



OBJETIVOS DE DESENVOLVIMENTO SUSTENTÁVEL

2 FOME ZERO E AGRICULTURA SUSTENTÁVEL



COMUNICADO
TÉCNICO

245

Sete Lagoas, MG
Setembro, 2020

Embrapa

Diversidade genética entre acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Milho que compõem o Kit Diversidade de Milho para o Semiárido

Flávia França Teixeira
José Heitor Vasconcellos

Diversidade genética entre acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Milho que compõem o Kit Diversidade de Milho para o Semiárido

Introdução

O Banco Ativo de Germoplasma de Milho (BAG Milho) do Brasil preserva mais de 4.000 variedades de milho na Embrapa Milho e Sorgo (Sete Lagoas-MG), sendo a maioria destas variedades originárias de coleta no Brasil. O BAG Milho é mantido com o intuito de preservar, conhecer e usar a biodiversidade do milho, e, para tanto, são realizadas diversas atividades de rotina, como conservação de sementes em câmaras frias e secas, multiplicação de acessos, caracterização e avaliação agrônômica e intercâmbio de amostras para fins de pesquisa (Teixeira et al., 2009).

Cada acesso do BAG é uma população que por ser mantida em condições *ex situ* não passa por processos evolutivos que estariam sujeitas se fossem cultivadas ano a ano. Dentre

as informações sobre os acessos do BAG Milho disponíveis na plataforma ALELO (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2020) <http://alelobag.cenargen.embrapa.br/>) está a data da coleta do acesso, que permite inferir sobre o período em que cada população é preservada no BAG Milho. Ao consultar a plataforma ALELO, é possível verificar que as populações preservadas no BAG Milho vêm sendo mantidas longe da pressão do processo evolutivo, há cerca de quatro décadas em média. Esse longo período de manutenção *ex situ* faz com que essas variedades tenham se distanciado dos padrões atingidos pelas cultivares de milho que passaram pelo processo de melhoramento ou de seleção natural mais recente.

O Brasil contou com 196 cultivares de milho disponíveis para cultivo na safra de 2019/2020, que contribuíram para elevar produção nacional de milho para 100 milhões de toneladas de grãos (Pereira Filho; Borghi, 2020). Essa cifra mostra que o milho, além de estar ligado às tradições agrícolas brasileiras, representa um relevante componente da economia,

especialmente por ser um insumo importante para a produção de suínos e aves. As cultivares de milho, em geral, são desenvolvidas visando elevar a produtividade e apresentar atributos desejados sob o ponto de vista comercial. Por essa razão, a maioria das cultivares melhoradas recomendadas para cultivo são híbridas, precoces, apresentam grãos do tipo semiduro entre outros caracteres, o que é desejável para o cultivo e a comercialização desse cereal. A contínua elevação da produtividade de cultivares comerciais levou à substituição do cultivo de variedades tradicionais por cultivares melhoradas. Essa substituição traz inúmeras vantagens ao agricultor, mas leva ao estreitamento da base genética do milho cultivado. Por outro lado, o BAG Milho recebe frequentemente pedidos de intercâmbio de amostras de seus acessos, principalmente por acessos portadores de caracteres especiais, adaptados a regiões específicas, ou de cultivares antigas que já não são mais comercializadas.

O presente trabalho foi desenvolvido com o objetivo de apresentar e estudar a variabilidade entre 10 acessos do BAG Milho originários de coletas na região do Semiárido brasileiro, visando agregar informações a esse conjunto de acessos, denominado Kit Diversidade de Milho para o Semiárido.

Material e Métodos

Os dados de passaporte do BAG Milho disponíveis na plataforma ALELO (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2020) foram empregados para a seleção de 10 acessos coletados em diferentes localidades do Semiárido brasileiro para compor um conjunto de acessos denominado Kit Diversidade de Milho para o Semiárido. Esses acessos foram coletados em seis estados da federação situados no bioma Caatinga. As coletas foram realizadas, nos municípios de Almenara e Janaúba, ambos em Minas Gerais; Traipu, em Alagoas; Soledade, na Paraíba; São Bento e Serra Negra do Norte, ambos no Rio Grande do Norte; Irecê, na Bahia; Crato, no Ceará; e Porto da Folha, em Sergipe. As coletas foram realizadas por membros da equipe da Embrapa Milho e Sorgo (na Tabela 1, CNPMS, de Centro Nacional de Pesquisa de Milho e Sorgo, antigo nome da instituição), por membros da Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiróz- Universidade Estadual de São Paulo (ESALQ-USP), entre as décadas de 1960 e 1980.

