tolerância e ou eficiência em relação aos atuais e futuros estresses bióticos e abióticos. O potencial de utilização dessas variedades pode ser observado em Machado & Machado (2004) Machado et al. (2006) e Machado (2007). Além disso, a conservação e uso de variedades locais de milho torna-se crucial para evitar a erosão genética (MACHADO, 2007).

O manejo dos recursos vegetais, incluindo o melhoramento participativo, desempenha um papel relevante para os agricultores familiares, principalmente quando vivem em regiões com condições ambientais, climáticas e econômicas adversas. Tais práticas contribuem para a construção de um ambiente agrícola sustentável, com a elevação de renda e agregação de valores ambientais e sociais, criando as bases para a soberania alimentar das comunidades, que passam a ter autonomia sobre a produção das sementes (MACHADO, 2007).

A melhoria de produtividade sob condições de estresse é possível e iniciativas de melhoramento participativo têm tornado isso viável, especialmente se projetos locais combinarem esforços de melhoramento genético com melhorias no manejo das propriedades. A qualidade dos produtos em sistemas de agricultura local é muito importante e o melhoramento participativo enfoca esse aspecto, buscando atingi-lo antes mesmos que outros caracteres relacionados ao rendimento sejam considerados (MACHADO & FERNANDES, 2001; MORRIS & BELON, 2004; CHIFFOLEAU & DESCLAUX, 2006; DAWSON & MURPHY, 2008).

De uma forma geral, para se minimizar o efeito

do estresse ambiental, a identificação, seleção e uso de variedades mais tolerantes à deficiência de N e P, eficientes na aquisição destes elementos, são elementos chaves na busca de variedades com potencial para adaptação a ambientes com estresses abióticos com ênfase na deficiência de Nitrogênio e Fósforo (MACHADO et al., 1999, 2001; MACHADO & FERNANDES, 2001).

Em sistemas agroecológicos onde se tem um ambiente bastante diverso e variável a estratégia do melhoramento participativo pode ser bastante eficiente no desenvolvimento de variedades adaptadas (CHIFFOLEAU & DESCLAUX, 2006; DAWSON & MURPHY, 2008). A identificação e o desenvolvimento de variedades adaptadas a esses ambientes são fundamentais, uma vez que o estabelecimento de espécies nestes agroecossistemas são distintos e não se repetem em um centro de pesquisa (MACHADO et al., 2007).

Neste sentido, este trabalho procurou avaliar em ambientes distintos variedades de milho oriundas de diferentes estratégias de melhoramento verificando o seu potencial genético para utilização em diferentes agroecossistemas.

Material e métodos

Foram utilizadas no presente estudo 14 variedades de milho, as quais são descritas:

1) **Sol da Manhã**: População de grãos duros e semiduros, alaranjados, com segregação para branco e predomínio de germoplasma Cateto, Eto e Duros do Caribe, originada de 36 populações da América Central e da América do Sul (MACHADO et al., 2006).

2) **Eldorado**: População de grãos dentados e semidentados, amarelos com segregação para branco e predomínio da raça Tuxpeño, formada a partir de populações do México, da América Central e da América do Sul (MACHADO et al., 2006).

3) **MC 20**: Cruzamento da variedade local

Caiano de Sobrália com a variedade CMS 28. Caiano de Sobrália é uma variedade de grãos dentados, amarelos de ciclo semiprecoce e com vários ciclos de seleção massal estratificada realizada pela comunidade de Sobrália (MG) (MACHADO et al., 2006). A variedade CMS 28 tem predomínio da raça Tuxpeño, apresenta porte baixo e ciclo precoce.

4) **BR 106**: Variedade obtida na Embrapa Milho e Sorgo, em Sete Lagoas, MG, a partir de três cultivares brasileiras (Maya, Centralmex e Dentado Composto) e uma introdução exótica (Tuxpeño 1). Apresenta endosperma dentado e cor amarela, porte baixo (MACHADO et al., 2006).

