

Análise de Entropia em Acessos de Mangueira do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido

Analysis of Entropy in Mango Accesses from Embrapa Semiarid's Active Germplasm Bank

Emille Mayara de Carvalho Souza¹; Antonio Leandro da Silva Conceição²; Francisco Pinheiro Lima Neto³; Carlos Alberto da Silva Ledo⁴

Abstract

The objective of the present work was to characterize mango accesses of Embrapa Semiarid's Active Germplasm Bank based on leaf morphological descriptors and to detect their genetic variability through entropy analysis. Ten accesses cultivated at Mandacaru Experimental Area in Juazeiro city, Bahia State, Brazil, were evaluated. We applied nine qualitative morphological descriptors, calculating the percentage frequency of the classes and the level of entropy of the characters. The descriptors that presented higher levels of entropy were limb shape, limb coloring and petiole size in relation to the shoot, indicating that there is variability among the accesses. On the other hand, the ones that presented low

¹Mestranda em Recursos Genéticos Vegetais, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia (UFRB), Cruz das Almas, BA, bolsista Capes.

²Doutorando em Ciências Agrárias, UFRB, Cruz das Almas, BA, bolsista Capes.

³Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Semiárido, Petrolina, PE.

⁴Engenheiro-agrônomo, D.Sc. em Genética e Melhoramento de Plantas, pesquisador da Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, BA.

values were torsion and habit of growth of the branches, indicating little variability between the accesses characterized. Based on the morphological descriptors evaluated, it can be observed that mango accesses present high variability.

Palavras-chaves: caracterização morfológica, descritores foliares, Variabilidade genética.

Keywords: morphological characterization, leaf descriptors, genetic variability.

Introdução

A manga se destaca como uma fruta de alto valor comercial, principalmente nas regiões tropicais. Com reconhecido valor alimentar, é uma das principais frutas frescas exportadas pelo Brasil, gerando divisas, criando empregos e aumentando a renda, tanto de pequenos quanto de grandes produtores (FAO, 2009). As exportações brasileiras alcançaram totais de 156 e 154 mil toneladas em 2015 e em 2016, respectivamente, e geraram, nos mesmos anos, aproximadamente 184 e 180 milhões de dólares (ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA, 2017).

O cultivo no Vale do Submédio São Francisco se concentra na variedade Tommy Atkins. A diversificação dos pomares se torna necessária para a conquista dos mercados consumidores, principalmente o internacional. Além disso, a concentração em poucas variedades pode acarretar vulnerabilidade genética por causa da uniformidade do cultivo.

Objetivando a promoção da diversificação dos pomares e a geração de variedades melhoradas, a Embrapa Semiárido vem desenvolvendo um programa de melhoramento genético que se baseia nos acessos preservados em seu Banco Ativo de Germoplasma. Para dar suporte ao programa, vem sendo realizada a caracterização desses acessos, o que é fundamental pois, permitirá o estudo posterior da diversidade genética da coleção.

A caracterização de acessos é feita de forma sistemática por meio do confronto com listas de características descritivas ou “descritores” (RIBEIRO, 2011). Isso possibilita o estudo de diversidade genética e permite a identificação de possíveis geritores ou até mesmo de genótipos com características superiores (SILVA et al., 2012).

De acordo com Ledo et al. (2011), o nível de entropia pode ser utilizado para quantificar a variabilidade presente em descritores qualitativos por meio da observação das frequências relativas das classes para cada descritor avaliado.

O objetivo deste trabalho foi caracterizar acessos de mangueira (*Mangifera indica* L.) do Banco Ativo de Germoplasma da Embrapa Semiárido com base em descritores morfológicos da folha a fim de detectar a variabilidade genética existente por meio da análise de entropia.

Material e Métodos

O Banco Ativo de Germoplasma de Mangueira pertencente à Embrapa Semiárido está implantado no Campo Experimental de Mandacaru, em Juazeiro, BA. O trabalho se baseou em dez acessos da cultura, aplicando-se oito caracteres qualitativos observados na caracterização das folhas, além do hábito de crescimento dos ramos principais.

