

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE MESTRADO**

**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MANDIOCA PARA A  
AGROINDÚSTRIA NA REGIÃO LITORÂNEA DO CEARÁ.**

**JURACI SOUZA SAMPAIO FILHO**

**CRUZ DAS ALMAS / BAHIA  
2018**

SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MANDIOCA PARA A  
AGROINDÚSTRIA NA REGIÃO LITORÂNEA DO CEARÁ.

**JURACI SOUZA SAMPAIO FILHO**  
Eng.º Agrônomo  
Universidade Federal da Bahia, 2016

DISSERTAÇÃO apresentada ao  
Colegiado do Programa de Pós-  
Graduação em Ciências Agrárias da  
Universidade Federal do Recôncavo da  
Bahia, como requisito parcial para a  
obtenção do título de mestre em  
Ciências Agrárias (Área de  
Concentração: Fitotecnia).

**Orientador:** Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo  
**Coorientador:** Prof. Dr. Vanderlei da Silva Santos

**CRUZ DAS ALMAS / BAHIA**  
**2018**

## FICHA CATALOGRÁFICA

Sampaio Filho, Juraci Souza

Seleção de genótipos de mandioca para a agroindústria na região litorânea do Ceará. – Cruz das Almas, BA, 2018.  
81 f. il.; 30 cm.

Orientador: Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo.  
Co-orientador: Prof. Dr. Vanderlei da Silva Santos.

Dissertação (Fitotecnia)- Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2018.

1. Mandioca. 2. Seleção Genótipo. 3. Indústria Agrícola I. Ledo, Carlos Alberto da Silva. II. Santos, Vanderlei da Silva. III. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. IV. Título.

CDD: 633.682

Ficha catalográfica elaborada por Lucidalva R. G. Pinheiro- Bibliotecária CRB51161 – Embrapa Mandioca e Fruticultura

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CIÊNCIAS AGRÁRIAS  
CURSO DE MESTRADO**

**SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MANDIOCA PARA A  
AGROINDÚSTRIA NA REGIÃO LITORÂNEA DO CEARÁ.**

**COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE  
Juraci Souza Sampaio Filho**  
Realizada em 26 de fevereiro de 2018

Prof. Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia / UFRB  
Examinador Interno (Orientador)

Prof. Dr. Marcos Roberto da Silva  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia / UFRB  
Examinador externo

Pós-Doc. Viviane Peixoto Borges  
Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Pós-doutoranda  
PNPD/CAPES/UFRB)  
Examinadora externa

## DEDICATÓRIA

Para explicarmos a ciência se faz necessário utilizarmos de técnicas experimentais ou até mesmo empíricas para assim, chegarmos às soluções necessárias. Nesta trajetória passamos dias, meses, anos buscando respostas para tais inquietações, e percebemos que a natureza tem muito a nos ensinar, basta pararmos e escutarmos o que ela tem nos dizer. O autor da natureza é quem criou a ciência com toda sua imensidão que podemos passar anos, séculos a estudar e nunca poderemos explicar toda essa grandeza é por isso que hoje, dedico este trabalho aquele que nos doou a vida e nos capacitou com inteligência e sabedoria á escutar e compreender a natureza, obra de sua mão.

Poder inferir nos aspectos da natureza para o desenvolvimento da sociedade é sem igual, sei que nada poderia ter feito ou compreendido se a tua sabedoria não fosse dada por isso meu muito obrigado.

Tu és dono de toda Ciência sabedoria e Poder.

## **AGRADECIMENTOS**

A Deus, em primeiro lugar por toda sabedoria e por sempre está ao meu lado. Ao iniciarmos nossa trajetória acadêmica temos muitas escolhas a fazer, qual profissão seguir, quais linhas de pensamento se influenciar, qual pessoa a nos inspirar e durante essa trajetória pôde entender que cada pessoa é única e influencia-nos um pouco, ou seja, somos um pouco de cada pessoa. Várias pessoas me ensinaram algo, para que eu pudesse chegar aqui.

A minha família, que sempre acreditaram em mim, momentos que jamais irei esquecer, pois os meus sonhos era os sonhos de todos. A pessoa mais especial na minha vida minha mãe Ana Cristina, as palavras são limitadas para definir o que a senhora representa na minha carreira na minha vida se hoje posso está realizando esse sonho é virtude da excelente mãe, sempre me apoiando em tudo que precisei, sei mãe que a senhora não pode me oferecer a melhor educação, mas me possibilitou a melhor educação que eu poderia ter, que não é ensinada nas escolas, me ensinou a ser humano e hoje eu lhe agradeço por toda vida. A minha esposa que sempre esteve do meu lado nos momentos mais difíceis me ensinou a acreditar e a confiar que tudo iria dar certo e com carinho e amor me motivou a chegar aqui meu muito obrigado.

Coorientador, Vanderlei Silva Santos que se tornou um amigo, responsável direto pelo meu aprendizado na graduação e agora na pós-graduação sempre presente auxiliando, capacitando, fazendo o que ele mais gosta que é ensinar a ciência, meu muito obrigado.

Orientador, Carlos Alberto da Silva Ledo, pessoa humana que sabe como entender o estudante, cheio de conhecimento e aprendizado a passar para seus orientados, pude ter o prazer de trabalhar contigo que nossa amizade seja para sempre, obrigado Dr. Ledo.

Aos meus colegas de trabalho Cínara Morales com toda paciência e sabedoria ter me conduzido ao conhecimento da arte que é a ciência da mandioca, a Zara Maria mulher símbolo de luta és uma guerreira, cheia de conhecimento me ensinou muito de campo experimental sem dúvidas Zara sentirei muito sua falta.

## SUMÁRIO

### Páginas

RESUMO

ABSTRACT

<b>REFERENCIAL TEÓRICO</b> .....	1
1.1 Genótipos de mandioca para indústria.....	5
1.2 Melhoramento genético da mandioca.....	6
1.3 Avaliação agronômica em mandioca.....	8
1.4 Correlações genéticas em mandioca.....	9
1.5 Índice de Seleção.....	11
Referências bibliográficas.....	13

### **Capítulo 1**

#### **Desempenho agronômico de genótipos de mandioca para agroindústria na região litorânea do Ceará**

Introdução.....	24
Material e métodos.....	25
Resultados e discussão .....	28
Conclusão.....	42
Referências bibliográficas.....	43

### **Capítulo 2**

#### **Aplicação de Índice não paramétrico na seleção de genótipos de mandioca para agroindústria**

Introdução.....	53
Material e métodos.....	54
Resultados e discussão .....	58
Conclusão.....	65
Referências bibliográficas.....	66
Anexo.....	70
Considerações finais.....	71

## **SELEÇÃO DE GENÓTIPOS DE MANDIOCA PARA A AGROINDÚSTRIA NA REGIÃO LITORÂNEA DO CEARÁ.**

Orientado: Juraci Souza Sampaio Filho

Orientador: Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo

**RESUMO:** A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma fonte de renda e desenvolvimento para as regiões produtoras, e alimentação para milhões de pessoas em todo mundo. Para a região Nordeste, onde a cultura possui grande expressão econômica e social, variedades que apresentem características superiores que atendam o mercado industrial da cultura necessitam serem desenvolvidas ocasionando ganhos econômicos e sociais para a região. Neste contexto, objetivou-se avaliar o desempenho agrônomo de 26 genótipos de mandioca. O trabalho foi conduzido em Cascavel no Ceará durante 2 safras 2015/2015 e 2015/2016. As parcelas foram dispostas em delineamento de blocos casualizados com cinco repetições. Os tratamentos constaram da combinação de 26 genótipos de mandioca e duas safras agrícolas. As avaliações foram realizadas aos 15 meses após o plantio. Houve efeitos isolados e da interação entre os tratamentos estudados características avaliadas. destacando-se em produção de amido, principal matéria prima da mandioca para indústria de fécula, os genótipos 2002 35-17, Mulatinha e Poti Branca com 12,58; 10,19; e 10,94 t ha<sup>-1</sup> respectivamente, assim como o genótipo 20009305 com média de produção de raízes de 40,16 t há<sup>-1</sup>. Na safra 2015/2016 os genótipos 959837, 20009305 e 200235-17 com 11,91; 11,55 e 11,20 t ha<sup>-1</sup>, respectivamente, assim como o 20023517 com média de produção de raízes de 41,93 t ha<sup>-1</sup>. Na safra conjunta os genótipos BRS Poti Branca, BRS Mulatinha e 2002 35-17 destacam-se em todas as características avaliadas. o índice de Mulamba e Mock (1978) com o objetivo de maximizar a eficiência da seleção, por meios da classificação dos genótipos demonstra ser eficiente.

**Palavras-chave:** *Manihot esculenta* Crantz, Melhoramento genético, fécula, índice de seleção



## SELECTION OF MANDIOCA GENOTYPES FOR AGROINDUSTRIES OF CEARÁ.

Author: Juraci Souza Sampaio Filho

Advisor: Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo

**ABSTRACT:** Manihot (*Manihot esculenta* Crantz) is a source of income and development for producing regions, and food for millions of people worldwide. For the Northeast region, where the culture has great economic and social expression, varieties that present superior characteristics that meet the industrial market of the culture need to be developed, causing economic and social gains for the region. In this context, the objective was to evaluate the agronomic performance of 26 cassava genotypes. The work was conducted in Cascavel, Ceará, during 2 crops, 2015/2015 and 2015/2016. The plots were arranged in a randomized block design with five replications. The treatments consisted of the combination of 26 cassava genotypes and two agricultural crops. The evaluations were carried out at 15 months after planting. There were isolated effects and interaction between treatments studied characteristics assessed. with emphasis on the production of starch, the main raw material for cassava starch, genotypes 2002 35-17, Mulatinha and Poti Branca with 12.58; 10.19; and 10.94 t ha<sup>-1</sup> respectively, as well as the 20009305 access with mean root yield of 40.16 t ha<sup>-1</sup>. In the 2015/2016 crop the genotypes 959837, 20009305 and 200235-17 with 11,91; 11,55 and 11,20 t ha<sup>-1</sup>, respectively, as well as 20023517 with average root yield of 41.93 t ha<sup>-1</sup>. In the combined crop, the genotypes BRS Poti Branca, BRS Mulatinha and 2002 35-17 stand out in all characteristics evaluated. the index of Mulamba and Mock (1978) with the objective of maximizing the efficiency of the selection, by means of the classification of the genotypes proves to be efficient.

**Key words:** *Manihot esculenta* Crantz, Genetic improvement, starch, selection index

## REFERENCIAL TEÓRICO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma planta heliófila, botanicamente perene, arbustiva, pertencente à família Euphorbiaceae, a qual engloba 290 gêneros, com 7.500 espécies distribuídas por toda a zona tropical do globo terrestre (ALVES et al., 2007).

Existem cerca de 100 espécies no gênero *Manihot* (SILVA et. al., 2013), contudo os clones cultivados em todo o mundo pertencem a uma única espécie, *Manihot esculenta* Crantz, a qual possui raízes de interesse econômico e tem grande importância nos países em desenvolvimento, em razão da sua utilização, tanto na alimentação dos seres humanos quanto de animais (OLIVEIRA, 2011).

Segundo Allem (1994, 2002), o local exato de origem da mandioca ainda é motivo de controvérsias, embora tenha o Brasil como provável centro de origem, devido a vários materiais encontrados no país feito em coletas institucionais, além de ter grande propagação territorial, pois todos os estados brasileiros produzem a cultura. Por consequência dessa origem sul-americana, a mandioca é a planta mais disseminada no território brasileiro.

Embora exista uma grande diversidade genética relatada para a cultura da mandioca, a tendência global é a utilização do sistema de monocultura na produção, ocasionando a diminuição da variabilidade, em função da substituição de variedades locais por variedades melhoradas (WILLEMEN et al., 2007). Cujas demandas por novas variedades mais produtivas, sem descartar a conservação em bancos de germoplasma tanto de variedades comerciais, quanto silvestre, é de extrema importância para o sucesso da cadeia produtiva da mandioca e para os programas de melhoramento da espécie.

A mandioca faz parte de um grupo de plantas cianogênicas, fato esse responsável pela defesa da planta ao ataque de animais, o que pode ocasionar toxicidade aos animais, incluindo o homem, o que acaba restringindo o seu consumo. O efeito cianogênico na mandioca está associado à produção dos glicosídeos linamarina e lotaustralina nas proporções de 95% e 5% respectivamente. Quando há rompimento das células por ação mecânica, a enzima linamarase, oriunda da parede celular acelera a velocidade da hidrólise dos glicosídeos cianogênicos, formando glicose e cianidrina, que se decompõe espontaneamente ou por ação da enzima  $\alpha$ -hidroxinitrila liase a cianeto (CEREDA et al., 2003;

MONTAGNAC et al., 2009). Assim, tem-se a síntese dos compostos cianogênicos nas raízes de mandioca.

Os genótipos de mandioca se subdividem em mandioca de mesa e mandioca para a indústria, de acordo com o teor de compostos cianogênicos das raízes. Os genótipos cujos teores desses compostos são menores que 100 ppm são considerados como mandioca de mesa, podendo ser consumida in natura através de pratos cozidos, fritos, ou ainda sob a forma de bolos, purês, suflês e outras. Nos genótipos acima de 100 ppm, as raízes são empregadas na indústria de amido e/ou farinha. Na mandioca de mesa o mais importante são as características relacionadas à qualidade culinária, tais como o tempo de cozimento, a presença/ausência de fibras, o sabor da massa cozida e o teor de matéria seca, no caso da mandioca para a indústria, as características relacionadas a produtividade de raízes é o principal objetivo, juntamente com o teor de amido e a produtividade de amido (BORGES et al., 2002).

O principal produto da mandioca são as raízes, quando estas são processadas pela indústria da farinha, sobram às cascas (conhecida no interior do Nordeste como raspa de mandioca) e a manipueira, que é um rico composto utilizado como adubo orgânico. Segundo Andrade (2003), quando a manipueira é descartada de forma incorreta, ficando concentrada em um local pode ser nociva ao meio ambiente. Assim vários estudos com o uso e aplicação da manipueira têm fomentado pesquisas, na sua utilização em diversas culturas, sempre associada com o aumento de produtividade, quando utilizado como adubo orgânico para diversas culturas (SILVA JUNIOR et al., 2012; DUARTE et al., 2013).

Além das raízes, a parte aérea também pode ser utilizada na alimentação dos animais, sendo um produto com alto valor nutricional, muitas vezes desprezado pelos produtores. Para a produção animal, a utilização da parte aérea mostra-se de grande relevância, visto que a parte aérea apresenta alto valor nutritivo, e muitas vezes não é utilizado no meio rural por pequenos agricultores, provavelmente devido ao temor em relação à toxicidade dos compostos cianogênicos. Vários estudos têm demonstrado a ampla utilização para uso na alimentação animal (BOHNENBERGER et al., 2010; SILVA et al., 2012; RANA et al., 2015).

Além disso, a mandioca produz raspas, farinhas de raspas, pellets e álcool, podendo-se ainda citar os produtos regionais (beiju, tapioca, carimã ou massa puba,

tucupi e tacacá), que demonstram como a mandioca é importante como base alimentar e como componente da cultura brasileira. (EMBRAPA, 2015).

