

MARIA HELENA MEDEIROS DE NOVAES

CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E AVALIAÇÃO PRECOCE DE
TOLERÂNCIA AO ESTRESSE HÍDRICO EM ACESSOS DE MANDIOCA

Serra Talhada - PE

2018

N
O
V
A
E
S

M
H
M

C
A
R
A
C
T
E
R
I
Z
A
Ç
Ã
O

E

A
V
A
L
I
A
Ç
A
O

D
E

A
C
E
S
S
O
S

D
E

M
A
N
D
I
O
C
A

.
2
0
1
8

MARIA HELENA MEDEIROS DE NOVAES

CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E AVALIAÇÃO PRECOCE DE
TOLERÂNCIA AO ESTRESSE HÍDRICO EM ACESSOS DE MANDIOCA

Dissertação apresentada à Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada, como parte das exigências do Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal, para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Lindomar Maria da Silveira

Co-orientador: Pesquisadora Dr^a. Rafaela Priscila Antônio

Serra Talhada - PE

2018

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca da UAST, Serra Talhada-PE, Brasil

N935c Novaes, Maria Helena Medeiros de
Caracterização morfoagronômica e avaliação precoce de tolerância
ao estresse hídrico em acessos de mandioca / Maria Helena Medeiros de
Novaes. - Serra Talhada, 2018.
57f. : il.

Orientador (a): Lindomar Maria da Silva
Coorientador (a): Rafaela Priscila Antônio

Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) – Universidade
Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada,
Serra Talhada, PE, 2018.
Inclui referências e anexos.

1. Mandioca (*Manihot esculenta crantz*). 2. Tolerância a seca. 3.
Mandioca - Melhoramento genético. I. Silva, Lindomar Maria da, orient.
II. Antônio, Rafaela Priscila, coorient. III. Título.

CDD 631

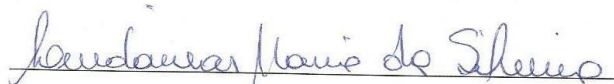
MARIA HELENA MEDEIROS DE NOVAES

CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA E AVALIAÇÃO PRECOCE DE
TOLERÂNCIA AO ESTRESSE HÍDRICO EM ACESSOS DE MANDIOCA

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Produção Vegetal da
Universidade Federal Rural de Pernambuco, Unidade Acadêmica de Serra Talhada
como parte das exigências para obtenção do título de Mestre em Produção Vegetal.

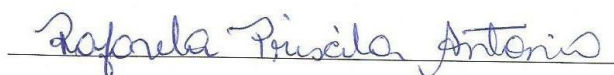
Aprovado em: 23/02/2018.

Banca Examinadora



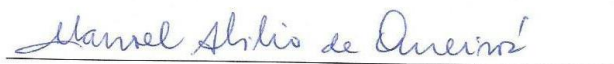
Prof.^a Dr.^a Lindomar Maria da Silveira – UFERSA/UASt/UFRPE

Orientadora



Dr.^a Rafaela Priscila Antônio - EMBRAPA

Co-orientador, Examinador Externo



Dr. Manoel Abilio de Queiróz - UNEB

Examinador Externo

Serra Talhada-PE
2018

Aos meus pais, especialmente minha mãe, e ao meu namorado, que estiveram ao meu lado me dando forças e me apoiando durante todo esse caminho,

Dedico

AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, à Deus, por não me deixar sozinha em nenhum momento, seja ele bom ou ruim, me dando forças para continuar e não me deixando desistir;

Agradeço à Universidade Federal Rural de Pernambuco/Unidade Acadêmica de Serra Talhada (UFRPE/ UAST) pela oportunidade e liberação para a execução do experimento em outra cidade;

A CAPES pela concessão de bolsa de estudo;

À Embrapa Semiárido pela experiência, infraestrutura, materiais utilizados e execução do experimento, bem como orientação;

À Embrapa Mandioca e Fruticultura - BA, por mais uma experiência na realização de trabalhos experimentais, esta em parceria com a EMBRAPA Semiárido – PE;

Agradeço, aos meus pais, João Cavalcanti Novaes Sobrinho e Maria Gorete Medeiros de Novaes, por todo o esforço e apoio durante todo esse período, especialmente no último ano;

Ao meu namorado, Gerlândio Leandro Pereira da Silva, também pelo apoio e paciência e à minha amiga, Maiara Alves Diniz, por me apoiar sempre;

Agradeço às professoras Neilza Castro Reis de Albuquerque e Monalisa Alves Diniz da Silva C. Pinto, da UFRPE/UAST, por toda ajuda inicial e paciência;

Às minhas orientadoras, Lindomar Maria da Silveira (UFERSA/UFRPE/UAST) e Rafaela Priscila Antônio (Embrapa Semiárido), pelos ensinamentos;

Agradeço ao Grupo de Melhoramento Genético de Plantas Forrageiras, especialmente à Irlane Cristine de Souza Andrade Lira, por ter me ensinado e me ajudado muito, principalmente na execução de alguns trabalhos e na escrita, bem como pelo incentivo;

Agradeço também aos colegas de pós-graduação em Produção Vegetal, Edivan Amaro da Silva e Alysson Menezes Sobreira, por me acompanharem e me ajudarem em vários momentos. A todos os estagiários, que também me ajudaram bastante, a maioria não do início ao fim, mas que deram sua contribuição no período em que estiveram na Embrapa. Especialmente a José Leandro da Silva Neto e Francisco de Souza Lopes, que me acompanham por um longo tempo. Também agradeço a todos os trabalhadores de campo da Embrapa que foram fundamentais para a condução do experimento.

A todos, muito obrigada!

“Que os vossos esforços desafiem as impossibilidades, lembrai-vos de que as grandes coisas do homem foram conquistadas do que parecia impossível.”
(Charles Chaplin)

RESUMO GERAL

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma cultura que assume um importante papel no cenário agrícola mundial por ser considerada uma espécie altamente versátil, que supre as necessidades alimentícias da população, sendo utilizada tanto *in natura* quanto de forma industrializada, ganhando cada vez mais destaque, além de ser utilizada para a alimentação animal. Apesar da importância dessa cultura, ela é pouco estudada e as etapas de caracterização e avaliação funcionam como base para o conhecimento da mesma. Estas são necessárias para os recursos genéticos e para o melhoramento genético vegetal. Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivos fazer a caracterização morfológica de acessos do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de Mandioca da Embrapa Semiárido e avaliar precocemente acessos de mandioca provenientes de BAG's da Embrapa, sob condições de déficit hídrico. Para a caracterização foram utilizados 184 acessos e 35 descritores quantitativos e qualitativos. As avaliações ocorreram no terceiro, sexto, nono e décimo segundo mês após o plantio, utilizando uma lista de descritores específicos para a cultura. Para quantificação da divergência genética foram utilizados os dados médios dos descritores quantitativos e qualitativos de forma simultânea, obtendo-se assim a matriz de distância utilizando-se o algoritmo de Gower. Utilizou-se o método de otimização de Tocher para realizar o agrupamento dos genótipos. Determinou-se a importância relativa dos caracteres para a divergência. Os genótipos foram separados em sete grupos, sendo que os acessos BGM 1398 e Mossoró 3 foram os mais divergentes. Os descritores que mais contribuíram para a divergência genética foram altura da primeira ramificação (54,58%) e altura da planta (43,55%). Para a avaliação precoce quanto a tolerância a estresse hídrico, o experimento foi realizado de abril a outubro de 2017, seguindo o delineamento em blocos casualizados, com 177 tratamentos, sendo estes os acessos de mandioca, quatro repetições e seis plantas por parcela. Com o estabelecimento da cultura, três meses após o plantio, foi suspensa a irrigação. As avaliações foram realizadas em três plantas de cada parcela, sendo cinco caracteres avaliados uma semana antes da suspensão da irrigação; quatro após a suspensão da irrigação, realizada uma semana antes do final do experimento e seis na colheita. Realizou-se análise de deviance e estimaram-se os componentes de variância e herdabilidade. Os componentes de variância foram aferidos pelo método REML/BLUP e a herdabilidade e acurácia, utilizando o software Selegen. Exceto para a retenção foliar antes da suspensão da irrigação, para todos os caracteres avaliados, houve diferença significativa entre os mesmos sob condições de

irrigação e suspensão da irrigação, bem como dos demais caracteres avaliados após os seis meses. A partir dos resultados, verificou-se que é possível realizar seleção precoce na presença de déficit em avaliação precoce de acessos de mandioca. E as estimativas de variâncias genéticas permitem inferir sobre a possibilidade de ganhos genéticos, com ou sem déficit hídrico.

Palavras-chave: *Manihot esculenta* Crantz, tolerância a seca, melhoramento.

GENERAL ABSTRACT

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is a crop that assumes an important role in the world agricultural scenario because it is considered a highly versatile species that supplies the nutritional needs of the population, being used both in natura and in an industrialized way, gaining more and more attention, besides being used for animal feed. Despite the importance of this culture, it is little studied and the stages of characterization and evaluation function as a basis for the knowledge of this culture. These are necessary for genetic resources and plant breeding. In this sense, the present work had as general objectives to make the morphological characterization of accesses of the Germplasm Active Bank (BAG) of Embrapa Semiárida Cassava and to evaluate accesses of manioc from Embrapa BAGs under conditions of water deficit. For the characterization, 184 accessions and 35 quantitative and qualitative descriptors were used. The evaluations occurred in the third, sixth, ninth and twelfth month after planting, using a list of specific descriptors for the crop. To quantify the genetic divergence, the mean data of the quantitative and qualitative descriptors were used simultaneously, obtaining the distance matrix using the Gower algorithm. The Tocher optimization method was used to perform the clustering of the genotypes. The relative importance of the characters for the divergence was determined. The genotypes were separated into seven groups, and the BGM 1398 and Mossoro 3 accessions were the most divergent. The descriptors that contributed the most to the genetic divergence were height of the first branch (54.58%) and height of the plant (43.55%). For the early evaluation of tolerance to water stress, the experiment was conducted from April to October 2017, following the randomized block design, with 177 treatments, being these accesses of cassava, four replicates and six plants per plot. With the establishment of the crop, three months after planting, irrigation was suspended. The evaluations were carried out in three plants of each plot, five characters being evaluated one week before the irrigation suspension; four after the irrigation suspension, one week before the end of the experiment; and six evaluations at harvest. Deviance analysis was performed and components of variance and heritability were estimated. The components of variance were measured by the REML / BLUP method and the heritability and accuracy using Selegen software. Except for foliar retention before irrigation suspension, for all the characters evaluated, there was a significant difference between them under irrigation and irrigation suspension conditions, as well as other characters evaluated after six months. From the results, it was verified that it is possible to perform early selection in the presence of deficit in early evaluation of cassava

accesses. And estimates of genetic variances allow to obtain genetic gains, with or without water deficit.

Keywords: *Manihot esculenta* Crantz, drought tolerance, breeding.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1** Gráfico de precipitação, temperaturas máxima e mínima do município de Petrolina – PE, durante o período de caracterização.....25
- Figura 2** Gráfico com a precipitação, temperaturas máxima e mínima do município de Petrolina – PE, durante todo o experimento.45

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 Descritores morfoagronômicos, seguindo a lista de Fukuda et al. (2010), de 3, 6, 9 e 12 meses, utilizados em acessos do BAG de mandioca, na Embrapa Semiárido, em Petrolina – PE	26
Tabela 2 Agrupamento de 184 acessos de mandiocca, usando como base 35 descritores morfoagronômicos, o Algoritmo de Gower e o método de otimização de Tocher.	28
Tabela 3 Contribuição relativa (%) de características para a divergência genética entre 10 acessos de mandioca pelo método de Singh (1981)	30
Tabela 4 Acessos do BAG da Embrapa Semiárido, em Petrolina – PE	39
Tabela 5 Estimativas de deviance para os caracteres avaliados em acessos de mandioca (<i>Manihot esculenta</i> Crantz) submetidos a estresse hídrico, em experimento conduzido em Petrolina – PE	47
Tabela 6 Estimativas de componentes de variância, herdabilidade, precisão e coeficientes de variância para descritores avaliados em acessos de mandioca submetidos a estresse hídrico .	50

SUMÁRIO

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA	13
CAPÍTULO 1 – CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE ACESSOS DO BANCO DE GERMOPLASMA DE MANDIOCA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO	21
1 INTRODUÇÃO	23
2 MATERIAL E MÉTODOS	24
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	27
4 CONCLUSÕES.....	31
REFERÊNCIAS	32
ANEXO.....	39
CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO PRECOCE DE TOLERÂNCIA AO ESTRESSE HÍDRICO EM ACESSOS DE MANDIOCA	41
1 INTRODUÇÃO	43
2 MATERIAL E MÉTODOS	44
3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	47
4 CONCLUSÕES.....	51
REFERÊNCIAS	52

REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

A cultura da mandioca

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) pertence à família Euphorbiaceae e é uma das raízes tuberosas mais importantes em regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo utilizada tanto na alimentação humana (CENÓZ et al., 2007) quanto animal. O Brasil é considerado o centro de origem da mandioca, identificando-se diversidade genética para diversas características.

Essa diversidade acontece devido a uma seleção natural que ocorreu durante a evolução da espécie, e serve como base genética para programas de melhoramento principalmente por apresentar genes que possibilitam resistência às pragas e doenças que ocorrem no cultivo, e por se adaptar a variadas condições edafoclimáticas (FUKUDA et al., 2005).

O cultivo da mandioca ocorre principalmente devido a sua tolerância a variados regimes pluviométricos, suportando altas temperaturas, bem como solos com uma baixa fertilidade. Fazendo com que ocorra, inclusive, em regiões com pouco desenvolvimento, sendo cultivada por pequenos agricultores (HOWELER, 2002). Um dos motivos dessa adaptação, ocorre devido à mandioca apresentar características que ocorrem tanto em plantas C3, quanto em plantas C4, sendo assim, considera-se que a mesma apresente um metabolismo intermediário (EL-SHARKAWY et al., 1989).

A qualidade de produção da mandioca é definida principalmente pelo teor de matéria seca. Este teor está diretamente relacionado com o teor de amido, o qual é extraído por fecularias, fábricas de polvilho e indústrias de álcool feitos com a mandioca (BORGES et al., 2002; LORENZI, 2003).

Produção

O continente Africano é o principal produtor mundial de mandioca com a Ásia em segundo lugar e, em terceiro, a América do Sul. Os países considerados os maiores produtores mundiais são a Tailândia e a Indonésia, estes possuem centros de pesquisa de elevada qualidade, que têm como foco o aumento na produção da cultura (GROXKO, 2016), estando o Brasil entre os maiores produtores da América do Sul (CONAB, 2017).