Os acessos caracterizados são compostos por quatro exemplares. A avaliação foliar consistiu na amostragem de 16 folhas por acesso, sendo retiradas quatro folhas desenvolvidas de cada uma das quatro plantas. As folhas foram retiradas dos quadrantes, considerando-se os ramos do ano, entre o segundo e o terceiro internódios, na parte mediana. O descritor “hábito de crescimento dos ramos” foi observado diretamente nas plantas com o auxílio de figuras segundo o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2011).

Os descritores avaliados foram: hábito de crescimento dos ramos (ereto, aberto, pendente), forma predominante do limbo (ovalada, elíptica ou oblonga), forma da base do limbo (aguda, obtusa, arredondada), forma do ápice do limbo (afilada, acuminada ou aguda), coloração do limbo (verde amarelada, verde clara, verde média, verde escura), ondulação na borda do limbo (ausente ou fraca, média ou forte), torção do limbo (ausente ou presente), espaço entre as nervuras secundárias do limbo (muito fechado, fechado, médio, amplo ou muito amplo) e porte do pecíolo em relação ao broto (ereto, semiereto, perpendicular, moderadamente recurvado ou muito recurvado).

Foram calculadas as frequências percentuais de cada categoria e o nível de entropia dos caracteres foi estimado por meio do coeficiente de entropia de Renyi (RENYI, 1961). As diversas análises foram realizadas aplicando-se o programa estatístico R (R CORE TEAM, 2017).

O nível de entropia dos caracteres (H), proposto por Renyi (1961), foi estimado de acordo com o seguinte modelo:

$$H = - \sum_{i=1}^s p_i \ln p_i$$

A entropia é uma medida da frequência da distribuição de (n) acessos $P = (p_1, p_2 \dots p_s)$, sendo: $p_1 = f_1/n$ e $(p_1 + p_2 + \dots + p_s = 1)$, desde que $(n = f_1 + f_2 + \dots + f_s)$, em que $f_1, f_2, \dots f_n$ são as contagens de cada uma das classes (s) no descritor considerado.

Resultados e Discussão

Na Tabela 1, são apresentados os descritores qualitativos, as classes fenotípicas, a frequência percentual dos acessos em cada uma das classes e o nível de entropia de Renyi. Os maiores valores de entropia foram observados nas variáveis que apresentavam maior quantidade de classes fenotípicas, por exemplo, o porte do pecíolo em relação ao broto (1,31), a coloração do limbo (1,28) e a forma do limbo (1,03), indicando que existe variabilidade entre os acessos.

A elevada entropia no descritor “porte do pecíolo em relação ao broto” é atribuída à apresentação, pela maioria dos acessos, de porte muito recurvado, moderadamente recurvado e ereto. Para a forma do ápice e a forma da base do limbo, as classes que mais se expressaram foram a acuminada e a aguda, com frequência percentual de 50 e 60, respectivamente.

As variáveis “torção do limbo” e “hábito de crescimento dos ramos” apresentaram nível de entropia inferior a 0,70, que é considerado baixo, quando comparado às estimativas apresentadas pelas outras variáveis, mas que pode ser explicado pela quantidade de classes atribuídas aos descritores empregados no estudo. O nível de entropia pode ser

utilizado para quantificar a variabilidade presente em descritores por meio da observação das frequências relativas dos acessos classificados dentro das diversas categorias (ARAÚJO et al., 2012).

Tabela 1. Variáveis qualitativas analisadas, classes fenotípicas, frequência percentual e nível de entropia em acessos de mangueira (*Mangifera indica* L.) da Embrapa Semiárido.