A denominação fécula se aplica ao produto amiláceo extraído das partes subterrâneas comestíveis dos vegetais (tubérculos, raízes e rizomas), enquanto amido é o produto isolado das partes aéreas dos vegetais (grãos de cereais e leguminosas), frutas imaturas e verdes (BRASIL, 2005). Essas denominações indicam apenas a origem do produto (diferenciação tecnológica) e não a composição química. Como importante produto da mandioca, são inúmeras aplicações, desde a alimentação, até a mineração (a fécula atua na separação do minério de ferro) e extração de petróleo (evitando o desgaste de brocas de perfuração de poços), passando pela indústria farmacêutica, de papel e celulose, de cosméticos, papelão, de alimentos, a fécula, em razão de suas inúmeras utilidades, é um produto cuja demanda aumenta à medida que um país se industrializa (CARDOSO; SOUZA, 2002). No mercado globalizado, a fécula de mandioca compete com os amidos de milho e trigo, além da fécula de batata, que são amplamente utilizados nas indústrias de alimentos, química, têxtil, de papel e celulose, na mineração, na petroquímica e na indústria farmacêutica (ABAM, 1998).

A busca por um material de valor agregado com alto teor de fécula é possível através do melhoramento genético. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de amido/fécula, ficando atrás apenas da Tailândia e Indonésia, mas as nossas exportações permanecem insignificantes (ABAM, 2015). As modificações nos hábitos de consumo, que resultam no aumento da procura por pratos prontos e semi-prontos, conservas e congelados, dentre outros, assim como a adoção de tecnologias modernas nos processos industriais, principalmente dos segmentos alimentícios, papelero e têxtil, devem provocar aumento na demanda desse produto. Assim há necessidade do desenvolvimento de variedades com potencial agrônomo para a produção de amido, levando em consideração todos os aspectos da produção, pois a mandioca apresenta capacidade de ser cultivado nos mais diversos ambientes, devido à sua característica de apresentar uma alta rusticidade dada a fisiologia e morfologia da planta que a torna resistente à seca (EISHARKAWY et al., 1992). Ainda segundo o autor a característica de resistência à seca deve-se principalmente à perda de folhas e ao fechamento parcial dos estômatos, o que permite na escassez de água, a diminuição na perda de água e

ainda assim absorver o CO<sub>2</sub> necessário ao acúmulo de matéria seca. Contudo apesar de a mandioca ser considerada uma cultura resistente à seca, sob condições de déficit hídrico, a produtividade pode ser reduzida até 60%, onde a estratégia mais econômica de curto prazo capaz de reduzir os efeitos da seca é o uso de variedades resistentes ao déficit hídrico (CONNOR *et al.*, 1981). Uma outra alternativa é plantar a mandioca em solos férteis com variedades produtivas.

As boas produtividades obtidas por essa cultura mesmo em solos de baixa fertilidade ocorrem devido à eficiência na absorção de nutrientes e sua adaptação. Essa eficiência é otimizada pela associação das raízes com fungos micorrízicos arbusculares nativos, como *Glomus manihotis*, que apresentam alta colonização nas raízes de mandioca aumentando a absorção de nutrientes (NASCIMENTO *et al.*, 2014).

No Brasil, a ausência de variedades adaptadas às diferentes condições edafoclimáticas, aliado a tratos culturais, utilização de material de qualidade inferior e com baixa resistência à seca em localidades com precipitação anual inferior a 1.000 a 1.500 mm são algumas causas de produtividades aquém do potencial da cultura. Com o uso de novas variedades e tecnologias apropriadas pode-se ter uma produção satisfatória nas regiões produtoras.

Segundo a FAO (2016), o Brasil está na 3ª posição no ranking mundial de produção de mandioca, com valores de 21,08 milhões de toneladas, cultivados em 1,70 milhão de hectares, sendo que a Nigéria ocupa a primeira posição com uma produção de 57,13 milhões de toneladas, seguido pela Tailândia com uma produção de 31,12 milhões de toneladas.

O estado do Pará lidera o ranking nacional na produção de raiz de mandioca com participação de 20,54%, seguido pelo Paraná com 16,52%, Bahia com 9,41%, Maranhão com 6,53% e São Paulo com 6,17%. Estes estados somam 59,11% do volume produzido pelo País (IBGE, 2015). O mercado agroindustrial da mandioca vem sofrendo inúmeras modificações ao longo dos anos, um mercado que outrora se baseava apenas no consumo fresco das raízes e produção de farinha hoje tem sido utilizado largamente e com crescimento significativo na produção do amido que possui inúmeras aplicações nas indústrias (CARDOSO; SOUZA, 2002).

## 1.1 Genótipos de mandioca para indústria

A cultura da mandioca apresenta uma ampla diversidade genética, concentrada principalmente na América latina e Caribe. Essa diversidade genética é essencial para a seleção e obtenção de novos genótipos, pois garante a obtenção de variedades que apresentem características agrônômicas de interesse comercial, como elevada produtividade, resistentes aos estresses biológicos e ambientais.

Conservar, avaliar e identificar o germoplasma de mandioca para que seja conhecido suas características genéticas é essencial nos programas de melhoramento genético, visando a obtenção de variedades que apresentem as características desejáveis tanto ao melhorista da cultura quanto ao mercado consumidor. Assim, pode-se selecionar e desenvolver variedades com alta produtividade de raiz de mandioca com alta concentrado de teor de matéria seca, caráter este onde são dispensados os maiores esforços e recursos na obtenção, pois nessa área é onde acontece a maior agregação de valor na cadeia produtiva da mandioca. A seleção de mandioca com altos teores de matéria seca é recorrente nos programas de melhoramento, pois o teor de matéria seca das raízes proporcionará maior rendimento de farinha e amido.

Este caráter pode ser medido diretamente em laboratório ou estimado em campo com uso de balança hidrostática, sendo esta última a menos dispendiosa e simples, principalmente para o programa de melhoramento onde são obtidos centenas de híbridos, além de ser a utilizada pela maioria dos agricultores e indústria de processamento (CARVALHO *et al.*, 2007).

O sistema de raízes da mandioca é tuberosa, rica em carboidratos com grande teor de fécula tendo uma produção de 5 a 20 raízes por planta, com 50 a 70% de raízes comerciais com formatos diversificados que podem ser cilíndricas, cônicas e Globosas, para Indústria estas devem apresentar diâmetro em torno de 3 a 5 cm e tamanho de 30 a 40 cm (CEBALLOS *et al.*, 2002).

Essas raízes são empregadas em maior parte na produção de farinha, que é um produto de aceitação regional, ao contrário do amido, que em razão de suas inúmeras utilidades, é um produto cuja demanda aumenta à medida que um país se industrializa (CARDOSO; SOUZA, 2002). A fécula de mandioca, assim como o de outras plantas, é composto por dois polímeros, amilose e amilopectina, a biossíntese ocorre dentro de uma organela denominado de amiloplasto (MUNYIKWA *et al.*,

1997), sendo o teor de amilose variável de 13,6 a 23,8%, diferenciando as características da fécula, pois a variação do teor de amilose presente no amido, assim como a composição de variação de amilopctina, confere a característica peculiar de cada amido. Estudos conduzidos por Ceballos *et al.*, (2007) relatam uma variação de 16,6% de amilose, observadas na avaliação de 2000 amostras de féculas.

Na mandioca a produção de raízes está fortemente relacionada com a produção de amido. Dentre os diversos fatores, que podem contribuir para o aumento da produção é a utilização de cultivares de melhor adaptação edafoclimática, sendo, importante a avaliação das cultivares em diversos sistemas agrícolas de diferentes regiões.

O melhoramento de mandioca para a indústria se fortalece no atual cenário mundial, onde o consumo de produtos derivados de amidos de mandioca industrializados tem aumentado significativamente e o mercado necessita de produtos de qualidade e diferenciados. Assim, o desenvolvimento de variedades que tenham características superiores para produção de amido e farinha, é de extrema importância, além de compreender os aspectos que influenciam o desempenho quantitativo da mandioca que demonstre as variâncias genéticas relacionadas.

## **1.2 Melhoramento genético da mandioca**

Os primeiros trabalhos de melhoramento datam de 1940 quando o instituto Agrônomo de Campinas IAC iniciou os estudos votado para o fitomelhoramento, conduzido, em campos experimentais sem uso de delineamentos experimentais (NORMANHA, 1971). Outros institutos também direcionaram seus estudos para a cultura da mandioca. Tem-se o Instituto de Pesquisa Agropecuário do Norte em 1946, voltado para o melhoramento da cultura, o Instituto de Pesquisa Agropecuário do Leste em 1953, além da Escola de agronomia da UFBA em 1968 (CONCEIÇÃO, 1979). As pesquisas se intensificaram a partir de 1977, com a criação do Centro Nacional de Mandioca e Fruticultura, CNPMF, da Embrapa em Cruz das Almas-BA, com experimentos instalados em várias regiões.

No Brasil os trabalhos de melhoramento em mandioca datam desde a década de 40, com a avaliação agrônômica do germoplasma da mandioca, cultura esta que apresenta ampla variabilidade genética (FUKUDA e PORTO, 1991). A mandioca é

uma espécie alógama, altamente heterozigota com uma segregação genética e fenotípica, evidenciada pela diversidade de seus caracteres como formato de raiz, altura da planta, cor de pecíolo e raízes entre outras características (GRIZOTTO, 2000).

As diferentes condições ambientais presentes nos estados brasileiros, associado, a sistemas de cultivos diversificados, impulsionam a crescente demanda por variedades de mandioca adaptadas, com sua finalidade específica de utilização (FUKUDA *et al.*, 2006a). Estima-se que aproximadamente 50% do aumento do rendimento das principais culturas sejam devido ao melhoramento genético. Essa contribuição tende a aumentar em decorrência do crescimento populacional e, sobretudo, pela necessidade de redução dos efeitos ambientais, na produção agrícola (FEHR, 1987). A forte adaptação da mandioca às diferentes condições edafoclimáticas, associado à alta interação dos genótipos com o ambiente, tende a afetar a produção da mandioca, limitando ou até inviabilizando o desenvolvimento da cultura em diferentes ecossistemas (BORÉM, 2005).

A variabilidade genética existente na cultura da mandioca faz com que os resultados do programa de melhoramento obtenham grandes êxitos e, para a característica de produção, os estudos demonstram grandes variação. Os métodos de melhoramento genético de uma cultura são deliberados em razão de seu modo de reprodução sexuada ou assexuada e estruturas de propagação utilizada. Na cultura da mandioca a hibridação entre plantas contrastantes é um dos métodos mais utilizados, usando a técnica de polinização, que pode ser aberta, onde não se tem o controle do parental masculino, ou controlada que é a mais utilizada, por ser mais eficiente e permite a identificação de ambos os parentais (FUKUDA e IGLESIAS, 2006). A polinização controlada assegura que um determinado tipo de pólen atinja uma flor feminina selecionada (CIAT, 1991). A exploração da variabilidade genética da mandioca tem fomentado o desenvolvimento da cultura no decorrer dos anos, auxiliam no melhoramento genético da cultura através da obtenção de novas cultivares com finalidade industrial.

O uso de parentais divergentes na hibridação tende a aumentar a variabilidade genética da população, favorecendo a heterose, assim possibilitando a obtenção de genótipos superiores, quando a hibridação é feita com parentais relacionados tende a sofrer endogamia e perda de variabilidade genética na população resultante, a



dominância genica na expressão do caráter é responsável pela manifestação da heterose nos híbridos intervarietal (FALCONER, 1987). Quando há ausência de variabilidade genética para o caráter desejado a hibridação se faz necessário, uma vez que a recombinação genica permite a obtenção de novos materiais para exploração. Nesta nova população através de avaliações agrônômica da população segregante pode-se confirmar a obtenção do ganho genético. Dessa forma o melhorista deve selecionar genitores para hibridação, que sejam divergentes, sendo esta a principal atividade do melhorista (RAMALHO *et al.*, 1993). A melhoria de determinadas características agrônômicas depende do conhecimento básico sobre a variabilidade genética disponível para o melhoramento, das estimativas dos parâmetros genéticos que influenciam a expressão gênica na cultura, além dos métodos de melhoramento genético utilizados para a mandioca como, introdução e avaliação de variedades e cruzamentos (FUKUDA *et al.*, 1999). Vê-se, pelo exposto, a necessidade de se avaliar o desempenho agrônômico da mandioca nas diferentes regiões edafoclimático, pois os fatores que atuam na expressão dos caracteres são complexos.

### **1.3 Avaliação agrônômica em mandioca**

No programa de melhoramento da mandioca, as etapas de avaliações agrônômicas são as mais difíceis e onerosas. Sendo ainda recomendados dois ciclos de produção, para avaliar a estabilidade do genótipo as condições edafoclimáticos.

Segundo Sagrilo *et al.*, (2007) a introdução e avaliação de novos materiais vegetais em áreas novas é o método de melhoramento mais utilizado no programa de melhoramento da mandioca, sendo o mais simples e de menor custo. Já que a mandioca apresenta uma grande interação do ambiente com o genótipo é necessário a avaliação em locais específicos onde a cultura será recomendada. Na avaliação agrônômica, são utilizados caracteres, tais como estande, produtividade de raízes, número de raízes comerciais, teor de amido entre outros para identificar o potencial agrônômico dos genótipos.

Esses caracteres são importantes para a identificação e seleção de genótipos superiores, com o uso de procedimentos estatísticos aprimorados, possibilitando maiores ganhos agrônômicos no melhoramento genético de plantas. Estes

procedimentos utilizados de forma eficientes fornecem parâmetros adicionais relevantes para a identificação e seleção de genótipos superiores (MAIA *et al.*, 2011).

A mandioca apresenta uma ampla variabilidade genética (MÜHLEN *et al.*, 2000; VIEIRA *et al.*, 2008), evidenciando a necessidade de avaliações agronômicas, para a identificação dos genótipos superiores (FUKUDA, 2006). Vários fatores influenciam no crescimento, desenvolvimento e na produção da mandioca, fatores internos e externos. Os efeitos gênicos assim como fenotípicos determinados pelo genótipo mais ambiente exercem influência na cultura sendo objeto de estudo no programa de melhoramento, os efeitos gênicos estão relacionados com as características genéticas da variedade, enquanto que o efeito ambiental em conjunto com a influência gênica reflete as características fenotípicas da cultura, sendo desta forma objeto de medição nos experimentos (FALCONER, 1987).

Portanto, a avaliação de diferentes genótipos em vários ciclos, permite observar as características de interesse do melhorista, obtendo assim variedades que apresentem os melhores resultados, sendo a avaliação de caracteres agronômica na cultura da mandioca imprescindível para a obtenção de cultivares superiores, fomentando o mercado da cultura no Brasil.

#### **1.4 Correlações genéticas em mandioca**

São várias ferramentas estatísticas existentes, que podem auxiliar nas avaliações, uma delas são as correlações, que além de quantificar a possibilidade de ganhos indiretos, uma vez que através de um caráter estudado pode-se obter ganhos em outras características de interesse agrônomo, ou seja, seleção em características correlacionadas, especialmente para aquelas de baixa herdabilidade, ou ainda dispensar inúmeras avaliações de variáveis correlacionadas, diminuindo o tempo e os custos com mão de obra, auxiliando ao melhorista na identificação e seleção de genótipo com elevado potencial agrônomo.

Quando um caráter importante apresenta baixa herdabilidade ou um aspecto de difícil mensuração e identificação, a correlação com outra variável de maior herdabilidade pode aumentar a eficiência da seleção obtendo maior sucesso (FALCONER, 1987). As variáveis de caráter quantitativo, como é o caso da produção de raízes de mandioca, é governado por vários genes e fortemente

influenciado pelo ambiente, dificultando as análises e sua compreensão (Fukuda, 2002). Sendo assim, com o auxílio da correlação pode escolher uma variável que seja pouca influenciada pelo ambiente e governada por pouco genes e de fácil mensuração, que apresente associação com a produção, ou seja, seleção indireta.