5) **BR 473**: Sintético de ciclo precoce, de grãos amarelos, semiduros, com alta qualidade protéica (MACHADO et al., 2006).

6) **MC 60**: Cruzamento da variedade local Carioca com a variedade Eldorado. A variedade Carioca apresenta os grão semidentados, amarelos e de ciclo semiprecoce e está sendo selecionado por agricultores de Laranjeiras do Sul, PR (MACHADO, 1998; MACHADO et al., 2008).

7) **Branco Morgado**: Variedade local da região de Alegre, ES. Apresenta grãos dentados e de coloração branca, porte alto e ciclo tardio.

8) **Caiano**: Variedade de grãos dentados, amarelos de ciclo tardio. Variedade plantada em Alegre (ES) há mais de 20 anos (MACHADO et al., 2006).

9) **Fortaleza**: Variedade originária do BR 106 possui germoplasma semelhante e vem sendo cultivada na região de Muqui há mais de 15 anos com vários ciclos de seleção massal estratificada (MACHADO et al., 2006).

10) **Grão de Ouro**: Variedade local da região de Muqui, ES. Apresenta grãos dentados e de coloração amarela, ciclo semiprecoce e porte alto.

11) **Palha Roxa**: Variedade de grãos dentados, porte alto, amarelos de ciclo tardio. Variedade plantada em Alegre (ES) há mais de 20 anos

(MACHADO, 1998).

12) **Aliança**: Variedade local da região de Muqui, ES. Apresenta grãos dentados e de coloração amarela, ciclo semiprecoce e porte alto.

13) **Pedra Dourada**: Variedade de grãos dentados e semidentados, amarelos, porte baixo e ciclo precoce. Variedade produzida e conservada por agricultores da região de Tombos, MG (MACHADO, 1998).

14) **MC 50**: Cruzamento da variedade local Carioca com a variedade BRS 4150 variedade esta também denominada de Composto Veja Precoce, formada pelo intercruzamento de três híbridos simples e dois híbridos duplos. Tem germoplasma tropical com introdução de materiais de clima temperado e foi obtida na Embrapa Milho e Sorgo. Apresenta grãos dentados, amarelos, porte normal e ciclo precoce (MACHADO et al., 2008).

Métodos de seleção utilizados

Melhoramento convencional

BR 106: Variedade selecionada pela Embrapa Milho e Sorgo a partir de métodos de seleção com utilização de progênies. Ciclos sucessivos de seleção entre e dentro de famílias de Irmãos Germanos e S1. Já foram obtidos mais de 20 ciclos de seleção.

BR 473: Variedade selecionada pela Embrapa Milho e Sorgo e foi obtida pelo intercruzamento de seis linhagens elites QPM. Nos últimos dois ciclos de seleção de progênies de meio-irmãos foi selecionada para aumentar a adaptação ampla às condições do Sudeste e Sul do Brasil. Já foram obtidos mais de 14 ciclos de seleção.

Melhoramento participativo centralizado para descentralizado

Neste tipo de melhoramento os primeiros ciclos

de seleção foram realizados na Instituição de Pesquisa Embrapa e em uma segunda fase ciclos contínuos de seleção realizados na comunidade de agricultores. Após sucessivos ciclos de seleção esta variedade é dividida em duas amostras. Uma retorna para a Instituição de pesquisa e a outra fica em definitivo na Comunidade. Como exemplo dessa metodologia temos a variedade BRS Sol da Manhã, onde, na primeira fase de seleção, foram realizados três ciclos de seleção massal, um ciclo de seleção de meio-irmãos, um ciclo de seleção de irmãos germanos e um ciclo de seleção de famílias endogâmicas S1 na Embrapa Agrobiologia. Na segunda fase foram realizados dois ciclos de massal e um de irmãos germanos em uma comunidade de pequenos agricultores denominada Sol da Manhã. Esta variedade foi desdobrada em duas amostras. A amostra que ficou na Embrapa sofreu vários ciclos de seleção massal estratificada e está sendo distribuída a diferentes comunidades de agricultores familiares no Brasil, os quais tem dado seqüência nos ciclos de seleção massal estratificada.