De acordo com Groxko (2016), o Brasil representa 75% da produção na América do Sul, tendo um aumento de 14% na safra de 2014/15. Tem-se tido um aumento considerável em pesquisas com a mandioca, mas falta muito para ser comparado à nível internacional. Quando as condições climáticas não estão tão oscilantes, a região Nordeste é responsável por 35% da produção brasileira. Sendo esta produção destinada ao consumo humano, utilizando a mandioca principalmente para produção de farinha e de polvilho azedo ou goma. Já na região Sudeste, o estado de São Paulo apresenta indústrias de fécula, de farinha, além de possuir a maior comercialização do país (GROXKO, 2016).

Cultivares de mandioca e utilização

Considera-se a mandioca como uma espécie cianogênica que tem a maior importância no Brasil (AMORIM et al., 2006). Nela ocorrem naturalmente os glicosídeos linamarina e lotaustralina. As variedades de mandioca podem ser classificadas de acordo com o teor de HCN na raiz como: doces ou mansas, possuindo um teor abaixo de 180 mg kg^{-1} de HCN (com base úmida); intermediárias, possuindo teores variando de 180 a 300 mg kg^{-1} ; e amargas ou bravas, possuindo um teor acima de 300 mg kg^{-1} (SÁNCHEZ, 2004). Contudo, é importante destacar que alguns autores divergem em opinião quanto a essa classificação e esse conhecimento é utilizado para definir a forma de uso da mandioca na alimentação humana e animal.

Para o consumo humano, a raiz deve apresentar valor de de HCN menos de 100 ppm ou 100 mg de ácido cianídrico por quilograma de raízes (VALLE et al., 2004; MEZETTE, 2007). Para a indústria é possível utilizar cultivares de mandioca mansa e brava, pois há a liberação do HCN durante o processamento (SOUZA; FIALHO, 2003). Para a alimentação animal, pode-se utilizar toda a planta, desde que se tenha o cuidado de utilizar plantas que apresentem um baixo teor de HCN (PASCOAL FILHO; SILVEIRA, 2012).

A composição nutricional da mandioca depende do tecido (raiz ou folha) e de fatores como a localização geográfica, variedade e idade da planta (TEWE; LUTALADIO 2004). A raiz apresenta um alto teor de carboidratos, onde destes, após a secagem, 80% são o amido e possui pequenas quantidades de sacarose, glicose, frutose e maltose (GIL; BUITRAGO 2002; TEWE; LUTALADIO, 2004). Normalmente o teor de fibras não excede 1,5% em raiz fresca e 4% em farinha de raiz (GIL; BUITRAGO 2002). Já o teor de lipídios é baixo quando comparado com o milho e o sorgo, mas superior ao da batata (MONTAGNAC et al., 2009).

Além disso, as raízes possuem cálcio, ferro, potássio, magnésio, cobre, teores de zinco e manganês comparáveis aos de algumas leguminosas. O teor de vitamina C (ácido ascórbico) e de cálcio são considerados altos, já para vitaminas do complexo B apresentam baixas proporções. Os teores de proteína, fibra e minerais são encontrados em maiores quantidades na casca da raiz (MONTAGNAC et al., 2009)

Ainda com referência ao valor nutricional da mandioca, a mesma tem ganhado destaque no mercado para pessoas celíacas, uma vez que apresentam sensibilidade ao glúten, bem como por pessoas que buscam alternativa para uma alimentação saudável. O glúten encontra-se no grupo de glicoproteínas das prolaminas insolúveis em água e confere a textura de massas, bolos e pães (BRUNATTI, 2016).

Nesse sentido, têm-se realizado vários experimentos utilizando a mandioca como matéria prima. Um deles foi realizado por Vieira et al. (2015) que realizaram a avaliação de características físico-químicas e sensoriais de biscoitos fabricados com ingredientes sucedâneos ao trigo, entre eles a fécula de mandioca. Em seus resultados, obtiveram que as formulações tiveram bom rendimento, maior teor de cinzas, de proteínas, de lipídios e de fibras alimentares, além de percentuais de aceitabilidade maiores que 70%, demonstrando ser promissora.

Além de biscoitos, algumas variedades e cultivares podem ser utilizadas substituindo o trigo na fabricação da cerveja, apresentando, inclusive, efeitos positivos à saúde, por possuírem compostos funcionais, como carotenoides. Diante disso, Brunatti (2016) realizou um experimento com a cultivar IAC 576-70, que é rica em β -caroteno, com material obtido do Banco de Germoplasma da Epagri. Em seus resultados, as cervejas experimentais funcionais sem glúten ou com baixo teor de glúten foram elaboradas com sucesso, podendo estas serem utilizadas por pessoas portadoras da doença celíaca, que é a intolerância do organismo à gliadina, que é um constituinte da proteína do glúten (BRUNATTI, 2016).

Tem sido realizados diversos estudos sobre a produção de biocombustíveis de segunda geração, que apresentam como vantagem quando comparado aos de primeira a não utilização de matérias-primas comestíveis, não concorrendo, portanto, com o setor alimentício, esse fato é considerado em diversos países quando se trata da produção de etanol a partir da mandioca (NIGAM; SINGH, 2011). Camili (2010) destaca que essa produção possui uma linha industrial parecida com aquele obtido a partir de cereais, o que também é uma vantagem. Em um trabalho realizado por Martinez (2016), verificou-se que o farelo da mandioca apresentou o teor de amido com uma média de 64%, demonstrando um grande potencial para a produção de etanol de segunda geração.

A utilização da mandioca para alimentação animal pode ser através da raiz fragmentada, na qual as variedades com baixo teor de ácido cianídrico (HCN) podem ser fornecidas de imediato aos animais e as que apresentem um alto teor de HCN, após a colheita e fragmentação, devem ficar em repouso, na sombra, por aproximadamente vinte e quatro horas, com o objetivo de volatilizar o ácido (ALMEIDA; FILHO, 2005). O mesmo sentido ocorre para o fornecimento da parte aérea. Apresentando um elevado teor de HCN nas folhas, é necessário que se utilize a folhagem apenas após doze ou quatorze horas posterior a colheita. A desidratação das folhas elimina de 70% a 80 % da sua umidade, podendo aumentar a concentração de substâncias nutritivas, além de reduzir os teores do HCN (ALMEIDA; FILHO, 2005).

Diversidade genética entre espécies e caracterização de acessos

Uma das subdivisões da biodiversidade é a diversidade genética, esta tem como principal objetivo conservar os recursos genéticos, entre eles, plantas que tenham importância tanto naquele momento, quando futuramente. Para se ter informações suficientes, deve-se realizar coleta, caracterizar, avaliar e conservar os acessos de uma determinada cultura (OLIVEIRA, et al, 2010). Verificar essa diversidade genética contribui para tomar decisões sobre como organizar um germoplasma, aumentar a eficiência de amostragem de genótipos, bem como recomendar cultivares para uma região (VIEIRA, et al, 2013).

De acordo com Medeiros (2015), existem estratégias de conservação das culturas, sendo estas: *in situ*, que faz com que haja a manutenção e a proteção da vida silvestre buscando-se as condições ideais para sua conservação; sob cultivo, semelhante a anterior, mas trata de variedades cultivadas nas comunidades locais; *ex situ*, que ocorre fora dos habitats naturais; e Bancos Ativos de Germoplasma (BAGs), onde há um cultivo de forma planejada, sempre verificando a ocorrência de fatores que possam causar danos e buscando solucioná-lo.

Com relação à conservação em bancos de germoplasma do gênero *Manihot*, também chamada de *ex situ*, Allem et al. (2005) sugerem que a mesma ocorra de quatro formas: coleções ativas, a qual apresenta uma grande vantagem com relação as avaliações em curto prazo; conservação *in vitro*, requer investimentos iniciais, mas que médio prazo mostra-se eficaz; criopreservação, que pode ser utilizada em sementes inteiras, tecidos vegetativos e eixos embrionários; conservação de sementes a baixas temperaturas, que utiliza temperatura de -20°C e supressão de oxigênio, sendo considerada econômica; e conservação a campo,

que ocorre com as espécies que tem produção de sementes (FUKUDA et al., 1996; MEDEIROS, 2015).

Coletar novos acessos deve ser algo feito de forma contínua, fazendo com que seja evitada a erosão genética da espécie e sua base genética seja aumentada para os programas de melhoramento. Essa erosão pode ocorrer por estresses bióticos e abióticos que podem acontecer no campo, e substituindo-se as variedades tradicionais pelas melhoradas (FUKUDA et al., 2005).

Vieira et al. (2013), para verificarem a melhor estratégia que oriente ações de conservação e uso de germoplasma de mandioca de indústria, que possam se adaptar às condições do Cerrado do Brasil Central, chegaram à conclusão de que destaca-se o estudo da divergência genética utilizando marcadores moleculares, caracteres qualitativos e caracteres quantitativos de forma conjunta e complementar.

Já Gusmão e Neto (2008), com o objetivo de caracterizar descritores morfológicos e agrônômicos de cinco acessos de mandioca coletados em um plantio na Universidade Estadual do Maranhão, verificaram que os materiais estudados são diferentes com relação à maioria dos descritores usados, exceto o hábito de crescimento do caule, a cor da nervura da folha e o número de lóbulos, reafirmando a possibilidade de uso desses descritores para diferenciar os genótipos de mandioca.

Bancos Ativos de Germoplasma

Bancos de germoplasma são de grande importância tanto para a manutenção, quanto para a conservação de genótipos, servindo como fonte na procura de genes que são desejados para serem utilizados em programas de melhoramento genético. Devido a isto, a caracterização dos acessos que se encontram em bancos de germoplasma facilita a identificação dos genes de interesse, fornecendo parâmetros para a escolha de genitores favoráveis (COSTA et al., 2006).

Mundialmente, o banco com mais germoplasma de mandioca encontra-se na CIAT (*International Center for Tropical Agriculture*) em Colômbia, possuindo aproximadamente 6500 acessos, em segundo lugar, tem-se a EMBRAPA, em vários locais no Brasil, possuindo, unidas, cerca de 4000 acessos. Outros bancos importantes são: CTCRI (*Central Tuber Crops Research Institute*), na Índia; INIA (*Instituto Nacional de Innovacion Agraria*), no Peru; NRCRI (*National Toot Crops Research Institute*) na Nigéria; IITA (*The International*

Institute of Tropical Agriculture), na Nigéria; IAN (*Instituto Agronómico Nacional*), no Paraguai; SRCV (*Societatea Romana de Chirurgie Vasculara*), em Benin; D.R. (*Democratic Republic*), no Congo; e PGRC/CRI (*Plant Genetic Resources Centre*) em Ghana (DEBOUCK et al., 2011).

Existem acessos de mandioca em BAG's nas diversas localidades do Brasil (FUKUDA; ALVES, 1987). No Nordeste, um dos bancos regionais de mandioca encontra-se na Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizada em Cruz das Almas, Bahia.

Além desses bancos, existem as coleções de mandioca em Universidades que também são muito importantes para a conservação de germoplasma, sendo o material utilizado com finalidade didática em disciplinas (PINTO, 2017). Um exemplo, é a Coleção Didática de Germoplasma de mandioca da Universidade Federal Rural do Semiárido (UFERSA), que teve início em 2009 com apenas dois genótipos que seriam utilizados em demonstrações nas aulas práticas e, posteriormente, com a colaboração de produtores e professores, bem como o interesse dos alunos, esse número foi aumentando, contando com 23 acessos em 2015 (SOUZA et al., 2015). Nessa coleção, Pinto (2017) avaliaram 22 acessos de mandioca utilizando 26 descritores morfológicos quantitativos e qualitativos, verificando, a partir de seus resultados, a existência de variabilidade genética entre eles.

Parâmetros genéticos

Estimar parâmetros genéticos fornece informações sobre a herança dos caracteres, funcionando como base para o melhoramento (DUDA, 2003). Utilizada quando é preciso prever ganhos e verificar a viabilidade do programa de melhoramento (AZEVEDO, 2013). Entre os parâmetros que têm maior importância, tem-se destaque para os coeficientes de variação genética e herdabilidades, correlações genéticas e fenotípicas entre caracteres e a acurácia seletiva (DUDA, 2003; CRUZ, 2005).

Estimá-los de forma precisa é fator primordial para um programa de melhoramento genético (RESENDE, 2002). Entre os parâmetros, a variância genética aditiva demonstra a semelhança entre parentes (FALCONER, 1987). Enquanto que a variância fenotípica é formada por valores que podem ser observados em indivíduos de uma população, sendo esta subdividida entre três componentes: a variação ambiental, a variação quanto às diferenças na hereditariedade e aos efeitos do meio (VENCOVSKY; BARRIGA 1992).

Na variação de um caráter consideram-se variações entre plantas dentro das parcelas; diferenças ambiental entre parcelas e variação referente às diferenças genéticas entre progênes (VENCOVSKY, 1987). Estudar essas variações permite ao melhorista conhecer o material a ser testado, obtendo informações sobre as contribuições genéticas para cada caráter avaliado (FALCONER, 1987).

Entre os parâmetros encontra-se a herdabilidade. Estimá-la é importante para a predição de ganhos genéticos, a partir desta é possível decidir se haverá ou não continuidade ao melhoramento genético de uma determinada cultura (KAGEYAMA, 1980). Leva-se em consideração a proporção da variação total causada pela natureza genética, podendo ser estimada pelo quociente entre a variação genética e a variância total e pode ser obtida no sentido amplo e restrito. (FALCONER, 1987; BORÉM; MIRANDA, 2005).

No sentido amplo é a razão da variância genotípica pela variância fenotípica, já no sentido restrito, é a razão da variância aditiva pela variância fenotípica (BORÉ; MIRANDA, 2005). A herdabilidade caracteriza a população e o efeito ambiental ocasionados aos indivíduos (AZEVEDO, 2013). Podendo seu valor ser alterado pela variância fenotípica (FALCONER, 1987).

A acurácia seletiva é um dos parâmetros mais importantes em um experimento a campo, informando sobre como ordenar corretamente as cultivares a serem selecionadas. Depende. Fatores como a herdabilidade do caráter, o número de indivíduos e a influência ambiental podem afetar os resultados (RESENDE et al., 1995). Esse fato faz com que a utilização de um software que compare os métodos com relação à acurácia e ganhos genéticos a partir avaliações de parâmetros genéticos seja necessário (AZEVEDO, 2013).

Um desses softwares muito utilizados é o Selegen REML (máxima verossimilhança restrita) / BLUP (melhor predição linear não viciada), que utiliza modelos mistos para prever valores genéticos em indivíduos que tenham potencialidade para serem selecionados (RESENDE, 2000a). Criado com o objetivo de aperfeiçoar metodologias de seleção genética e servir como base ao melhoramento (AZEVEDO, 2013). Este software possibilita comparar indivíduos em variações do tempo e do local, possuindo correções para efeitos ambientais, podendo-se utilizar dados complexos, sempre com o objetivo de facilitar a seleção de indivíduos que se destacam (RESENDE, 2002).