No melhoramento de plantas, onde são utilizadas ferramentas estatísticas ou biológicas, a fim de chegar a uma cultivar superior é indispensável que os caracteres sejam analisados de forma simultânea para obter maiores resultados e ganhos genéticos através de estratégias de seleção, portanto a correlação mede o grau de associação entre duas variáveis (CRUZ, 2005). As variáveis que têm correlação tendem a variar juntas, pois a depender da intensidade de associação entre essas variáveis, as médias podem assumir uma relação positiva quando há aumento nas duas variáveis simultaneamente e assume valores negativo quando ocorrer aumento de uma por consequente decréscimo em outras variáveis (PINTO, 1995). Assim, pode-se compreender como o melhoramento de uma característica pode ocasionar modificações em outras características associadas (BENIN *et al.*, 2009).

Contudo, os estudos em mandioca têm demonstrado baixas correlações, tendo em vista a baixa herdabilidade dos caracteres estudados, pois caracteres de baixa herdabilidade são difíceis de mensurar. Assim tem-se utilizado a seleção de caracteres de elevadas herdabilidade aquela, pouca influenciada pelo ambiente como resistência às pragas e doenças (FUKUDA *et al.*, 2002; CEBALLOS *et al.*, 2004).

Os estudos das correlações evidenciam que existem três causas associado as correlações existentes nos caracteres avaliados, a genética, fenotípica e a ambiental. No que tange as correlações, podem ser por ligações genicas, quando um gene está no mesmo cromossomo o que faz estes segregarem juntos ou ainda a influenciada pelo pleiotropismo, ou seja, um único gene afetando duas ou mais características simultaneamente; ou seja, quando um caráter é afetado, o outro também expressa o efeito, enquanto que a fenotípica é aquela obtida diretamente pela medida de dois caracteres em uma população, estas relacionadas por fatores genéticos e ambientais, por fim o fator ambiental se dá quando uma mesma condição ambiental interfere em dois caracteres (CRUZ e REGAZZI, 1997; ARAGÃO *et al.*, 2000).

Segundo Falconer (1987) alguns genes podem aumentar ambas as variáveis, no entanto outros ao aumentar uma característica tendem a reduzir a outra, evidenciando a necessidade de identificar estes parâmetros para que haja uma melhor seleção dos genótipos superiores por parte do melhorista. Desta forma o conhecimento da correlação dos caracteres pode auxiliar significativamente a alcançar progressos mais rápidos, através da seleção indireta.

### **1.5 Índice de Seleção**

Os aspectos agrônômicos da mandioca no programa de melhoramento genético são de difícil seleção, uma vez que as variáveis quantitativas são ocasionadas por muitos genes, e fortemente influenciadas pelos aspectos ambientais. A utilização de índices de seleção permite a classificação de genótipos, com o maior número de características favoráveis para a seleção. O índice de Mulamba e Mock (1978) compreende em classificar os genótipos em relação às variáveis em estudos no índice favorável a seleção, onde a colocação ou ranking das variáveis são somados, obtendo o índice de seleção.

A seleção do genótipo com base no índice possibilita maior resposta ao melhorista obtendo um genótipo com características desejável para o programa de melhoramento. A utilização do índice de Mulamba e Mock não necessita de estabelecer pesos e valores para as variáveis, pois sua classificação se dá pelo somatório de suas colocações em cada variável estudada. Com a utilização do índice pode-se obter maiores ganhos simultâneos na seleção, por meio da informação do índice, seleciona-se o genótipo melhor colocado pelo índice, ou seja, de maior interesse agrônômico para o melhorista (BHERING et al., 2012).

Os genótipos que apresentam os melhores rankings nas variáveis em estudo são selecionados pelo melhorista, sendo que as variáveis relacionadas à produção devem ter uma atenção especial no somatório do ranking, pois as características desejáveis pelo melhorista as quais estão sendo analisada com maior interesse devem ser observadas sua classificação em relação a cada um dos caracteres. Esta ferramenta permite ampliar as alternativas do melhorista, pode-se ainda utilizar diferentes índices de seleção, representando assim maior ganho simultâneos nos genótipos selecionados, objetivo do programa de melhoramento (CRUZ; REGAZZI; CARNEIRO, 2012).

O uso do índice de seleção tem facilitado o programa de melhoramento, pois obtém indivíduos superiores, realizando seleção com base em um conjunto de variáveis simultaneamente (CRUZ; REGAZZI, 2002; GARCIA; SOUZA JÚNIOR, 1999). Contudo, o uso dos índices de seleção paramétricos é limitado, em decorrência de se estabelecer valores e pesos para as variáveis estudadas. A eficiência destes, dependerá das estimativas precisas de variâncias e covariâncias genéticas e fenotípicas. Contudo utiliza-se ainda os índices não paramétricos os quais são empregados quando os genótipos utilizados não são preconizados como aleatórios e sim amostra fixa, uma vez que são genótipos selecionados em uma população superior, o uso da estimativa da variância e covariâncias não faz necessário, pois esta amostra fixa não é representativa da população em estudo (CRUZ; REGAZZI, 2002; GARCIA, *et al.*, 1998; SANTOS, 2005; LESSA, *et al.*, 2010).

A aplicação de índice de seleção é muito promissora, contudo a técnica deve ser aplicada de forma a ampliar os resultados da pesquisa auxiliando ao melhorista quanto a melhor escolha do genótipo, além de qual índice utilizar nos dados estudados, para não obter resultados inconsistente o que acarretará em descarte de material promissor para a pesquisa. Sendo assim o objetivo do trabalho é selecionar genótipos que apresentem melhor desempenho para as características agrônômicas avaliadas, assim como selecionar através do índice indivíduos com características desejáveis para ser utilizados como superiores genitores no programa de melhoramento da cultura.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAM. Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca. (Paranavaí, PR). **Dossiê sobre mandioca e seus derivados**. Paranavaí, PR: 1998. 34p.

ALLEM, A. C. the origin of *Manihot esculenta* crantz (Euphorbiaceae). **Genetic resources and crop Evolution**, v. 41, n. 3, p. 133-150, 1994.

ALLEM, A. C. The origins and taxonomy of cassava. In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, J. M.; BELLOTTI, A. (Eds.). **Cassava: biology, production and utilization**. Wallingford: CABI Publications, p.1-16, 2002.

ANDRADE, G. G. DE. **Uso do resíduo tóxico originado do processamento da mandioca na suplementação alimentar de bovinos**. Santo Antônio, RN: SEAPAC, 2003. 8p. Apostilha.

ALVES, J. M. A.; JAIGOBIND, A. G. A.; JAISINGH, S. Caracterização de dois clones de mandioca de mesa cultivados no cerrado de Boa Vista em Roraima. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 03, 2007.

ARAGÃO, W. M.; COSTA, A. S.; LEAL, M. L. S. Correlações fenotípicas, genotípicas e ambientais entre caracteres do fruto do coqueiro anão (*Cocos nucífera* L. Var. nana). **Revista Cientia Rural**, v.5, p.115-121, 2000.

BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 23, de 14 de dezembro de 2005. **Aprova o Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade dos Produtos Amiláceos derivados da raiz da mandioca**. *Diário Oficial [da República Federativa do Brasil]*, Brasília p.5, dez. 2005. Seção 1.

BENIN, G.; SILVA, G. O. DA; PAGLIOSA, E. S.; LEMES, C.; SIGNORINI, A.; BECHE, E.; CAPELIN, M. A. Capacidade de combinação em genótipos de trigo estimada por meio de análise multivariada. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.44, n. 9, p.1145-1151, 2009.

BHERING, L. L.; LAVIOLA, B. G.; SALGADO, C. C.; SANCHEZ, C. F. B.; ROSADO, T. B.; ALVES, A. A. Genetic gains in physic nut using selection indexes. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.47, p.402-408, 2012.

BORGES, M. de F.; FUKUDA, W. M. G.; ROSSETTI, A. G. Avaliação de variedades de mandioca para consumo humano. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, v.37, n.11, p.1559-1565, 2002.

BOHNENBERGER, L.; GOMES, S. D.; COELHO, S. R. M.; BOSCOLO, W. R. Concentrado proteico de folhas de mandioca na alimentação de tilápias-do-nylo na fase de reversão sexual. **R. Bras. Zootec.** [online]. vol.39, n.6, p.1169-1174, 2010.

CARVALHO, P. R. N.; MEZZETTE, T. F.; VALLE, T. L.; CARVALHO, C. L. R.; FELTRAN, J. C. Avaliação da exatidão, precisão e robustez do método de análise do teor de matéria seca de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) por meio da determinação do peso específico (balança hidrostática). **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v.3, p.1-4, 2007.

CARDOSO, C. E. L.; SOUZA, J. DA S.; CEREDA, M. P. Importância, potencialidades e perspectivas do cultivo da mandioca na América Latina. **Culturas Tuberosas Amiláceas Latino Americanas: Cultura de tuberosas amiláceas Latino Americanas**, v. 2, p. 29-48, 2002.

CEBALLOS H. ILESIAS, A. C.; PÉREZ C. J.; DIXON, O. G. A. Cassava breeding: opportunities and challenges. **Plant Molecular Biology**, v.56, p.503-516, 2004.

CEBALLOS, H. La yuca em Colombiay el mundo: nuevas perspectivas para um cultivo milenario. In: OSPINA, B.; CEBALLOS, H. (Ed.). **La yuca em el Tercer Milenio**: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Cali: CIAT, n.327, p. 586, 2002.

CEREDA, M.P.; VOLPOUX, O.; TAKAHASHI, M. Balança hidrostática como forma de avaliação do teor de massa seca e amido. In: CEREDA, M.P.; VOLPOUX, O. **Tecnologia, usos e potencialidade de tuberosas amiláceas latino-americanas**. São Paulo: Fundação Cargil, p.30-47, 2003.

CIAT (Centro Internacional de Agricultura Tropical). **Mejoramiento genético de la yuca en América Latina**. Hershey, C. H. (ed.). Cali, Colombia. v.16, p.426, 1991.

CONCEIÇÃO, A. J. DA. A mandioca. **Cruz das Almas. Livraria Nobel S/A**, 1979.

CONNOR, D. J.; COCK, J. H.; PARRA, G. E. **Response of cassava to water shortage. I. Growth and yield. Field Crops Research**, v.4, p.181-200, 1981.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2. ed. p.390, 1997.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, p.508, 2012.

CRUZ, C. D. **Princípios da genética quantitativa**. Viçosa: Editora UFV, p.394, 2005.

DUARTE, de. S. A.; ROLIM, M. M.; ALBUQUERQUE, da S. F.; MAGALHÃES, G. A. Alterações dos atributos físicos e químicos de um Neossolo após aplicação de doses de manipueira. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental-Agriambi**, v. 17, n. 9, 2013.

EL-SHARKAWY, M.A.; HERNANDEZ, A.D.P.; HERSHEY, C. Yield stability of cassava during prolonged mid-season water stress, **Experimental Agriculture**, v.28, p.165-174, 1992.

EMBRAPA. MANDIOCA: **o pão do Brasil** (Manioc, le pain du Brésil). Brasília, DF: Embrapa, 284p. 2005.



FAO. **Food and agriculture organization of the United Nations. Statistical databases:** Faostat. 2016. Disponível em: < <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> >. Acesso em: 13 abri. 2017

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

FEHR, W. R. 1987, Principles of cultivars development. **(1987) Principles of cultivar development**, 526pg, 1987.

FUKUDA, W.M.G.; CARVALHO, H.W.L. **Propagação rápida de mandioca no Nordeste brasileiro. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical.** (Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical. Circular técnica, 45). 6p. 2006.

FUKUDA W. M. G, SILVA S. O.; IGLESIAS C. **Cassava breeding. Crop Breeding and Applied Biotechnology.** Falconer DS (1987) **Introdução à genética quantitativa.** Viçosa, Universidade Federal de Viçosa. p.617-638, 2002.

FUKUDA, W.M.G.; PORTO, M.C.M. A mandioca no Brasil. In: Hershey, C. H. (ed.). **Mejoramiento genético de la yuca en América Latina**, Cali, Colombia. CIAT, p. 15-42, 1991.

FUKUDA, W. M. G.; CAVALCANTI, J.; FUKUDA, C.; COSTA, I. R. S. **Variabilidade genética e melhoramento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz).** In: Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro. 1 ed. Petrolina,1999.

FUKUDA, W.M.G.; CARVALHO, H.W.L. de; SANTOS, V. da S.; OLIVEIRA, I.R.; PINHO, J.L.N. de; RODRIGUES, F. de C. **BRS Tapioqueira: variedade de mandioca para produção de farinha e fécula. Cruz das Almas:** Embrapa Mandioca e Fruticultura; Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2008. (Folder)

FUKUDA, W.M.G.; IGLESIAS, C. Melhoramento genético. In: SOUZA, L.S.; FARIAS, A.R.N.; MATTOS, P.L.P.; FUKUDA, W.M.G. **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, p. 325-355, 2006.

GARCIA, A. A. F.; SOUZA JÚNIOR, C. L. **Comparação de índices não paramétricos para seleção de cultivares**. *Bragantia*, Campinas, v.58, n.2, p.253-267, 1999.

GRIZOTTO, R. K. Mandioca "Chips" Uma tecnologia para o aproveitamento da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Campinas, 2000, 130p. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas

CEBALLOS, H.; SÁNCHEZ, T.; MORANTE, N.; FREGENE, M.; DUFOUR, D.; SMITH, A.; PÉREZ, J.; D. C.; CALLE, F.; MESTRE, C. Discovery of an amylose-free starch mutant in cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, v.55, n.18, p.7469-7476, 2007.

IBGE Sistema IBGE de Recuperação Automática: Levantamento sistemático da produção agropecuária, 2013. Disponível: site **Instituto Brasileiro de Geografia e estatística**. URL: <http://www.ibge.gov.br> Consultado 15 março de 2017.

LESSA, L. S.; LEDO, C. A. DA S.; SANTOS, V. DA S.; seleção de genótipos de mandioca com índices não paramétricos. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 13, nº 1, p.1-17, 2017.

MAIA, M. C. C.; RESENDE, M. D. V. DE; OLIVEIRA, L. C. DE; ÁLVARES, V. DE S.; MACIEL, V. T.; LIMA, A. C. DE. Seleção de clones experimentais de cupuaçu para características agroindustriais via modelos mistos. **Revista Agro@ambiente On-line**, v.5, p.35-43, 2011.

MONTAGNAC, J. A.; DAVIS, C. R.; TANUMIHARDJO, S. A. Processing techniques to reduce toxicity and antinutrients of cassava for use as a staple

food. **Comprehensive Reviews in Food Science and Food Safety**, v. 8, n. 1, p. 17-27, 2009.

MUNYIKWA, T. R. I.; LANGEVELD, S.; SALEHUZZAMAN, S. N. I. M.; JACOBSEN, E.; VISSER, R. G. F. Cassava starch biosynthesis: new avenues for modifying starch quantity and quality. **Euphytica**, v.96, p.65-75, 1997.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology, Alexandria**, v.7, n.1, p.40– 51, 1978.

MÜHLEN, G. S.; MARTINS, P. S.; ANDO, A. Variabilidade genética de etnovariedades de mandioca, avaliada por marcadores moleculares de DNA. **Scientia Agricola**, v.57, p.319-328, 2000.

