Comunicado Técnico 185
ISSN 1679-0162
Sete Lagoas, MG
Dezembro, 2010

Foto: Flavia França Teixeira

# Caracterização de Recursos Genéticos de Milho

Flavia França Teixeira[1]
Flaviane Malaquias Costa[2]

O milho (*Zea mays* L. ssp. *mays*) é uma espécie de origem Mesoamericana e sua domesticação iniciou-se há cerca de 5.000 anos (Buckler e Stevens, 2005) pela América Central e foi difundido por povos pré-colombianos para outras regiões. A dispersão do milho pelas Américas está associada a um grande número de modificações adaptativas, o que faz com que seja uma cultura com grande variabilidade genética (Brieger et al., 1958). No Brasil, o milho já era cultivado por povos pré-colombianos e chegou a ser descrito por colonizadores ainda no século XVI. As primeiras expedições de coletas realizadas no Brasil na década de 1950 já mostraram a ampla dispersão da cultura no país (Paterniani e Goodman, 1977).

A dispersão geográfica do milho, assim como suas numerosas formas de emprego e utilização fizeram com que seja considerado uma das espécies de maior variabilidade genética dentre as plantas cultivadas. Já foram identificadas cerca de 300 raças de milho e, dentro de cada raça, milhares de variedades (Paterniani et al., 2000; Teixeira, 2008).

O trabalho pioneiro de manutenção do germoplasma de milho no Brasil foi realizado pela ESALQ em 1952. A partir do final da década de 70, o banco de germoplasma de milho (BAG Milho) vem sendo mantido pela Embrapa (Paterniani et al., 2000). Atualmente, são mantidos na coleção de germoplasma de milho quase 4.000 acessos que são, em sua maioria (82,1%), variedades crioulas obtidas por coletas ou doações. Os acessos também são agrupados em compostos raciais formados por coleta nacional (3,9%), acessos melhorados (6,0%), acessos introduzidos (7,8%) e parentes silvestres com menos de 0,2% do total da coleção.

A manutenção da coleção ativa de germoplasma engloba uma série de atividades que são realizadas sistematicamente, entre elas: introdução, intercâmbio, conservação, regeneração e/ou multiplicação, caracterização, avaliação e informatização dos dados. A introdução é a entrada de um acesso em um banco de germoplasma, que pode ser feita por coletas diretamente com agricultores e/ou intercâmbio de amostras

[1]Eng.-Agrônoma, Doutora em Genética e Melhoramento de Plantas, Pesquisadora da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, flavia@cnpms.embrapa.br
[2]Eng.-Agrônoma, Bolsista da Embrapa Milho e Sorgo, Sete Lagoas, MG, vitamalaquias@terra.com.br

Embrapa

com outras instituições. Em um banco ativo de germoplasma são feitas constantes introduções com o objetivo de formar o acervo mais representativo da variabilidade da cultura, sem repetições. O intercâmbio é realizado com a troca de materiais entre bancos mantenedores de germoplasma, com o objetivo de ampliar a variabilidade genética disponível a programas de pesquisa. A conservação das sementes armazenadas no BAG Milho é feita pela manutenção de amostras em câmaras frias e secas (5 a 8 C e 25 a 30% UR). As atividades de regeneração ou multiplicação recuperam acessos de milho que apresentam baixa viabilidade ou aqueles com menos de 5kg de sementes armazenadas, respectivamente (Teixeira et al., 2005).

A caracterização e avaliação dos acessos em um banco de germoplasma têm como objetivo ampliar o conhecimento da coleção para viabilizar sua utilização em programas de pesquisa. A caracterização visa descrever cada acesso em relação a uma série de atributos constantes da lista de descritores no milho. Esses descritores tendem a ser caracteres de fácil mensuração tais como, cor e tipo de grão, altura de planta, número de dias para florescimento, número de folhas acima da espiga e formato da folha. Já a avaliação enfoca caracteres relacionados ao desempenho agronômico e que muitas vezes necessitam ser observados em diversas condições ambientais utilizando-se metodologias de pesquisa apropriadas. Nas atividades de pré melhoramento, a tolerância a estresses bióticos e abióticos, estabilidade e adaptabilidade e capacidade combinatória são alguns caracteres que devem ser freqüentemente considerados na avaliação de acessos do BAG Milho.

Em um banco de germoplasma, a manutenção e disponibilidade das informações de cada acesso são primordiais para o uso eficiente da variabilidade genética disponível. É importante que as informações sejam armazenadas de forma segura, em meio digital e que tenham cópia de segurança.