Descritor qualitativo	Classes	Frequência percentual (%)	Nível de entropia
HCR	Aberto	70,00	0,61
	Pendente	30,00	
	Ovalada	20,00	
FORM	Oblonga	50,00	1,03
	Elíptica	30,00	
	Verde escura	40,00	
COLOR	Verde amarelada	20,00	1,28
	Verde clara	10,00	
	Verde média	30,00	
TOR	Ausente	50,00	0,69
	Presente	50,00	
	Médio	70,00	
ENS	Fechado	20,00	0,80
	Muito fechado	10,00	
	Média	20,00	
OB	Ausente ou fraca	70,00	0,80
	Forte	10,00	
	Aguda	60,00	
FB	Obtusa	20,00	0,95
	Arredondada	20,00	
	Aguda	40,00	
FA	Acuminada	50,00	0,94
	Afilada	10,00	
	Muito recurvado	30,00	
PB	Moderadamente recurvado	30,00	1,31
	Ereto	30,00	
	Semiereto	10,00	

Hábito de crescimento dos ramos (HCR); Forma do limbo (FORM); Coloração do limbo (COLOR); Torção do limbo (TOR); Espaço entre as nervuras secundárias do limbo (ENS); Ondulação da borda do limbo (OB); Forma da base do limbo (FB); Forma do ápice do limbo (FA) e Porte do pecíolo em relação ao boto (PB).

Conclusões

Os descritores foram eficientes em detectar a variabilidade genética entre os acessos.

As variáveis porte do pecíolo em relação ao broto, forma do limbo e coloração do limbo expressaram a maior variabilidade genética entre os acessos considerados, sendo assim mais recomendadas para trabalhos posteriores com divergência genética propostos para a cultura.

Referências

ANUÁRIO BRASILEIRO DA FRUTICULTURA. Santa Cruz do Sul: Editora Gazeta Santa Cruz, 2017. 49 p.

ARAÚJO, J.; LEDO, C. A. S.; MARTINS, M. L. L.; SANTOS, A. S. Diversidade genética em acessos de espécies silvestres de *Manihot*, mediante caracterização morfológica. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém, PA. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012. 1 CD-ROM.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Instruções para execução dos ensaios de distinguibilidade, homogeneidade e estabilidade de cultivares de manga (*Mangifera indica* L.)**. Brasília, DF, 2011. Disponível em: <http://www.agricultura.gov.br/assuntos/insumos-agropecuarios/insumos-agricolas/protexao-de-cultivar/arquivos-frutiferas/mangueira_us.doc>. Acesso em: 15 set. 2017.

FAO. Food and Agricultural Organization. **Crops**. Rome, 2009. Disponível em: <<http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC>>. Acesso em: 21 set. 2017.

LEDO, C. A. S.; ALVES, A. A. C.; SILVEIRA, T. C.; OLIVEIRA, M. M.; SANTOS, A. S.; TAVARES FILHO, L. F. Q. **Caracterização morfológica da coleção de espécies silvestres de *Manihot* (Euphorbiaceae - Magnoliophyta) da Embrapa Mandioca e Fruticultura**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2011. (Embrapa Mandioca e Fruticultura. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento, 53). Disponível em: <<http://ainfo.cnptia.embrapa.br/digital/bitstream/item/58020/1/Boletim-Pesquisa-Desenv-53.pdf>>. Acesso em: 4 out. 2017.

RENYI, A. On measures of entropy and information. In: BERKELEY SYMPOSIUM ON MATHEMATICAL STATISTICS AND PROBABILITY, 4th, 1960, Berkeley. **Proceedings...** Berkeley: University of California Press, 1961. p. 547-561.

RIBEIRO, I. C. N. S. **Análise da divergência genética em acessos de *Mangifera indica* com base em descritores agromorfológicos e marcadores microssatélites**. 2011. 133 f. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais) – Universidade Estadual de Feira de Santana, Feira de Santana.

R CORE TEAM. **R. A language and environment for statistical computing** Áustria: R Foundation for Statistical Computing, 2017. Disponível em: <<http://www.R-project.org/>>. Acesso em: 13 out. 2017.

SILVA, D. F. P.; SIQUEIRA, D. L.; ROCHA, A.; SALOMÃO, L. C. C.; MATIAS, R. G. P.; STRUIVING, T. B. Diversidade genética entre cultivares de mangueiras, baseada em caracteres de qualidade dos frutos. **Revista Ceres**, Viçosa, MG, v. 59, p. 225-232, 2012.