

Avaliação de produtividade e capacidade de expansão de famílias de meios irmãos de milho pipoca

Jean Raphael A. B. Ribeiro^{1*}, Celso Gonçalves de Aguiar¹, Marcos de Araujo Rodovalho²

¹Curso de Agronomia, Centro Universitário Assis Gurgacz (FAG), Cascavel, Paraná.

^{1*}jrabribeiro@gmail.com

²Engenheiro Agrônomo. Doutor em Agronomia (UEM). Pesquisador da Syngenta SEEDS – Cascavel Pr

Resumo: Espécie de grande importância sócio econômica para o Brasil, o milho (*Zea mays* L.) destaca-se por adaptação e utilização em várias cadeias do mercado de combustíveis alimentos e derivados. Dentre as raças de milho tem-se as que se classificam como especiais, e neste conjunto destaca-se o milho pipoca, que é caracterizado por ter sementes consideradas pequenas, mas com capacidade de expandir quando submetidas a temperaturas altas. Por meio do melhoramento genético e tecnologias incorporadas é possível elevar significativamente suas qualidades. Uma das limitações do cultivo do milho pipoca é o reduzido número de cultivares disponíveis no mercado. Utilizou-se uma população F2 do híbrido AP-6005 da empresa General Mills Brasil Alimentos LTDA. composta por 165 famílias de meios irmãos do híbrido e estas foram avaliadas em um látice 13X13 no município de Cascavel – PR. A população melhorada agora possui médias de 63313.65 kg ha⁻¹ para rendimento de grão e 22.97 g mL⁻¹ para capacidade de expansão. Diante dos valores de ganho de seleção as estimativas de ganho de seleção acima de 1.87 % expressam o potencial genético da população em responder a seleção para rendimento de sementes e capacidade de expansão. O objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros de melhoramento e selecionar uma nova população utilizando a metodologia intrapopulacional com o intuito de atender pequenos produtores com cultivares de baixo custo e com capacidade de expansão e rendimento melhorado.

Palavras-chave: melhoramento intrapopulacional; produção; qualidade.

Evaluation of yield and popping expansion of half-sib families.

Abstract: A species of great socio-economic importance for Brazil, maize (*Zea mays* L.) stands out for its adaptation and use in various food and derivatives market chains. Among the breeds of corn there are those that are classified as special, and in this set stands out the popcorn, which is characterized by having seeds considered small, but with the ability to expand when subjected to high temperatures. Through genetic improvement and incorporated technologies it is possible to significantly increase its qualities. One of the limitations of popcorn cultivation and the small number of cultivars available on the market. An F2 population of the hybrid AP-6005 from the company General Mills Brasil Alimentos LTDA was used. composed of 165 families of half brothers of the hybrid and these were evaluated in a 13X13 lattice in the municipality of Cascavel - PR. The improved population now has averages of 63313.65 kg ha⁻¹ for grain yield and 22.97 g mL⁻¹ for expansion capacity. In view of the selection gain values, the selection gain estimates above 1.87 % express the population's genetic potential to answer the selection for seed yield and expansion capacity. The objective of this work was to estimate improvement parameters and select a new population using the intrapopulation methodology in order to serve small producers with low-cost cultivars with capacity for expansion and improved yield.

Keywords: intra-population improvement; production ; quality.

Introdução

O milho (*Zea mays* L.) destaca-se entre tantas culturas por ser cultivado em grande escala ou até mesmo na agricultura familiar, rico em carboidratos é uma ótima fonte de energia por isso sua utilização é tão abrangente em várias cadeias de produção. Já, o melhoramento genético dessa cultura garante que ela continue impulsionando o agronegócio, quanto mais tecnologia a planta menos ela estará vulnerável as barreiras de doenças, pragas, adaptação de ambiente e o manejo, ou seja, são ganhos para a contribuição da máxima expressão do seu potencial.

Pertencente à família Poaceae, o milho (*Zea mays* L.) é uma gramínea de grande importância socioeconômica para o Brasil. Essa cultura destaca-se por ter ampla utilização tanto na alimentação animal e humana como na produção de óleos e na industrialização, também está exportada como grão e em proteína com maior valor agregado, tudo isso devido a sua extensa área de cultivo e a diversidade de variedades com tecnologias para sua adaptação em todo o território nacional (ABIMILHO, 2008).