Na correlação entre caracteres procura-se melhorar o material genético a partir da sua associação (VENCOVSKY, 1987). É uma medida do grau de associação entre duas variáveis,

por exemplo, duas características diferentes do mesmo indivíduo podem ter tendência a variar numa mesma direção, para este seria uma correlação positiva (BUENO et al., 2001).

Podendo ser estimada de duas formas, uma é a fenotípica, que fornece estimativa da influência em conjunto de causas genéticas e ambientais para expressar uma característica (FALCONER, 1987; FERREIRA et al., 2003), a outra é a genética, que é a porção genética da correlação fenotípica, sendo responsável pela fração herdável (FALCONER, 1996; COIMBRA et al., 2000). Para um mesmo caráter, é possível encontrar estimativas de valores positivos ou negativos, isto porque as mesmas foram estimadas em diferentes tipos de genótipo e de ambiente (VENCOVSKY, 1986; SANTOS, 2007).

O parâmetro comprova que a partir da seleção, alterações significativas em um caráter causa alterações em outros caracteres que estão correlacionados ao mesmo (RESENDE, 2002a). Facilitando a seleção, quando o caráter que se deseja possui uma difícil mensuração (CRUZ, 2005).

CAPÍTULO 1 – CARACTERIZAÇÃO MORFOAGRONÔMICA DE ACESSOS DO BANCO DE GERMOPLASMA DE MANDIOCA DA EMBRAPA SEMIÁRIDO

RESUMO

A caracterização morfoagronômica tem sido realizada em Bancos de Germoplasma para conhecer a diversidade genética entre os acessos, o que é essencial para o manejo e a utilização eficiente desses materiais. O presente estudo teve como objetivo caracterizar morfoagronomicamente acessos de mandioca, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Semiárido – PE e estimar a contribuição relativa dos descritores utilizados para quantificar a diversidade dos genótipos. Foram caracterizados 184 acessos, utilizando 35 descritores, qualitativos e quantitativos. As avaliações ocorreram no terceiro, sexto, nono e décimo segundo mês após o plantio, utilizando uma lista de descritores específicos para a cultura da mandioca. Avaliou-se a divergência genética a partir de dados médios dos descritores quantitativos e qualitativos simultaneamente. Realizou-se o agrupamento sequencial hierárquico pelo método de otimização de Tocher e determinou-se a importância relativa dos descritores para a divergência. A partir dos resultados, observou-se diversidade genética para todos os descritores avaliados. A partir dos dados, houve a formação de sete grupos. Os acessos mais divergentes foram o BGM 1398 e o Mossoró 3. Nas condições utilizadas no presente trabalho, foram encontrados dois descritores mais informativos, a altura da primeira ramificação (54,58%) e a altura da planta (43,55%), confirmando a importância do uso de descritores para diferenciar genótipos de mandioca.

Palavras-chave: *Manihot esculenta* Crantz. Conservação de germoplasma. Recursos genéticos.

MORPHAGRONOMIC CHARACTERIZATION OF ACCESSES BANK OF GERMOPLASMA OF CASSAVA FROM EMBRAPA SEMIÁRIDO

ABSTRACT

The morphoagronomic characterization has been carried out in Germoplasm Banks to know the genetic diversity among the accesses, which is essential for the management and efficient use of these materials. The present study aimed to characterize morphoagronomic accessions of cassava from the Germplasm Active Bank (BAG) of Embrapa Semiarido - PE and to estimate the relative contribution of the descriptors used to quantify the diversity of the genotypes. A total of 184 accessions were characterized, using 35 qualitative and quantitative descriptors. The evaluations occurred in the third, sixth, ninth and twelfth month after planting, using a list of specific descriptors for the crop. Genetic divergence was evaluated from the mean data of the quantitative and qualitative descriptors simultaneously. The hierarchical sequential grouping was performed by the Tocher optimization method and the relative importance of the descriptors for the divergence was determined. From the results, genetic diversity was observed for all the descriptors evaluated. From the data, seven groups were formed. The most divergent accessions were BGM 1398 and Mossoró 3. In the conditions used in the present work, two more informative descriptors were found, the height of the first branch (54.58%) and the height of the plant (43.55%), confirming the importance of the use of descriptors to differentiate cassava genotypes.

Keywords: *Manihot esculenta* Crantz. Conservation of germplasm. Genetic resources.

1 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é originária da América do Sul, sendo a Amazônia considerada seu centro de origem (ALLEN, 2002). Esta espécie é cultivada em diversas regiões do Brasil devido à sua capacidade de adaptação às condições adversas, a qual se dá, principalmente, devido a sua resistência às diferentes condições hídricas, de solo e de temperatura (HOWELER, 2002). Seu cultivo tem como principais objetivos o consumo de suas raízes, tanto para a alimentação humana quanto animal, além de uso da parte aérea como forragem para animais (VILPOUX, 2008).

Embora esta cultura apresente destaque no contexto sócio-econômico mundial e nacional, existe uma carência de informações técnicas, bem como sobre a variabilidade genética disponível para a espécie. Grande parte da diversidade da cultura da mandioca encontra-se em BAG's, principalmente objetivando a conservação de materiais genéticos, destinados à comercialização direta pelos agricultores e a utilização em programas de melhoramento (GOMES et al., 2007).

A literatura científica dispõe de alguns trabalhos onde se pode observar informações sobre a variabilidade disponível para a espécie. Adjebeng-Danquah et al. (2016), caracterizando 150 genótipos de mandioca, sendo 74 genótipos coletados de áreas agrícolas de Gana e 76 genótipos exóticos, utilizando 28 descritores morfoagronômicos (18 qualitativos e 10 quantitativos), verificaram a ocorrência de variabilidade genética entre os genótipos para a maioria dos caracteres avaliados.

Além deste, Afonso (2014) avaliou a variabilidade genética de 20 acessos pertencentes ao Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de mandioca da Embrapa Mandioca e Fruticultura utilizando 20 descritores, e constataram a diversidade genética entre esses materiais. Contudo, a caracterização descrita contempla apenas uma pequena parcela da variabilidade disponível, sendo necessário ampliar a disponibilidade de informações acerca do material genético conservado. A identificação, bem como a quantificação dessa variabilidade, poderá resultar não apenas em fonte de alelos para programas de melhoramento da cultura, como também em material para uso direto por agricultores. Vale salientar que a disponibilidade de informações sobre o germoplasma conservado, resultando em utilização do mesmo por melhoristas irá justificar o custo para manutenção do germoplasma.

No caso específico da mandioca, cultura bastante cultivada por agricultores familiares, onde ocorre pouca ou nenhuma utilização de cultivares melhoradas, é comum a utilização de

nomes diferentes para o mesmo cultivar ou mesmo nome para cultivares diferentes. Isso se deve ao fato de que os produtores, detentores de suas cultivares costumam nomeá-las conforme características morfológicas do cultivar. Assim, a caracterização do germoplasma adquire certa importância, uma vez que além de identificar características de interesse pode levar a identificação de genótipos duplicados em bancos e coleções (ARCHANGELO, 2007).

Para quantificar a variabilidade do germoplasma conservado pode-se utilizar diversas classes de descritores, podendo-se utilizar diversas formas de caracterização complementando-se. Dentre essas, a caracterização morfológica, podendo ser obtida através a utilização de descritores quantitativos e/ou qualitativos (CRUZ et al., 2011). O uso de descritores morfológicos permite que haja a caracterização de acessos que se encontram em bancos de germoplasma de forma confiável, tendo como vantagem, ainda, o fato de uma grande parte desses caracteres apresentarem uma alta herdabilidade, sofrendo pouca ou nenhuma influência do meio ambiente (FUKUDA et al., 2010).

Sabendo-se que o sucesso de um programa de melhoramento está relacionado diretamente à variabilidade do germoplasma a verificação de sua diversidade é essencial (MAGRO REIS et al., 2015). No estudo da diversidade genética pode-se agrupar genótipos semelhantes utilizando-se técnicas multivariadas, obtendo-se informações sobre genitores que são diferentes geneticamente, estes sendo mais desejáveis para os programas de melhoramento devido ao efeito heterótico, que garante uma maior variabilidade genética (CRUZ et al., 2011).

Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo caracterizar morfoagronomicamente acessos de mandioca, provenientes de parte do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Semiárido – PE e estimar a contribuição relativa dos descritores utilizados para quantificar a diversidade dos genótipos.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi realizado com acessos do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Semiárido – PE, localizado na Estação Experimental da Embrapa Semiárido (09°09' S; 40°22' W; 365,5 m), Perímetro Irrigado de Bebedouro, em Petrolina – PE (ANTONIO et al., 2015). Esse banco possui mais de 430 acessos inseridos na Plataforma Nacional de Recursos Genéticos da Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, os quais foram

adquiridos de todos os Estados do Brasil, principalmente do Nordeste (ANTONIO et al., 2015).

Foram caracterizados 184 acessos, descritos na Tabela 5, em anexo. Este BAG é renovado anualmente e o período a que se refere a caracterização se inicia com o plantio em 06 de fevereiro de 2017, no mesmo Perímetro Irrigado citado anteriormente. Primeiramente, houve a preparação do solo, com aração, gradagem, coveamento e adubação com esterco bovino. Em seguida, foi instalado o sistema de irrigação por gotejamento, o qual foi mantido durante todo o experimento e as plantas foram irrigadas três vezes por semana pela manhã. a figura 1 apresenta os dados de precipitação, e temperaturas máxima e mínima durante todo o experimento. A adubação foi realizada de acordo com a análise química do solo e a recomendação para a cultura no Estado de Pernambuco (CAVALCANTI et al., 2008). Sendo realizada capina sempre que necessário, bem como a aplicação de inseticidas.

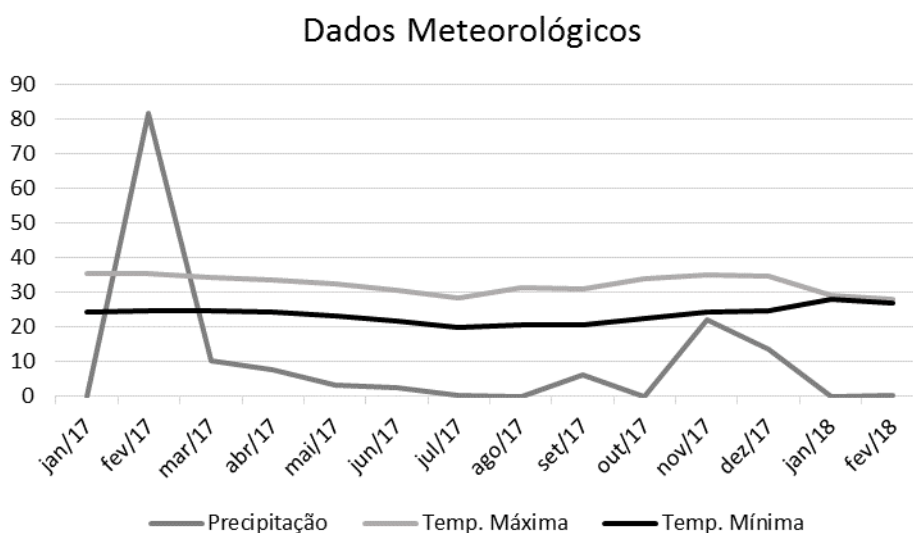


Figura 1 Precipitação, temperaturas máxima e mínima do município de Petrolina – PE, durante o período de condução do experimento de caracterização morfoagronômica de acessos de mandioca.

Fonte: INMET.

As manivas para o plantio foram obtidas de plantas com 12 meses de idade e possuíam tamanho aproximado de 15 cm, com pelo menos quatro gemas presentes. Estas manivas foram plantadas em covas na posição diagonal, com as gemas voltadas para cima. Cada acesso foi disposto em parcelas de uma linha com cinco plantas cada, e espaçamento de 1,5 m entre linhas por 1,0 m entre plantas dentro da linha de plantio. A aplicação dos herbicidas Clomazona e Flumioxazina foi realizada no início do plantio, visando evitar a ocorrência de plantas daninhas no crescimento inicial da mandioca.

Cada parcela foi representada por cinco plantas, sendo os descritores avaliados na três plantas centrais. Foram utilizados 35 descritores, qualitativos e quantitativos. As avaliações ocorreram no terceiro, sexto, nono e décimo segundo mês após o plantio, conforme Fukuda et al. (2010) (Tabela 1). Para quantificação da divergência genética foram utilizados os dados médios dos descritores quantitativos e qualitativos de forma simultânea, obtendo-se assim a matriz de distância utilizando-se o algoritmo de Gower (1971). Depois de obtida a matriz de distâncias, procedeu-se agrupamento sequencial hierárquico pelo método de otimização de Tocher. A importância relativa dos caracteres (S.j.%) para a divergência foi determinada pelo método proposto por Singh (1981). As análises estatísticas foram realizadas no aplicativo computacional em genética e estatística Genes (Versão 2013.5.1) (CRUZ, 2013).

Tabela 1 Descritores morfoagronômicos, seguindo a lista de Fukuda et al. (2010), de 3, 6, 9 e 12 meses, utilizados em acessos do BAG de mandioca, na Embrapa Semiárido, em Petrolina – PE

DESCRIPTORES MORFOAGRONÔMICOS	
3 meses	1. Cor das folhas apicais
	2. Pubescência do broto apical
6 meses	3. Retenção foliar
	4. Forma do lóbulo central
	5. Cor do pecíolo
	6. Cor da folha desenvolvida
	7. Número de lóbulos foliares
	8. Comprimento do lóbulo
	9. Largura do lóbulo
	10. Margens do lóbulo
	11. Comprimento do pecíolo
	12. Cor da nervura
	13. Posição do pecíolo
9 meses	14. Proeminência de cicatrizes foliares
	15. Cor do córtex do caule
	16. Cor da epiderme do caule
	17. Cor externa do caule
	18. Distância entre cicatrizes foliares
	19. Hábito de crescimento do caule
	20. Cor dos ramos terminais da planta adulta
	21. Comprimento das estípulas
	22. Margem da estípula

12 meses	23. Hábito de ramificação
	24. Forma da raiz
	25. Tipo de planta
	26. Constrições da raiz
	27. Níveis de ramificação
	28. Altura da planta
	29. Altura da primeira ramificação
	30. Textura da epiderme da raiz
	31. Cor da polpa da raiz
	32. Cor do córtex da raiz
	33. Cor externa da raiz
	34. Presença de pedúnculo nas raízes
	35. Teor de HCN

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Foi observada diversidade genética para todos os descritores avaliados. A partir da análise feita utilizando-se o método de Tocher, os acessos foram distribuídos em sete grupos (Tabela 2). O grupo I, formado por 169 acessos, sendo os caracteres mais comuns a presença de pubescência das folhas apicais, alta retenção foliar, cor da folha verde escura, margens do lóbulo larga, presença de proeminência de cicatrizes foliares, distância média entre cicatrizes foliares, hábito de crescimento do caule ereto, e a cor da polpa da raiz branca.