NASCIMENTO, DO L. M. J.; SANTOS, DO B. R. M.; QUEIROZ, A. A. M.; MELO, Y. M. Development of cassava plants and its mycorrhizal association in soil supplemented with sugarcane agroindustrial residue. *Semina: Ciências Agrárias*, Londrina, v. 35, n. 2, p. 727-734, 2014.

NORMANHA, E. S. O trabalho de melhoramento da mandioca no Instituto Agrônômico do Estado de São Paulo. **O Agrônômico**, Campinas, v23, n. único, p.91-100, 1971.

OLIVEIRA, M. M. DE. **Diversidade genética em espécies silvestres e híbridos interespecíficos de *Manihot***. 86 f. Dissertação (Mestrado) – Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia. 2011.

PINTO, R. J. B. **Introdução ao Melhoramento Genético de Plantas**. Maringá: Universidade Estadual de Maringá, p.275, 1995.

RAMALHO, M. A. P.; SANTOS, J. B.; ZIMMERMANN, M. J. O. **Genética quantitativa em plantas autógamas: aplicações ao melhoramento do feijoeiro**. Goiânia: Universidade Federal de Goiás, p.271, 1993.

RANA, J. C., CHAHOTA, R. K.; SHARMA, V.; RANA, M.; VERMA, N.; VERMA, B.; SHARMA, R. T. Genetic diversity and structure of *Pyrus* accessions of Indian Himalayan region based on morphological and SSR markers, **Tree Genetics & Genomes**. 2015.

SAGRILO, E; OTSUBO, A. A.; SILVA, A. DE S. Desempenho produtivo de genótipos de mandioca no Vale do Ivinhema, MS. **Revista Raízes e Amidos tropicais**, Botucatu v.3, n.1, 2007.

SANTOS, V. S. **Seleção de pré-cultivares de soja baseada em índices**. 2005. 104f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

SILVA. O. R. L.; SIMÕES. S. S.; NEVES. J. R.; MARTINS. L. L. M.; **Taxonomia de manihot (Euphorbiacea)** na Chapada Diamantina, Bahia, Brasil. 64º Congresso Nacional de Botânica. Belo horizonte -MG, 2013.

SILVA JÚNIOR, J. J.; COELHO, E. F.; SANTANA, DO V. A.; SANTANA JUNIOR, B. E.; PAMPONET, M. J. A. Uso da manipueira na bananeira 'terra maranhão' e seus efeitos no solo e na produtividade. **Irriga**, v. 17, n. 3, p. 353, 2012.

SILVA, A. L.; GOMES, S. D.; COELHO, S. R. M. Obtenção de concentrado protéico de folhas e parte aérea da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Semina: Ciências Agrárias**, v.33, n.6, p.2279-2288, 2012.

WILLEMEN, L.; SCHELDEMAN, X.; CABELLOS, S. V.; SALAZAR, R. S.; GUARINO, L. Spatial patterns of diversity and genetic erosion of traditional cassava (*Manihot esculenta* Crantz) cultivation in the Peruvian Amazon: an evaluation of socio-

economic and environmental indicators. **Genetic Resources and Crop Evolution**, v. 54, n. 7, p. 1599-1612, 2007.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, J. F.; SILVA, M. S.; FUKUDA, W. M. G.; FALEIRO, F. G. Variabilidade genética do banco de germoplasma de mandioca da Embrapa Cerrados acessada por meio de descritores morfológicos. **Científica**, Jaboticabal, v. 36, n. 1, p. 56-67, 2008b.

## ARTIGO 1

DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE MANDIOCA PARA AGROINDÚSTRIA NA REGIÃO LITORÂNEA DO CEARÁ<sup>1</sup>

<sup>1</sup> Artigo a ser ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico Revista Ciência Agronômica.

## DESEMPENHO AGRONÔMICO DE GENÓTIPOS DE MANDIOCA PARA AGROINDÚSTRIA NA REGIÃO LITORÂNEA DO CEARÁ

Orientado: Juraci Souza Sampaio Filho

Orientador: Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo

**RESUMO:** A mandioca é uma importante fonte de carboidratos para milhões de pessoas em todo o mundo. A fécula comumente chamada de amido é principal componente da raiz e amplamente utilizado nas indústrias de alimentos. O trabalho objetivou identificar e selecionar genótipos de mandioca com alta produtividade de raízes e alto teor de amido, para agroindústria de beneficiamento de amido e produção de farinha na região litorânea do Ceará. O experimento foi instalado em Cascavel-Ceará no campo experimental da fazenda Vitória, em delineamento de blocos casualizados com 26 genótipos, em duas safras agrícolas 2014/2015 e 2015/2016. Os seguintes genótipos foram avaliados: 861519, 959387, 959837, 978504, 986104, 997501, 9620705, 9715201, 9811202, 9813703, 9815006, 20009305, 20023517, 20023520, 20050829, Amansa Burro, Caipira, Chico Preto, São Domingos, Formosa, Gabriela, Kiriris, Mulatinha, Poti Branca, Tapioqueira e Verdinha. As parcelas experimentais foram compostas de 40 plantas, espaçadas de 0,90 m x 0,70 m. Ao final do ciclo aos 15 meses as características avaliadas foram: estande, porte das plantas (escala de 1 a 5); número de manivas de 20cm por planta, produtividade de raízes, Produção média de raízes por planta e teor de amido (%). Bem como a correlação existente entre essas variáveis estudadas. Observou-se alta correlação entre a produtividade de raízes com as variáveis produção médio de raízes e amido. Os genótipos BRS Poti Branca, BRS Mulatinha e 2002 35-17 foram superiores em todas as características avaliadas.

**Palavras chave:** *Manihot esculenta* Crantz, agroindústria, produção e beneficiamento de fécula

## AGRONOMIC PERFORMANCE OF MANDIOCA GENOTYPES FOR AGROINDUSTRIES IN THE LARGE REGION OF CEARÁ<sup>1</sup>

Author: Juraci Souza Sampaio Filho

Advisor: Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo

**ABSTRACT:** Cassava is an important source of carbohydrates for millions of people around the world. The starch commonly called starch is a major component of the root and widely used in the food industry. The objective of this study was to identify and select cassava genotypes with high root yield and high starch content for the starch processing industry and flour production in the Ceará coastal region. The experiment was carried out in Cascavel-Ceará in the experimental field of Vitória farm, in a randomized block design with 26 genotypes, in two agricultural crops 2014/2015 and 2015/2016. The following genotypes were evaluated: 861519, 959387, 959837, 978504, 986104, 997501, 9615705, 9715201, 9811202, 9813703, 9815006, 20009305, 20023517, 20023520, 20050829, Amansa Burro, Caipira, Chico Preto, São Domingos, Formosa, Gabriela, Kiriris, Mulatinha, Poti Branca, Tapioqueira and Verdinha. The experimental plots were composed of 40 plants, spaced 0.90 m x 0.70 m. At the end of the cycle at 15 months the characteristics evaluated were: booth, plant size (scale from 1 to 5); number of roots of 20cm per plant, root productivity, average root yield per plant and starch content (%). As well as the correlation between these studied variables. There was a high correlation between root productivity and root mean starch production. The genotypes BRS Poti Branca, BRS Mulatinha and 2002 35-17 were superior in all evaluated characteristics.

**Keywords:** Manihot esculenta Crantz, agroindustry, production and processing of starch



## INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) tem seu centro de origem no continente americano, contudo seu cultivo é amplamente difundido no Brasil, assim como nos continentes Asiáticos e Africano. A liderança atualmente do ranking de produção com 53,32% é da África, enquanto Ásia e América apresentam uma produção da cultura em torno de 28,08% e 18,49% respectivamente (FAO, 2016).

A produtividade de raízes da mandioca é um dos principais objetivos do programa de melhoramento, visto que inúmeros fatores reduzem consideravelmente os rendimentos das variedades cultivadas. Entre esses fatores temos a característica peculiar de cada solo em que a cultura é implantada, em sua maioria em solos pobres, uso de variedades inadaptadas as condições locais, pouco resistentes a patógenos e pragas, o que torna a produção da cultura limitante. O melhoramento genético é uma ferramenta necessária para explorar o potencial existente na cultura. Obter um material que aloque as características desejáveis para o melhorista e o mercado da mandiocultura, com potencial tanto para recurso genético no programa de melhoramento no uso da hibridação, assim como produtividade de raízes, aumento de teor de amido, plantas com resistência a pragas e patógenos. Possibilitando a obtenção de uma cultivar melhor do que se tem no mercado.

A cadeia produtiva da mandioca no Brasil perpassa por algumas etapas, sendo que o crescimento de pesquisas com a cultura e o desenvolvimento de novas cultivares, tecnificação do campo, assim como assistência técnica qualificada para uma agricultura mais sustentável, fazem parte destes avanços. Várias instituições desenvolvem pesquisa com a cultura da mandioca, a Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária - EMBRAPA em Cruz das Almas na Bahia, o Instituto Agrônomo de Campinas em São Paulo, entre outras, além da criação da Associação Brasileira de Produtores de Amidos de Mandioca – ABAM e as Câmaras Setoriais. Estas entidades têm criado parceira com a intenção de desenvolver novas técnicas agronômicas e na tomada de decisões políticas que propiciem uma melhor estrutura comercial que a cadeia produtiva exige no mercado atual. A cadeia produtiva da mandioca é altamente rentável, no Brasil gera em torno de 2,5 bilhões de dólares, além de empregar milhares de pessoas, atrelado a grandes áreas de produção para o fornecimento de matéria-prima para a indústria, exigindo sistemas

produtivos cada vez mais eficientes, que permitam à cultura da mandioca melhor competitividade com outras commodities (FELIPE et al., 2010).

Desta forma, com o intuito de desenvolver novas cultivares no programa de melhoramento da mandioca da Embrapa, foram avaliados genótipos promissores para indústria de amido e farinha para a região litorânea do Ceará, região Nordeste do Brasil, o estado apresentou uma produção de 385,0 mil toneladas, representado apenas 1,5% da produção nacional da cultura (IBGE, 2015). A região é de grande potencial agrônômico para a cultura, apresenta áreas para expansão da cultura, assim como mercado consumidor, além de investimentos em fecularias, o que propicia desenvolvimento econômico necessário para à expansão da cultura no estado.

Assim o objetivo deste trabalho é selecionar genótipos com desempenho superior aos utilizados na região, com características agrônômicas que desenvolva a cadeia produtiva da cultura.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

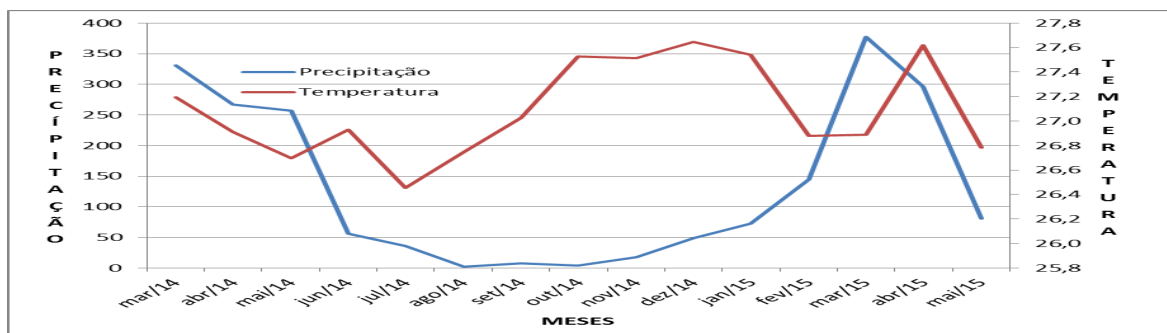
O experimento foi conduzido na fazenda Vitória, localizado no município de Cascavel, região litorânea do estado do Ceará, com latitude: 04°7' 59" Sul; longitude: 38°14' 31" Oeste; e Altitude de 26,46 metros, O clima é tropical quente e seca de Inverno úmido, chove muito mais no verão que no inverno. A classificação do clima é Aw de acordo com a Köppen e Geiger. (AGRITEMPO, 2017). O solo é classificado de Areias Quartzozas Distróficas (FUNCEME, 2017).

A primeira safra do experimento compreende o período de março de 2014 a maio de 2015 e maio de 2015 a agosto de 2016, a segunda safra agrícola. Nos três primeiros meses da safra 1, houve uma precipitação em média de 285 mm, sendo que os demais meses do experimento apresentou um prolongado déficit hídrico, temperatura média de 27,5°C e umidade relativa de 73% como mostra a Figura 1.

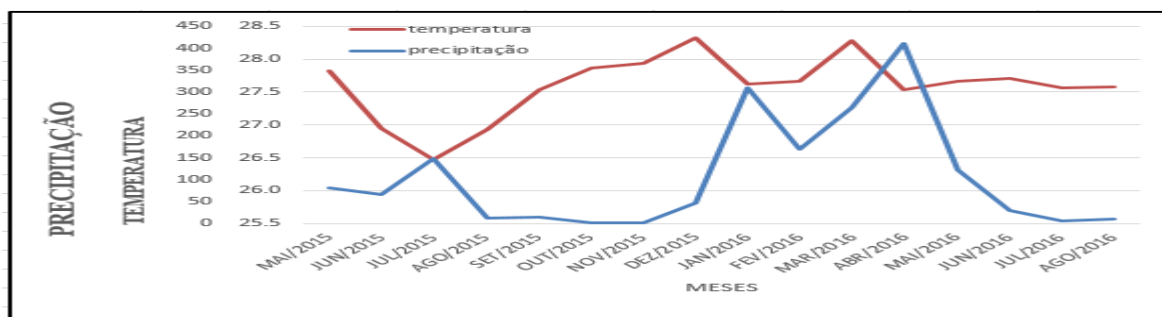
Na safra 2015/2016 as condições ambientais foram adversas, precipitação em torno de 150 mm, temperatura de 28,0°C e umidade relativa de 75%, mantendo nesta condição ambiental até meados de agosto, tendo desde então uma prolongada estiagem, quando em dezembro houve uma precipitação de 300 mm e temperatura constante, conforme Figura 2. O experimento foi implantado utilizando o

delineamento de blocos casualizados (DBC), com cinco repetições, em condição de sequeiro. As parcelas foram compostas de 40 plantas, dispostas em quatro fileiras de 10, e espaçadas de 0,90 m x 0,70 m.

**Figura 1.** Totais mensais da precipitação pluviométrica e Temperatura ocorrida entre março/2014 a maio/2015, durante o período experimental, em Cascavel-CE (Fonte: BDMEP-INMET).



**Figura 2.** Totais mensais da precipitação pluviométrica e Temperatura ocorrida entre maio/2015 a agosto/2016, durante o período experimental, em Cascavel-CE (Fonte: BDMEP-INMET).



Foram avaliados 26 genótipos, sendo híbridos e cultivares provenientes do programa de melhoramento de mandioca da Embrapa sendo eles: 861519, 959387, 959837, 978504, 986104, 997501, 9620705, 9715201, 9811202, 9813703, 9815006, 20009305, 20023517, 20023520, 20050829, Amansa Burro, BRS Caipira, Chico Preto, São Domingos, BRS Formosa, Gabriela, BRS Kiriris, BRS Mulatinha, BRS Poti Branca, BRS Tapioqueira e BRS Verdinha, sendo a BRS Caipira, a BRS Tapioqueira e a BRS Verdinha utilizadas como testemunhas, pois estas já são utilizadas na região.