Alguns trabalhos já foram desenvolvidos visando ampliar as informações referentes ao desempenho da coleção germoplasma de milho sobre vários aspectos. O primeiro passo em direção a valorização da coleção é a caracterização, que tem como objetivo agregar informações aos acessos, seguindo os descritores da cultura de milho publicados pelo *International Board for Plant Genetic Resources* (IBPGR, 1991), que aborda diversos caracteres referentes a morfologia e ao ciclo. Cerca de 80% dos acessos do banco de germoplasma de milho mantido na Embrapa já se encontram caracterizados.

As informações sobre a caracterização dos acessos são de grande importância, pois são usadas em planejamentos de atividades que envolvem avaliações mais laboriosas. Essas informações permitem o planejamento de ensaios específicos de pré melhoramento, como avaliação de resistência a estresses bióticos ou abióticos, ou qualidades nutricionais. Assim são formados grupos de acessos com características de interesse e relativamente homogêneos onde é viável a condução dos ensaios com maior precisão. Além de permitir o planejamento de outras atividades, a caracterização do germoplasma auxilia em estudos de diversidade e na avaliação da variabilidade existente na coleção como um todo, ou ainda, em determinados extratos, conforme metodologia empregada por Abadie et al. (2000) para estabelecer o número de representantes de grupos da coleção núcleo de milho.

Com o intuito de documentar as atividades desenvolvidas e as metodologias adotadas na área de recursos genéticos, o presente comunicado técnico visa apresentar a metodologia que vem sendo empregada pela Embrapa Milho e Sorgo para caracterizar o banco ativo de germoplasma de milho.

Os descritores para milho foram publicados pelo CIMMYT (*Centro Internacional de Mejoramiento de Maíz y Trigo*) e IBPGR, atual Bioversity, (IBPGR, 1991). No prefácio desta publicação é sugerido que a lista de descritores seja empregada como um modelo internacional para a caracterização de milho, entretanto é sugerido que essa lista não seja considerada como um modelo definitivo. Os descritores propostos nessa publicação são divididos nos seguintes grupos: passaporte, caracterização e avaliação preliminar, caracterização e avaliação avançada e manejo. Visando a padronização da informação, os descritores que atualmente são usados para caracterização do BAG

Milho na Embrapa Milho e Sorgo foram baseados nos grupos denominados “caracterização e avaliação preliminar” e “caracterização e avaliação avançada” da lista de descritores proposta pelo CIMMYT e Bioversity.

Os descritores empregados na caracterização do banco ativo de germoplasma de milho são apresentados a seguir assim como a metodologia que vem sendo empregada para tomada desses dados.

## Descritores de milho

1 – Emergência – número de dias entre a data de plantio e a germinação das plântulas. As plântulas são consideradas germinadas quanto a folha cotiledonar se diferencia (Figura 1).

Foto: Flavia França Teixeira

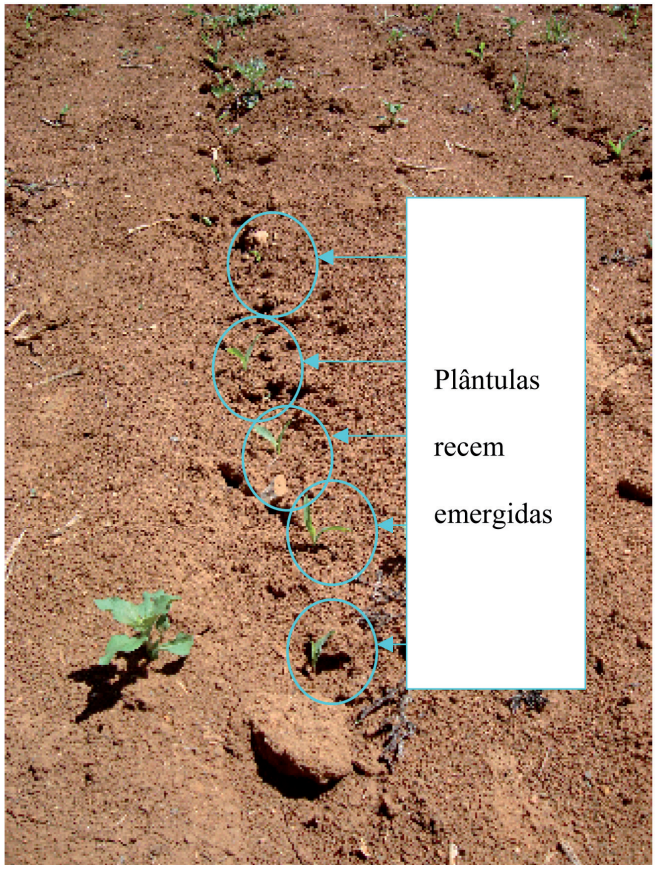


**Figura 1.** Fase do desenvolvimento em que as plântulas são consideradas emergidas.

2 – Floração masculina – número de dias entre a emergência de plântulas e a deiscência do pendão em 50 % das plantas (Figura 2).