O Grupo II foi composto por cinco acessos (Tabela 2), tendo alguns dos caracteres em comum, não diferenciando de alguns grupos, o comprimento do lóbulo foliar com aproximadamente 20 cm, a proporção de comprimento para lóbulo próximo aos 4 cm, comprimento do pecíolo de aproximadamente 30 cm, cor do córtex do caule verde escura, hábito de ramificação Dichotomous e textura da epiderme da raiz lisa. O Grupo III foi formado por quatro acessos (Tabela 2), tendo em comum e diferente dos demais a cor da epiderme do caule marrom escura, forma da raiz cônica e presença de pedúnculo nas raízes mista. Para o Grupo IV, foram três acessos (Tabela 2), com as características em comum e diferente da maioria dos demais grupos o comprimento do pecíolo com aproximadamente 25 cm e o comprimento das estípulas curto.

Os Grupos V, VI e VII formados por um acesso cada, sendo BGM 1398, Mossoró 4 e Brasileirinha os acessos representantes desses grupos (Tabela 2). Os caracteres que diferenciaram esses acessos dos demais foram a cor das folhas apicais, a forma do folíolo central, o número de lóbulos foliares, a proporção de comprimento para lóbulo, cor do córtex do caule, cor da epiderme do caule, cor externa do caule, altura da planta, a altura da primeira ramificação, a cor externa da raiz e o teor de HCN.

Tabela 2 Agrupamento de 184 acessos de mandicoca, usando como base 35 descritores morfoagronômicos, o Algoritmo de Gower e o método de otimização de Tocher.

GRUPO	ACESSOS
< 1 >	BGM 1512; Cria Menino; Platina; Chapéu; Branquinha; BGM 1560; Joaquinzinha; BGM 1606; BGM 1473; Mossoró 10; BGM 1220; BGM 1499; BGM 1511; BGM 1362; Manteiga; Clone 96-24-09; BGM 1270; BGM 1437; BGM 1480; BGM 1476; BGM 1563; BGM 1562; BGM 1583; BGM 1292; Branco (aipim); BGM 0523; BGM 1283; Arari; Eucaliptos; BGM 1503; Rasgadinha; Lagoa Branca; Manipeba Branca; Craibeirinha; Amansa burro; V43; Cruvelinha; BGM 1336; Jatobá; BGM 1580; BGM 1574; BGM 1528; Trouxinha; BGM 1370; Platina Itaberaba; BGM 1407; Najá; BGM 1611; Acesso 3; BGM 1284; Preto; BGM 0268; BGM 1323; Boazinha; Folha fina; Mata fome preta; BGM 1361; BGM 1546; BGM 1305; Mulatinha; BGM 1351; BGM 1485; Mossoró 7; Alagoana; BGM 1573; Jatobá; BGM 1288; Itapicuruzinha; Tapioqueira; BGM 0369; Mossoró 20; BGM 1356; BGM 1457; BGM 1348; BGM 1355; Amparo dos Pobres; Acesso 5; BGM 1326; BGM 0537; Mossoró 14; Rosa Itabuna; BGM 1534; Brasília; Macaxeira; Branquinha; BGM 1224; BGM 1585; BGM 1399; BGM 1217; BGM 1424; BGM 1382; BGM 1544; Vermelhinha; BGM 1527; Mossoró 15; BGM 0682; Prato cheio PC-14; BGM 1385; BGM 1576; BGM 1488; Caiobim; Mossoró 23; Pau branco; Mineira; Canarinha; Mossoró 2; Recife; Cramuquem; Vermelhinha; BGM 1571; Brasília Uruás; BGM 0931; Clone 98-150-06; Canela de Jacu; BGM 1543; Engana Ladrão; Izabel de Souza Preta; BGM 1541; BGM 1537; BGM 1529; V19; BGM 1272; BGM 1526; Dourada; Preta macaxeira; BGM 1613; BGM 1324; Najá; BGM 1484; Saracura; BGM 1267; Rosinha 2; Mossoró 13; Rosinha; Mossoró 18; BGM 1549; BGM 1355; Formosa; Najá vermelha; Calombo; Dona Diva; Mossoró 16; Manipeba Preta; BGM 1269; BGM 1282; Mossoró 12; Mossoró 21; Mossoró 17; Cigana Preta; Bahia; Acesso 7; Rasgadinha; BGM 1274; V3; Mossoró 1; BGM 1487; BGM 0032; BGM 1332; Acesso 7; Mossoró 5; Pirapora; BGM 1291; BGM 1472; Poti. Branca; BGM 1582; BGM 1518; Clone 200-107-07; Jacumuá; Manipeba
< 2 >	BGM 1379; BGM 1377; PI 86; BGM 1318; BGM 1329
< 3 >	Cruz das Almas; Mossoró 3; BGM 1299; Acesso 2
< 4 >	Mossoró 8; Mossoró 9; Manipeba 2
< 5 >	BGM 1398
< 6 >	Mossoró 4
< 7 >	Brasileirinha

Com relação à divergência dos caracteres entre os grupos que ficaram com apenas um acesso, pode-se destacar para o Grupo V a baixa retenção foliar, número de lóbulos foliares 11, e muitas constrições da raiz; para o Grupo VI forma do folíolo central mais arredondada e nota 5 para o HCN; para o Grupo VII foram a cor da folha verde na borda e amarelo na parte central, forma do folíolo central, cor do córtex do caule, cor da epiderme do caule e a cor externa do caule.

Os acessos mais divergentes foram BGM 1398 e o Mossoró 3, que diferiram em 27 caracteres, exceto: cor da folha, proeminência de cicatrizes foliares, distância entre cicatrizes foliares, hábito de crescimento do caule, cor dos ramos da extremidade da planta adulta, margem da estípula, cor da polpa da raiz e cor do córtex da raiz. Enquanto que os acessos mais similares foram BGM 1512 e Cria Menino, em que os únicos descritores que diferiram

foram a forma do folíolo central, constrictões da raiz e o teor de HCN. A importância da informação sobre os acessos mais divergentes está no fato de que o cruzamento entre esses indivíduos aumenta as chances de sucesso na seleção de segregantes superiores (ZUIN et al., 2009).

A diversidade e a distância genética são necessárias como bases iniciais para identificar o potencial genético de mandioca para recursos alimentares, industriais e de biocombustíveis (LAILA et al., 2015). Essa diversidade é importante principalmente para programas de melhoramento genético, em que o melhorista irá selecionar determinadas características desejadas para a realização de cruzamentos. Manter a diversidade da mandioca permite que alelos que possam ser utilizados posteriormente sejam preservados, para serem utilizados futuramente em programas de melhoramento genético (OLIVEIRA et al., 2014).

Mezette et al. (2013), avaliando 12 caracteres morfológicos em 419 acessos de mandioca, também verificaram uma alta variabilidade genética entre esses genótipos. Além disso, foram caracterizados 184 acessos, caso fossem caracterizados os mais de 430 acessos presentes no banco, possivelmente a variabilidade deste seria ainda maior, destacando a importância da caracterização desses acessos para a obtenção de ainda mais informações sobre os mesmos, a serem disponibilizadas futuramente principalmente para programas de melhoramento genético. Também foram caracterizados 35 descritores morfoagronômicos, poderiam ser utilizados ainda mais, visando obter mais informações desses acessos através de outros caracteres.

Na Tabela 3 podemos observar que os descritores que mais contribuíram para a diversidade dos genótipos foram altura da primeira ramificação (54,58%) e altura da planta (43,55%), somando quase 100% da contribuição relativa dos caracteres. Resultado esse que demonstra que os dois primeiros descritores citados com maior contribuição possuem grande capacidade de identificação da variabilidade genética nas condições utilizadas deste trabalho. Em um experimento realizado por Agre et al. (2015) foram caracterizados 116 genótipos de mandioca, provenientes das regiões de Benin, utilizando 41 descritores quantitativos e qualitativos. A partir dos seus resultados, verificaram que para os caracteres quantitativos, a altura da planta foi a característica principal na contribuição para a divergência (15,47%). Rimoldi (2004), também verificou que a característica que mais contribuiu com a divergência genética em mandioca foi a altura de primeira ramificação (51,59 %).

Esses dois caracteres (altura da primeira ramificação e altura da planta) têm influência para a condução das práticas culturais da mandioca. Plantas altas que possuam uma maior

altura da primeira ramificação facilitam o cultivo e a colheita, já as que possuam uma menor altura são mais indicadas para regiões em que ocorram ventos fortes, evitando-se o tombamento das plantas (GOMES et al., 2016). Esse fato traz a importância para o uso direto dos acessos que apresentem tais características pelos agricultores. Além disso, a nível de melhoramento genético, de acordo com Fukuda e Guevara (1998) ambos os caracteres são considerados como descritores morfológicos principais, e como tais, apresentam uma alta herdabilidade e são pouco influenciados pelo ambiente, consequentemente, as chances de repetir-se os resultados em outros locais são maiores.

Tabela 3 Contribuição relativa (%) de características para a divergência genética entre 10 acessos de mandioca pelo método de Singh (1981)

Variável	S. j. (%)
Altura da primeira ramificação (cm)	54,58
Altura da planta (cm)	43,55
Comprimento do pecíolo	0,51
Forma do folíolo central	0,19
Orientação do pecíolo	0,18
Comprimento do lóbulo da folha	0,16
Cor do pecíolo	0,15
Textura da epiderme da raiz	0,08
Cor das folhas apicais	0,08
HCN	0,07
Proporção de comprimento para lóbulo	0,06
Margens do lóbulo	0,05
Presença de pedúnculo nas raízes	0,05
Cor da nervura foliar	0,03
Cor externa da raiz	0,03
Forma da raiz	0,03
Cor do córtex da raiz	0,03
Número de lóbulos foliares	0,02
Comprimento das estípulas	0,02
Cor externa do caule	0,02
Cor dos ramos da extremidade da planta adulta	0,02
Níveis de ramific.	0,01
Cor da epiderme do caule	0,01
Tipo de planta	0,01
Cor da folha	0,01
Hábito de ramific.	0,01
Constrições da raiz	0,01
Cor do córtex do caule	0,01
Hábito de crescimento do caule	0,00
Cor da polpa da raiz	0,00
Distância entre cicatrizes foliares	0,00
Pubescência das folhas apicais	0,00
Margem da estípula	0,00
Proeminência de cicatrizes foliares	0,00
Retenção foliar	0,00

A importância dos trabalhos que demonstram quais os descritores mais informativos está no fato de que bancos de germoplasma apresentam muitos acessos, devendo-se, portanto, buscar formas de otimização da caracterização dos mesmos através dos descritores mais informativos (AUD et al., 2011). Selecionando-os, acelera o tempo para a realização da caracterização e reduz o seu custo.

Silva et al. (2017), objetivando selecionar descritores morfoagronômicos para a caracterização de acessos de mandioca pertencentes ao Banco Regional de Germoplasma da Amazônia Oriental, localizado no Pará, caracterizaram 262 acessos usando 21 descritores qualitativos, destes, 13 foram os mais informativos, diferentemente do presente trabalho, o que mais contribuiu foi a forma da planta, o que pode ter influenciado nesse resultado é a diferença edafoclimática dos locais. Já Zago et al. (2017) avaliaram 38 características de 158 acessos, verificaram que 37 tiveram variabilidade genética, exceto o hábito de crescimento do caule, que foi um dos que menos contribuiu neste trabalho. Afonso et al. (2014) fizeram a caracterização morfológica de 200 genótipos de mandioca, utilizando 35 descritores, destes o comprimento do pecíolo foi o que apresentou a maior porcentagem de contribuição para a divergência genética (43,94%).

Nas condições avaliadas no presente trabalho, os descritores que mais contribuíram foram avaliados aos doze meses, isso sugere que possa fazer a caracterização apenas após um ano de plantio, evitando o gasto com tempo e recursos nos demais meses.

Caracterizar um germoplasma utilizando descritores morfológicos apresenta uma grande importância futura em programas de melhoramento genético da mandioca (RÊGO et al., 2011). Disponibilizando informações sobre o germoplasma de forma confiável e com um custo menor quando comparado à caracterização molecular, que necessita de uma estrutura e equipamentos caros e profissionais treinados especificamente para trabalhar com a parte laboratorial, que é minuciosa e requer muito mais cuidado e atenção (ARAÚJO et al., 2002).

4 CONCLUSÕES

1. Observou-se diversidade genética para todos os descritores avaliados.
2. A partir dos dados, houve a formação de sete grupos.
3. Os acessos mais divergentes foram o BGM 1398 e o Mossoró 3.
4. Nas condições utilizadas no presente trabalho, foram encontrados dois descritores mais informativos: altura da primeira ramificação e altura da planta.

REFERÊNCIAS

- ADJEBENG-DANQUAH, J., GRACEN, V. E., OFFEI, S. K., ASANTE, I. K., MANU-ADUENING, J. Agronomic performance and genotypic diversity for morphological traits among cassava genotypes in the Guinea Savannah Ecology of Ghana. **Journal of crop Science and Biotechnology**, v. 19, n. 1, p. 99-108, 2016.
- AFONSO, S. D. J. **Seleção de descritores morfológicos e divergência Genética em acessos de mandioca**. 2014.
- AFONSO, S. D., LEDO, C. A., MOREIRE, R. F., SILVA, S., LEAL, V. D., CONCEICAO, A. L. Selection of descriptors in a morphological characteristics considered in cassava accessions by means of multivariate techniques. **Journal of Agriculture and Veterinary Science**, v. 7, n. 1, p. 13-20, 2014.
- AGRE, A. P., RABBI, I. Y., BATTACHARGEE, R., BECERRA LÓPEZ LAVELLE, L. A., SANI, A., AKOUEGNINOU, A., AKPAGANA, K. Agromorphological characterization of elite cassava (*Manihot esculenta* Crantz) cultivars collected in Benin. **International Journal of Current Research in Biosciences and Plant Biology**, v. 2, n. 2, p. 1-14, 2015.
- ALLEM, A. The Origin and Taxonomy of Cassava. In: R. HILLOCKS, J. THRESH; A. BELLOTTI (Eds.), **CASSAVA: Biology, production and utilization**, 1ed. Wallingford: CABI publishing, p1-16, 2002.
- ALMEIDA, J; FILHO. J. R. **Mandioca: uma boa alternativa para alimentação animal**. Bahia: Bahia Agrícola, 2005.
- ANTONIO, R.P.; SILVA, A.F.; LIRA, I.C.S.A.; SANTOS, J.D.S.; SILVA NETO, J.L.; SANTOS, T.H.N. **Banco Regional de Germoplasma de Mandioca do Semiárido do Nordeste do Brasil**. In: II Simpósio da Rede de Recursos Genéticos Vegetais do Nordeste, 2015, Fortaleza. Anais do II Simpósio da RGV Nordeste. Fortaleza, Embrapa Agroindústria Tropical, 2015 (R 208).
- ARAÚJO D. G.; CARVALHO S. P.; ALVES R. M. Genetic divergence among cupuaçuzeiro clones (*Theobroma grandiflorum* Willd ex Spreng Schum). **Sci. Agrotec.** 26:13-21. 2002.
- ARCHANGELO, E. R. Caracterização morfológica de acessos de mandioca nas condições edafoclimáticas de Palmas - TO. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 3, n. 1, p. 168-171, 2007.
- AUD, F. F.; AGUILAR-VILDOSO, C. I.; SANTOS, V. D. S.; DE OLIVEIRA, E. J. **Descritores morfológicos para caracterização de acessos do banco ativo de germoplasma de *Manihot esculenta* Crantz**. In: Embrapa Mandioca e Fruticultura-Resumo em anais de congresso (ALICE). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 14.; FEIRA BRASILEIRA DA MANDIOCA, 1., 2011, Maceió. Mandioca: fonte de alimento e energia: anais. Maceió: ABAM: SBM, 2011.