Alguns genótipos avaliados neste trabalho, foram avaliados por Carvalho et al., nos anos agrícola (2009, 2013, 2014a, b, c, d), e Oliveira et al., (2015), como Tapioqueira Formosa, verdinha, ente outros para a região do semiárido. Obtendo valores semelhantes para as variáveis estudadas.

As manivas de cerca de 20 cm de comprimento foram plantadas na posição horizontal, em sulcos de 10 cm de profundidade. A adubação foi realizada com base na análise de solo, e nas recomendações de Gomes e Silva (2006), constou de 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, aplicado no momento do plantio, 40 kg ha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 30 kg ha<sup>-1</sup> de N, aos 40 dias após o plantio.

Nos tratos culturais foi realizado o controle de formigas e capinas para o controle de plantas espontâneas, durante a condução do experimento conforme recomendações de Souza et al., (2006). Para o preparo do solo foi feita uma gradagem com grade pesada, e outra com grade niveladora, o solo do local do experimento é bastante arenoso, de modo que não foi necessária aração, assim como também não houve a necessidade de aplicação de calagem, pois o solo não apresentou acidez, conforme a análise química.

Imediatamente antes da colheita, realizada aos 15 meses após o plantio, os genótipos foram avaliados quanto ao estande final, sendo que inicialmente foram plantadas 40 plantas por parcela, foi avaliado o porte das plantas (hábito de crescimento se ereto ou muito ramificado) com a utilização da escala proposta por Ceballos entre outros autores, a qual varia de 1 a 5 (CEBALLOS et al., 2012); de modo que quanto menor a nota, ou seja, 1 ou 2, melhor o porte pois são plantas mais eretas, as que apresentam notas entre 4 ou 5 são plantas de porte indesejável, conforme anexo A.

Foi avaliado o número de manivas por planta, a fim de obter a taxa de multiplicação dos genótipos e variedades utilizados, uma vez que a mandioca apresenta baixas taxas de multiplicação do seu material propagativo. Após a colheita avaliou-se a produtividade de raízes (tha<sup>-1</sup>), medida com auxílio de uma balança digital, onde todas as plantas colhidas no estande foram pesadas; Peso total de raiz por planta (kg<sup>-1</sup>), estimado a partir da pesagem do total de raízes na parcela, dividido pelo número de plantas sobrevivente do estande.

O teor de amido (%) foi obtido da seguinte forma, uma amostra de 5 kg de raízes, foi pesadas em uma balança digital, obtendo-se o peso no ar (Par) e,

posteriormente, com o auxílio de uma balança hidrostática, esta mesma amostra foi colocada em um cesto vazado e tarado, o qual foi imerso em água, para que fosse obtido o peso na água ( $P_{\text{água}}$ ). Os valores obtidos foram aplicados nas fórmulas, proposta por Kawano: Teor de matéria seca =  $153,8 \times P_{\text{ar}}/P_{\text{ar}} - P_{\text{água}}$ , descrita por Kawano *et al.*, (1987). Para a obtenção do Teor de amido (%) = Teor de matéria seca (%) - 4,61.

Para os dados obtidos foram realizadas análise descritiva, análise de variâncias (individuais e conjuntas) para as safras, por meio do software SAS (Statistica Analysis System, SAS, 1992). As médias dos genótipos e das safras avaliadas foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott e teste F da análise de variância, respectivamente, a 5% de probabilidade. Calculou-se ainda o coeficiente de correlação de Pearson entre as variáveis estudadas.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados da análise da estatística descritiva encontram-se na Tabela 1. Pode-se observar que as variáveis porte da planta, número de manivas de 20cm por planta, produtividade de raízes, produção média de raízes e teor de amido, apresentam valores dentro dos padrões de normalidade para caracteres quantitativos.

Na safra 2014/2015 o coeficiente de variação (CV %) para a variável estande foi de 49,2%, porte da planta 35,2%, Nmaniv 23,9% PR 47,8%, PMR 36,5% e amido 9,2%. Para safra 2015/2016 os valores de coeficiente de variação observados são estande de 25,3%, porte 60,0%, Nmaniv 28,08% PR 38,978%, PMR 43,79% e amido 10,85%. Segundo Pimentel Gomes (1985) os coeficientes de variação podem variar segundo a precisão do experimento, ou ainda de acordo com a variável em estudo.

**Tabela 1.** Valores mínimo e máximo, média, desvio padrão e coeficiente de variação para as variáveis estande, porte (notas de 1 a 5), número de manivas de 20 cm por planta (Nmaniv), produtividade de raiz (Pr,  $\text{tha}^{-1}$ ), produtividade média de raiz (Pmr,  $\text{kgplanta}^{-1}$ ) e teor de amido (%) em 26 genótipos de mandioca, na região litorânea do Ceará.

Variável	Mínimo	Máximo	Média	DP	CV (%)
<b>Safra 2014/2015</b>					
Estande	4,00	28,00	14,59	7,17	49,20
Porte	1,00	3,00	1,91	0,67	35,02
NMANIV	2,00	8,00	5,05	1,20	23,92
PR	5,10	55,00	23,72	11,35	47,86
PMR	0,60	4,00	1,69	0,61	36,53
Amido	20,82	36,47	28,76	2,64	9,20
<b>Safra 2015/2016</b>					
Estande	9,00	37,45	26,20	6,63	25,30
Porte	1,00	4,00	1,62	0,98	60,62
NMANIV	4,00	15,00	8,34	2,34	28,08
PR	11,00	89,50	43,34	16,89	38,97
PMR	0,38	5,00	1,72	0,75	43,77
Amido	14,88	31,94	26,71	2,90	10,85

A análise de variância permite verificar que existe variabilidade genética, essencial para a seleção. Para análise de variância individual Tabela 2, na safra 2014/2015 assim como na safra 2015/2016 observa-se que a fonte de variações genótipos são altamente significativos ( $p < 0,01$ ) para os caracteres avaliados, demonstrando haver diferença nesta fonte de variação, o que permite ao melhorista selecionar genótipos com características superiores para região litorânea do Ceará. Ainda na análise de variância individual o CV variou na primeira safra de 6,89 a 28,64%, amido e produtividade média de raízes, respectivamente.

Na segunda safra o CV variou de 6,49 a 45,27% para o amido e porte da planta respectivamente, demonstrando que tanto na primeira quanto na segunda safra a variável amido não teve grande variação experimental.

O valor elevado do CV da característica Pmr deve-se ao fato de essa característica ser derivada da Pr, e essa normalmente apresenta valores elevados de CV. Outros autores encontraram CV semelhantes para esta cultura, (RAJI et al., 2007; OLIVEIRA et al., 2010; AGUIAR et al., 2011; MAIEVES et al., 2011). Carvalho entre outros avaliando a Pr, encontraram resultados semelhantes, CARVALHO et al., (2009, 2013, 2014a, b, c.), e OLIVEIRA et al., (2015), detectaram diferenças significativas para a produtividade de raízes e teores de matéria seca e de amido.

**Tabela 2.** Resumo da análise de variância para as variáveis estande, porte (notas de 1 a 5), número de manivas de 20 cm por planta (Nmaniv), produtividade de raiz (Pr,  $\text{tha}^{-1}$ ), produtividade média de raiz (Pmr,  $\text{kgplanta}^{-1}$ ) e teor de amido (%) avaliadas em 26 genótipos de mandioca na região litorânea do Ceará.

FV	GL	Quadrado Médio					
		Estande	Porte	NMANIV	PR	PMR	Amido
<b>Safra 2014/2015</b>							
Bloco	4	97,20**	0,10 <sup>ns</sup>	2,62**	236,11**	0,25 <sup>ns</sup>	4,85 <sup>ns</sup>
Genótipos	25	191,99**	2,09**	6,20**	487,83**	0,99**	19,6**
Erro	100	14,60	0,05	0,23	34,95	0,23	3,92
CV (%)		26,19	11,89	9,51	24,92	28,64	6,89
Média geral		14,59	1,91	5,05	23,72	1,69	28,76
<b>Safra 2015/2016</b>							
Bloco	4	150,33**	0,40 <sup>ns</sup>	13,91**	415,77 <sup>ns</sup>	2,61**	26,7943**
Genótipos	25	88,46**	2,76**	10,55**	719,65**	1,00**	27,1193**
Erro	100	28,57	0,53	3,88	171,67	0,38	3,0028
CV (%)		20,40	45,27	23,63	30,23	35,82	6,49
Média geral		26,20	1,62	8,34	43,34	1,72	26,71

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. <sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

Na análise de variância conjunta pode-se observar que o tratamento genótipo assim como a interação safra/genótipos foram altamente significativos ( $p < 0,01$ ) para todas as variáveis estudadas (Tabela 3). Demonstrando que o desempenho dos genótipos não se manteve nas duas safras 2014/2015 e 2015/2016, pois quando alterou a safra o desempenho dos genótipos alterou. O coeficiente de variação apresenta entre 6,71 a 32,50% para a variável amido e produtividade média de raízes respectivamente, dentre dos padrões encontrado por outros autores (OLIVEIRA, et al., 2010).

Desdobrando a interação, nota-se que as variáveis estande, número de manivas por planta e produtividade de raízes, depende do desempenho do genótipo nas diferentes safras, pois quando se altera a safra a resposta dos genótipos difere. Este fato demonstra que essas variáveis têm grande influência ambiental, fato influenciado pelas diferenças climáticas, pois observa-se que de uma safra para outra, houve baixa precipitação na fase de brotação das manivas de mandioca.

**Tabela 3.** Resumo da análise de variância conjunta para as variáveis estande, porte (notas de 1 a 5), número de manivas de 20 cm por planta (Nmaniv), produtividade de raiz (Pr,  $\text{tha}^{-1}$ ), produção média de raiz (Pmr,  $\text{kgplanta}^{-1}$ ) e teor de amido (%) avaliadas em 26 genótipos de mandioca, na região litorânea do Ceará.

FV	GL	Quadrado Médio					
		Estande	Porte	NMANIV	PR	PMR	Amido
Bloco	8	123,77**	0,25 <sup>ns</sup>	8,27**	325,94**	1,43**	15,82**
Safra	1	8759,07**	5,62 <sup>ns</sup>	702,84**	25017,37**	0,06 <sup>ns</sup>	272,70 <sup>ns</sup>
genótipo	25	120,42**	2,92**	10,29**	512,52**	0,79 <sup>ns</sup>	29,03**
Safra x Gen.	25	160,03**	1,93**	6,45**	694,96**	1,20**	17,78**
Erro	200	21,59	0,29	2,05	103,31	0,31	3,46
CV (%)		22,78	30,73	21,42	30,31	32,50	6,71
Média geral		20,39	1,76	6,69	33,53	1,71	27,73

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F. <sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

Compreender a correlação entre os parâmetros de crescimento e sua contribuição para a produção é muito importante para o melhoramento da cultura, pois, para a seleção indireta de caracteres é importante que este apresente alta correlação favorável. A produção é fortemente influenciada pelo ambiente e pelo genótipo trabalhado, assim a obtenção de informações correlacionadas que auxilie na seleção indireta desta variável é de fundamental importância (FUKUDA *et. al.*, 1986; FALCONER *et al.*, 1987.; SILVA *et. al.*, 2002).

Os valores das correlações entre as variáveis estudadas estão apresentadas na Tabela 4. Para o caráter estande na safra 2014/2015 este apresenta correlação significativa com Nmaniv e Pr com ( $r = 0,38$ ) e ( $0,72$ ) respectivamente, sendo ambas as correlações positiva e de média a elevada para produção, demonstrando a associação entre esses caracteres, Observações semelhantes em relação à correlação positiva da produção de raízes com o diâmetro do caule foram relatados por Mulalem e Ayenew (2012). Em relação ao estande quanto maior for o estande, maior será o número de manivas decorrente deste genótipo, assim como a produção de raízes obtida, evidenciando a importância de uniformidade de plantio, com plantas que mantenha o desenvolvimento em decorrência de fatores biótico e abióticos.

A variável produção de raízes por planta apresenta correlação significativa com Nmaniv, PMR e Amido, ( $0,47$ ), ( $0,39$ ) e ( $0,22$ ) respectivamente, evidenciando que, o número de hastes na planta, possibilita o maior número de folhas, assim tem-se maior síntese de fotoassimilados para as raízes o que tende a uma maior produção.



(KAWANO e THUNG, 1982). Diante do evidenciado, pode-se auxiliar na seleção para as duas características, produtividade de raízes por planta e maiores teores de amido nas raízes de forma indireta, já que houve correlação (CEBALLOS et al., 2004; FUKUDA et al., 2002).

Na safra 2015/2016 a variável estande apresentou correlação significativa com outras variáveis, com exceção do porte da planta, demonstrando que a safra influencia na expressão do genótipo para característica estudada, demonstrando que parte da herança é genotípica, e outra de influência ambiental.

Quanto à produção de raízes, esta apresentou correlação com o número médio de raízes por planta ( $r=0,76$ ), o que evidencia a boa produção dos genótipos utilizados. Por fim, a seleção indireta para o caráter produção de raízes é uma alternativa explorado em vários trabalhos (CRUZ E REGAZZI, 1997; GOMES et al., 2007; FUKUDA et al., 1987) sendo necessário ampliar os estudos em busca de correlação alta para este caráter com outra de alta herdabilidade e de fácil seleção.

**Tabela 4.** Coeficientes de correlação de Pearson para as variáveis estande, porte da planta, número de manivas (Nmaniv), produtividade de raiz (Pr), produção média de raiz (Pmr) e teor de amido avaliadas em 26 genótipos de Mandioca, para região litorânea do Ceará.

Variável	Porte	NMANIV	PR	PMR	Amido
<b>Safra 2014/2015</b>					
Estande	-0,1939*	0,38**	0,72**	-0,22**	0,15 <sup>ns</sup>
Porte		-0,29**	-0,19*	0,02 <sup>ns</sup>	0,09 <sup>ns</sup>
NMANIV			0,47**	0,09 <sup>ns</sup>	0,24**
PR				0,39**	0,22**
PMR					-0,01 <sup>ns</sup>
<b>Safra 2015/2016</b>					
Estande	0,12 <sup>ns</sup>	0,33**	0,23**	-0,38**	0,17*
Porte		-0,42**	0,02 <sup>ns</sup>	-0,00 <sup>ns</sup>	-0,13 <sup>ns</sup>
NMANIV			0,12 <sup>ns</sup>	-0,10 <sup>ns</sup>	0,17*
PR				0,76**	0,11 <sup>ns</sup>
PMR					-0,01 <sup>ns</sup>

\*\* e \* significativo a 1 e 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste t, <sup>ns</sup> não significativo a 5% de probabilidade.

Na tabela 5 (coluna a) observam-se as médias para a variável estande, dos 26 genótipos, na safra 2014/2015, os genótipos que apresentam as melhores médias são 959387, 978504, 9811202, Caipira, Formosa, Kiriris, Gabriela, Mulatinha e Tapioqueira.

Na safra 2015/2016 (coluna b) as melhores médias foram 861519, 959387, 997501, 9813703, 9815006, 20023520, 20050829, Amansa Burro, Caipira, Chico Preto, Mulatinha e Poti Branca. Houve um acréscimo de estande da primeira safra em relação a segunda.

**Tabela 5.** Valores médios para as variáveis estande (coluna a e b) e porte da planta (escala 1 a 5) (coluna c e d) dos 26 genótipos avaliados nas safras agrícolas, 2014/2015 e 2015/016, na região litorânea do Cerará.