Entre centenas de variedades de milho catalogadas que incluem milhos comuns e alguns especiais, temos o milho pipoca (*Zea mays* L. var *everta* (Sturtev) L.H. Bailey). A sua origem, segundo Mangeldorf (1974), é que os índios americanos já utilizavam bem antes da chegada de Colombo a América, sabe-se também que já conheciam a prática de aquecer e estoura-lo. E em meio a várias hipóteses da sua origem apenas comprova-se através de pesquisas que esse tipo de milho tem participação na formação da espécie *Zea mays* L.

O milho pipoca é caracterizado por suas sementes serem pequenas, com pericarpo duro e envolvendo um endosperma com teores de óleo e umidade relativamente elevados, os quais sob a ação de do calor, se expande arrebentando a película do pericarpo e formando a pipoca (GRANATE, CRUZ e PACHECO, 2001).

Para Sawazaki (2001), baseado em informações das empresas empacotadoras, o consumo nacional de milho pipoca está em torno de 80 mil toneladas, sendo que 75% desse mercado corresponde a milho pipoca americano, importado principalmente da Argentina.

Ainda, segundo Sawazaki (2001), o melhoramento genético e desenvolvimento de tecnologia de produção elevaram o aumento significativo na qualidade desse produto nos Estados Unidos e esse fator por sua vez contribuiu para a aceitação desses híbridos no nosso mercado brasileiro e que tornou o País um importador de sementes de milho pipoca.

No Brasil, um dos entraves da cultura do milho pipoca é a limitação de cultivares que reúnam características agrônomicas favoráveis e com alto índice de capacidade de expansão (JÚNIOR *et al.*, 2009). Ou seja, há um déficit no desenvolvimento de programas de melhoramento, que disponibilizam variedades ou híbridos com elevado potencial agrônomico,

por isso algumas instituições vêm atuando em linhas de pesquisa visando o desenvolvimento de cultivares adaptadas às condições brasileiras (SCAPIM *et al.*, 2010).

Segundo o MAPA (2012), a Yoki estava com 22 híbridos exóticos registrados, a Pipo Lino 7 híbridos, e a Seedco. 2 híbridos. Essas empresas são atualmente as maiores fornecedoras de sementes de milho pipoca importado onde elas estabelecem acesso restrito de uso com os produtores parceiros.

O melhoramento intrapopulacional é uma boa metodologia que permite ganhos genéticos com baixo custo em curto período de tempo, com isso se torna uma boa opção em melhoramento em um curto período de tempo para obter novas populações para seguir com novos ciclos posteriormente isso foi observado por (RODOVALHO, *et al.* 2008), (VILARINHO, *et al.* 2003) e (VIANA, 2007).

O melhoramento genético do milho possui duas vertentes: emprego de seleção recorrente na população UNB-2U visando elevar a frequência dos alelos favoráveis (PEREIRA e AMARAL JÚNIOR, 2001) e implementação de dialelos para identificar híbridos superiores e genitores para a formação de compostos (JÚNIOR *et al.*, 2006).

Em geral, a planta do milho pipoca é mais suscetível a doenças e pragas acamamento, quebramento do colmo e podridão de sementes, por isso necessita de um cuidado especial na colheita e principalmente na secagem das sementes para evitar danos no pericarpo e endosperma (ABIMILHO, 2008).

O objetivo deste trabalho foi estimar parâmetros de melhoramento e selecionar uma nova população utilizando a metodologia intrapopulacional com o intuito de atender pequenos produtores com cultivares de baixo custo e com capacidade de expansão e rendimento melhorado.

Material e Métodos

O experimento foi realizado no município de Cascavel-PR, com as seguintes coordenadas S 24°56,021', W 054°34,082', com altitude de 679 metros, semeado no dia 23 de outubro de 2019.

O arranjo experimental utilizado foi em látice 13x13 com 169 tratamentos, em que 4 tratamentos considerados como testemunha. Os tratamentos foram compostos por famílias de uma população (F2) de um híbrido comercial pipoca AP-6005 da empresa General Mills Brasil Alimentos LTDA., coletadas em uma lavoura comercial no município de Sapezal/MT, onde foram cultivadas no ano agrícola de 2019.