AZEVEDO, L. P. **Variação genética e seleção para caracteres de crescimento em progênies de *Eucalyptus camaldulensis* Dehnh.** Universidade Federal de Mato Grosso, Cuiabá, 2013. 61 p.

BOREM, A.; MIRANDA, G. V. **Melhoramento de Plantas.** 4ª Edição Viçosa - UFV, 2005. 525p.

BORGES, M. de F.; FUKUDA, W.M.G.; ROSSETTI, A.G. Avaliação de variedades de mandioca para o consumo humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.1559-1565, 2002.

BRUNATTI, A. C. S. **Produtos extrusados sem glúten obtidos de misturas de fécula de mandioca e farinha de arroz.** 2016.

BUENO, L. C. de S.; MENDES, A. N. G.; CARVALHO, S. P. de. **Melhoramento Genético de Plantas – Princípios e procedimentos.** Editora UFLA, Lavras, Abril 2001, 282p.

CAMILI, E. A. **Parâmetros operacionais do processo de produção de etanol a partir de polpa de mandioca.** 134 f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Econômicas, Botucatu, 2010.

CARVALHO, R. D. S., & RODRIGUEZ, M. **Armadilha CNPMF: detecção, monitoramento e controle da broca-da-haste da mandioca gênero *Sternocoelus*.** 2010.

CAVALCANTI, F. J. DE A.; LIMA JÚNIOR, M. A.; LIMA, J. F. W. F. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2ª aproximação.** 3 ed. Recife: instituto Agrônômico de Pernambuco- IPA, 2008. 212p.

CENÓZ, P.J.; BURGOS, A.M.; LÓPEZ, A.E. Factores ambientales que afectan la calidad de raíces en mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Horticultura Argentina**, v.26, p.5 9, 2007.

CONAB, **Mandioca: raiz, farinha e fécula.** Disponível em: <www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_03_15_14_37_41_17.pdf> Acesso em: 12 out. 2017.

COSTA, M.N.; PEREIRA, W.E.; BRUNO, R.L.A.; FREIRE, E.C.; NÓBREGA, M.B.M.; MILANI, M.; OLIVEIRA, A.P. Divergência genética entre acessos e cultivares de mamoneira por meio de estatística multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.41, p.1617-1622, 2006.

CRUZ, C. D.; FERREIRA, F. M.; PESSONI, L. A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética.** Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. 620p.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013.

CRUZ, C.D. GENES - a software package for analysis in experimental statistics and quantitative genetics. **Acta Scientiarum**. v.35, n.3, p.271-276, 2013.

CRUZ, C.D. **Princípios de genética quantitativa**. 2 ed. Viçosa, MG: UFV, 2005. 394p.

CRUZ, C.D.; FERREIRA, F.M.; PESSONI, L.A. **Biometria aplicada ao estudo da diversidade genética**. Visconde do Rio Branco: Suprema, 2011. 620p.

DEBOUCK, D., DOMINIQUE, D., ALEXANDRA, J., HERSHEY, C., & LLERME, R. **Conservation of cassava genetic resource**. 2011. Disponível em: <<http://cropgenebank.sgrp.cgiar.org/index.php/crops-mainmenu-367/cassava-mainmenu-232/conservation-mainmenu-213>> Acessado em: 20 jan. 2017.

DUDA, L. L. **Seleção Genética de Árvores de Pinus Taeda L. na Região de Arapoti, Paraná**. 2003. 61f. Dissertação (Mestrado em Ciências Florestais) – Universidade Federal do Paraná, UFPR.

EL-SHARKAWY, M. A.; COCK, J. H.; PORTO, M. C. M. Características fotossintéticas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.1, p.143-154, 1989.

FALCONER, D. S. **Introdução à genética quantitativa**. Viçosa, MG – Universidade Federal de Viçosa, 1987. 279p.

FERREIRA MAJF; QUEIROZ MA; BRAZ LT; VENCovsky R. Correlações genotípicas, fenotípicas e de ambiente entre dez caracteres de melancia e suas implicações para o melhoramento genético. **Revista Horticultura Brasileira** 21: p. 438-441. 2003.

FUKUDA, W. M. G. et al. **Banco de germoplasma de Mandioca: Manejo, conservação e caracterização**. Cruz das Almas, BA: Embrapa-CNPMF, 1996. (Documento, 68).

FUKUDA, W. M. G.; CAVALCANTI, J.; FUKUDA, C., COSTA; I. R. S., Variabilidade genética e melhoramento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**, 2005.

FUKUDA, W. M. G.; CAVALCANTI, J.; FUKUDA, C., COSTA; I. R. S., Variabilidade genética e melhoramento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro**, 2005.

FUKUDA, W. M. G.; GUEVARA, C. L. **Descritores morfológicos e agronômicos para a caracterização de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz)**. Embrapa Mandioca e Fruticultura-Documents (INFOTECA-E), 1998.

FUKUDA, W.M.G., C.L. GUEVARA, R. KAWUKI, AND M.E. FERGUSON. 2010. Selected morphological and agronomic descriptors for the characterization of cassava. **International Institute of Tropical Agriculture (IITA)**, Ibadan, Nigeria. 19 pp.

FUKUDA, W.M.G.; GUEVARA, C.L.; KAWUKI, R.; FERGUSON, M.E. **Selected morphological and agronomic descriptors for the characterization of cassava**. IITA: International Institute of Tropical Agriculture, 2010. 19p.

GOMES, C.N.; ASSIS, H.B.; CARVALHO, M.; CARVALHO, S.P. **Divergência genética entre clones de mandioca estimada por meio de caracteres agronômicos**. In: Resumos... XII Congresso Brasileiro de Mandioca, 2007, Paravaí - PR. Revista Raízes e Amidos Tropicais (CERAT - UNESP). 2007.

GOMES, RS, ALMEIDA, CF, SILVA COSTA, JR, JUNIOR, RM, DELAZARI, FT, SILVA SANTOS, FC E SILVA, DJHZ. Diversidade genética na mandioca doce da Região Norte do Norte brasileira e seleção de genótipos com base em descritores morfoagronômicos. **African Journal of Agricultural Research**, v. 11, n. 38, p. 3710-3719, 2016.

GOWER JC. 1971. A general coefficient of similarity and some of its properties. **Biometrics** 27: 857-874.

GROXKO, M., **Análise da conjuntura agropecuária mandioca - SAFRA 2015/16**. SEAB – Secretaria de Estado da Agricultura e do Abastecimento. Disponível em: <http://www.agricultura.pr.gov.br/arquivos/File/deral/Prognosticos/2016/mandioca_2015_16.pdf> Acesso em: 22 jun. 2016.

GUSMÃO, L. L.; NETO, J. Á. M., Caracterização morfológica e agronômica de acessos de mandioca nas condições edafoclimáticas de São Luís, MA. **Revista da FZVA**. Uruguaiana, v.15, n.2, p.28-34. 2008.

INMET, **Dados Históricos**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>> Acessado em: 13 fev. 2018.

KAGEYAMA, P.Y. **Variação genética em progênies de uma população de *Eucalyptus grandis* (Hill)** Maiden.1980. 125f. Tese (Doutorado) – Escola Superior de Agronomia “Luiz de Queiroz”, Universidade de São Paulo. Piracicaba.

LAILA, F., ZANETTA, CU, WALUYO, B., AMIEN, S., KARUNIAWAN, A. Early Identification of Genetic Diversity and Distance from Indonesia Cassava Potential as Food, Industrial and Biofuel Based on Morphological Characters. **Energy Procedia**, v. 65, p. 100-106, 2015.

LORENZI, J.O. **Mandioca. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral**, 2003. 116p. (CATI. Boletim técnico, 245).

MAGRO REIS, M. V., CORRÊA DAMASCENO JUNIOR, P., DE OLIVEIRA CAMPOS, T., PEREIRA DIEGUES, I., CORDEIRO DE FREITAS, S. Variabilidade genética e associação entre caracteres em germoplasma de pinhão-manso (*Jatropha curcas* L.). **Revista Ciência Agronômica**, v. 46, n. 2, 2015.

MATTOS, P. L. P., CARDOSO, E. M. R. **Cultivo da Mandioca para o Estado do Pará**. Embrapa Mandioca e Fruticultura, Sistemas de Produção, 13, ISSN 1678-8796 Versão eletrônica, 2003. Disponível em: <https://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br/FontesHTML/Mandioca/mandioca_para/cultivares.htm#topo> Acesso em: 27 set. 2016.

MEDEIROS, J. F. D. **Conservação ex situ e acesso à informação: levantamento das amostras de *Manihot esculenta* coletadas na região do Rio Negro-AM, conservadas pela Embrapa.** 2015.

MEZETTE, T. F.; BLUMER, C. G.; VEASEY, E. A. Morphological and molecular diversity among cassava genotypes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 48, n. 5, p. 510-518, 2013.

MEZETTE, T.F. **Seleção de variedades de mandioca de mesa (*Manihot esculenta* Crantz) com altos teores de carotenóides e vitamina A.** 2007. 54f. Dissertação (Mestrado em Agricultura Tropical e Subtropical) – Instituto Agrônomo, Campinas (SP).

NIGAM, P. S.; SINGH, A. **Production of liquid biofuels from renewable resources.** *Progress in Energy and Combustion Science*, v. 37, n. 1, p. 52–68, 2011.

OLIVEIRA, E. J. D., OLIVEIRA FILHO, O. S. D., SANTOS, V. D. S. Selection of the most informative morphoagronomic descriptors for cassava germplasm. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 11, p. 891-900, 2014.

OLIVEIRA, V. R. et al. **Recursos genéticos e aproveitamento da biodiversidade no semiárido brasileiro.** *Semiárido brasileiro: Pesquisa, desenvolvimento e inovação*. Brasília: SCT, p. 91-123, 2010.

PINTO, K. N. C. **Diversidade genética em coleção didática de germoplasma de mandioca da ufersa por descritores morfológicos.** 2017. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal Rural do Semi-Árido.

RÊGO, E. R. D., RÊGO, M. M. D., CRUZ, C. D., FINGER, F. L., CASALI, V. W. D. Phenotypic diversity, correlation and importance of variables for fruit quality and yield traits in Brazilian peppers (*Capsicum baccatum*). **Genet. Resour. Crop Evol.** 58:909-918.

RESENDE, M. D. V. de; STURION, J. A.; CARVALHO, A. P. DE; SIMEÃO, R. M.; FERNANDES, J. S. C. **Programa de melhoramento da erva-mate coordenado pela Embrapa: resultados da avaliação genética de populações, progênies, indivíduos e clones.** Colombo: Embrapa Florestas, 2000. 66 p. (Embrapa Florestas. Circular Técnica, 43).

RESENDE, M.D.V. **Software SELEGEN-REML/BLUP.** Colombo: Embrapa Florestas, 2002. 67 p.

RESENDE, M.D.V.; ARAUJO, A.J.; SAMPAIO, P.T.B.; WIECHETECK, M.S.S. Acurácia seletiva, intervalo de confiança e variância de ganhos genéticos associados a 22 métodos de seleção em *Pinus caribaea* var. *hondurensis*. **Revista Floresta**, Curitiba, v.24, n.1/2, p.35-45, 1995.

RIMOLDI, F. **Produtividade e divergência genética em *Manihot esculenta* Crantz, com base em caracteres morfo-agronômicos e marcadores moleculares RAPD.** 2004. Tese. (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá.

SANTOS, C. **Estatística Descritiva - Manual de Auto-aprendizagem**, Lisboa, Edições Silabo, 2007.

SANTOS, K. L. D., WELTER, L. J., DANTAS, A. C. D. M., GUERRA, M. P., DUCROQUET, J. P. H. J., & NODARI, R. O., Transference of microsatellite markers from *Eucalyptus* spp to *Acacia sellowiana* and the successful use of this technique in genetic characterization. **Genetics and Molecular Biology**, v. 30, n. 1, p. 73-79, 2007.

SILVA, L. E. B., DOS SANTOS, J. K. B., BARBOSA, J. P. F., LIMA, L. L. C., DE SALES SILVA, J. C. Aspectos gerais e peculiaridades sobre mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Diversitas Journal**, v. 3, n. 1, p. 13-23, 2018.

SILVA, R. S., MOURA, E. F., FARIAS-NETO, J. T., LEDO, C. A., SAMPAIO, J. E. Selection of morphoagronomic descriptors for the characterization of accessions of cassava of the Eastern Brazilian Amazon. **Genetics and molecular research: GMR**, v. 16, n. 2, 2017.

SINGH, D. The relative importance of characters affecting genetic divergence. **Indian Journal of Genetic and Plant Breeding**, v. 41, p.237-245, 1981.

SOUZA, A.R.E.; RIBEIRO, R.M.P.; SANTOS, M.G.; ALBUQUERQUE, J.R.T.; PEREIRA, L.A.F.; SOUSA, L.V.; SILVEIRA, L.M.; BARROS JÚNIOR, A.P. **Coleção didática de germoplasma de mandioca da Universidade Federal Rural do Semi-Árido**. In: II Simpósio da Rede de Recursos Genéticos Vegetais do Nordeste, 2015, Fortaleza. Anais do II Simpósio da RGV Nordeste. Fortaleza, Embrapa Agroindústria Tropical, 2015 (R 79).

SOUZA, L. S.; FIALHO, J. F., **Sistema de produção de mandioca para a região do cerrado**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2003. 61 p.

VALLE, T.L.; CARVALHO, C. R. L.; RAMOS, M. T. B.; MÜHLEN, G.S.; VIEIRA, O. V. Conteúdo cianogênico em progênies de mandioca originadas do cruzamento de variedades mansas e bravas. **Bragantia**, v.63, n.2, p.221-226, 2004.

VENCOVSKY, R. **Tamanho efetivo populacional na coleta e preservação de germoplasmas de espécies alógamias**. Piracicaba: IPEF, 1987. n.35, p.79-84.