Melhoramento participativo para sistemas agroecológicos

Procurando adaptar variedades a sistemas agroecológicos, a variedade Eldorado foi submetida a diferentes ciclos de seleção no qual foram realizados três ciclos de seleção massal, um ciclo de seleção de meio-irmãos, um ciclo de seleção de irmãos germanos e um ciclo de seleção de famílias endogâmicas S1.

Em um primeiro momento, esta variedade foi selecionada para eficiência ao estresse abiótico (MACHADO & MACHADO, 2003, 2004) e em particular com ênfase na eficiência ao uso de fósforo (MACHADO et al., 1999; 2001). A partir do ano agrícola 1999/2000 foram realizados dois ciclos de seleção massal e um ciclo de irmãos germanos utilizando esterco de gado como fonte

nitrogenada e um ciclo de irmão germanos. A partir de 2003, esta seleção foi direcionada em ambientes com adubação verde, no qual houve rotação com mucuna e consórcio com crotalária. Foram realizados cinco ciclos adicionais de seleção massal estratificada.

Formação de novas variedades com potencial para sistemas agroecológico

De forma participativa novas variedades foram formadas para serem utilizadas em programas de melhoramento participativo. A partir dos dados dos ensaios de competição de cultivares realizados em conjunto com pequenos agricultores de diferentes regiões do Brasil. Algumas variedades locais apresentaram um ótimo potencial em ambientes com estresse e em sistemas orgânicos de produção, mas apresentavam alguns defeitos agrônômicos tais como porte de planta, acamamento e quebramento (MACHADO, 1998; MACHADO et al., 1998).

Neste sentido, estas variedades foram avaliadas em um cruzamento dialélico parcial entre variedades melhoradas e locais, no qual foram identificados alguns cruzamentos potenciais entre variedades locais e melhoradas com base nos dados da capacidade geral de combinação (MACHADO et al., 2008). Foram formadas algumas combinações que foram descritas neste trabalho como MC 20, MC 50 e MC 60 . Estas variedades já foram submetidas a três ciclos de seleção massal e estão participando de ensaios em conjunto com as comunidades de pequenos agricultores, sendo que tais variedades têm sido adotadas por diferentes comunidades.

Ensaio de competição de cultivares

Foram realizados três ensaios de campo: no Assentamento Cunha, em Cidade Ocidental, GO; no Assentamento Colônia II em Padre Bernardo, GO e no Campo Experimental da Embrapa

Cerrados, Planaltina, DF. A partir dos resultados de análises de solo dos três locais, foi ajustado o fósforo (P) e nitrogênio (N) com a aplicação de termofosfato e esterco bovino, respectivamente (Tabela 1). A adubação verde com leguminosas foi introduzida antes do plantio dos ensaios de milho.

Os ensaios foram conduzidos no ano agrícola 2007/2008, em delineamento de blocos casualizados completos, com três repetições. As parcelas experimentais constaram de quatro fileiras de 10m, com 50 plantas por fileira. Os dados foram obtidos apenas nas duas fileiras internas da parcela experimental. Os ensaios foram analisados individualmente segundo o delineamento em

blocos ao acaso. Foram anotados os seguintes caracteres agrônômicos: número de plantas; número de espigas; peso de grãos; umidade de grãos; Caracteres químicos.

Os caracteres químicos determinados foram: teor e conteúdo de nitrogênio (conforme descrito por BREMNER & MULVANEY, 1982) e teor e conteúdo de fósforo (SILVA, 1999).

Foram determinadas ainda as formas de N predominante no solo, NO_3^- e NH_4^+ em quatro épocas, a saber: no plantio; aos 45 dias; aos 70 dias e por ocasião da colheita e de acordo com o método.

Baseado no modelo foram determinados os

Tabela 1: Resultados das análises de solo na Embrapa Cerrados, Assentamento Cunha e Assentamento Colônia II. Ano agrícola 2006/2007.