Genótipos	Variável Estande		Variável porte	
	Safra 2014/2015 <sup>a</sup>	Safra 2015/2016 <sup>b</sup>	Safra 2014/2015 <sup>c</sup>	Safra 2015/2016 <sup>d</sup>
861519	5,20 dB	29,33 aA	2,00 bA	1,00 aB
959387	22,60 bA	27,78 aA	2,00bA	1,00 aB
959837	13,20 cB	25,11 bA	3,00 cA	1,00 aB
978504	23,00 bB	30,60 aA	2,00 bA	2,00 bA
986104	15,20 cB	24,20 bA	1,00 aA	1,00 aA
997501	11,40 cB	30,33 aA	1,00 aA	1,00 aA
9620705	8,60 dB	25,83 bA	1,00 aB	1,00 aA
9715201	6,80 dB	18,44 bA	2,00 bA	1,00 aB
9811202	16,20 bB	24,20 bA	2,00 bA	1,00 aA
9813703	14,80 cB	26,58 aA	3,00 cA	1,00 aB
9815006	18,40 bB	33,33 aA	2,00 bA	1,00 aB
20009305	15,00 cB	25,08 bA	2,00 bB	3,00 cA
20023517	10,40 dB	25,80 bA	2,00 bA	3,00 cA
20023520	8,00 dB	26,83 aA	2,00 bA	2,00 bA
20050829	8,80 dB	26,83 aA	2,00 bA	1,00 dB
Burro	12,60 cB	35,44 aA	3,00 cA	3,00 cA
Caipira	16,40 bB	31,33 aA	2,00 bA	2,00 bA
Chico Preto	6,40 dB	29,11 aA	2,00 bA	2,00 bA
S. Domingos	9,80 dB	22,33 bA	3,00 cA	1,00 aB
Formosa	21,80 bA	22,40 bA	1,00 aA	1,00 aA
Gabriela	32,60 aA	18,44 bB	1,00 aA	1,00 aA
Kiriris	17,20 bA	22,83 bA	2,00 bA	1,00 aB
Mulatinha	19,20 bB	28,80 aA	1,00 aB	2,00 bA
Poti Branca	14,00 cB	26,83 aA	1,00 aA	1,00 aA
Tapioqueira	18,20 bA	22,58 bA	2,00 bA	2,00 bA
Verdinha	13,60 cB	20,78 bA	2,00 bA	2,00 bA

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade e seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade.

Na avaliação de estande em mandioca deve-se observar que estas dependem de algumas características como genótipos analisadas, qualidades fisiológicas e sanitárias das manivas (IROLIVEA et al., 1998).

Ainda segundo Viana *et al.*, (2001), o efeito do comprimento das manivas colocada em campo influencia no estande final do experimento, pois segundo os

autores propicia o aumento das reservas e número de gemas das manivas favorecendo a brotação e desenvolvimento de plantas mais vigorosas, resultando em um maior estande. O diâmetro e a quantidade de reservas presentes na maniva são essenciais para um bom desenvolvimento inicial das plantas, e estandes mais homogêneos (RÓS-GOLLA et al., 2010). Esse fato se deve ao componente de reserva da mandioca, principalmente as quantidades de reservas na maniva semente, além de armazenarem maior umidade, assim quando em condições de estresse causado por calor e baixas precipitações, estas conseguem manter-se por mais tempo, resultando assim em estandes mais completo e uniforme (NORMANHA e PEREIRA 1950). Assim manivas de 20 cm atende essas prerrogativas.

A segunda característica avaliada foi o porte das plantas, na safra 2014/2015 (Tabela 5, coluna c) os genótipos que apresentam melhor porte são Mulatinha, Poti Branca, Formosa, Gabriela, 986104, 997501 e 9620705.

Na segunda safra 2015/2016 (coluna d) os que apresentam melhores valores são 959387, 978504, 986104, 9620705, 9811202, 861519, 959837, 997501, 9715201, 9813703, 9815006, 20023520, 20050829, São Domingos, Formosa, Gabriela, Kiriris, Poti Branca e Verdinha com valor de porte 1,0 (Tabela 5, coluna b). Plantas com porte 1,0 apresentam característica desejável para o plantio mecanizado, (CEBALLOS et al., 2012). Pois são plantas mais altas o que tende a facilitar o manejo e tratos culturais, e principalmente a inserção das hastes no implemento agrícola, obtendo assim maior uniformidade de plantio em áreas com plantio mecanizado.

Observa-se, ainda, que, dos 26 genótipos avaliados, apenas 9813703 e São Domingos na primeira safra e o genótipo 20009305 da segunda safra tiveram notas acima de 3, tendo os demais portes aceitáveis, o que reflete seleções anteriores visando essa característica. Morales (2015), avaliando 21 genótipos de mandioca obteve porte desejável em mais de 90% dos genótipos, demonstrando que há uma seleção para este caráter. O porte da planta de mandioca é uma característica indispensável nos programas de melhoramento, com a escassez de mão de obra no campo, a mecanização é crucial para a viabilidade econômica da mandiocultura. Nesse contexto, são requeridas plantas cuja haste principal possua pelo menos 1 m de comprimento. Hastes menores são mais difíceis de manusear, e resultam em falhas no estande, ocasionando, conseqüentemente, perdas de produtividade na

mandioca. O hábito de crescimento da planta, assim como o porte das plantas cultivadas se ereta ou ramificada, juntamente com fatores edáficos e climáticos são determinantes para a expressão da produtividade da cultivar (COCK et al., 1977). A presença de ramificações em plantas de mandioca de baixo porte dificultam as práticas culturais (MEZETTE, 2007).

Os genótipos selecionáveis, permite a implantação da cultura no campo de forma mecanizada, as áreas de produção de mandioca para indústria são maiores do que as de mandioca para mesa, geralmente praticada por pequenos agricultores, pois a tendência é que o campo fique cada vez mais tecnificado, possibilitando que a produção e o beneficiamento da cultura sejam feitos com uso total da mecanização agrícola, além de fornecer para o melhorista diversidade para a utilização de material contrastante para o programa de melhoramento da cultura.

Enquanto que segundo López, (2002) a taxa de multiplicação de grandes culturas alimentícias como o feijão, arroz, soja e o milho estão de 225; 1.600; 600; e 22.500 respectivamente a planta da mandioca a taxa é de apenas 10, ou seja, cada planta de mandioca pode dar origem a 10 plantas, se estas manivas-sementes forem vigorosas, e for viável o corte de 20 cm.

Enquanto que a cultura do feijão, arroz, milho são culturas anuais, podendo obter vários ciclos de propagação, a cultura da mandioca é perene, o que dificulta ainda mais a produção de material propagativo. Em torno de 12 meses, é o ano agrícola da cultura o que equivale a dizer que em um ano a mandioca produz em propagação via maniva-sementes de 1:5 a 1:10; Isso significa que para a produção da cultura em grandes áreas requer um campo de multiplicação extenso, pois em um cultivo de 1 hectare de área produz maniva-semente para o plantio de outros 5 a no máximo 10 hectares, enquanto que no feijão por exemplo a taxa de multiplicação (1:225) vê-se que é 22,5 vezes maior.

A taxa de multiplicação deve-se ainda pelo manejo da cultura, uma vez que ao cortar as manivas-semente com 2 a 3 gemas é destinada para uma multiplicação rápida e com 6 a 7 para plantio, alguns cuidados devem ser levados em consideração, como período do plantio, ou seja, em épocas de chuva ou em seca, temperatura e umidade do solo, tempo a serem levadas a campo após o corte das manivas sementes, e principalmente material vegetativo utilizado, observando a

disposição das gemas, pois há variedades que as gemas são mais espaçadas e apresentam maior vigor do que outras (Viana et al., 2002).

Os valores médios do número de manivas de 20 cm/planta, dos 26 genótipos avaliados, ou seja, taxa de multiplicação da mandioca, estão na tabela 6 (coluna a e b). Os genótipos que apresentam maiores médias na safra 2014/2015 (coluna a) são 959837 986104, 981120, 9815006, 20023517, Gabriela, Mulatinha, Poti Branca e Tapioqueira, enquanto que na safra 2015/2016 (coluna b) são 997501, 9815006 e Poti Branca, formando o grupo de maiores médias. As médias variam de 2,60 a 12,20, demonstrando que existe grande diversidade para esta variável.

Identificar e selecionar genótipos com interesse agrônômico, e multiplicar este material via maniva-sementes, é um processo oneroso e lento, sendo assim ao identificar genótipos com taxa de multiplicação elevada, propicia ao mercado da mandiocultura um material que garanta grandes áreas de cultivo e a ainda obter manivas-sementes para a próxima safra agrícola, além de fornecer ao melhorista diversidade genética de taxa de multiplicação para o programa de melhoramento.

Na tabela 6 (coluna c e d), estão os valores médios da produtividade de raízes de mandioca. A interação entre genótipos e safras foi significativa para todas as variáveis estudadas, indicando que as médias são influenciadas pelo fator safra. Os genótipos que apresentam maiores médias formando o grupo a na safra 2014/2015 (coluna c) são, 978504, 986104, 9620705, 9715201, 9815006, 20023517, 20023520, Amansa Burro, Caipira, São Domingos, Kiriris, Mulatinha, Poti Branca, Tapioqueira e Verdinha com produção variando de 25,75 a 41,93  $\text{tha}^{-1}$ . Na safra 2015/2016 (coluna d) são 861519, 959387, 959837, 978504, 986104, 997501, 9620705, 9813703, 9815006, 20009305, 20023517, 20050829, Chico Preto, São Domingos, Formosa, Gabriela, Kiriris, Mulatinha, Tapioqueira e Verdinha com produção variando de 25,11 a 40,16  $\text{tha}^{-1}$ .

A BRS Poti Branca nos trabalhos desenvolvidos por carvalho entre outros (2014) observaram uma produtividade de 49,5  $\text{tha}^{-1}$  em colheita realizada aos 14 meses em Umbaúba-SE.

**Tabela 6** Valores médios para as variáveis, número de manivas de 20 cm por planta (coluna a e b) e produtividade de raiz ( $\text{tha}^{-1}$ ) (coluna c e d) dos 26 genótipos avaliados nas safras agrícolas 2014/2015 e 2015/2016, na região litorânea do Ceará.

Genótipos	Variável número de manivas		Variável produtividade de raízes	
	Safra 2014/2015 <sup>a</sup>	Safra 2015/2016 <sup>b</sup>	Safra 2014/2015 <sup>c</sup>	Safra 2015/2016 <sup>d</sup>
861519	2,60 bB	9,20 bA	23,79 bB	28,06 aA
959387	5,20 bB	8,42 bA	19,64 bB	25,25 aA
959837	5,80 aA	6,42 cA	24,72 bB	39,12 aA
978504	5,00 bB	9,00 bB	25,75 aB	32,39 aA
986104	6,00 aB	8,60 bA	28,00 aA	35,58 aA
997501	4,80 bB	10,7 aA	13,87 bB	30,50 aA
9620705	4,80 bB	8,81 bA	26,78 aA	34,40 aA
9715201	5,20 bB	9,09 bA	27,24 aA	19,47 bB
9811202	5,60 aB	9,00 bB	17,19 bB	24,25 bB
9813703	4,80 bB	8,56 bA	24,74 bB	30,21 aA
9815006	7,20 aB	12,2 aA	26,65 aA	26,45 aA
20009305	4,60 bA	6,31 cA	13,15 bB	40,16 aA
20023517	6,00 aB	7,40 cA	41,99 aA	37,33 aA
20023520	5,00 bB	8,70 bA	28,70 aA	13,70 bB
20050829	4,00 bB	8,31 bA	20,17 bB	30,62 aA
Burro	4,00 bB	8,09 bA	28,95 aA	13,49 bB
Caipira	5,00 bB	7,70 cA	27,36 aA	18,08 bB
Chico Preto	3,80 bB	7,42 cA	8,37 cC	27,44 aA
S. Domingos	3,60 bB	7,81 bA	34,15 aA	27,46 aA
Formosa	4,60 bB	8,20 bA	23,52 bB	28,08 aA
Gabriela	5,80 aB	8,42 bA	24,29 bB	26,86 aA
Kiriris	3,40 bB	7,31 cA	28,93 aA	27,41 aA
Mulatinha	7,00 aB	6,20 cA	31,30 aA	25,94 aA
Poti Branca	7,00 aB	11,31 aA	37,55 aA	15,74 bB
Tapioqueira	5,60 aA	6,81 cA	28,25 aA	25,11 aA
Verdinha	5,00 bB	6,76 cA	30,73 aA	29,56 aA

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade e seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade.

A produtividade de raízes teve média variando para safra 2014/2015 entre 8,37 a 41,93  $\text{tha}^{-1}$ , já na safra 2015/2016 a média variou entre 13,49 a 40,16  $\text{tha}^{-1}$ . A safra 2015/2016 demonstrou superior em relação à safra 2014/2015, pois apresentou em média de produção de raízes 27,41  $\text{tha}^{-1}$  em relação a 25,61  $\text{tha}^{-1}$ , ou seja, 6,5% a mais que na safra anterior, esse fato deve-se por alguns motivos, entre estes está o material selecionado, adaptabilidade e estabilidade do material cultivado, pois a mandioca apresenta ampla influência ambiental (Fukuda, et al., 2002;).

Oliveira et al., (2015) avaliando os genótipos BRS Formosa e 9624-09, quanto à produtividade de raízes, com e sem déficit hídrico, a BRS Formosa destacou-se

quanto à produtividade de raiz, tanto com déficit ( $5,9 \text{ tha}^{-1}$  contra  $2,4 \text{ tha}^{-1}$  dos demais genótipos avaliados) quanto sem déficit hídrico ( $20,5 \text{ tha}^{-1}$ , enquanto a média dos demais foi de  $11,9 \text{ tha}^{-1}$ ).

Considerando os dados de produção de raízes, verifica-se, entre os genótipos avaliados, uma grande variação, com valores muito significativos quando comparados à média de produtividade brasileira de mandioca, a qual está em torno de  $13 \text{ tha}^{-1}$  (IBGE, 2014). O clima da região apresentou uma média de precipitação em torno de 285,0 mm nos três primeiros meses de plantio, para primeira safra, o que facilitou a brotação das manivas, contudo durante grande parte do experimento a precipitação foi em média de 37,0 mm, seguido por uma temperatura média de 27,1 °C. Borges et al., (2002) avaliando genótipos de mandioca com diferentes épocas de colheitas após o plantio obtiveram uma produção total de raízes de 23,99  $\text{tha}^{-1}$ . Considerando o desempenho produtivo dos genótipos nas duas safras, vê-se que, na safra 2014/2015, 20023517, S. Domingos, Mulatinha, Poti Branca e Verdinha com média de produção 41,93; 34,15; 31,30; 37,55; e 30,73  $\text{tha}^{-1}$ , vale destacar o genótipo 20023517 que apresentou maior média de produção entre os materiais estudados, além de ser um genótipo que ainda não foi lançado no mercado, sendo, portanto, um material de grande interesse para o programa de melhoramento da mandioca. Na safra 2015/2016 os genótipos que se destacaram em produção são 959837, 986104, 9620705, 20009305, 20023517 com produção variando de 39,12 a 40,16  $\text{tha}^{-1}$  e na testemunha a variedade Verdinha com produção de 29,56  $\text{tha}^{-1}$ .