Foto: Flavia França Teixeira

**Figura 2.** Floração masculina do milho – deiscência do pendão.

3 – Floração feminina – número de dias entre da emergência de plântulas e a emissão de estilo-estigma em 50 % das plantas (Figura 3).

Foto: Flavia França Teixeira

**Figura 3.** Floração feminina do milho – emissão de estilo-estigma.

4 – Ramificação do pendão – obtida pela contagem número de ramificações no pendão. Deve ser obtida a média de, no mínimo, 10 plantas (Figura 4) Nessa figura pode-se visualizar um pendão com duas ramificações.

Foto: Flaviane Malaquias Costa

**Figura 4.** Contagem do número de ramificações do pendão.

5 – Altura de plantas – medida entre a base da planta e a ponta da inflorescência masculina em cm. A medida deve ser tomada em, no mínimo, 10 plantas e calculada a média (Figura 5).

Foto: Flaviane Malaquias Costa

**Figura 5.** Medição da altura de plantas.

6 – Diâmetro do colmo – medida do diâmetro no ponto médio do segundo internódio do colmo acima do solo em mm. A medida deve ser tomada com auxílio de paquímetro em, no mínimo, 10 plantas e calculada a média ( Figura 6).

Foto: Flaviane Malaquias Costa

**Figura 6.** Medição da diâmetro do colmo.

7 – Plantas quebradas – porcentagem de plantas quebradas por parcela (Figura 7).

8 – Plantas acamadas – porcentagem de plantas acamadas por parcela (Figura 7).

Foto: Fabio Andrade Padilha

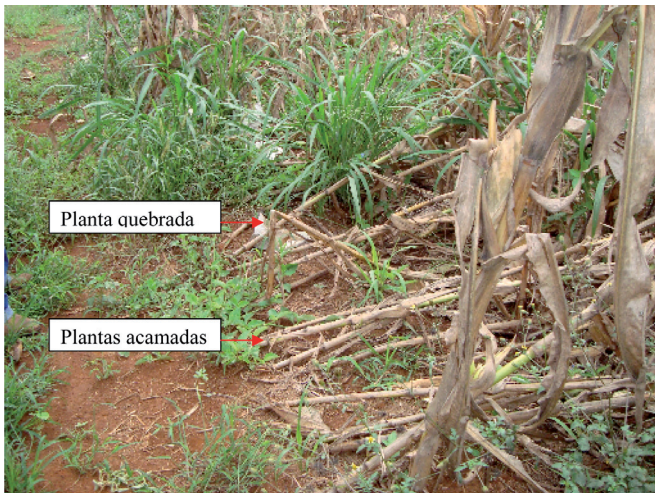


**Figura 7.** Plantas quebradas e plantas acamadas.

9 – Arquitetura – indicação qualitativa sobre a arquitetura de plantas, conforme a seguinte classificação: normal – 1, anã – 2, braquítica – 3, espetada – 4 e sem lígula – 5. Deve ser considerado que a classificação segue a arquitetura da planta como um todo e não apenas a altura da planta (Figura 8).