Atributos	Embrapa Cerrados	Assentamento Cunha	Assentamento Colônia II
pH água	5,5	5,4	6,6
pH CaCl_2	4,8	4,9	5,7
Mat. org. (dag/kg)	4,3	3,8	2,7
P (mg/dm^3)	6,0	3,1	8,2
K (mg/dm^3)	102	316	67
S (mg/dm^3)	3,1	1,8	2,3
Ca ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$)	2,3	2,3	2,7
Mg ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$)	1,1	1,2	1,0
Ca/Mg	2,1	1,9	2,7
Al ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$)*	0,1	0,1	0,0
H+Al ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$)*	5,8	4,9	2,6
CTCt ($\text{cmol}_c/\text{dm}^3$)	9,5	9,2	6,5
V (%)	39	47	60
m (%)	3	2	0
B (mg/dm^3)	0,3	0,3	0,1
Zn (mg/dm^3)	2,5	1,6	3,6
Fe (mg/dm^3)*	66	75	101
Mn (mg/dm^3)	9,7	44,7	12,3
Cu (mg/dm^3)	0,7	1,3	0,2
Areia (%)	34	6	69
Silte (%)	14	20	13
Argila (%)	52	74	18

índices de eficiência na utilização de Nitrogênio (Pg/Ng) e de Fósforo (Pg/Phg), o qual avalia a produção de grãos por unidade do nutriente no grão.

Adotou-se, neste estudo, o modelo fixo, de forma que as conclusões desse experimento são válidas somente para o referido conjunto de variedades. Os procedimentos estatísticos constaram de análise de variância com aplicação do teste F de SNEDECOR. Para as fontes de variação onde houve diferenças significativas, aplicou-se o teste de DMS. Para os caracteres peso de espigas, conteúdo de nitrogênio e de fósforo os quadrados médios residuais não diferiram muito (até quatro vezes entre o maior e o menor) (GOMES, 1998).

Resultados e discussão

Neste trabalho, procurou-se avaliar o desenvolvimento de um programa de melhoramento participativo em ambientes com algum tipo de estresse abiótico, como a falta de nitrogênio e fósforo, em locais considerado de transição agroecológica e em locais estabelecidos

como agroecológico. Variedades selecionadas de forma participativa para algum tipo de estresse e para sistemas agroecológicos foram avaliadas em conjunto com variedades selecionadas de forma convencional dentro de um centro de pesquisa.

Os locais de avaliação neste sentido foram a área experimental da Embrapa Cerrados, considerada um área convencional, a área do Assentamento Cunha considerada de transição agroecológica e com problemas de estresse devido a pouca disponibilidade de fósforo e a área do Assentamento Colônia II, área considerada agroecológica. Estes assentamentos são comunidades de pequenos agricultores. Na Tabela 1, pode-se observar a descrição da análise do solo nestes locais.

Para compreender um pouco a disponibilidade de nitrogênio nas suas formas nítrica e amoniacal nos ambientes dos assentamentos com manejo agroecológico, amostragens em diferentes épocas e na figura 1, são apresentados estes resultados no qual observa-se que nos dois locais de estudo e nas três épocas de determinação houve predomínio de N na forma amoniacal, o que indica

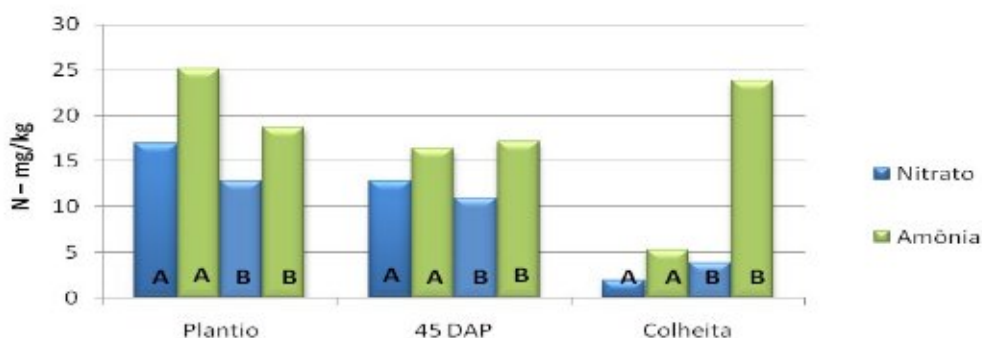


Figura 1: Teor de N no solo nas formas de nitrato e amônia determinados em três épocas distintas; plantio, 45 dias após o plantio (45 DAP) e colheita no Assentamento Colônia II (A) e Assentamento Cunha (B).