A produção de raízes de mandioca apresentou respostas diferenciadas quando analisadas em diferentes safras principalmente pelas mudanças ambientais, o que justifica a avaliação dos genótipos por mais de uma safra, para a obtenção de genótipos com características agrônômicas desejáveis. Outros estudos com produção de mandioca foram relatados (VIDIGAL FILHO et al., 2000; BORGES et al., 2002; FUKUDA et al., 2002; OTSUBO et al., 2009; SAGRILO et al., 2010; VIEIRA et al., 2009, 2013).

Há necessidade de se considerar a interação genótipo com a safra evidenciado neste trabalho, pois os genótipos analisados obtiveram diferenças significativas.

Na Tabela 7 (coluna a e b) estão relacionadas as médias de produção de raízes por planta, (Kg). Os genótipos que apresentam maiores médias de produção (coluna a) por planta na safra 2014/2015 são, 20023517, Chico Preto, Mulatinha, Poti Branca e Verdinha com produção de 2,64; 2,63; 2,15; 1,97; 2,36 e 1,93 kg/planta<sup>-1</sup> respectivamente.

**Tabela 7.** Valores médios para a variável produtividade médio da raiz (kgplanta<sup>-1</sup>) (coluna a e b) e amido (%) na (coluna c e d) nos 26 genótipos avaliados nas safras agrícolas 2014/2015 e 2015/2016 na região litorânea do Ceará.

Genótipos	Produtividade médio da raiz		Amido	
	Safra 2014/2015 <sup>a</sup>	Safra 2015/2016 <sup>b</sup>	Safra 2014/2015 <sup>c</sup>	Safra 2015/2016 <sup>d</sup>
861519	1,49 bA	1,76 aA	26,98 cA	28,83 aA
959387	1,23 cA	1,59 aA	28,97 bA	27,71 bA
959837	1,55 bB	2,46 aA	30,42 aA	28,54 aA
978504	1,62 bA	2,04 aA	29,53 bA	28,48 aA
986104	1,76 bA	2,24 aA	25,96 cA	25,42 cA
997501	0,87 cB	1,92 aA	27,29 cA	26,79 bA
9620705	1,68 bA	2,16 aA	28,17 bA	29,12 aA
9715201	1,71 bA	1,22 bA	29,41 bA	25,94 cB
9811202	1,08 cA	1,52 aA	27,69 cA	25,13 cB
9813703	1,55 bA	1,90 aA	28,39 bA	25,20 cB
9815006	1,67 bA	1,66 aA	29,77bA	29,75 aA
20009305	0,82 cB	2,53 aA	28,76 bA	26,61 bA
20023517	2,64 aA	2,35 aA	29,99 bA	24,12 cB
20023520	1,80 bA	0,86 bB	23,86 dA	31,22 aA
20050829	1,27 cA	1,92 aA	30,61 aA	28,73 aA
Burro	1,82 bA	0,85 bB	30,45 aA	27,72 bB
Caipira	1,72 bA	1,13 bA	31,46 aA	27,14 bB
Chico Preto	2,63 aA	1,72 aB	24,67 dA	20,07 dB
S. Domingos	2,15 aA	1,73 aA	28,82 bA	24,80 cB
Formosa	1,48 bA	1,76 aA	28,74 bA	24,17 cB
Gabriela	1,53 bA	1,69 aA	28,69 bA	23,81 cB
Kiris	1,82 bA	1,729 aA	26,92 cA	25,15 cA
Mulatinha	1,97 aA	1,63 aA	32,54 aA	28,55 aB
Poti Branca	2,36 aA	0,99 bB	29,11 bA	26,86 bA
Tapioqueira	1,78 bA	1,58 aA	30,83 aA	27,35 bB
Verdinha	1,93 aA	1,86 aA	29,72 bA	27,31 bB

Médias seguidas pelas mesmas letras minúsculas nas colunas pertencem ao mesmo grupo pelo teste de Scott-Knott a 5% de probabilidade e seguidas pelas mesmas letras maiúsculas na horizontal não diferem estatisticamente entre si pelo teste de F a 5% de probabilidade.

Na safra 2015/2016 os genótipos que apresentam maiores médias (coluna b) sendo alocadas no grupo a foram 861519, 959387, 959837, 978504, 986104,



997501, 9620705, 9813703, 20009305, 20023517, 20050829, Chico Preto, São Domingos, Formosa e Verdinha com produção variando de 1,76 a 2,53 kgplanta<sup>-1</sup>.

Vale destacar os genótipos 20023517 e Chico Preto da safra 2014/2015 com uma produção de 2,64 e 2,63 kgplanta<sup>-1</sup>, respectivamente, altamente produtivas. Na safra 2015/2016 os genótipos 20009305 e 959837 com produção de 2,53 e 2,46 kg/planta<sup>-1</sup>, respectivamente. Em relação às safras agrícolas observa-se que ambas apresentam semelhanças no caráter produção de raízes, com exceção dos genótipos 20009305 e Poti Branca que na safra 2014/2015 estava no grupo de pior média com 0,82 kgplanta<sup>-1</sup> e na safra 2015/2016 passou para o grupo de maior média com uma produção de 2,53 kgplanta<sup>-1</sup>, enquanto que a Poti branca passou 2,33 kgplanta<sup>-1</sup> para 0,99 kgplanta<sup>-1</sup>.

Aguiar et al. (2011), avaliando o peso de raízes por planta, obtiveram pesos variando de 0,20 a 1,20 kg/planta aos 12 meses, demonstrando a superioridade dos genótipos avaliados neste trabalho. Assim como Chielle et al. (2009), obtiveram peso médio de raízes por planta variando de 1,02 a 1,55 kgplanta<sup>-1</sup>.

A perda de produção, segundo Dias et al., (1986) é devida as secas prolongadas, na fase de brotação das manivas, pelo fator ambiental influenciando nas características do genótipo. Pelos valores obtidos na produção é evidente o ganho genético destes genótipos, para a região.

Na tabela 7 (coluna c e d) estão as médias da porcentagem de amido dos 26 genótipos avaliados, os teores de amido foram classificados em três grupos. Na safra 2014/2015 (coluna c) compondo o grupo de maior média alocados no grupo a estão os genótipos 959837, 20050829, Amansa Burro, Caipira, Mulatinha e Tapioqueira com a porcentagem variando de 30,42 a 32,54%. Na safra 2015/2016 (coluna d) alocados no grupo de maior média estão os genótipos 861519, 959837, 978504, 9620705, 9815006, 20023520, 20050829 e Mulatinha com valores variando de 28,48 a 31,22%.

Pode-se destacar os genótipos 959837, 20050829 pois apresentam na safra 2014/2015 porcentagens de 30,42 e 30,61% respectivamente e na safra 2015/2016 uma porcentagem de amido de 28,54 e 28,73% respectivamente. Vale ressaltar a variedade Mulatinha está alocada no grupo de maior média nas duas safras agrícolas com 32,54 e 28,5% de amido.

Quando comparado a porcentagem de amido por safras a 2014/2015 apresenta maior média com 29,0% contra 27,0% da safra 2015/2016, a época de colheita pode ter afetado o teor de amido dos genótipos, devido a diferença na segunda safra de temperatura e precipitação (Figura 2). Chielle et al. (2009) avaliando teor de amido em mandioca obtiveram valores de 29,10 a 28,8% demonstrando que os genótipos estudados apresentam alto desempenho para esse caráter.

O teor de amido presente na raiz de mandioca corresponde a aproximadamente 85% do teor de matéria seca, ou seja, fora a água e cinzas presentes nas raízes, (CARVALHO et al., 2007; CEREDA et al., 2003). O ideal é que a cultivar de mandioca apresente pelo menos 30% de amido para ser utilizado na indústria (CONCEIÇÃO, 1981). Seis genótipos analisados na primeira safra e uma na segunda safra apresentam esta média proposta por conceição (tabela 7, coluna c e d).

De acordo com Roesler et al., (2008), as variedades que apresentam altos teores de amido, são indispensáveis para a indústria de processamento, pois determinam os potenciais produtivos de farinha e de fécula de determinado genótipo (FUKUDA et al., 2002; CEBALLOS et al., 2004).

Carvalho et al. (2014) observaram uma variação de rendimento de amido de 7 a 18  $\text{tha}^{-1}$  e 33% de teor de amido da variedade Poti Branca, aos 12 meses em Cruz das Almas-BA. Observa-se que esses genótipos estudados apresentam larga importância para a mandiocultura, devendo ser amplamente divulgadas para exploração comercial na região litorânea do Ceará.

Dado que o teor de umidade nas raízes de mandioca pode variar de 60 a 80%, e que os produtos de interesse são derivados da matéria seca (farinha) ou parte dela (amido), a produtividade de raízes necessita ser ponderada pelo teor de matéria seca, isto é a parte econômica da raiz de mandioca para a indústria, isso porque o que se deseja é obter uma grande quantidade de amido por unidade de área, assim a variedade dita ideal seria aquela que possui a maior produtividade de raízes com o maior teor de amido.

Observa-se que desses genótipos, o 200235-17 e a BRS Poti Branca e a Mulatinha formam o grupo de média superior (grupo a) tanto na produtividade de

raízes quanto para amido, situação ideal para o uso industrial da mandioca, sendo, promissores para utilização na região litorânea do Ceará.

No melhoramento de mandioca, uma variedade necessita possuir um desempenho adequado em cada uma das características essenciais para a cultura em questão, para que se justifique a sua liberação, pelo ministério da agricultura para ser cultivado pelos agricultores, de determinada região. Alguns genótipos, embora não sejam superiores em todas as características, possuem desempenho acima da média em algumas características, podendo ser utilizados como parentais contrastantes em cruzamentos direcionados para característica potencial do genótipo ou até mesmo serem testados em outras condições de clima e ambiente.

Neste trabalho, os genótipos 200235-17, BRS Mulatinha e BRS Poti Branca apresentam desempenho satisfatório nas variáveis de interesse agrônomo avaliadas, para a região litorânea do Ceará. Destes genótipos avaliados a BRS Poti Branca foi recomendada para a região dos Tabuleiros Costeiros (CARVALHO et al., 2007). A BRS Mulatinha foi lançada para a região do semi-árido da Bahia (FUKUDA et al., 2005). O genótipo 200235-17 ainda não foi recomendado, observa-se um desempenho superior nas características avaliadas, deve-se avaliar por mais um ano agrícola e se as características agrônomicas se mantiverem, poderá ser recomendada com aptidão de mandioca para indústria fortalecendo e desenvolvendo a mandiocultura da região litorânea do Ceará.

## CONCLUSÃO

Os genótipos Mulatinha, Poti Branca, 20023517, Tapioqueira e 9815006 apresentam potencial para recomendação no sistema de cultivo, na safra 2014/2015. Na safra 2015/2016 os genótipos 861519, 997501, 9815006, 978504 e 20050829 são os que apresentam melhor média. Para a variável produção de raízes na safra 2014/2015 o genótipo 20023517 com  $41,93 \text{ tha}^{-1}$  mostra-se superior, na safra 2015/2016 o genótipo 20009305 com  $40,16 \text{ tha}^{-1}$ , demonstra ser promissor, para o cultivo na região litorânea do Ceará.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABAM. Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca. (Paranavaí, PR). **Dossiê sobre mandioca e seus derivados**. Paranavaí, PR: 1998. 34p.

AGRITEMPO. **Sistema de Monitoramento Meteorológico**, Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/agroclima/sumario>>. Acesso em: 15 abri. 2017.

AGUIAR, E. B.; VALLE, T. L.; LORENZI, J. O.; KANTHACK, R. A. D.; MIRANDA FILHO, H.; GRANJA, N. P. Efeito da densidade populacional e época de colheita na produção de raízes de mandioca de mesa. **Bragantia**, v. 70, p.561-569, 2011.

AGUIAR, E. B. Produção e qualidade de raízes de mandioca de mesa (*Manihot esculenta crantz*) em diferentes densidades populacionais e épocas de colheita. Dissertacao (Mestrado em Agricultura Tropical e subtropical). **Instituto Agronomico de Campinas**. Campinas. f.101, 2003.

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

CARVALHO, P. R. N.; MEZZETTE, T. F.; VALLE, T. L.; CARVALHO, C. L. R.; FELTRAN, J. C. Avaliação da exatidão, precisão e robustez do método de análise do teor de matéria seca de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) por meio da determinação do peso específico (balança hidrostática). **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v.3, p.1-4, 2007.

CARVALHO, H. W. L.; RANGEL, M. A.; SANTOS, V. DA S.; BARROS, V. I; PINHO, J. L. N.; ALVES M. C. S.; SILVA, A. D. A.; OLIVEIRA, T. R. A.; GOMES, M. C. M.; MENEZES, V. M. M. **Desempenho de Cultivares de Mandioca no Nordeste Brasileiro na Safra 2009/2010**. Sergipe: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014. 26p. (Boletim de Pesquisa, Embrapa Tabuleiros Costeiros,82a)

CARVALHO, H. W. L.; RANGEL, M.A.; SANTOS. V. DA S.; BARROS, V.I.; PINHO, J. L. N.; ALVES M. C. S.; SILVA, A. D. A.; OLIVEIRA, T. R. A.; GOMES, M. C .M.; MENEZES, V. M. M. **Avaliação de cultivares de mandioca em ambientes de tabuleiros e agreste inseridos nos estados da Bahia e Sergipe: safra 2010/2011.** Sergipe: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014. 29p. (Boletim de Pesquisa, Embrapa Tabuleiros Costeiros,85b)

CARVALHO, H. W. L. Jarina e BRS Poti Branca: **novas variedades de mandioca para o Centro-Sul do Estado de Sergipe.** Aracaju, SE: Embrapa Tabuleiros Costeiros; Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2007. 1 folder Tabuleiros Costeiros, 2014. 23p. (Boletim de Pesquisa, Embrapa Tabuleiros Costeiros,88c).

CEBALLOS H. ILESIAS, A. C.; PÉREZ C. J.; DIXON, O. G. A. Cassava breeding: opportunities and challenges. **Plant Molecular Biology**, 56:503-516. 2004.

CEBALLOS, H., C. HERSHEY; L. A. BECERRA, L. L. New approaches to cassava breeding. **Plant Breeding Reviews**, v. 36, p. 427-504, 2012.

CEBALLOS, H.; MORANTE, N.; CALLE, F.; LENIS, J. I.; JARAMILLO, G.; PÉREZ, J. Mejoramiento Genético de la Yuca. In: OSPINA, B.; CEBALLOS, H. (Org.). **La yuca en el tercer milenio: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización.** Cali: CIAT, p. 295-325, 2002.

CEREDA, M. P.; VOLPOUX, O.; TAKAHASHI, M. Balança hidrostática como forma de avaliação do teor de massa seca e amido. In: CEREDA, M.P.; VOLPOUX, O. **Tecnologia, usos e potencialidade de tuberosas amiláceas latino-americanas.** São Paulo: Fundação Cargil, 2003. p.30-47, 2003.

CHIELLE, Z. G.; MORALES, C. F. G.; BECKER, L. Desempenho agrônômico de cultivares e seleções de mandioca em Rio Pardo, Rio Grande do Sul, Brasil, **PESQ. AGROP. GAÚCHA, PORTO ALEGRE**, v.15, n.1, p.53-56, 2009.

COCK, J. H.; WHOLEY, D.; CASAS, O. G. Effect of spacing on cassava (*Manihot esculenta*). **Experimental Agriculture**, v.13, p.289- 299, 1977.