Fotos: Fábio Andrade Padilha

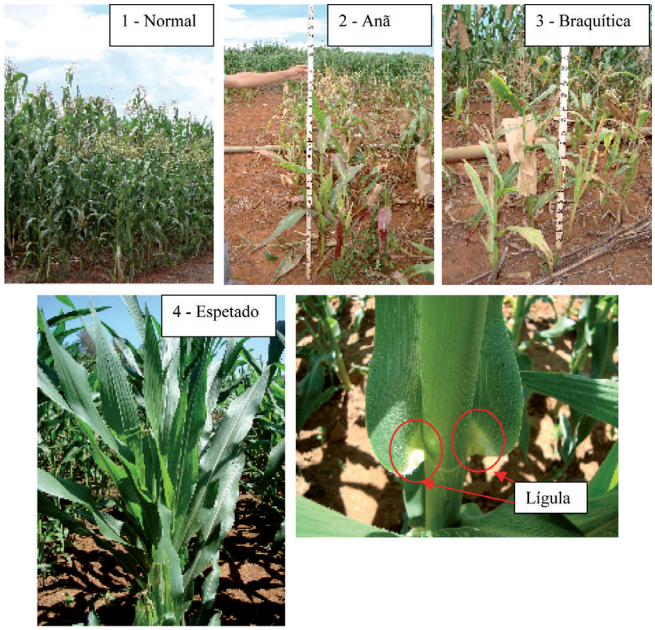


**Figura 8.** Classificação da arquitetura de planta de acordo com a escala 1- normal, 2 – anã, 3 – braquítica, 4 – espetada. A classificação da arquitetura de planta 5 é atribuída às plantas com ausência da estrutura denominada lígula na bainha foliar.

10 - Número de folhas – média da contagem do número total de folhas de 10 plantas (Figura 9).

11 – Número de folhas acima da espiga principal – média da contagem do número de folhas de acima da espiga principal de 10 plantas (Figura 9).

Foto: Fábio Andrade Padilha

**Figura 9.** Contagem do número de folhas e número de folhas acima da espiga principal.

12 – Maturação – número de dias entre a emergência de plântulas e a formação a camada negra nos grãos, também denominada camada lútea (Figura 10).

Foto: Flavia França Teixeira

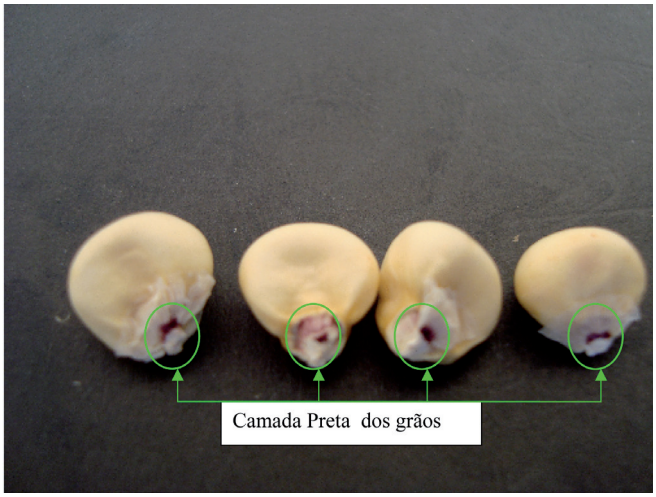


**Figura 10**. Camada preta ou camada lútea dos grãos indicativa da maturação.

13 – Número de espigas – contagem do número total de espigas por planta, sendo consideradas todas as plantas da parcela e no mínimo 10 plantas.

14 – Posição da espiga – corresponde a posição da espiga em relação ao colmo, conforme a seguinte classificação: ereta, ângulo entre a espiga e o colmo inferior a 30 graus – 1, oblíqua, ângulo entre a espiga e o colmo entre 30 e 90 graus – 2, decumbente ângulo entre a espiga e o colmo superior a 90 graus – 3. Os ângulos entre às espigas e o colmo devem ser medidos na fase de maturação fisiológica. A classificação deve ser feita em, no mínimo 10 plantas por parcela, sendo considerada a posição de espiga mais frequente (Figura 11).

Fotos: Fábio Andrade Padilha

**Figura 11.** Posição da espiga (1) Ereta, (2) Oblíqua, (3) Decumbente.

15 – Qualidade de espiga – deve ser avaliada a qualidade da espiga considerando critérios como falha de grãos, não enchimento de grãos, fileiras desalinhadas e outros fatores façam com que a espiga não tenha padrão comercial. De acordo com essas considerações, serão calculadas médias de notas atribuídas em 10 espigas de acordo com escala de qualidade ótima –9 até qualidade péssima – 1 (Figura 12).

Foto: Flavia França Teixeira

**Figura 12.** Espigas classificadas de acordo com escala de notas para qualidade de espiga: qualidade péssima – nota 1 e qualidade ótima – nota 9.

16 – Sanidade de espigas – deve ser avaliada a condição dos grãos da espiga em relação a observação visual da presença de patógenos. Os sintomas dos patógenos que afetam as espigas e os grãos são apresentados por Oliveira et al. (2008). De acordo com essas considerações, serão calculadas médias de atribuídas notas em 10 espigas de acordo com escala de completamente sadia – 9 até completamente atacada por doenças – 1 (Figura 13).

Foto: Flavia França Teixeira

**Figura 13.** Espigas classificadas de acordo com escala de notas para sanidade de espigas: completamente atacadas por doenças – nota 1 e completamente sadias – nota 9.