que em sistemas agroecológicos, diferentemente de sistemas convencionais (onde tende a predominar $N^-NO_3^-$), a maior disponibilidade de N se dá na forma de NH_4^+ . Isto indica que as variedades eficientes nesse sistema devem ser eficientes em absorver o N na forma de $N^-NH_4^+$ e isto requer uma eficiente identificação dentro de germoplasmas das espécies alvos, uma vez que a maioria das variedades disponíveis possuem mecanismos de eficiência na absorção de N na forma de NO_3^- (MACHADO & FERNANDES, 2001).

Neste trabalho foram utilizadas 14 variedades separadas em três grupos distintos: variedades locais (Branco Morgado, Caiano do Espírito Santo, Grão de Ouro, Palha Roxa do Espírito Santo, Aliança e Pedra Dourada), melhoradas de forma convencional (BR 106 e BR 473) e melhoradas de forma participativa (Sol da Manhã, Eldorado, Fortaleza, MC 20, MC 50 e MC 60, sendo que estas três últimas são variedades recém-formadas).

Na Tabela 2, são apresentados os dados relativos à produção de grãos nos experimentos

Tabela 2: Produção de grãos (kg/ha) nos ensaios realizados nos Assentamentos Colônia e Cunha e na Embrapa Cerrados nos anos agrícolas 2006/2007 e 2007/2008.

Tratamentos	Colônia (kg/ha) 2007	Cunha (kg/ha) 2007	Embrapa (kg/ha) 2007	Colônia (kg/ha) 2008	Cunha (kg/ha) 2008	Embrapa (kg/ha) 2008	Média Geral
1. Sol da Manhã	7.317	3.367	6.567	7.500	7.800	4.877	6.238
2. Eldorado	8.750	4.267	8.200	7.667	10.083	6.170	7.522
3. MC 20	9.883	3.800	9.167	8.113	9.700	4.927	7.598
4. BR 106	8.183	3.583	8.117	7.800	8.933	4.423	6.839
5. BR 473	6.333	3.467	7.433	6.400	7.650	5.577	6.143
6. MC 60	9.517	4.467	8.800	8.767	9.200	5.313	7.677
7. Branco Morgado	3.017	3.217	7.083	6.700	7.533	4.187	5.289
8. Caiano ES	5.783	3.550	7.433	8.233	8.283	5.840	6.520
9. Fortaleza	8.833	3.800	8.600	7.000	9.333	5.210	7.129
10. Grão de Ouro	7.500	4.433	7.783	7.767	8.550	5.073	6.851
11. Palha Roxa ES	7.600	3.517	8.233	7.200	9.400	7.080	7.171
12. Aliança	8.250	4.600	8.017	7.267	9.650	4.900	7.114
13. Pedra Dourada	7.383	2.817	7.050	7.300	7.500	4.433	6.080
14. MC 50	8.900	4.133	7.183	8.300	9.783	6.653	7.492
QM (genótipo)	9,273	0,833	1,669	1,288	2,518	2,171	0,979
QM (erro)	0,471	0,401	0,874	1,078	0,898	1,148	0,811
Média	7.661	3.787	7.833	7.574	8.814	5.333	6.833
CV (%)	8,96	16,73	11,94	13,71	10,75	20,00	13,68
DMS (5%)	1,089	0,986	1,622	1,743	1,590	1,798	1,006