Os acessos selecionados foram caracterizados com base nos descritores da cultura do milho apresentados por Teixeira e Costa (2010) e International Board for Plant Genetic Resources (1991). Os dados de passaporte e de caracterização foram organizados em

tabelas visando apresentar informações sobre origem e atributos destes acessos.

Os dados de caracterização foram empregados para analisar a divergência genética entre os acessos que compõem o Kit Diversidade de Milho para o Semiárido. As médias estimadas para os acessos do kit foram categorizadas, e o número de classes foi definido pela raiz quadrada do número de observações. A dissimilaridade entre os acessos foi estimada por meio do complemento aritmético para coincidência simples entre dados categorizados. O agrupamento de acessos foi baseado nas estimativas de dissimilaridade entre os acessos pelo método ligação média entre grupo (UPGMA) (Cruz et al., 2011). A análise de divergência foi realizada com o emprego do Programa GENES (Cruz, 2006). Após a obtenção do dendrograma, foi estimada a correlação cofenética entre as distâncias estimadas e as obtidas com o agrupamento. Dada a natureza preliminar dos dados de caracterização, a linha de corte para o estabelecimento de grupos de similaridades em cada dendrograma foi estabelecida visando agrupar acessos com similaridade genética com até 90% da similaridade máxima de cada grupo. De acordo com esses critérios, foi analisada a divergência entre acessos.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1, são apresentados os acessos integrantes do Kit Diversidade de Milho para o Semiárido, e na Tabela

2, são apresentados dados de caracterização destes acessos quanto aos descritores da cultura do milho (Teixeira; Costa, 2010; International Board for Plant Genetic Resources, 1991). Ao serem observados os dados de passaporte é possível verificar que os acessos que compõem o kit são preservados em condições *ex situ* há pelo menos 35 anos. Alguns destes acessos são mantidos em outras coleções preservadas no exterior. Com base na ampla dispersão geográfica indicada pelos dados de passaporte é esperado que haja grande variabilidade entre os acessos incluídos nesse grupo.

Tabela 1. Dados de passaporte de acessos do BAG Milho integrantes do Kit Diversidade de Milho para o Semiárido

BRA	BRA (Novo)	Cód. Local (CNPMS)	Nome comum	Cód. Outra Inst.	Data de entrada. BAG ¹	Município ou Local/Estado	Coordenadas geográficas	Instituição de Origem
050598	00029320-9	0827	AL 015	-	06/11/1985	Traipu-AL	09°58'S 37°01'W	CNPMS
051357	00029491-8	0998	PB 007	-	13/11/1985	Soledade-PB	07°01'S 36°16'W	CNPMS
052612	00029573-3	1080	MG 069	-	22/08/1985	Almenara-MG	16°11'S 40°42'W	CNPMS
087424	00030393-3	1900	RN 007	PI 488908 CI 2970	01/01/1965	São Bento-RN	06°41'S 36°39'W	USP-ESALQ
085596	00030222-4	1729	BA 215	PI 503902 CI 2878	01/09/1965	Irecê-BA	11°18'S 41°52'W	USP-ESALQ
082198	00031980-6	3487	CE 040	PI 488901	01/01/1960	Crato-CE	07°14'S 39°23'W	USP-ESALQ
097683	00032318-8	3825	MG 171	-	12/07/2000	Janaúba-MG	17°47'S 43°18'W	-
051349	00029490-0	0997	PB 006	-	13/11/1965	Soledade-PB	07°01'S 36°16'W	CNPMS
051705	00029321-7	0828	RN 002	-	14/11/1985	Serra Negra do Norte-RN	06°40'S 37°24'W	CNPMS
051985	00029247-4	0754	SE 025	-	28/10/1985	Porto da Folha-SE	09°56'S 37°16'W	CNPMS

¹Data de entrada no BAG, considerada a menor data de entrada entre a data de obtenção e de entrada.