17 – Comprimento de espigas – medida do comprimento da espiga principal em mm. Devem ser medidas espigas de, no mínimo, 10 plantas e calculada a média (Figura 14).

Foto: Flavia França Teixeira

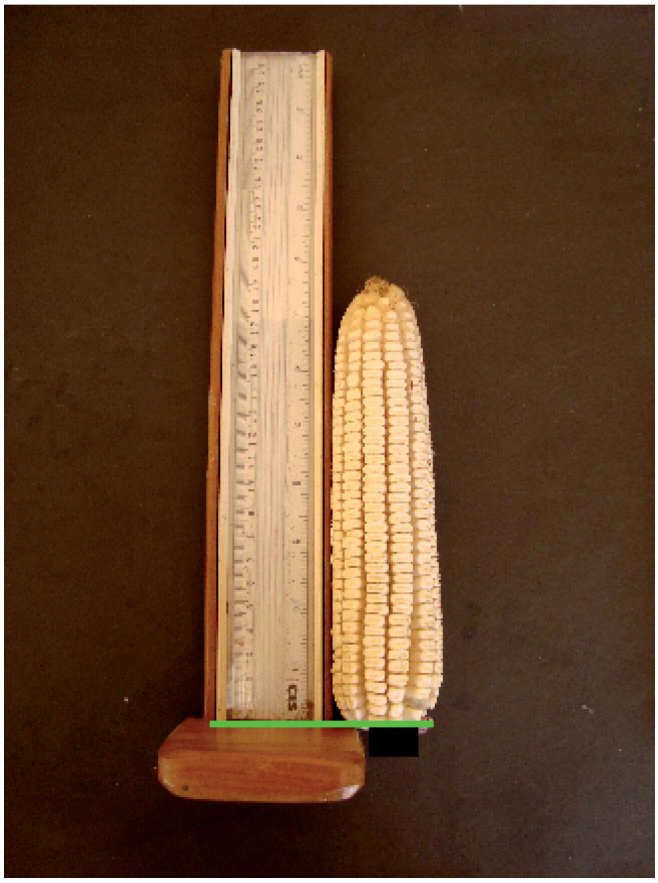

**Figura 14.** Medição do tamanho da espiga.

18 – Tipo de espigas – classificação de espigas quanto ao formato de acordo com a seguinte codificação: cilíndrica - CL, cônica – CO; cônica-cilíndrica – CC, redonda – RE (Figura 15).

Foto: Flavia França Teixeira

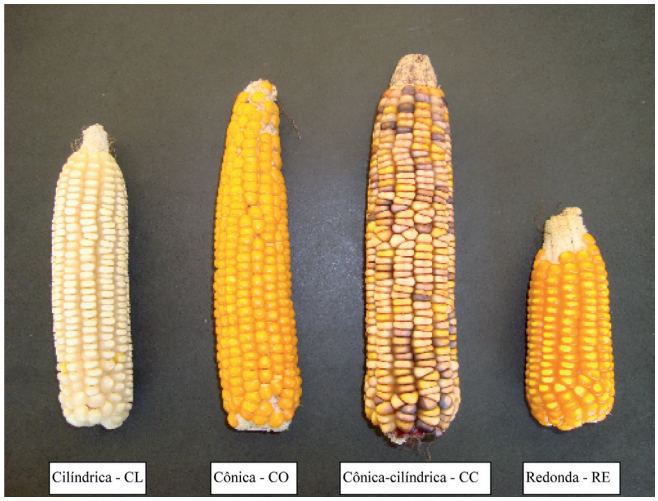


**Figura 15.** Classificação de espiga de acordo com o formato nos seguintes tipos: cilíndrica - CL, cônica – CO; cônica-cilíndrica – CC, redonda – RE.

19 – Diâmetro da espiga - medida do diâmetro da espiga principal em mm. Devem ser medidas espigas de, no mínimo, 10 plantas e calculada a média. A medida é tomada no terço inferior da espiga (Figura 16).

20 – Diâmetro do sabugo - medida do diâmetro do sabugo em mm. Devem ser medidos sabugos de, no mínimo, 10 espigas e calculada a média (Figura 16).