dos três locais e nos dois anos agrícolas. Para o coeficiente de variação, tivemos os valores de 8,96; 16,73 e 11,94 % para os experimentos realizados nos Assentamentos Colônia, Cunha e na Embrapa Cerrados, respectivamente, no ano agrícola 2006/2007 e de 13,71, 10,75 e 20,00% para o ano agrícola de 2007/2008, indicando confiabilidade nos dados apresentados. Os valores de produção média foram de: 7661, 3787 e 7833 kg/ha, para os locais Colônia, Cunha e Embrapa,

respectivamente no ano agrícola de 2006/2007. Verifica-se, que os menores valores de produção foram obtidos nos ensaios realizados no Assentamento Cunha o que está de acordo com as análises de solo realizadas e que indicaram problemas com a baixa disponibilidade de fósforo. No ano agrícola de 2007/2008 os valores foram de 7574, 8814, 5333. Observa-se um incremento no valor do experimento realizado no Assentamento Cunha, onde o manejo do solo com adubos verdes

Tabela 3: Estimativas de eficiência na utilização de Nitrogênio (Pg/Ng) e na utilização de fósforo (Pg/Phg) nos ensaios realizados nos Assentamentos Colônia e Cunha e na Embrapa Cerrados nos ano agrícola 2006/2007.

Tratamentos	Colônia (Pg ¹ /Ng ²) 2007	Cunha (Pg/Ng) 2007	Embrapa (Pg/Ng) 2007	Média	Colônia (Pg/Phg ³) 2007	Cunha (Pg/Phg) 2007	Embrapa (Pg/Phg) 2007	Média
1. Sol da Manhã	49,68	64,41	50,90	54,99	19,36	28,05	24,85	24,08
2. Eldorado	52,16	74,28	60,28	62,24	20,78	34,49	30,91	28,72
3. MC 20	52,12	73,09	54,59	59,93	20,60	34,29	27,38	27,42
4. BR 106	51,02	77,15	56,33	61,50	20,27	34,71	29,13	28,03
5. BR 473	49,68	71,82	55,35	58,95	20,78	33,53	26,51	26,94
6. MC 60	52,73	71,90	61,78	62,13	23,42	30,75	29,20	27,79
7. Branco Morgado	46,58	58,38	59,23	54,73	17,98	26,09	31,15	25,07
8. Caiano ES	48,58	64,34	57,37	56,76	20,97	29,08	25,66	25,23
9. Fortaleza	49,14	69,55	61,77	60,15	20,27	33,29	30,36	27,97
10. Grão de Ouro	49,76	71,81	58,20	59,92	20,84	33,02	31,36	28,40
11. Palha Roxa ES	50,86	70,59	54,75	58,73	22,08	32,73	28,82	27,87
12. Aliança	47,47	66,52	59,30	57,76	22,68	28,00	30,05	26,91
13. Pedra Dourada	52,21	67,48	58,48	59,39	19,64	30,46	24,45	24,85
14. MC 50	54,09	73,26	63,54	63,63	22,97	32,14	30,20	28,43
QM (genótipo)	13,50	72,70	34,82		6,59	22,80	16,99	
QM (erro)	3,85	13,20	24,77		5,84	13,44	19,73	
Média	50,43	69,61	58,00	59,34	20,90	31,46	28,57	26,97
CV (%)	3,89	5,22	8,58		11,56	11,65	15,54	
DMS (5%)	3,29	6,09	8,35		4,05	6,15	7,45	

¹Pg = Peso de grãos

²Ng = Conteúdo de Nitrogênio nos grãos

³Phg = Conteúdo de Fósforo nos grãos

e incorporação de termofosfato mostrou-se bastante efetivo no incremento da produção neste local.