VENCOVSKY, R.; BARRIGA, P. **Genética biométrica no fitomelhoramento**. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1992. 496 p.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. de F.; FALEIRO, F. G.; BELLON, G.; FONSECA, K. G. da; SILVA, M. S.; MORAES, S. V. de P.; CARVALHO, L. J. C. B., **Caracterização fenotípica e molecular de acessos de mandioca de indústria com potencial de adaptação às condições do Cerrado do Brasil Central**. Semina: Ciências Agrárias, v. 34, n. 2, p. 567-582, 2013.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. de F.; FALEIRO, F. G.; BELLON, G.; FONSECA, K. G. da; SILVA, M. S.; MORAES, S. V. de P.; CARVALHO, L. J. C. B., **Caracterização fenotípica e molecular de acessos de mandioca de indústria com potencial de adaptação às condições do Cerrado do Brasil Central**. Semina: Ciências Agrárias, v. 34, n. 2, p. 567-582, 2013.

VIEIRA, T. DOS S., FREITAS, F. V., SILVA, L. A. A., BARBOSA, W. M., & DA SILVA, E. M. M. Efeito da substituição da farinha de trigo no desenvolvimento de biscoitos sem

glúten/Effect of wheat flour substitution on the development of gluten-free cookies. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 18, n. 4, p. 285, 2015.

VILPOUX, O. F. **Competitividade da mandioca no Brasil, como matéria prima para amido**. Informações Econômicas, v. 38, p. 27-38, 2008.

ZAGO, B. W., BARELLI, M. A. A., HOOGERHEIDE, E. S. S., CORREA, C. L., DELFORNO, G. I. S., & DA SILVA, C. J. Morphological diversity of cassava accessions of the south-central mesoregion of the State of Mato Grosso, Brazil. **Genetics and Molecular Research**, v. 16, n. 3, 2017.

ZUIN, G. C., VIDIGAL FILHO, S., VINÍCIUS KVITSCHAL, M., GONÇALVES-VIDIGAL, M. C., KELLY COIMBRA, G. **Divergência genética entre acessos de mandioca-de-mesa coletados no município de Cianorte, região Noroeste do Estado do Paraná**. Semina: Ciências Agrárias, v. 30, n. 1, 2009.

ANEXO

Tabela 4 Acessos do BAG da Embrapa Semiárido, em Petrolina – PE

BGM_CNPMPF	Nome Popular	Local de coleta	BGM_CNPMPF	Nome Popular	Local de coleta
Acesso 2	Macaxeira do pará	Crateus-CE	BGM 1484	Najá	Juazeiro-BA
Acesso 3	Mandioca crúvela	Crateus-CE	BGM 1485	Preta Rasteira	Juazeiro-BA
Acesso 5	Mandioca vermelha	Crateus-CE	BGM 1487	Laranjinha	Jaguarari-BA
Acesso 6		Pilão Arcado-BA	BGM 1488	Rosinha	Jaguarari-BA
Acesso 7		Pilão Arcado-BA	BGM 1499	Pussi	Itiuba-BA
BGM 0032	Prato Cheio	Umburanas-BA	BGM 1503	Branco (aipim)	Coz.
BGM 0053	Cria Menino	Cruz das Almas-BA	BGM 1511	Olho Branco	Capim Grosso-BA
BGM 0168	Tola 6301	D.Macedo Costa-BA	BGM 1512	Platina	Piritiba-BA
BGM 0268	Poca	D.Macedo Costa-BA	BGM 1518	Milagroso	Cafarnaum-BA
BGM 0369	Madrugada	Pentecoste-CE	BGM 1520	Milagroso	Xique-Xique-BA
BGM 0523	Ouro do Vale	Viçosa-MG	BGM 1526	Branco (aipim)	Xique-Xique-BA
BGM 0648	Cruzeiro	Pentecoste-CE	BGM 1527	Manteiga	Xique-Xique-BA
BGM 0682	Unha I		BGM 1528	Olho Roxo	Xique-Xique-BA
BGM 0931	IAC 576-70	Campinas-SP	BGM 1529	Mata Rato	Xique-Xique-BA
BGM 1217	Talinho (078)		BGM 1534	Sem nome	Morpura-BA
BGM 1224	Sobara (062)		BGM 1537	Jatobá	Paratinga-BA
BGM 1267	Folha Virada	Petrolina-PE	BGM 1541	Serrana	B.Jesus da Lapa-BA
BGM 1269	Engana Ladrão	Petrolina-PE	BGM 1543	Cacau	S.M.da Vitória-BA
BGM 1270	Paulista	Petrolina-PE	BGM 1544	Mulatinha	S.M.da Vitória-BA
BGM 1271	Vermelhinha	Petrolina-PE	BGM 1546	Mineira	S.M.da Vitória-BA
BGM 1272	Serrana	Petrolina-PE	BGM 1549	Serrana	S.M. da Vitória-BA
BGM 1274	Rosa	Ouricuri-PE	BGM 1560	Castelão	Riac. das Neves-BA
BGM 1282	Cará	Ouricuri-PE	BGM 1562	Manteiga	R.das Neves-BA
BGM 1283	Dona Córmió	Ouricuri-PE	BGM 1563	Engana Ladrão	Cristalândia do PI-PI
BGM 1284	Manteiga	Ouricuri-PE	BGM 1571	Todo Tempo	Cristino Castro-PI
BGM 1288	Preta	Araripina-PE	BGM 1573	Sem nome	Cristini Castro-PI
BGM 1291	Trouxinha	Araripina-PE	BGM 1574	Sem nome	Col. Do Gurgueia-PI
BGM 1292	Carga de Burro	Araripina-PE	BGM 1576	Chapéu	S.João do PI-PI
BGM 1294	Manipeba Branca	Araripina-PE	BGM 1579	Sem nome	S.Raim.Nonato-PI
BGM 1299	Preta	Araripina-PE	BGM 1580	Mulatinha	S.Raim.Nonato-PI
BGM 1318	Cambadinha	S.J.de Belmonte-PE	BGM 1582	Sem nome	S.Raim.Nonato-PI
BGM 1323	Izabel de Souza	A.da Ingazeira-PE	BGM 1583	Castelhana	Canto do Buriti-PI
BGM 1324	Folha Virada	A.da Ingazeira-PE	BGM 1585	Manipeba	Itaueira-PI
BGM 1326	Engana Ladrão	A.da Ingazeira-PE	BGM 1606	Goela de Jacu	Oeiras-PI
BGM 1332	Rosa	Zabelê-PB	BGM 1611	Sem nome	Santo Inácio-PI
BGM 1335	Branca (macaxeira)	Sertania-PE	BGM 1613	João Grande	Jaicos-PI
BGM 1336	Cambadinha	Sertania-PE		Tapioqueira	Cruz das Almas-BA
BGM 1345	Preta	Congo-PB		Poti. Branca	Cruz das Almas-BA
BGM 1346	Sem nome	Prata-PB		Manipeba	Afranio-PE
BGM 1348	Caideira	Sumé-PB		Brasília Uruás	
BGM 1351	Preta			V3	Petrolina-PE
BGM 1355	Olho Verde	Teixeira-PB		V43	Petrolina-PE
BGM 1356	Preta	Teixeira-PB		Najá	Juazeiro-BA
BGM 1361	Sutinga	Desterro-PB		de Cruz das Almas	
BGM 1362	Cambadinha	Desterro-PB		PI 86	
BGM 1370	Manivainha	Juazeirinho-PB		Joaquinzinha	Remanso-BA
BGM 1382	Sem nome	Picui-PB		Rasgadinha	Remanso-BA
BGM 1386	Sem nome	Campo Redondo-RN		Dourada	Cruz das Almas-BA
BGM 1388	Olho Roxo	Campo Redondo-RN		Branquinha	Várzea Branca-PI
BGM 1399	Cambadinha	Tangará-RN		Preto	C.A.de Lourdes-BA
BGM 1400	Bujona (macaxeira)	Sítio Novo-RN		Brasileirinha	Seu Sílvio Bebedouro
BGM 1424	Cruvela	São Caetano-PE		Canarinha	Zé Bebedouro
BGM 1457	Pão da China	S.M.da Vitória-BA		Manipeba	Eliseu Martins-PI
BGM 1472	Cacau	Juazeiro-BA		Jatobá	Cristino Castro-PI
BGM 1473	Branco (aipim)	Juazeiro-BA		Folha Fina	Currais-PI
BGM 1476	Cidade Rica	Juazeiro-BA		Clone 96-24-09	Cruz das Almas-BA
BGM 1480	Piriquita	Juazeiro-BA		Amansa Burro	Cruz das Almas-BA
	Canela de Jacu			Alagoana	Sobradinho-BA
	Manipeba Preta	Petrolina-PE		Jatobá	Sobradinho-BA
	Lagoa Branca	Petrolina-PE		Mata Fome Preta	Sento Sé-BA
	Engana Ladrão	Seu Espedito		Rasgadinha	Sento Sé-BA
	Craibeirinha	S.José da Tapera-AL		Pirapora	Sento Sé-BA
	Bahia	Est. de Alagoas-AL		Najá	Sento Sé-BA

Nome Popular Caiobim	Local de coleta P. dos Índios-AL	Nome Popular Pau Branco	Local de coleta Cruz das Almas-BA
Izabel de Souza Preta	Jupi-PE	Manteiga	Sento Sé-BA
Amparo dos Pobres	Rui Barbosa-BA	Jacumuá	Xique-Xique-BA
Formosa	Cruz das Almas-BA	Mineira	Xique-Xique-BA
Rosa Itabuna	São Felipe-BA	Clone 2000-107-07	Cruz das Almas-BA
Cigana Preta	São Felipe-BA	Mossoró 3	
Saracura	São Felipe-BA	Itapicuruzinha	Jussara-BA
Clone 98-150-06	Cruz das Almas-BA	Mossoró 4	
Boazinha	Capim Grosso-BA	Branquinha	Jussara-BA
Mossoró 1		Mossoró 5	
Mossoró 2		Manipeba Branca	Jussara-BA
Rosinha	P. dos Índios-AL	Mossoró 6	
Rosinha	Jupi-PE	Vermelhinha	Umburanas-BA
Vermelhinha	Jaguarari-BA	V19	Petrolina-PE
Platina	Capim Grosso-BA	Chapeu	Petrolina-PE
Cria Menino	Mairi-BA	Trouxinha	Seu Espedito
Branco (aipim)	Capim Grosso-BA	Mulatinha	Cruz das Almas-BA
Calombo	Belo Campo-BA	Mossoró 8	
Cramuquem	Belo Campo-BA	Mossoró 9	
Prato Cheio PC-14		Mossoró 14	
Mossoró 10		Eucaliptos	Filomena-PE
Platina Itaberaba	Itaberaba-BA	Mossoró 15	
Arari	Serrolândia	Dona Diva	
Brasília macaxeira	Acauã-PI	Mossoró 16	
Preta macaxeira	Acauã-PI	Mossoró 17	
Mossoró 12		Mossoró 18	
Mossoró 13		Mossoró 20	
Cruvelinha	Pau Ferro / Petrolina-PE	Mossoró 21	
Najá vermelha	Pau Ferro / Petrolina-PE	Mossoró 23	

CAPÍTULO 2 – AVALIAÇÃO PRECOCE DE TOLERÂNCIA AO ESTRESSE HÍDRICO EM ACESSOS DE MANDIOCA

RESUMO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma das principais culturas de tuberosas e apresenta uma grande variabilidade genética potencialmente inexplorada. Seu cultivo ocorre em todo o mundo, devido à sua facilidade de adaptação às diferentes condições edafoclimáticas. No entanto, considerando-se o agravamento do déficit hídrico devido às mudanças climáticas em todo o mundo, é necessária a realização de trabalhos que visem indicar acessos da cultura que são resistentes ou tolerantes a esses períodos, evitando-se o estresse prolongado aos períodos de estiagem. Sendo assim, o presente trabalho objetivou avaliar precocemente caracteres quanto à tolerância ao déficit hídrico de acessos de mandioca provenientes de BAG's da Embrapa. O experimento foi realizado de abril a outubro de 2017, seguindo o delineamento em blocos casualizados, com 177 tratamentos, sendo estes os acessos de mandioca, quatro repetições e seis plantas por parcela. Aos três meses após o plantio foi suspensa a irrigação. As avaliações foram realizadas em três plantas de cada parcela, sendo cinco caracteres avaliados uma semana antes da suspensão da irrigação; quatro após a suspensão da irrigação, realizada uma semana antes do final do experimento; e seis na colheita. Realizou-se análise de deviance e estimou-se os componentes de variância e herdabilidade. Foram estimados componentes de variância pelo método REML/BLUP e a herdabilidade e acurácia, utilizando o software Selegen, modelo 96. Exceto para a retenção foliar antes da suspensão da irrigação, para todos os caracteres avaliados, houve diferença significativa entre os mesmos sob condições de irrigação e suspensão da irrigação, bem como dos demais caracteres avaliados após os seis meses. É possível realizar seleção precoce na presença de déficit em avaliação precoce de acessos de mandioca. As estimativas de variâncias genéticas permitem inferir sobre a possibilidade de se obter ganhos genéticos, com ou sem déficit hídrico.

Palavras-chave: *Manihot* spp., escassez de água, adaptação.

EARLY EVALUATION OF WATER DEFICIT TOLERANCE IN CASSAVA ACCESSES

ABSTRACT

Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) is one of the major tuberous crops and has a great potential for genetic variability. Its cultivation takes place all over the world, due to its easiness of adaptation to the different edaphoclimatic conditions. However, considering the worsening of the water deficit due to climate changes worldwide, it is necessary to carry out works that indicate cultural accesses that are resistant or tolerant to those periods, avoiding the prolonged stress to the periods of drought. Thus, the present work aimed to evaluate early characters regarding tolerance to the water deficit of cassava accesses from Embrapa BAGs. The experiment was carried out from April to October 2017, following the randomized block design, with 177 treatments, being these accesses of cassava, four replications and six plants per plot. Three months after planting, irrigation was suspended. The evaluations were carried out in three plants of each plot, five characters being evaluated one week before the irrigation suspension; four after the irrigation suspension, one week before the end of the experiment; and six evaluations at harvest. Deviance analysis was performed and components of variance and heritability were estimated. The variance components were estimated by the REML / BLUP method and the heritability and accuracy using the Selegen software, model 96. Except for leaf retention before irrigation suspension, for all the evaluated characters, there was a significant difference between them under conditions of irrigation and irrigation suspension, as well as other characters evaluated after six months. It is possible to perform early selection in the presence of deficits in early evaluation of cassava accesses. Estimates of genetic variances allow to obtain genetic gains, with or without water deficit. Estimated accuracy with values above 0.70 are considered adequate for the selection of superior accesses under water deficit conditions.

Keywords: *Manihot* spp., water scarcity, adaptation.