Foto: Flavia França Teixeira

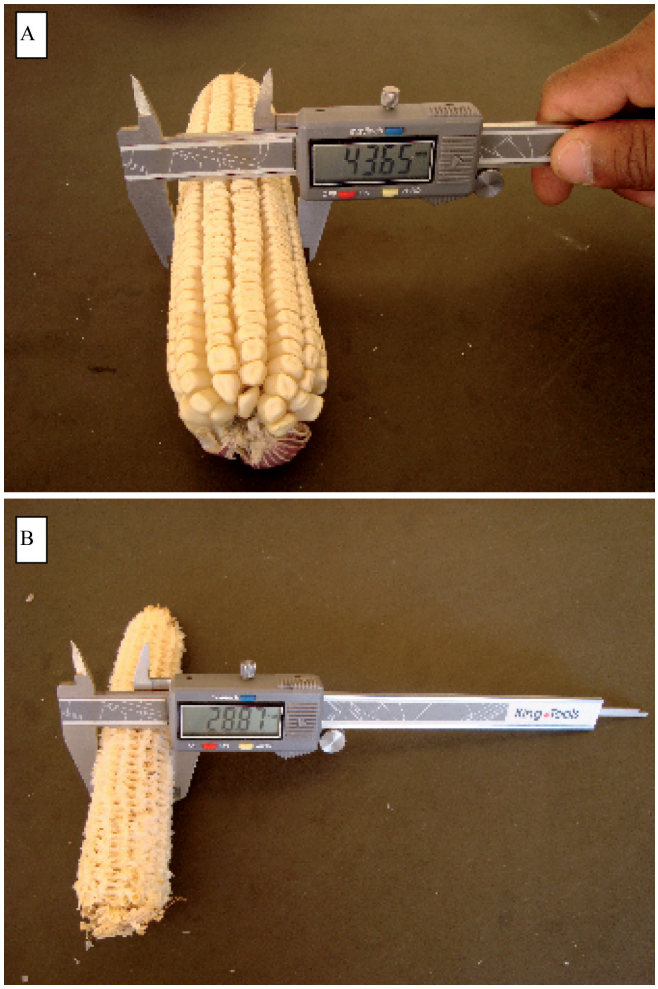


**Figura 16.** Medição dos diâmetros de espigas (A) e do sabugo (B) com o auxílio do paquímetro.

21 – Número de fileiras de grãos – contagem do número do número de fileiras de grãos por espiga. Para a contagem devem ser consideradas, no mínimo, 10 plantas e calculada a média.

22 – Número de grãos por fileira – contagem do número médio de grãos por fileira, devem ser consideradas, no mínimo, 10 espigas.

23 – Arranjo dos grãos – indicação qualitativa do arranjo dos grãos, considerar o arranjo mais frequente em, no mínimo, 10 espigas. A classificação deverá ser feita de acordo com a seguinte codificação: reto ou levemente recurvado – 1, em espiral – 2, entrelaçado – 3 (Figura 17).

Foto: Flavia França Teixeira

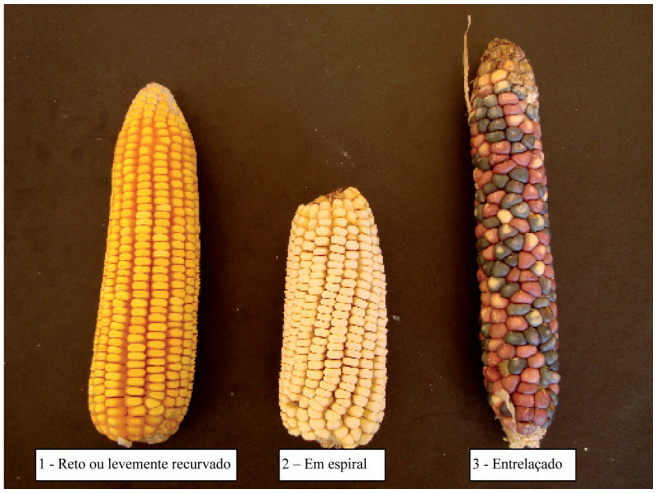


**Figura 17.** Classificação qualitativa do arranjo dos grãos nas espigas de acordo com a codificação: 1 – Reto ou levemente recurvado, 2 – em espiral e 3 – entrelaçado.

24 – Peso de espigas por plantas – corresponde a medida, em gramas, do peso médio de espigas. Essa medida deve ser tomada em, no mínimo, 10 espigas. Deve ser feito a medida da umidade da amostra e corrigida a medida do peso para 13 % de umidade.

25 – Peso de grãos por planta - corresponde a medida, em gramas, do peso médio dos grãos. Essa medida deve ser tomada em, no mínimo, 10 espigas. Deve ser feito a medida da umidade da amostra e corrigida a medida do peso para 13 % de umidade.