Na média geral desses ensaios observou-se destaque para as variedades MC 60, MC 20, Eldorado e MC 50 com produções de 7677, 7598, 7522 e 7492 Kg/ha, respectivamente. Comprova-se a eficiência do melhoramento participativo adotado, onde o Eldorado vem sendo desenvolvido por vários ciclos a seleção em sistemas orgânico e a formação das novas variedades MC 60, MC 20 e MC 50 a partir de dados relativos a outros experimentos no qual orientou os cruzamentos realizados mostrou um alto potencial produtivo podendo inclusive serem utilizados de imediato pelas comunidades de agricultores (MACHADO, 2006; MACHADO, 2007). A formação de novas variedades é uma estratégia bastante importante para incrementar a diversidade genética do milho, visto que a maioria das variedades locais de milho no Brasil encontram-se em franco processo de erosão genética (MACHADO, 2007).

Nestes experimentos, pode-se comprovar a baixa produtividade das variedades locais Branco Morgado e Pedra Dourada em todos ensaios de avaliação indicando um forte processo de erosão. A variedade melhorada BR 473 também apresentou produções baixas, provavelmente como indicação da baixa adaptação dessas variedades para sistemas agroecológicos e ambiente sob estresse para fósforo.

Neste trabalho pode-se observar a eficiência da estratégia do melhoramento participativo na adaptação e incremento da produtividade em sistemas agroecológicos e também em áreas marginais que sofrem constantemente por problemas de estresse ambiental e está de acordo com diferentes referências bibliográficas que destacam esta importância (CHIFFLOLEAU & DESCLAUX, 2006; HELLIM et al., 2008; DAWSON & MURPHY, 2008, MACHADO & MACHADO, 2003, 2008; MACHADO et al., 2006).

No intuito de compreender um pouco dos mecanismos de absorção nutricional entre estas variedades, buscando informações que possam auxiliar em futuros trabalhos de melhoramento e de construção de novas variedades além de seus aspectos nutricionais, foram avaliados conteúdo dos macronutrientes nitrogênio (N) e fósforo (P).

Na Tabela 3, são apresentados os dados relativos as estimativas de eficiência na utilização de nitrogênio e fósforo, no qual houve destaque para as variedades MC 50, Eldorado e MC 60 com valores de 63,63; 62,24 e 62,13, respectivamente. Para eficiência na utilização de fósforo houve destaque para as variedades Eldorado, MC 50 e BR 106 com valores de 28,72; 28,43 e 28,03.

Os resultados desses experimentos foram bastante interessantes, uma vez que foi possível verificar o potencial de diferentes variedades de milho na adaptação em sistemas agroecológicos estabelecidos e em áreas do bioma Cerrado que sofrem constantemente com problemas de estresses ambientais como a falta de nitrogênio e fósforo. A diversidade, a construção de novas variedades e o melhoramento participativo foram estratégias bastante úteis neste processo de identificação e adaptação.

Conclusões

Neste trabalho, houve destaque para as variedades melhoradas de forma participativa Eldorado e Fortaleza, para as novas variedades construídas MC 20, MC 50 e MC 60 e para variedade local Aliança com alto potencial de adaptação a sistemas agroecológicos e que podem ser utilizadas de imediato pelos agricultores e também ser incorporadas em programas de melhoramento genético participativo e em programas de melhoramento que visam eficiência no uso de nitrogênio e fósforo.