Cada espiga coletada deu origem a uma das famílias do total de 165 famílias e foi considerado que essas espigas seriam uma geração F2, uma vez que o híbrido comercial foi considerado como a geração F1. A coleta dessas espigas foram feitas em uma área no interior da lavoura para assegurar que ocorreram apenas cruzamento entre as plantas F1 de milho pipoca.

Os tratamentos culturais foram feitos seguindo as recomendações de (SAWAZAKI, 2001), para adubação de base, cobertura e controle fitossanitário.

Na adubação de base foi utilizada a formulação comercial, aplicando 450 kg ha^{-1} de N-P-K, 9 % de N (amídico), 28 % de P_2O_5 e 16 % de K_2O .

A adubação de cobertura foi parcelada em duas aplicações. A primeira foi feita a aplicação de 300 kg ha^{-1} quando a planta estava no estágio V3, utilizando formulação comercial sulfato de amônio contendo 20 % de N (NH_4^+) e 22 % de S (SO_4) em sua composição. A segunda aplicação 300 kg ha^{-1} quando estava no estágio V6, utilizando formulação comercial ureia + potássio contendo 30 % de N (amídico), e 44 % de K_2O .

O controle fitossanitário preventivo das principais pragas de solo e percevejos foi realizado com tratamento de sementes com inseticidas sistêmicos. As demais aplicações foram realizadas conforme monitoramento da cultura utilizando aplicação com inseticidas.

Cada unidade experimental foi constituída por duas ruas de 3.5 metros de comprimento com espaçamento entre linhas de 60 cm 4.2 m^2 com população de 71.429 plantas ha^{-1} .

As características avaliadas foram altura de planta, altura de espiga, capacidade de expansão e rendimento de sementes.

Para a altura da planta utilizou-se da seguinte metodologia para coletar os dados, com uma régua de 3 metros inserida na base da planta até a folha bandeira.

Altura de espiga utilizou-se uma régua de 3 metros inserida na base da planta até a espiga dominante.

Rendimento de sementes realizou-se a colheita e debulha mecanizada com uma colhedora de parcela da marca ALMACO modelo SHP50, após a debulha realizada a aferição da massa de todas as sementes debulhadas foi realizada com a balança instalada na colhedora de fábrica, e a massa corrigida para 13 % de umidade e extrapolada para kg ha^{-1} .

A capacidade de expansão foi obtida com duas amostras de 30 gramas de cada parcela, as amostras foram estouradas em um micro-ondas de 2450 mega-hertz, por um tempo estabelecido de três minutos e trinta segundos, utilizando-se a potência máxima para todas as amostras que foram estouradas. As sementes foram colocadas em um “Becker” com volume de 1000 mL e utilizando-se um filme plástico de PVC como tampa para que não ocorresse o derramamento no momento que as sementes estouravam, sem a utilização de óleo. O volume

foi aferido utilizando proveta de 2000 mL e a capacidade de expansão calculada por meio da fórmula:

$$CE = \frac{V_{mL}}{M_g}$$

Em que:

CE: capacidade de expansão

V: volume aferido das pipocas estouradas em uma proveta graduada em ML

M: massa de milho pipoca estourada.

Os experimentos em látice foram introduzidos por Yates (1936), com o intuito de aumentar o número de tratamentos analisados e reduzir a quantidade de repetição desde então tem sido uma boa ferramenta para melhoramento genético de diversas culturas (BUENO FILHO e VENCOVSKY. 2000).

O experimento foi implementado e analisado seguindo o modelo matemático de látice quadrado.

Seguindo o modelo:

$$Y_{ijp} = m + t_i + b_{j(p)} + r_p + e_{ijp}$$

Em que:

Y_{ijp} : é a observação na unidade experimental que recebeu tratamento **i** ($i=1,2,...,k^2$), no bloco **j** ($j=1,2,...,k$), dentro da repetição **p** ($p=1,2,...,k+1$);

m : e a média geral;

t_i : é efeito do tratamento **i**;

$b_{j(p)}$: é o efeito do bloco **j**, dentro da repetição **p**;

r_p : é o efeito da repetição **p**; e

e_{ijp} : é o erro na unidade experimental observada.

Esquema do quadro de análise de variância do experimento de acordo com a (Tabela 1).