Tabela 2. Dados de caracterização de acessos do BAG Milho integrantes do Kit Diversidade de Milho para o Semiárido em relação aos números de dias para florescimentos masculino (FM) e feminino (FF), arquitetura de planta (AQ), posição da espiga (PO), número de ramificações no pendão (RP), alturas de planta (AP, cm) e de espiga (AE, cm), números de folhas acima da primeira espiga (FA) e total (FT), diâmetro do colmo (DC, mm) e nota de qualidade de espigas (NQ), tipo de espigas (TP), arranjo dos grãos (AG), cor dos grãos (CG), tipo de endosperma (TE), comprimento de espigas (CE, mm), diâmetro de espigas (DE, mm), números de fileiras de grãos por espiga (NF) e de grãos por fileira (NG), pesos de espigas por planta (PE, g) e de grãos por planta (PG, g), diâmetro do sabugo (DS, mm) e peso de 1.000 sementes (PM, g).

BRA	Nome Comum	FM	FF	AQ ¹	PO ²	RP	AP	AE	FA	FT	DC	NQ ³	TP ⁴
050598	AL 015	62	62	1	-	-	275	143	-	-	-	8	CO
051357	PB 007	66	70	1	1	24	265	125	6	14	20	6	-
052612	MG 069	70	76	1	1	24	323	202	6	17	22	9	CC
087424	RN 007	67	72	1	2	26	286	151	6	14	23	8	CL
085596	BA 215	63	67	1	2	21	289	155	6	15	20	8	CL
082198	CE 040	70	74	1	1	24	296	157	6	16	31	7	CL
097683	MG 171	61	68	1	1	26	322	177	5	13	24	9	CL
051349	PB 006	61	63	1	1	24	230	145	6	14	24	7	-
051705	RN 002	69	70	1	1	22	280	185	6	13	22	5	-
051985	SE 025	62	64	1	1	17	314	181	6	16	23	9	CC
050598	AL 015	AG ⁵	CG ⁶	TE ⁷	CE	DE	NF	NG	PE	PG	DS	PM	
		1	3	1	183	46	14	37	161	131	28	303	
051357	PB 007	1	3	1	140	44	12	35	174	146	24	377	
052612	MG 069	1	3	1	140	48	14	34	156	123	29	357	
087424	RN 007	1	2	2	110	45	12	25	130	108	27	423	
085596	BA 215	1	2	1	120	43	14	32	112	91	28	230	
082198	CE 040	1	3	2	108	41	12	25	103	88	24	333	
097683	MG 171	1	3	3	130	38	14	29	116	100	24	345	
051349	PB 006	1	2	1	140	46	14	33	173	146	26	366	
051705	RN 002	1	2	1	140	44	14	35	162	138	24	325	
051985	SE 025	1	3	1	150	44	12	41	167	147	23	366	

¹Arquitetura de planta: 1 – normal; ² Posição da espiga: 1 – ereta, 2 – oblíqua; ³ Qualidade de espiga: escala notas de 1 a 9, sendo 1 atribuída às espigas de qualidade péssima e 9 atribuída às espigas de qualidade ótima; ⁴ Tipo de espigas: CL – cilíndrica, CC – cônica; ⁵ Arranjo dos grãos: 1 – reto; ⁶ Cor predominante dos grãos: 2 – amarelo, 3 – alaranjado.