26 – Peso de 1000 grãos – medida do peso médio, em gramas, em amostras tomadas ao acaso de 1000 grãos. Deve ser feito a medida da umidade da amostra e corrigida a medida do peso para 13 % de umidade.

27 – Tipo de endosperma ou tipo de grão – indicação qualitativa do tipo de endosperma, de acordo com a seguinte classificação: dentado – 1, semidentado – 2, duro – 3, semiduro – 4, enrugado, também denominado doce – 5, farináceo – 6, opaco – 7, pipoca – 8, tunicata – 9, ceroso – 10. É importante salientar que na coleção do BAG Milho da Embrapa Milho e Sorgo não há acesso classificado como ceroso e que a classificação do tipo de endosperma opaco deve ser feita com o auxilio de um transiluminador para adequada

avaliação. Outro aspecto que deve ser ressaltado é que a classificação do tipo de grão como tunicata é devida a presença de palha cobrindo cada grão individualmente, além da palha que recobre a espiga e não, por possuir textura diferenciada no endosperma (Figura 18).

Foto: Flavia França Teixeira

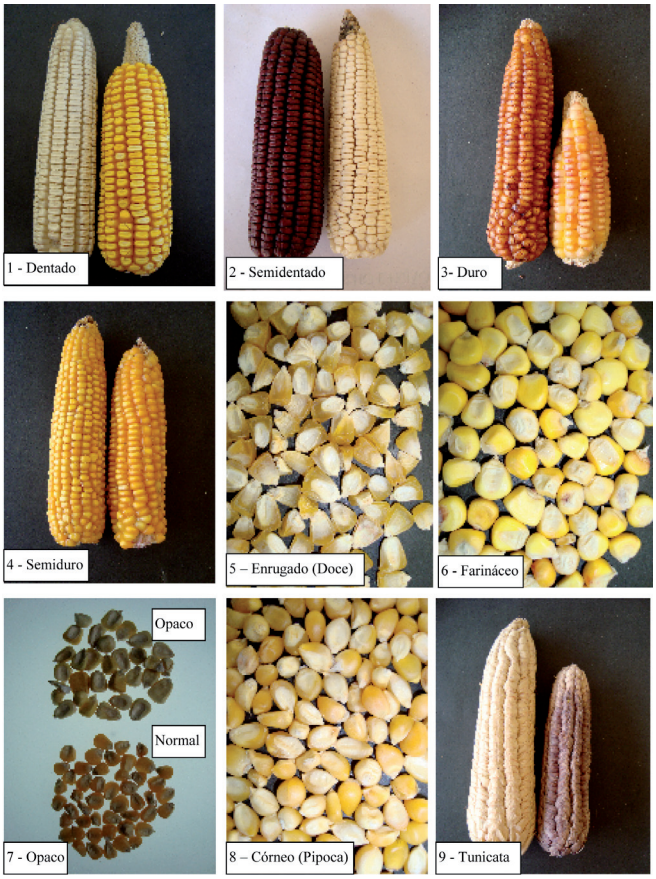


**Figura 18.** Tipo de endosperma de acordo com a seguinte codificação dentado – 1, semidentado – 2, duro – 3, semiduro – 4, enrugado, também denominado doce – 5, farináceo – 6, opaco – 7, pipoca – 8, tunicata – 9.

28 – Cor do grão – indicação qualitativa da cor do grão, de acordo com a seguinte classificação: branco – 1, amarelo – 2, alaranjado – 3, vermelho – 4, cinza – 5, preto ou azul – 6, purpura – 7, variegado – 8 (Figura 19).

A classificação do tipo e cor do grão é feita de forma a se considerar que uma variedade é uma população e, como tal, pode apresentar variabilidade para esses caracteres, portanto são anotadas três classificações para essas características, caso haja variabilidade dentro da população. Para cada uma destas classificações deverá ser usado um campo na planilha eletrônica empregada para armazenamento dos dados de caracterização. O primeiro campo é usado para informar o fenótipo predominante, o segundo campo e o terceiro campos são usados para os fenótipos com a segunda e terceira maiores frequências, respectivamente. Caso a variedade seja uniforme para esses caracteres, apenas o primeiro campo é preenchido. É oportuno salientar que a classificação da cor dos grãos “8 variegado” se refere a mais de uma cor no mesmo grão, e não a variedades com diferenças de cores entre os grãos.