Tabela 1 - Esquema de ANOVA para um “Látice Balanceado”.

F.V	GL	QM
Repetições	K	Q1
Blocos/Repetições ¹ (não ajustado)	$k^2 - 1$	Q3
Tratamentos (ajustados)	$k^2 - 1$	Q2
Erro Intrabloco	$(k - 1) (k^2 - 1)$	Q4
Total	$k^2 (k+1) - 1$	- -

¹notação para blocos dentro de repetições

Os componentes de variância foram estimados utilizando as seguintes fórmulas:

$$\text{Variância Genotípica: } \hat{\sigma}_g^2 = \frac{Q_{MT} - Q_{MR}}{r}$$

$$\text{Variância Fenotípica: } \hat{\sigma}_f^2 = \hat{\sigma}_g^2 + \frac{1}{r} \hat{\sigma}^2 = \frac{QMT}{r}$$

$$\text{Variância residual: } \hat{\sigma}^2 = QMR$$

$$\text{Herdabilidade com base na média família: } h^2 = \frac{\hat{\sigma}_g^2}{\hat{\sigma}_f^2}$$

$$\text{Coeficiente de variação genético: } CV_g (\%) = 100 \left(\frac{\sqrt{\hat{\sigma}_g^2}}{\bar{X}} \right)$$

$$\text{Coeficiente de variação experimental: } CV_e (\%) = 100 \left(\frac{\sqrt{\hat{\sigma}^2}}{\bar{X}} \right)$$

$$\text{Índice de variação: } b(\%) = 100 \left(\frac{CV_g}{CV_e} \right)$$

Em que:

QMT e o Quadrado médio de tratamento.

QMR e o Quadrado médio de resíduo.

r é o número de repetições.

Os resultados obtidos referentes às características avaliadas foram tabulados e analisados estatisticamente, foi observado altura de plantas, altura da inserção da espiga, capacidade de expansão e rendimento de sementes. Eles foram submetidos à análise de variância e as médias ajustadas seguindo a análise de látice com a recuperação da informação Inter Blocos, por meio do aplicativo Genes (CRUZ, 2001).

Resultados e Discussão

A análise de variância foi feita em esquema de látice e teve sua eficiência comparada com uma análise de experimentos em blocos ao acaso, e diante deste resultado foi possível evidenciar a eficiência da análise em látice para altura de plantas, altura de espigas, capacidade e expansão e rendimento de sementes obteve uma eficiência de 105, 119, 115 e 110 % respectivamente apresentados na (Tabela 2).

A análise de variância indica que há diferenças significativas a 5 % de probabilidade pelo teste F, o que evidencia que existe variabilidade genética para à altura de plantas, altura de espigas, capacidade e expansão e rendimento de sementes (Tabela 2).

Os coeficientes de variação para altura de espigas, altura de planta, capacidade de expansão e produção de sementes foram 7.16, 4.60, 3.90 e 7.81 % respectivamente, os valores

são considerados baixos de acordo com a classificação proposta por (SCAPIM, DE CARVALHO e CRUZ 1995).

A média geral da população para altura de espigas foi 101.01 (cm), para altura de planta foi 198.74 cm, para capacidade de expansão foi 22.18 g mL⁻¹ e produção de sementes foi 6041.82 kg ha⁻¹.

Tabela 2 - Análise de variância para altura de espigas, altura de plantas e capacidade de expansão para população AP-6005, Cascavel-PR, 2020.

F.V.	G.L.	Q.M.			
		Altura de Espigas (cm)	Altura de Plantas (cm)	Capacidade de Expansão (g mL ⁻¹)	Rendimento de Sementes (kg ha ⁻¹)
Famílias (Ajust.)	168	117.95*	145.18*	1.63*	829151.18*
Erro Intrablocos.	144	52.29	83.64	0.75	222778.03
Total	337				
QMr (em blocos)		58.12	109.26	0.94	265867.91
Eficiência relativa(%)		105 %	119 %	115 %	110 %
Repetição	2				
Médias		101.01	198.74	22.18	6041.82
Erro Efetivo		55.57	91.79	0.82	241083.42

*significativa de 5 % de probabilidade mínima

Foram selecionadas 19 famílias tendo como enfoque capacidade de expansão e rendimento de sementes, foram selecionadas as famílias que tiveram o melhor resultado de rendimento de sementes e capacidade de expansão combinados e em concordância com a seleção a nova média de rendimento e capacidade de expansão da população melhorada passou a ser 6313.65 kg ha⁻¹, 22.97 g mL⁻¹ para capacidade de expansão, 198.74 cm para altura de plantas e 101.01cm para altura de espiga (Tabela 3).