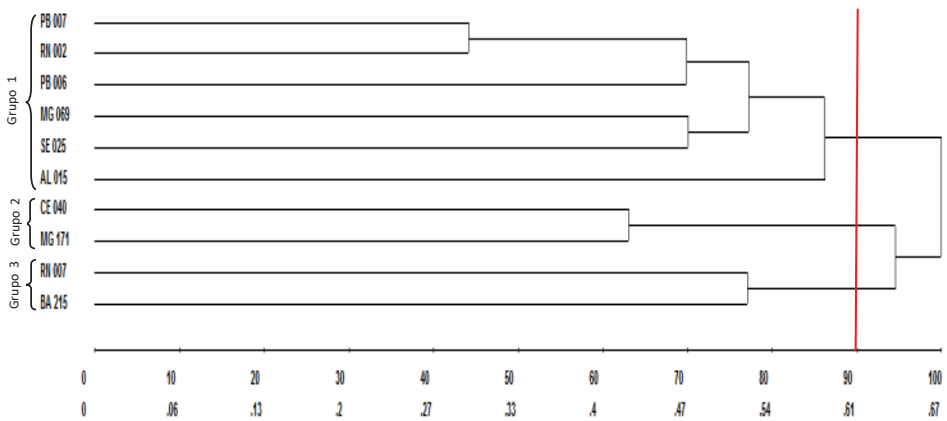
Os dados de caracterização envolvem 23 descritores da cultura do milho que englobam desde aspectos da planta, como número de dias para atingir a floração, o que é relevante em regiões sujeitas à seca, uma vez que ciclos menores podem ser favoráveis para escape de períodos de déficit hídrico; até caracteres relacionados à aparência dos grãos, como o tipo do endosperma, que poderão ser determinantes no uso e na precificação do produto. Dentre esses 23 descritores, os acessos do Kit Diversidade de Milho para o Semiárido não divergiram entre si para arquitetura de planta e arranjo dos grãos na espiga. Todos os acessos incluídos no kit apresentaram arquitetura de planta normal e arranjo de grãos do tipo reto. Em razão do grande número de caracteres para os quais os acessos foram divergentes, é possível inferir que há grande variabilidade entre eles. Os acessos incluídos no kit apresentaram florescimento feminino variando entre 62 e 76 dias, posição de espiga ereta ou oblíqua, altura de planta variando entre 230 e 323 cm de altura, altura de espiga variando entre 125 e 202 cm, comprimento de espigas entre 108 e 183 cm, diâmetro de espiga na faixa entre 38 e 48 mm, 12 ou 14 fileiras de grãos, endosperma do tipo dentado para a maioria dos materiais, grãos nas cores amarela ou alaranjada, peso médio de espigas por planta variando de 103 a 174 g, e peso médio de 1.000 sementes entre 230 e 423 g. As informações contidas na Tabela 2 poderão ser utilizadas como um ponto de partida para a seleção de variedades a serem cultivadas,

entretanto é importante mencionar que a caracterização de acessos do BAG Milho é realizada em geral na área experimental da Embrapa Milho e Sorgo, em parcelas usadas para a multiplicação de amostras das sementes do BAG Milho e, portanto, para cultivo destes acessos é indicado que eles passem por etapas de avaliação mais amplas, e que sejam realizados outros testes nos ambientes em que se pretende cultivá-los.

Alguns componentes do Kit Diversidade de Milho para o Semiárido devem ser ressaltados por causa de características desejáveis nas espigas e nos grãos. Entre eles, o acesso AL 015 se destaca por apresentar espigas grandes em comprimento e em diâmetro. Os acessos PB 006, PB 007 e SE 025 se destacam pelos elevados pesos de espiga e de grãos por espigas. Já o acesso RN 007 se sobressai por apresentar grãos grandes por causa do alto peso de 1.000 sementes.

Na Figura 1, é apresentado o dendrograma que mostra a diversidade genética entre os acessos do BAG milho componentes do Kit Diversidade de Milho para o Semiárido. É possível observar que os coeficientes de dissimilaridade entre eles variaram de 0,30 a 0,81, esses índices são similares aos encontrados por Teixeira et al. (2020) em estudo que envolveu o uso de descritores morfológicos para estudar a divergência genética entre cerca de 100 acessos do BAG Milho. Essa comparação sugere que apesar de o Kit Diversidade de Milho para o Semiárido envolver um número

pequeno de acessos, há variabilidade entre seus componentes. A correlação cofenética para o agrupamento foi elevada ($r=0,8161$) conforme sugerido por Cargnelutti Filho et al. (2010), indicando boa precisão no dendrograma obtido.



Correlação cofenética = 0,8161

Figura 1. Dendrograma ilustrativo da diversidade entre acessos do BAG Milho componentes do Kit Diversidade de Milho para o Semi-árido pelo método UPGMA.

De acordo critérios adotados, foi possível organizar os acessos do Kit Diversidade de Milho para o Semiárido em 3 grupos de acordo com a similaridade entre eles. No grupo 1, estão os acessos PB 007, RN 002, PB 006, MG 069, SE 025 e AL 015. Os acessos deste grupo têm em comum a época de coleta, pois todos foram coletados no ano de 1985, e quanto às características desse grupo, estão as alturas de plantas e de espigas de valor médio, o formato de espigas cônica ou cônica-cilíndrica, espigas grandes, ou seja, com elevado comprimento, diâmetro e pesos médios de espiga e de grãos por espigas, e os grãos dos acessos deste grupo são dentados e de tamanho médio. Já os grupos 2 e 3 têm ambos 2 componentes. No grupo 2 estão os acessos CE 014 e MG 171, que se caracterizam por produzirem espigas cilíndricas de baixo diâmetro, com grãos alaranjados e semidentados ou semiduros, além de baixo peso de grãos por espiga. O grupo 3 é composto pelos acessos RN 007 e BA 215, que têm em comum o ano em que foram coletados, 1965, por apresentarem espigas cilíndricas curtas com baixo número e peso de grãos por espiga e por produzirem grãos amarelos dentados ou semidentados.