Conforme pode ser observado na lista de descritores, os caracteres empregados na caracterização de recursos genéticos de milho se expressam em diversas fases do desenvolvimento da planta, indo desde de caracteres observados na emergência de plântulas até caracteres que são expressos nas espigas e nos grãos e portanto, são observados após a colheita. De uma maneira geral, a tomada de dados é feita em três fases do desenvolvimento da planta, na emergência, floração, que é a fase em que a planta já completou o seu crescimento, e na fase da colheita. Alguns cuidados são tomados na condução das plantas em campo de forma a seguir os tratos culturais usuais da cultura do milho. O espaçamento entre fileiras empregado é 80 cm e a densidade de semeadura é de 5 plantas por metro linear.

Foto: Flavia França Teixeira

**Figura 19.** Cor do grão de acordo com a seguinte codificação: branco – 1, amarelo – 2, alaranjado – 3, vermelho – 4, cinza – 5, preto – 6, purpura – 7.

## Agradecimentos

A equipe do Banco de Germoplasma de Milho agradece ao engenheiro agroônomo Fábio Andrade Padilha pelos serviços prestados.

## Literatura consultada

ABADIE, T.; CORDEIRO, C. M. T.; ANDRADE, R. V.; PARENTONI, S. N.; MAGALHÃES, J. R. A coleção nuclear de milho para o Brasil. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2000. 37 p.

BRIEGER, F. G.; GURGEL, J. T. A.; PATERNINAI, E.; BLUMENSCHEIN, A.; ALLEONI, M. R. Races of maize in Brazil and other eastern South American countries. Washington: National Academy of Sciences, 1958. 283 p. (Publication, 593).

BUCKLER, E. S.; STEVENS, N. M. Maize origins, domestication, and selection. In: MOTLEY, T. J.; ZEREGA, N.; CROSS, H. (Ed.). Darwin's harvest. New York: Columbia University Press, 2005. p. 67-90.

IBPGR. Descriptors for maize. Mexico: International Maize and Wheat Improvement Center; Rome: International Board for Plant Genetic Resources, 1991.

OLIVEIRA, E.; PINTO, N. F. J. A.; FERNANDES, F .T. Identificação e controle de doenças na cultura do milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 157 p.

PATERNIANI, E.; GOODMAN, M. M. Races of maize in Brazil and adjacent areas. Mexico: Centro Internacional de Mejoramineto de Maiz e Trigo, 1977. 95 p.

PATERNIANI, E.; NASS, L. L.; SANTOS, M. X. O valor dos recursos genéticos de milho para o Brasil. In: UDRY, C. V.; DUARTE, W. Uma história brasileira do milho: o valor dos recursos genéticos. Brasília: Parelelo 15, 2000. p. 11-41.

TEIXEIRA, F. F.; SOUZA, B. O.; ANDRADE, R. V.; PADILHA, L. Boas práticas na manutenção de germoplasma de variedades crioulas de milho. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2005. 8 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 113). Disponível em: <http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2005/comunicado/Com_113.pdf>. Acesso em: 14 ago. 2010.

TEIXEIRA, F. F. Milho cultivado no Brasil e banco de germoplasma: uma forma de classificação da variabilidade genética. Sete Lagoas: Embrapa Milho e Sorgo, 2008. 11 p. (Embrapa Milho e Sorgo. Comunicado Técnico, 155). Disponível em: http://www.cnpms.embrapa.br/publicacoes/publica/2008/comunicado/Com_155.pdf>. Acesso em: 16 ago. 2010.

**Comunicado Técnico, 185**

Exemplares desta edição podem ser adquiridos na:
**Embrapa Milho e Sorgo**
**Endereço**: Rod. MG 424 km 45 Caixa Postal 151
CEP 35701-970 Sete Lagoas, MG
**Fone**: (31) 3027 1100
**Fax**: (31) 3027 1188
**E-mail**: sac@cnpms.embrapa.br
**1ª edição**
1ª impressão (2010): on line

Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento
BRASIL UM PAÍS DE TODOS GOVERNO FEDERAL

**Comitê de Publicações**

**Presidente**: *Antônio Carlos de Oliveira.*
**Secretário-Executivo**: *Elena Charlotte Landau.*
**Membros**: *Flávio Dessaune Tardin, Eliane Aparecida Gomes, Paulo Afonso Viana, João Herbert Moreira Viana, Guilherme Ferreira Viana e Rosângela Lacerda de Castro.*

**Expediente**

**Supervisão editorial**: *Adriana Noce.*
**Revisão de texto**: *Antonio Claudio da Silva Barros.*
**Normalização bibliográfica**: *Rosângela Lacerda de Castro.*
**Tratamento das ilustrações**: *Tânia Mara A. Barbosa.*
**Editoração eletrônica**: *Tânia Mara A. Barbosa.*