1 INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) pertence à família Euphorbiaceae e é uma das raízes tuberosas mais importantes em regiões tropicais e subtropicais do mundo, sendo utilizada tanto na alimentação humana quanto animal (CENÓZ et al., 2007). O cultivo da mandioca ocorre principalmente devido a sua tolerância a variados regimes pluviométricos, suportando altas temperaturas, bem como solos com uma baixa fertilidade. Fazendo com que ocorra, inclusive, em regiões com pouco desenvolvimento, sendo cultivada por pequenos agricultores (HOWELER, 2002). Um dos motivos dessa adaptação, ocorre devido à mandioca apresentar características que ocorrem tanto em plantas C3, quanto em plantas C4, sendo assim, considera-se que a mesma apresente um metabolismo intermediário (EL-SHARKAWY et al., 1989). Além disso, esta cultura possui relação com fungos micorrízicos arbusculares (FMA), que favorecem a absorção de água e nutrientes do solo, por aumentarem a extensão das raízes através das hifas (HEBERLE, 2014).

Além de características morfológicas de interesse econômico, é importante destacar a importância de fatores que influenciam diretamente no cultivo da espécie, bem como na continuidade desse cultivo. Sejam esses fatores bióticos ou abióticos, precisam ser considerados para garantir segurança na cadeia produtiva da espécie. Embora considerada uma cultura rústica e tolerante a estresses abióticos como solos pouco férteis, elevadas temperaturas e estresse hídrico, a mandioca apresenta variabilidade quanto a essa tolerância, podendo a utilização do cultivar adequado ser responsável pelo sucesso ou não de um cultivo (RODRIGUES, 2017).

Em nível de mudanças climáticas, resultados encontrados por um trabalho desenvolvido por Domingues et al. (2016), simulando alterações no clima a partir de dados baseados no terceiro relatório do Painel Intergovernamental de Mudança Climática (IPCC), em períodos correspondentes aos anos de 2040 a 2070 e 2070 a 2100, verificaram que o nível de produtividade da mandioca poderá ser superior àqueles que ocorreriam caso não houvesse mudanças climática, no entanto, Pernambuco poderá apresentar perdas de produtividade, a médio e a longo prazo. Esse fato demonstra a importância de se encontrar espécies resistentes e/ou tolerantes ao déficit hídrico, que já ocorre nessa região.

Assim, torna-se necessário a busca por genótipos resistentes, devendo-se para tanto verificar as respostas das plantas às condições de déficit hídrico. Essas respostas podem variar com a espécie, cultivar, tempo de exposição ao estresse, além de fatores edáficos, sendo,

portanto, necessária a utilização de diversos descritores (NASCIMENTO et al., 2011). As mudanças na morfologia, fisiologia e no desenvolvimento das plantas possuem base genética. Por isso, caracterizar genótipos tolerantes ao déficit hídrico funciona como um pré-requisito para a seleção e manipulação genética (TURNER, 1997). Acrescido a isto, desenvolver cultivares tolerantes ao déficit hídrico ou precoce, para que reduza seu período de exposição à seca é de extrema importância para a cadeia de produção da mandioca (MATOS et al., 2016).

Além disso, a realização do melhoramento genético de plantas geralmente precisa-se de um longo tempo, fazendo com que seja necessária a criação e utilização de estratégias para acelerar este processo, sendo a seleção precoce uma dessas alternativas. Esta seleção tem como objetivo identificar características de interesse em plantas no seu estágio jovem, reduzindo o tempo e custos necessários para realizar o ciclo de seleção e permitindo que sejam realizadas avaliações e seleção de genótipos superiores, aumentando a rapidez dos resultados (GONÇALVES et al., 1998; GLAUCIA, 2016). Nesse sentido, o presente trabalho teve como objetivo avaliar precocemente caracteres quanto à tolerância ao déficit hídrico de acessos de mandioca provenientes dos BAG's da Embrapa.

2 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento foi realizado no campo experimental de Bebedouro da Embrapa Semiárido (09°09' S; 40°22' W; 365,5 m) em Petrolina – PE (ANTONIO, 2015), de abril a outubro de 2017. Esse município é caracterizado pela escassez e irregularidade de chuvas, apresentando uma alta evaporação devido às altas temperaturas no verão. A precipitação média anual é de 560 mm, em que o mês de agosto apresenta a menor precipitação. A temperatura do ar apresenta variações médias entre 24°C e 32°C, sendo julho o mês mais frio e novembro o mês mais quente do ano (SONDA, 2017). A precipitação, temperaturas máximas e mínimas do período total do experimento se encontram Figura 2. O tipo de solo predominante no local é o latossolo vermelho-amarelo, estes são profundos, com textura arenosa nas camadas superficiais mudando gradualmente para barro-argiloso depois de 50 cm de profundidade (SALAZAR; REEDER, 1988).

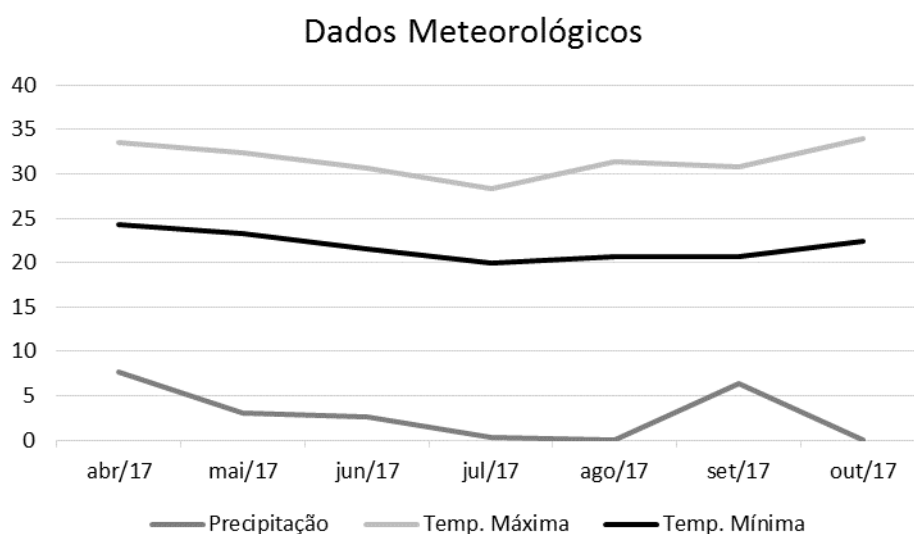


Figura 2 Precipitação, temperaturas máxima e mínima do município de Petrolina – PE, durante o experimento de **avaliação precoce de tolerância ao estresse hídrico em acessos de mandioca**.
Fonte: INMET.

Inicialmente, fez-se a preparação do solo, com aração, gradagem, sulcagem e adubação com cloreto de potássio e uréia, de acordo com o solo. Em seguida, foi instalado o sistema de irrigação por gotejamento, a ser ligado diariamente pela manhã, de acordo com a necessidade da cultura que é uma lâmina de água de 30 a 40 mm a cada 15 dias (SOUZA; FIALHO, 2003), três meses após o plantio essa irrigação foi suspensa. A adubação foi realizada de acordo com a recomendação para a cultura no Estado de Pernambuco (CAVALCANTI et al., 2008). Foram feitas capinas e aplicação dos seguintes inseticidas sempre que necessário: inseticidas: Dimetoato, para ácaro; Actara, para o percevejo de renda e cochonilha; e Tracer, para a lagarta do cartucho. Todos de acordo com as recomendações. As manivas para o plantio foram obtidas de plantas com 12 meses de idade e possuíam tamanho aproximado de 20 cm, considerando quatro o número mínimo de gemas. Estas manivas foram colocadas em sulcos e plantadas em posição horizontal. Os tratos culturais foram todos realizados de acordo com as recomendações para a cultura (RIBEIRO et al., 1999).

O experimento seguiu o delineamento em blocos casualizados, com 177 tratamentos, quatro repetições e seis plantas/parcela, sendo os tratamentos os acessos de mandioca. Cada acesso foi disposto em parcelas de uma linha com seis plantas cada, e espaçamento de 0,80 m entre linhas por 1,0 m entre plantas dentro da linha de plantio. As avaliações foram realizadas em três plantas de cada parcela, sendo as primeiras realizadas antes da suspensão da irrigação e das demais após a suspensão. As características avaliadas encontram-se na Tabela 6.

Características avaliadas

- Antes da suspensão da irrigação (3 meses após o plantio)

- Número de plantas (NP): realizado através de contagem;
- Retenção foliar (RF1): a partir de escala de notas específica. Sendo: 1 = baixa retenção foliar, apresentando folhas apenas no ápice da planta; 2 = retenção foliar mediana, folhas distribuídas até aproximadamente 15% do volume da copa da planta; 3 = alta retenção foliar, folhas distribuídas em mais de 15% do volume da copa da planta (OLIVEIRA, 2014);
- Altura da planta (ALT1): as plantas tiveram sua altura medida utilizando-se fita métrica graduada em centímetros;
- Diâmetro do caule (DC1): medido 15 cm acima do solo, com o auxílio de paquímetro digital, em milímetros;
- Incidência de ácaro (ACA1): a partir de escala de notas específica. Estas modificadas de Bellotti e Kawano (1983), e variaram de 1 a 6, sendo: 1 - Sem dano; 2 - Algumas pontuações branco-amarelas até a base das folhas do broto apical; 3 - Pontuações amarelas moderadas em todas as folhas; 4 - Pontuações abundantes nas folhas do terço médio, ligeira deformação do broto apical; 5 - Severa deformação das folhas do broto apical, folhas com aparência esbranquiçada e alguma desfolha, e caule com pontuações amarelas; 6 - Brotos apicais muito retorcidos ou mortos, dessecação e desfoliação de folhas superiores. Severas pontuações amarelas no caule.

- Após a suspensão da irrigação

As avaliações deste tópico foram realizadas uma semana antes da colheita, que aconteceu aos 6 meses após o plantio. Para este, seguiu-se a metodologia utilizada no item anterior para: retenção foliar (RF2), altura da planta (ALT2), diâmetro do caule (DC2) e incidência de ácaro (ACA2).

- Colheita (6 meses após o plantio)

- Peso da parte aérea (PPA): medido utilizando-se balança digital, em quilos;
- Número de raízes (NR): obtido através de contagem;
- Peso total das raízes (PTR): medido utilizando-se balança digital, em quilos;
- Comprimento da raiz (CR): medição do comprimento das raízes com fita métrica graduada em centímetros;
- Diâmetro da raiz (DR): realizado com o auxílio de paquímetro digital, em milímetros;
- Teor de água da raiz (TAR): obtido através da fórmula: $(\text{peso fresco} - \text{peso seco}) / \text{peso fresco} \times 100$. Expresso em porcentagem (%).

Foram estimados componentes de variância pelo método REML/BLUP e a herdabilidade e acurácia conforme Rezende (2002). Para tanto utilizou-se o software Selegen, modelo 96 (RESENDE, 2007).

3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Exceto para a retenção foliar antes da suspensão da irrigação (RF2), para todos os caracteres avaliados, houve diferença significativa entre os mesmos sob condições de irrigação e suspensão da irrigação, bem como dos demais caracteres avaliados após os seis meses (Tabela 6), em avaliação precoce de resistência à seca para a cultura de mandioca. Este resultado indica a ocorrência de uma alta variação genética e a possibilidade de ganhos genéticos entre os acessos avaliados. Houve redução dos caracteres altura e diâmetro do caule após a suspensão da irrigação. Já para a incidência de ácaro, ocorreu um aumento quando os acessos foram submetidos à condição de déficit hídrico (Tabela 6).

Tabela 5 Estimativas de deviance para os caracteres avaliados em acessos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) submetidos a estresse hídrico, em experimento conduzido em Petrolina – PE

Caracteres ¹	Deviance		LRT
	Modelo		
	Completo	Genótipo	(Gen)
RF1	-1119,45	-1119,38	0,07 ^{ns}
ALT1	3934,31	3985,63	51,32**
DC1	1773,86	1839,91	66,05**

AC1	232,81	273,25	40,44**
RF2	340,88	363,84	22,96**
ALT2	3723,33	3863,41	140,08**
DC2	-460,99	-396,78	64,21**
AC2	473,36	482,94	9,58**
PPA	1192,68	1323,83	131,15**
NR	3362,94	3502,38	139,44**
PTR	813,81	835,07	21,26**
CR	2094,69	2196,77	102,08**
DR	2418,13	2468,44	50,31**
TAR	3169,26	3184,65	15,39**

¹número de plantas (NP), retenção foliar (RF1), altura (ALT1), diâmetro do caule (DC1) e ácaro (AC1), antes da suspensão da irrigação, retenção foliar (RF2), altura (ALT2), diâmetro do caule (DC2) e ácaro (AC2), após a suspensão da irrigação, peso da parte aérea (PPA), número de raízes (NR), peso total das raízes (PTR), comprimento da raiz (CR), diâmetro da raiz (DR), teor de água na raiz (TAR)

Foram observados maiores coeficientes de variação genotípica (CVg) para peso da parte aérea (PPA), número de raízes (NR) e peso total de raízes (PTR), com 45,39; 53,74 e 57,52% (Tabela 7). Quando comparados os caracteres antes e após a suspensão da irrigação, os maiores valores foram para observados para as variáveis altura da planta (ALT1), diâmetro do caule (DC1) e ácaro (AC1) antes da suspensão, com 20,20; 12,11 e 21,09%, respectivamente (Tabela 7). O que indica a ocorrência de uma elevada variabilidade genotípica entre acessos para estes caracteres e nessa condição.

O coeficiente de variação ambiental (CVe) apresentou maior variação para peso da parte aérea (PPA), número de raízes (NR) e peso total de raízes (PTR), com valores de 43,88; 50,46 e 111,5% (Tabela 7). Os valores de CVe > 50% são comuns quando são avaliadas características localizadas no subsolo, onde há uma maior dificuldade no controle ambiental e de visualização (BORGES et al., 2010; AZEVEDO, 2015). Comparando antes e após a suspensão da irrigação, exceto para a retenção foliar, os maiores valores foram observados para as variáveis antes da suspensão, sendo para a altura da planta (ALT1), diâmetro do caule (DC1) e ácaro (AC1), os valores de 28,87; 15,71 e 32,89%, respectivamente (Tabela 7). Os valores para CVe acima de 20% também foram encontrados por Azevedo et al., (2015) em experimento com a cultura da batata doce, esses valores indicam uma alta suscetibilidade às condições ambientais.

Como resultado, o coeficiente de variação relativa ($CV_r = CV_g / CV_e$) foi ≥ 1 para os caracteres ALT2, PPA e NR, o que indica uma situação favorável para a obtenção de ganhos na seleção sob esta condição ambiental. Exceto para o caractere AC1, todos os demais

caracteres em condições de déficit hídrico, apresentaram CVr maior após a suspensão da irrigação (Tabela 7).