Considerações Finais

Com base nos resultados é possível inferir que há variabilidade genética entre os acessos integrantes do Kit Diversidade de Milho para o Semiárido.

É oportuno ressaltar que a avaliação apresentada no presente trabalho se refere exclusivamente a caracteres relacionados à caracterização morfológica, e que novas avaliações envolvendo caracteres relacionados à produtividade e à adaptabilidade a ambientes e sistemas de cultivo se fazem necessárias para melhor conhecimento do desempenho dos acessos do Kit Diversidade de Milho para o Semiárido.

Referências

- CARGNELUTTI FILHO, A.; RIBEIRO, N. D.; BURIN, C. Consistência do padrão de agrupamento de cultivares de feijão conforme medidas de dissimilaridade e métodos de agrupamento. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 45, n. 3, p. 236-243, 2010.
- CRUZ, C. D. **Programa Genes**: análise multivariada e simulação. Viçosa, MG: Editora UFV, 2006. v. 1, 175 p.
- CRUZ, C. D.; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L. A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. Visconde do Rio Branco, MG: Suprema, 2011. 620 p.

EMBRAPA RECURSOS GENÉTICOS E BIOTECNOLOGIA. **Alelo**: gestor integrado de recursos genéticos. Disponível em: <<http://alelobag.cenargen.embrapa.br/>>. Acesso em: 30 jul. 2020.

INTERNATIONAL BOARD FOR PLANT GENETIC RESOURCES. **Descriptors for maize**. Mexico: International Maize and Wheat Improvement Center; Rome: International Board for Plant Genetic Resources, 1991.

PEREIRA FILHO, I. A.; BORGUI, E. **Sementes de milho do Brasil**: nova safra, novos cultivares e continua a dominância dos transgênicos. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 59 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 251).

TEIXEIRA, F. F.; JESUS, L. N.; BUENO, F. C. **Diversidade genética entre acessos do Banco Ativo de Germoplasma de Milho com grãos brancos dos tipos duro, semiduro e semidentado**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2020. 79 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Documentos, 252).

TEIXEIRA, F. F.; COSTA, F. M. **Caracterização de recursos genéticos de milho**. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2010. 10 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 185).

TEIXEIRA, F. F.; LEITE, C. E. do P.; JARDIM, S. N.; PAES, M. C. D. Banco ativo de germoplasma de milho do Brazil. In: SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA AMÉRICA LATINA Y EL CARIBE, SIRGEALC, 7., 2009, Pucón, Chile. **Proceedings...** Santiago de Chile: Ministério de Agricultura, Instituto de Investigaciones Agropecuarias, 2009. p. 559-560.

Esta publicação está disponível no endereço:
<https://www.embrapa.br/milho-e-sorgo/publicacoes>

Embrapa Milho e Sorgo

Rod. MG 424 Km 45
Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
Fone: (31) 3027-1100
Fax: (31) 3027-1188
www.embrapa.br/fale-conosco/sac

1ª edição

Formato digital (2020)



MINISTÉRIO DA
AGRICULTURA, PECUÁRIA
E ABASTECIMENTO



Comitê Local de Publicações
da Unidade Responsável

Presidente

Maria Marta Pastina

Secretária-Executiva

Elena Charlotte Landau

Membros

Cláudia Teixeira Guimarães, Mônica Matoso
Campanha, Roberto dos Santos Trindade e
Maria Cristina Dias Paes

Revisão de texto

Antonio Claudio da Silva Barros

Normalização bibliográfica

Rosângela Lacerda de Castro (CRB 6/2749)

Tratamento das ilustrações

Mônica Aparecida de Castro

Projeto gráfico da coleção

Carlos Eduardo Felice Barbeiro

Editoração eletrônica

Mônica Aparecida de Castro

Foto da capa

Flávia França Teixeira