Tabela 3 - Parâmetros genéticos e de seleção obtidas, de acordo com as variâncias genéticas entre as famílias AP-6005, Cascavel-PR, 2020.

F.V.	Altura de Espigas (cm)	Altura de Plantas (cm)	Capacidade de Expansão (g mL ⁻¹)	Rendimento de Sementes (kg ha ⁻¹)
Variância Genética	32.82	30.77	0.44	303186.57
Herdabilidade (%)	55.66	42.39	54.06	73.13
CVg (%)	5.67	2.79	2.99	9.11
CVe (%)	7.16	4.60	3.90	7.81
b (%)	0.79	0.61	0.77	1.17
Média Geral População	101.01	198.74	22.18	6041.82
Média População Melhorada	102.19	204.04	22.97	6313.65
Diferencial de Seleção.	1.17	5.30	0.79	271.83
Herdabilidade	0.56	0.42	0.54	0.73
Ganho de Seleção	0.65	2.25	0.43	198.79
GS (%)	0.64	1.10	1.87	3.15

O coeficiente de herdabilidade para a altura de espiga e altura de plantas capacidade de expansão e rendimento de sementes, tiveram os seguintes resultados 55.66, 42.39, 54.06 e 73.13 % respectivamente, resultado semelhante foi observado por (VILARINHO, *et al.* 2003) (Tabela 3).

Na seleção realizada obteve-se um diferencial de seleção que é representado pela diferença entre o parâmetro média geral da população e nova média da população selecionada, assim características os diferenciais foram os seguintes: altura de espigas foi de 1.17 cm, altura de planta 5.30 cm capacidade de expansão 0.79 g mL^{-1} e produtividade $271.83 \text{ kg ha}^{-1}$ (Tabela 3).

Após estimado os coeficientes de herdabilidade e diferencial de seleção foi estimado o ganho de seleção com valores de altura de espigas foi de 0.65 cm, altura de planta 2.25 cm capacidade de expansão 0.43 g mL^{-1} e produtividade $198.79 \text{ kg ha}^{-1}$ (Tabela 3).

Diante dos parâmetros genéticos estimados obteve-se um ganho de seleção de 3.15 % para rendimento de sementes na nova população, e também 1.87 % para a capacidade de expansão e em função da seleção ser praticada com enfoque nas características anteriores obtivemos o incremento nas características altura de plantas e altura de espigas da ordem de 1.10 e 0.64 % respectivamente (Tabela 3).

Na seleção realizada temos um ganho de seleção de 3.15 % com herdabilidade de 73.15 % isso nos indica que a população melhorada vai ter um ganho relacionado a produção de sementes de $271.83 \text{ kg ha}^{-1}$, mas sabemos que esse resultado pode ser alterado devido a herdabilidade, então calculando tudo que possa ser herdada a nova população passamos a ter um ganho genético de $198.79 \text{ kg ha}^{-1}$.

Resultados semelhantes foram observados para a capacidade de expansão com o coeficiente de variação genética de 2.99 % e herdabilidade com 54.06 % indicando que a seleção para esse parâmetro vai possuir um ganho de seleção de 0.43 g mL^{-1} .

Diferente resultado foi observado para altura de plantas que a média geral das populações é de 101.01 cm e a média da população melhorada foi de 102.19 cm, com isso temos um diferencial de seleção indicando que temos um ganho de altura de 1.17 cm sabemos que esses ganhos não são desejáveis para a população selecionada.

Conclusões

As estimativas de ganho de seleção acima de 1.87 % expressam potencial genético da população AP-6005 em responder a seleção para rendimento de sementes e capacidade de expansão.

E possível concluir que pode-se realizar seleção em uma cultivar de milho pipoca, isto traz oportunidades de fazer seleção de famílias e formar populações com características melhoradas para rendimento de sementes e capacidade de expansão e que possam no futuro serem utilizadas como base para extração de linhagens e está serem cruzadas para obtenção de híbridos com heterose.