As estimativas da variância genotípica (σ^2_g) entre os acessos mostraram que as estimativas do componente de variância foram maiores para diâmetro do caule e incidência de ácaro antes da suspensão da irrigação, retenção foliar e altura da planta após a suspensão da irrigação, com os seguintes valores: 4,34 (DC1), 0,17 (AC1), 0,15 (RF2) e 286,48 (ALT2) (Tabela 7). As estimativas mais elevadas de σ^2_g após o corte da irrigação podem ser explicadas pela presença de genótipos que, sob estresse hídrico, não reduziram muito seu potencial produtivo da parte aérea, aumentando a variabilidade genética para esses caracteres.

Na variância ambiental (σ^2_E), exceto para a retenção foliar, com um valor de 0,56, os maiores encontrados foram para os descritores antes da suspensão da irrigação, sendo estes 455,22 (ALT1), 7,31 (DC1) e 0,42 (AC1), demonstrando sua suscetibilidade ao fator ambiental (Tabela 7). Com relação a variância fenotípica (σ^2_f), os maiores valores foram encontrados para a altura da planta, em ambas as situações, com valores de 645,18 (ALT1) e 548,28 (ALT2), e para o número de raízes (254,55) (Tabela 7). Esses resultados demonstram que a seleção pode ser dificultada devido à influência ambiental.

De acordo com as estimativas de herdabilidade as características mostraram variabilidade e foram hereditárias. Os valores do coeficiente de herdabilidade genotípicas total ($h^2_{g,}$) variaram de $0,01 \pm 0,01$ (RF1) a $0,37 \pm 0,07$ (DC1), antes do corte da irrigação e $0,14 \pm 0,05$ (AC2) a $0,53 \pm 0,09$ (ALT2), após o corte (Tabela 7). As diferentes magnitudes indicam a possibilidade de ganhos genéticos após a seleção dos melhores genótipos (SILVA, 2016).

Tabela 6 Estimativas de componentes de variância, herdabilidade, precisão e coeficientes de variância para descritores avaliados em acessos de mandioca submetidos a estresse hídrico

Parâmetros ¹	Descritores ²													
	RF1	ALT1	DC1	AC1	RF2	ALT2	DC2	AC2	PPA	NR	PTR	CR	DR	TAR
σ^2_g	0,00	222,77	4,34	0,17	0,15	286,48	0,06	0,12	2,26	144,29	0,36	10,53	12,46	26,47
σ^2_e	0,042	455,22	7,31	0,42	0,56	251,41	0,11	0,77	2,12	127,19	1,37	12,37	25,84	122,26
σ^2_f	0,043	677,99	11,65	0,60	0,71	537,89	0,17	0,89	4,38	271,48	1,74	22,90	38,31	148,73
h^2_g	0,01 ±	0,33 ±	0,37 ±	0,29 ±	0,22 ±	0,53 ±	0,37 ±	0,14 ±	0,52 ±	0,52 ±	0,21 ±	0,46 ±	0,32 ±	0,18 ±
	0,01	0,07	0,07	0,067	0,06	0,09	0,07	0,05	0,09	0,09	0,06	0,08	0,07	0,05
h^2_m	0,03	0,59	0,64	0,74	0,46	0,77	0,63	0,33	0,76	0,77	0,44	0,72	0,59	0,39
Ac	0,19	0,77	0,80	0,86	0,67	0,88	0,80	0,57	0,87	0,88	0,66	0,85	0,77	0,63
CVg (%)	0,46	20,20	12,11	21,09	21,06	16,71	11,27	12,75	45,39	53,74	57,52	16,24	14,16	8,00
CVe (%)	4,15	28,87	15,71	32,89	39,84	15,66	14,79	31,67	43,88	50,46	111,57	17,60	20,40	17,19
CVr	0,11	0,70	0,77	0,64	0,53	1,067	0,76	0,40	1,03	1,06	0,51	0,92	0,69	0,46
X _f	4,96	73,90	17,21	1,98	1,87	101,27	2,21	2,76	3,32	22,35	1,05	19,98	24,92	64,31

¹ σ^2_g , variância genotípica; σ^2_e , variância ambiental; σ^2_f , variância fenotípica; h^2_g , herdabilidade genotípica total; h^2_m , herdabilidade média; Ac, acurácia; CVg (%), coeficiente de variação genotípica; CVe, coeficiente de variação ambiental; (%), CVr, coeficiente de variação relativa; X_f, média geral.

² número de plantas (NP), retenção foliar (RF1), altura (ALT1), diâmetro do caule (DC1) e ácaro (AC1), antes da suspensão da irrigação, retenção foliar (RF2), altura (ALT2), diâmetro do caule (DC2) e ácaro (AC2), após a suspensão da irrigação, peso da parte aérea (PPA), número de raízes (NR), peso total das raízes (PTR), comprimento da raiz (CR), diâmetro da raiz (DR), teor de água na raiz (TAR)

Valores altos para PPA e NR, ambos com $0,53 \pm 0,09$ também foram encontrados. As estimativas de h^2_g e h^2_m para a altura foram melhores após da suspensão da irrigação (Tabela 7). A discrepância nos valores de herdabilidade de certas características pode ser explicada pelas diferenças nos materiais genéticos, locais de coleta e avaliação precoce.

As maiores estimativas de h^2_g e h^2_m obtidas para altura em ambas as condições são possivelmente devido à maior variabilidade genética desses caracteres. Um dos pontos básicos no desenvolvimento de um programa de melhoramento eficiente para variedades tolerantes à seca é conhecer a herança dos principais traços de interesse (OLIVEIRA et al., 2015). Além disso, a herdabilidade está envolvida na estimativa do ganho genético com seleção, seja em nível de indivíduo, de parcela ou de média (AZEVEDO et al., 2015).

Os valores de acurácia ou precisão genotípica entre valores previstos e reais foram $\geq 0,80$ para ALT1, AC1, ALT2, DC2, PPA, NR e CR (Tabela 7). Essa acurácia é essencial em experimentos de campo para programas de melhoramento genético e para a recomendação de cultivares melhoradas, onde são desejados um alto grau de precisão experimental, ou seja, o mais próximo de 1, tendo, portanto, uma alta acurácia na inferência sobre os valores genotípicos em avaliação (RESENDE, 2007).

No entanto, Resende e Duarte (2007) indicam que valores de precisão seletiva de 0,70 a 0,89 são considerados intermediários, estes foram os que mais ocorreram no presente trabalho, em que dos 14 caracteres avaliados apenas quatro apresentaram valores abaixo de 0,70, e somente um abaixo do considerado médio (0,60), que foi a retenção foliar antes da suspensão da irrigação. Além disso, Borges et al. (2010) explica, que uma precisão seletiva com valores intermediários pode indicar classes de alta precisão e seletividade média.

A possibilidade de melhoramento genético selecionando os melhores genótipos é alta, o que demonstra o elevado potencial da mandioca para resistir condições de déficit hídrico, ao contrário de outras culturas que são de maior importância econômica, como os grãos alimentares, submetidos a mesma condição.

4 CONCLUSÕES

1. É possível realizar seleção precoce na presença de déficit em avaliação precoce de acessos de mandioca.
2. Estimativas de variâncias genéticas permitem obter ganhos genéticos, com ou sem déficit hídrico.

REFERÊNCIAS

- AGUIAR et al., Épocas de poda e produtividade da mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.46, n.11, p.1463-1470, nov. 2011.
- AMORIM, S.L. de; MEDEIROS, R.M.T. de; RIET CORREA, F. Intoxicações por plantas cianogênicas no Brasil. **Ciência Animal**, v.16, p.17 26, 2006.
- ANTONIO, R.P.; SILVA, A.F.; LIRA, I.C.S.A.; SANTOS, J.D.S.; SILVA NETO, J.L.; SANTOS, T.H.N. **Banco Regional de Germoplasma de Mandioca do Semiárido do Nordeste do Brasil**. In: II Simpósio da Rede de Recursos Genéticos Vegetais do Nordeste, 2015, Fortaleza. Anais do II Simpósio da RGV Nordeste. Fortaleza, Embrapa Agroindústria Tropical, 2015 (R 208).
- AZEVEDO, A.M.; ANDRADE JÚNIOR, V.C.; FERNANDES, J.S.C.; PEDROSA, C.E.; OLIVEIRA, C.M. Desempenho agrônomo e parâmetros genéticos em genótipos de batata-doce. **Horticultura Brasileira** 33: 084-090. DOI - <http://dx.doi.org/10.1590/S0102-053620150000100014>. 2015.
- BELLOTTI, A. C.; KAWANO, K. 1983. **Mejoramiento para resistencia varietal en el cultivo de la yuca**. En: Domínguez, C. Yuca: Investigación, producción y utilización. CIAT, Cali, Colombia. 171- 193 p.
- BORGES, M. de F.; FUKUDA, W.M.G.; ROSSETTI, A.G. Avaliação de variedades de mandioca para o consumo humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, p.1559 1565, 2002.
- CAVALCANTI, F. J. DE A.; LIMA JÚNIOR, M. A.; LIMA, J. F. W. F. **Recomendações de adubação para o estado de Pernambuco: 2ª aproximação**. 3 ed. Recife: instituto Agrônomo de Pernambuco- IPA, 2008. 212p.
- CENÓZ, P.J.; BURGOS, A.M.; LÓPEZ, A.E. Factores ambientales que afectan la calidad de raíces en mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Horticultura Argentina**, v.26, p.5 9, 2007.
- CONAB, Mandioca: raiz, fécula e farinha. Disponível em: <http://www.conab.gov.br/OlalaCMS/uploads/arquivos/17_05_16_14_33_30_17.pdf> Acesso em: 12 out. 2017.
- DOMINGUES, E. P., MAGALHÃES, A. S., & RUIZ, R. M. Cenários de mudanças climáticas e agricultura no Brasil: impactos econômicos na região Nordeste. **Revista Econômica do Nordeste**, v. 42, n. 2, p. 229-246, 2016.
- EL-SHARKAWY, M. A.; COCK, J. H.; PORTO, M. C. M. Características fotossintéticas da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Revista Brasileira de Fisiologia Vegetal**, v.1, p.143-154, 1989.
- FUKUDA, W.M.G.; ALVES, A A C. Germoplasma de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no Brasil. **Revista Brasileira de Mandioca**, Cruz das Almas, BA, v. 6, n. 2, p. 109-11, 1987.

GONÇALVES, P. D. S., BORTOLETTO, N., FONSECA, F. D. S., BATAGLIA, O. C., ORTOLANI, A. A. Early selection for growth vigor in rubber tree genotypes in northwestern São Paulo State (Brazil). **Genetics and molecular biology**, v. 21, n. 4, 1998.

HALLAUER, A. R. Use of genetic variation for breeding populations in cross pollinated species. In: STALKER, H.T.; MURPHY, J.P. (Eds.) **Plant breeding in the 1990s**. Wallinfor: CAB Intenational, 1992, p. 37-67

HEBERLE, E. dos S. **Ocorrência e Estrutura de Comunidades de Fungos Micorrízicos Arbusculares na Cultura da Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) após Cultivo de Plantas de Cobertura**. 2014. 70 p. Dissertação (Mestrado em Agroecossistemas – Área: Agroecologia) – Universidade Federal de Santa Catarina. Programa de Pós-graduação em Agroecossistemas, 2014.

HOWELER, R.H. Cassava mineral nutrition and utilization. In: HILLOCKS, R.J.; THRESH, J.M.; BELLOTTI, A.C. (Ed.). **Cassava: biology, production and utilization**. Wallingford: CABI, 2002. p.115 147.

INMET, **Dados Históricos**. Disponível em: <<http://www.inmet.gov.br/portal/index.php?r=bdmep/bdmep>> Acessado em: 13 fev. 2018.

MATOS, F. S., FELICIO, R., SILVEIRA, P., GUIMARÃES, R. R., SANTOS, P., NASCENTE, A. C. S., CUSTÓDIO, J. P. C., SILVA, L. Produtividade de cultivares de mandioca sob déficit hídrico. **Agri-environmental sciences**, v. 2, p. 15-24, 2016.

MOREIRA, G. B. R. **Viabilidade de aplicação da seleção precoce em batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] e avaliação de caracteres relacionados à produção**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

MOREIRA, G. B. R. **Viabilidade de aplicação da seleção precoce em batata-doce [*Ipomoea batatas* (L.) Lam.] e avaliação de caracteres relacionados à produção**. 2016. Tese de Doutorado. Universidade de São Paulo.

NASCIMENTO, S. P. D., Bastos, E. A., Araújo, E. C., Freire Filho, F. R., & SILVA, E. M. D. Tolerância ao déficit hídrico em genótipos de feijão-caupi. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v. 15, n. 8, p. 853-860, 2011.

OLIVEIRA, E. J. de, MORGANTE, C. V., DE TARSO AIDAR, S., DE MELO CHAVES, A. R., ANTONIO, R. P., CRUZ, J. L., & COELHO FILHO, M. Evaluation of cassava germplasm for drought tolerance under field conditions. **Euphytica**, v. 213, n. 8, p. 188, 2017.

OLIVEIRA, E. J. DE; OLIVEIRA FILHO, O. S. DE; SANTOS, V. da S. Seleção dos descritores morfoagronômicos mais informativos para germoplasma de mandioca. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 49, n. 11, p. 891-900, 2014.

OLIVEIRA, E.J.DE, AIDAR, S. DE T., MORGANTE, C. V., CHAVES, A. R. DE M., C., LOPEZ, J., COELHO FILHO, M. A. Genetic parameters for drought-tolerance in cassava. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 50, n. 3, p. 233-241, mar. 2015.

RESENDE, M. D. V. de, DUARTE, J. B. Precisão e controle de qualidade em experimentos de avaliação de cultivares. **Pesquisa Agropecuária Tropical** v. 37, p. 182-194, 2007.

RODRIGUES, L. M. **Caracterização da textura das raízes de mandioca in natura e cozidas e análise da composição centesimal**. Seminário de Iniciação Científica, n. 21, 2017.

SALAZAR, V.; REEDER, C.; **Projeto de drenagem da Estação Experimental da EMBRAPA no perímetro irrigado de Bebedouro**. EMBRAPA-CPATSA, 1988. 54 p.

SÁNCHEZ, T. **Evaluación de 6000 variedades de yuca**. Cali: CIAT, 2004. (Programa de mejoramiento de yuca).

SILVA, R. D. S., MOURA, E. F., FARIAS NETO, J. T. D., SAMPAIO, J. E. Genetic parameters and agronomic evaluation of cassava genotypes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v. 51, n. 7, p. 834-841, 2016.

SONDA, **Estação de Petrolina - Climatologia Local**. Disponível em: <http://sonda.ccst.inpe.br/estacoes/petrolina_clima.html> Acesso em: 27 dez. 2017.

SOUZA, L. S.; FIALHO, J. F., **Sistema de produção de mandioca para a região do cerrado. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura**, 2003. 61 p.

TURNER, N.C. (1997). Further progress in crop water relations. **Advances in Agronomy**. 58, 293-338.