Referências bibliográficas

BREMNER, J. M. & KEENEY, D. R. Determination

- and isotope-ratio analysis of different forms of nitrogen in soils: 3 Exchangeable ammonium, nitrate and nitrite by extraction-distillation methods. **Soil Sci Am Proc.** 30:577-588, 1966.
- BREMNER, J.M. & MULVANEY, C.S. Nitrogen total. In: PAGE, A.L.; MILLER, R.H. & KEENEY, D.R., ed. **Methods of soil analysis: Part 2, Chemical and Biological Properties.** Madison: American Society of Agronomy Soil Science Society of America, p. 595-624.1982.
- CHIFFOLEAU, Y. & DESCLAUX, D. Participatory plant breeding: the best way to breed for sustainable agriculture. **International Journal of Agricultural Sustainability** 4(2): 119-130, 2006.
- DAWSON, J. C. & MURPHY, K.M. Decentralized selection and participatory approaches in plant breeding for low-input systems. **Euphytica.** 160: 143-254, 2008.
- GOMES, F.P. **Estatística Experimental.** 10a edição, ESALQ/USP. Piracicaba, SP.,1982. 430p.
- HELLIN, J.; BELLON, M.R.; BADSTUE, L.; DIXON, J. & LA ROVERE, R. Increasing the impacts of participatory research. **Expl. Agric.** 44: 81-95, 2008.
- MACHADO, A.T. Resgate e caracterização de variedades locais de milho. In: SOARES, A.C.; MACHADO, A.T.; SILVA, B.M. & WEID, von der J.M. (Ed.). **Milho Crioulo: conservação e uso da biodiversidade.** Rio de Janeiro: AS-PTA, 1998. p. 82-92.
- MACHADO, A.T.; PEREIRA, M.B.; PEREIRA, M.E.; MACHADO, C.T. de 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. & WEID, von der J.M. (Ed.). **Milho Crioulo: conservação e uso da biodiversidade.** Rio de Janeiro: AS-PTA, 1998. p. 93-106.
- MACHADO, A. T.; FERNANDES, M. Participatory maize breeding for low nitrogen tolerance. **Euphytica**, Wageningen, v.122, p. 567-573, 2001.
- MACHADO, A.T.; MACHADO, C.T.T. **Melhoramento vegetal participativo com ênfase na eficiência nutricional.** Planaltina: Embrapa Cerrados, 2003. 39p. (Documentos/Embrapa Cerrados, 104).
- MACHADO, A.T.; MACHADO, C.T.T. Management of genetic diversity of maize in agricultural communities in Brazil. In: Badejo, M.A.; Togun, A.O. (Ed). **Strategies and Tactics of Sustainable Agriculture in the Tropics.** Vol. 2. College Press & Publishers Ltd., 2004, p. 181-195.
- MACHADO, A.T.; NUNES, J.A.; MACHADO, C.T.T.; NASS, L.L.; BETTERO, F.C.R. Mejoramiento participativo en mays: su contribución en el empoderamiento comunitario en el municipio de Muqui, Brasil. **Agronomia Mesoamericana**, 17(3): 393-405. 2006.
- MACHADO, A.T. Manejo dos recursos vegetais em comunidades agrícolas: enfoque sobre segurança alimentar e agrobiodiversidade. In: NASS, L.L. (Ed.). **Recursos Genéticos Vegetais.** Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2007. p.717-744.
- MACHADO, A.T.; NASS, L.L.; PACHECO, C.A.P. Cruzamentos intervarietais de milho avaliados em esquema dialélico parcial. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 7, p.291-304, 2008.
- MACHADO, C.T.T.; GUERRA, J.F.M.; ALMEIDA, D.L.; MACHADO, A.T. Variabilidade entre genótipos de milho para eficiência no uso de fósforo. **Bragantia**, Campinas, v. 58, n. 1, p. 109-124, 1999.
- MACHADO, C.T. de T.; FURLANI, A.M.C.; MACHADO, A.T. Índices de eficiência de variedades locais e melhoradas de milho ao fósforo. **Bragantia**, Campinas, v.60, n.30, p.225-238, 2001.
- MACHADO, C. T. T.; MACHADO, A. T. Agroecologia e agrobiodiversidade como instrumentos para o desenvolvimento sustentável do Cerrado brasileiro. In: Lucilia M.P., et al., (eds.) **Cerrado: desafios e oportunidades para o desenvolvimento sustentável.** Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, p. 263-304, 2008.
- MOLL, R.H.; KAMPRATH, E.J. & JACKSON, A. Analysis and interpretation of factors which contribute to efficiency of nitrogen utilization. **Agron. J.** 74:562-564, 1982.
- MORRIS, M. L.; BELLON, M. R. Participatory plant breeding research: opportunities and challenges for the international crop improvement system. **Euphytica**, Wageningen, v. 136, p. 21-35, 2004.
- SILVA, F.C. **Manual de análises químicas de solos, plantas e fertilizantes.** Brasília: Embrapa Comunicação para Transferência de Tecnologia, 1999. 370p.