Referências

ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DAS ÍNDÚSTRIAS DO MILHO. **O cereal que enriquece a alimentação humana**. ABIMILHO, São Paulo: SP, 2008. Acesso: 26 de agosto de 2019.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Registro Nacional de Cultivares - RNC**. Disponível em: < http://sistemas.agricultura.gov.br/snpc/cultivarweb/cultivares_registradas.php />. Acesso em: 26 de agosto de 2019.

BUENO FILHO, J. S. D. S.; VENCOSKY, R. Alternativas de análise de ensaios em látice no melhoramento vegetal. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 35, n. 2, p. 259-296, 2000.

CRUZ, C. D. Programa GENES – versão Windows. **Aplicativo computacional em Genética e Estatística**. 1. ed. Viçosa, MG: Editora UFV, 2001.v.1. 648 p.

JÚNIOR, S. D. P. F.; AMARAL JÚNIOR, A. T. D.; PEREIRA, M. G.; CRUZ, C. D.; SCAPIM, C. A. Capacidade combinatória em milho-pipoca por meio de dialelo circulante. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 41, n. 11, p. 1599-1607, 2006.

JÚNIOR, S. D. P. F.; DO AMARAL JÚNIOR, A. T. D.; RANGEL, R. M.; VIANA, A. P. Genetic gains in popcorn by full-sib recurrent selection. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 9, n. 1, 2009

GRANATE, M. J., CRUZ, C. D., PACHECO, C. A. P. Número mínimo de famílias de meios-irmãos para representar uma população de milho-pipoca. **Embrapa Milho e Sorgo-Artigo em periódico indexado (ALICE)**, 2001.

MANGELSDORF, P. C. **Corn. Its origin, evolution and improvement** (No. 2. ed.). Belknap Press of Harvard University Press, 1974.

PEREIRA, M. G.; AMARAL JÚNIOR, A. T. Estimation of genetic components in popcorn based on the nested design. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 1, n. 1, p. 3-10, 2001.

PAULA, T. O. M. D.; GONÇALVES, L. S. A.; AMARAL JÚNIOR, A. T. D.; OLIVEIRA, É. C. D.; SILVA, V. Q. R. D.; SCAPIM, C. A.; LOPES, A. D. Magnitude of the genetic base of commercial popcorn and in recommendation in Brazil. **Crop Breeding and Applied Biotechnology**, v. 10, n. 4, p. 289-297, 2010.

RODOVALHO, M. D. A.; MORA, F.; SANTOS, E. M. D.; SCAPIM, C. A.; ARNHOLD, E. Heredabilidad de la sobrevivencia en 169 familias de maíz-roseta de granos blancos: Un enfoque Bayesiano. **Ciencia e investigación agraria**, v. 35, n. 3, p. 303-309, 2008.

SAWAZAKI, E. A cultura do milho pipoca no Brasil. In: IAC - Centro de Plantas Graníferas. **O Agrônomo**, Campinas-SP, 53(2), 2001.

SAWAZAKI, E. A cultura do milho pipoca no Brasil. **O agrônomo**, v. 53, n. 2, p. 11-13, 2001.

SCAPIM, C. A.; DO AMARAL JÚNIOR, A. T.; VIEIRA, R. A.; MOTERLE, L. M.; TEXEIRA, L. R.; VIGANÓ, J.; JÚNIOR, G. B. S. Novos compostos de milho-pipoca para o Brasil. Semina: **Ciências Agrárias**, v. 31, n. 2, p. 321-329, 2010.

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

VILARINHO, A. A.; VIANA, J. M. S.; SANTOS, J. F. D.; CÂMARA, T. M. M. Eficiência da seleção de progênies S1 e S2 de milho-pipoca, visando à produção de linhagens. **Bragantia**, v. 62, n. 1, p. 9-17, 2003

VIANA, J. M. S. Melhoramento intrapopulacional recorrente de milho-pipoca, com famílias de meios-irmãos. **Revista Brasileira de Milho e Sorgo**, v. 6, n. 02, 2007.

YATES, F. A new method of arranging variety trials involving a large number of varieties. **The Journal of Agricultural Science**, v. 26, n. 3, p. 424-455, 1936.