CONCEIÇÃO, A. J. **A mandioca**. São Paulo: Nobel, p.382, 1981.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, 2. ed. p.390, 1997.

DIAS, C. A. DE C.; MARTINEZ, A. A. **Mandioca**: Informações importantes. Campinas: Coordenadoria de Assistência Técnica Integral, (Instruções práticas) p.20, 1986.

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

FAO. **Food and agriculture organization of the United Nations. Statistical databases**: Faostat. 2014. Disponível em: < <http://faostat3.fao.org/browse/Q/QC/E> >. Acesso em: 13/04/2016.

FELIPE, F. I.; ALVES, L. R. A.; CAMARGO, S. G. C. Panorama e perspectivas para a indústria de fécula de mandioca no Brasil. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**. Botucatu, v.6, n.1, p.134-146, 2010.

FUCEME, **Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos**, Disponível em: <[www.funceme.br/](http://www.funceme.br/)> Acesso em: 25/02/2017.

FUKUDA W. M. G.; SILVA S. O.; IGLESIAS C. **Cassava breeding. Crop Breeding and Applied Biotechnology**. p.617-638. 2002.

FUKUDA W. M. G. **Melhoramento genético de mandioca para adaptação em diferentes ecossistemas**. Cruz das almas-BA: EMBRAPA/CNPMPF, 1986.

FUKUDA W. M. G; CALDAS R. C. Correlação entre caracteres morfológicos e agronômicos de mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**, 6:35-40. 1987.

FUKUDA, W. M. G.; OLIVEIRA, S. L. DE; IGLESIAS, C. SILVA. M. C.: **Mandioca BRS Mulatinha: novo híbrido recomendado para o semi-árido baiano**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2005. 1 folder.

GOMES, J. de C.; SILVA, J. Correção da acidez e adubação. **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, p. 215-247, 2006.

GOMES, CARLOS NICK; CARVALHO, S. P. DE; JESUS, A. M. S.; CUSTODIO, T. N. Caracterização morfoagronômica e coeficientes de trilha de caracteres componentes da produção em mandioca. **Pesq. agropec. bras.** [online]. vol.42, n.8, p.1121-1130, 2007.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (2011) Sistema IBGE de recuperação automática – SIDRA. Disponível em: Acessado em: 10 de Abril de 2017.

IROLIVEA, E. A. M.; CAMARA, G. M. S.; NOGUEIRA, M. C. S.; CINTRA, H. S. Efeito do espaçamento entre plantas e da arquitetura varietal no comportamento vegetativo e produtivo da mandioca. **Scientia Agricola**, p.269-275. 1998.

KAWANO K; THUNG M. D. Intergenotypic competition and competition with associated crop in cassava. **Crop Science**, p.59-63. 1982.

KAWANO, K.; FUKUDA W. M. G.; CENPUKDEE U. Genetic and environmental effects on dry matter content of cassava root. **Crop Science** v.27, p. 69-74, 1987.

LÓPEZ, J. Semilla vegetativa de yuca. In: OSPINA, B.; CEBALLOS, H(comp.). **La Yuca n el tercer milênio**: Sistemas modernos de producción, precessamiento, utilización y comercializaon, Cali: CIAT, n.327, p.49-75. 2002.

MEZETTE T. F. *Seleção de Variedades de Mandioca de Mesa (Manihot esculenta Crantz) com Altos Teores de Carotenóides e Vitamina A*. Tese. **instituto agrônômico de campinas**. Brasil. p.60, 2007.

MAIEVES, H. A.; OLIVEIRA, D. C.; FRESCURA, J. R.; AMANTE, E. R. Selection of cultivars for minimization of waste and water consumption in cassava Starch production. **Industrial Crops and Products**, v.33, n.2, p.224–228, 2011.

MORALES, C. F. G. **avaliação do desempenho agrônômico e culinário de genótipos de mandioca (Manihot esculenta Crantz) em pelotas, RS e Cruz das Almas, BA**/ Tese. p.90, 2015.

MULUALEM, T.; AYENEW, B. Correlation and path coefficient analysis of cassava (Manihot esculenta Crantz) at Jimma, Southwestern, Ethiopia. **Journal of Natural Sciences Research**. v.2 n.9, p.1-7, 2012.

NORMANHA, E. S.; PEREIRA A. S. Aspectos agrônômicos da cultura da mandioca. **Bragantia**. V.10, p.179-202. 1950.

OTSUBO, A. A.; BRITO, O. R.; MERCANTE, F. M.; OTSUBO, V. H. N.; GONÇALVES, M. A.; TELLES, T. S. Desempenho de cultivares elites de mandioca industrial em área de cerrado do Mato Grosso do Sul. **Semina: Ciências Agrárias** , Londrina, v. 30, p. 1155- 1162, 2009.

OLIVEIRA, E. J. DE; LIMA, D. S.; LUCENA, R. S.; MOTTA, T. B. N.; DANTAS, J. L. L. Correlações genéticas e análise de trilha para número de frutos comerciais por plantas em mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 8, p. 855-862, 2010.

OLIVEIRA, DE E. J.; SANTOS, DO F. E. P.; PIRES, V. J. A.; TOLENTINO, C. D.; SANTOS, S. V. **seleção de variedade de mandioca para produção de biomassa**



**no semiárido baiano.** 16º congresso Brasileiro de mandioca, 1º congresso Latino-americano e caribenho de mandioca. 2015.

PIMENTEL GOMES. **Curso de Estatística Experimental.** ESALQ/USP. Piracicaba-SP. 1985.

RAJI, A. A.; LADEINDE, T. A. O.; DIXON, A. G. O. Agronomic traits and tuber quality attributes of farmer grown cassava landraces in Nigeria. **Journal of Tropical Agriculture**, v.45, n.1–2, p.9–13, 2007.

ROESLER, P. V. S. O.; GOMES, D. S.; MORO, E.; KUMMER, B. C. A.; CEREDA, P. M. Produção e qualidade de raiz tuberosa de cultivares de batata-doce no oeste do Paraná. **Acta Scientiarum. Agronomy**. V. 30, n. 1, p. 117-122, 2008.

RÓS-GOLLA, A.; SILVA, A. C. D.; NOBUYOSHI, N. Influência do diâmetro da maniva no desenvolvimento inicial de plantas de Mandioca. **Pesquisa & Tecnologia**, São Paulo, v.7, n.1, 2010.

RICKARD, J. E.; ASAOKE, M.; BLANSHARD, J. M. V. The physicochemical properties of cassava starch. **Tropical Science**. V.31, p.189-207, 1991.

SAS INSTITUTO, INC. **Statistical Analysis System, Release 6,08 (software).** Cary, 1992.

SAGRILO E.; VIDIGAL, FILHO. S. P.; OTSUBO, A. A.; SILVA, A DE S.; ROHDEN, DA S. V. Performance de cultivares de mandioca e incidência de mosca branca no Vale do Ivinhema. **Revista Ceres**. Mato Grosso do Sul. p.87- 94. 2010.

SILVA, M. N; CEREDA, M. P; FIORINI, R. A. Multiplicação rápida de mandioca. In: CEREDA, M. P.(Coord.). Agricultura: tuberoses amiláceas latino americanas. **Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargill, p.187-191, 2002.

SOUZA, L. S. *et al.* **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca.** Cruz das Almas, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 817 p. 2006.

TAKAHASHI M, GONÇALO S. **A cultura da mandioca.** Paranaíba: PR. Editora Gráfica Olímpica. 116 p. 2005.

WILLIAMS, C. N.; GHAZALI, S. M. Growth and productivity of tapioca (*Manihot utilissima*): I. leaf characteristics and yield. **Experimental Agriculture, Great Britain**, v. 5, p. 183-194, 1969.

VIANA, A. E. S. SEDIYAMA, T.; LOPES, C. S. CECON, R. P. DA SILVA, A. A. Efeito do comportamento e de incisões no córtex da mandioca sobre o cultivo da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Acta Scientiarum, Maringá**, v. 23, n. 5, p. 1263-1269, 2001.

VIANA, A. E. S. SEDIYAMA, T.; LOPES, C. S. CECON, R. P. DA SILVA, A. A. Avaliação de métodos de preparo de manivas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). *Ciência e Agrotecnologia*, Edição Especial, p. 1383-1390, 2002

VIDIGAL-FILHO, P. S. Avaliação de cultivares de mandioca na região noroeste do Paraná. **Bragantia**. Campinas, v. 59, n. 1, p. 69-75, 2000.

VIEIRA, E. A.; FIALHO, DA F. J.; SILVA, M. S. S.; FUKUDA, W.M.G.; SANTOS FILHO, S.O. M. Comportamento de genótipos de mandioca de mesa no Distrito Federal. **Revista Ciência Agronômica**. p.113-122. 2009.

## ARTIGO 2

Aplicação de índice não paramétrico na seleção de genótipos de mandioca para Agroindústria. <sup>1</sup>

<sup>1</sup> Artigo a ser ajustado e submetido ao Comitê Editorial do periódico Revista Ciência Agronômica.

## Aplicação de índice não paramétrico na seleção de genótipos de mandioca para Agroindústria.

Orientado: Juraci Souza Sampaio Filho

Orientador: Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo

**RESUMO:** A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) tem contribuído com o desenvolvimento econômico em vários países do mundo, tanto pela alta adaptação às mais diversas condições edafoclimáticas, como suprindo a base alimentar das populações mais carentes, portanto para muitas a única fonte alimentar de carboidratos. O Continente Africano tem a maior produção mundial da raiz, devido a grandes extensões de campo produtivo desta raiz. O Brasil como centro de origem da mandioca, estuda amplamente a cultura a fim de desenvolver novas variedades e tecnologias que propicie ao país a liderança mundial de produção. Assim, objetivou-se selecionar genótipos de mandioca para uso no programa de melhoramento da cultura, com a aplicação do índice de seleção, proposto por Mulamba e Mock (1978). O experimento foi instalado na fazenda Vitória região litorânea do Ceará. As parcelas foram dispostas em delineamento experimental de blocos casualizados com cinco repetições, as parcelas experimentais foram compostas de 40 plantas, espaçadas de 0,90 m x 0,70 m, os dados foram analisados por meio do software SAS (Statistica Analysis System, SAS, 1992). Os tratamentos foram compostos por 26 genótipos, em duas safras agrícolas 2014/2015 e 2015/2016. Ao final do ciclo aos 15 meses as características avaliadas foram: estande, porte das plantas (escala de 1 a 5); número de manivas de 20cm por planta, produtividade de raízes, produção média de raízes por planta e teor de amido (%). Os genótipos Mulatinha, Poti Branca, 20023517, Tapioqueira e 9815006, com base na classificação dos genótipos pelo índice de seleção apresentam potencial para serem utilizados no programa de melhoramento da mandioca.

**Palavras chave:** *Manihot esculenta* Crantz, Produção de amido, índice de Seleção.

Application of non - parametric index in the selection of cassava genotypes for Agroindustry.

Author: Juraci Souza Sampaio Filho

Advisor: Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo

**ABSTRACT:** Cassava (*Manihot esculenta* Crantz) has contributed to economic development in several countries around the world, both by adapting to diverse soil and climatic conditions and by providing the food base of the most deprived populations, thus for many the only carbohydrate food source. The African Continent has the highest world production of the root, due to great extensions of productive field of this root. Brazil as the center of origin of cassava, studies extensively the culture in order to develop new varieties and technologies that provide the country with world leadership in production. The objective of this study was to select cassava genotypes for use in the crop improvement program, with the application of the selection index proposed by Mulamba and Mock (1978). The experiment was installed in the farm Victoria coastal region of Ceará. The experimental plots were composed of 40 plants, spaced 0.90 mx 0.70 m, the data were analyzed by SAS software (Statistica Analysis System, SAS, 1992). The treatments were composed of 26 genotypes, in two agricultural crops 2014/2015 and 2015/2016. At the end of the cycle at 15 months the characteristics evaluated were: plant size (scale from 1 to 5); number of roots of 20cm per plant, root yield, average root yield per plant and starch content (%). The genotypes Mulatinha, Poti Branca, 20023517, Tapioqueira and 9815006, based on the classification of genotypes by the selection index, have potential to be used in the cassava breeding program.

**Keywords:** *Manihot esculenta* Crantz, Starch production, Selection index.

## INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é cultivada desde a antiguidade. Antes mesmo da chegada dos portugueses ao Brasil, já se fazia uso pelos índios (ALLEM, 2002; PIPERNO, 2011). No Brasil é cultivada em todos os estados, assumindo destacada importância na alimentação humana (farinha) e animal, além de ser utilizada como matéria-prima em inúmeros produtos industriais, tendo importante função na geração de empregos diretos e indiretos (CARDOSO, 2003). A sua produção é direcionada para o cultivo de raízes e féculas, considerado um excelente alimento, podendo substituir adequadamente os cereais de uso em rações balanceadas (FERREIRA FILHO et al., 2007).

Para a obtenção de genótipos superiores, é necessária a união de uma série de atributos favoráveis que confirmem melhor desempenho e satisfaçam as exigências do mercado. A seleção de genótipos baseada apenas em uma característica mostra-se inadequada, uma vez que prolonga o tempo de obtenção de variedades, pois obtém ganho em um único caráter selecionado (CRUZ e REGAZZI, 1997). Por isso, a seleção de mais de uma variável de forma simultânea de interesse econômico aumenta a chance de êxito de um programa de melhoramento. Assim o emprego de índice de seleção permite a obtenção de genótipos promissores através das múltiplas informações contidas na unidade experimental, o que possibilita a seleção com base em um complexo de características. A aplicação do índice não necessita de estimativas de parâmetros genéticos, ou seja, variâncias genética ou fenotípica, portanto pode ser aplicado tanto em amostras aleatórias, quanto em genótipos selecionados, ou seja, amostras fixas (SANTOS, 2005; LESSA et al., 2010). Desse modo, o índice de seleção constitui-se em uma ferramenta que permite a combinação linear ótima de vários caracteres, que permite efetuar, com eficiência, a seleção simultânea (CRUZ e REGAZZI, 1997).

O uso de técnicas de seleção para obter ganhos concomitantes em diversas variáveis, se faz necessário, indispensável para maximizar as observações fenotípicas, assim a aplicação do índice de seleção, é promissora, pois permite combinar informações de interesse agrônomo, identificando e selecionando o material desejado, possibilitando a seleção dos genótipos que apresentem melhor desempenho avaliado (SOUZA JUNIOR, 1999; BHERING et al., 2011; GARCIA).

O método consiste na atribuição de valores numéricos aleatórios ou previamente estabelecidos na literatura. Os pesos aplicados ao índice se destinam a relacionar as propriedades genéticas do genótipo, com o objetivo de selecionar concomitantemente para diversas características agronômicas no decorrer do processo de seleção. Alguns índices de seleção são apropriados apenas para população recorrente, ou seja, representa a população em estudo, como é o caso dos índices lineares onde é necessário delineamento específico e conhecimento de variâncias genéticas da população. Neste trabalho foi utilizado um índice não linear, pois os genótipos em estudo foram selecionados de forma que não é representativo da população, ou seja, não é uma amostra aleatória da população, portanto para solucionar esse problema, uma estratégia utilizada pelos melhoristas é o emprego do índice de seleção, de Mulamba e Mock (1978), o qual classifica os genótipos por ranking ou classificação por variáveis estudada obtendo um índice, valor numérico, onde o genótipo que reunir os melhores rankings em todas as variáveis estudadas é selecionado sem a necessidade de obtenção de parâmetros genéticos, ou seja, possibilita agregar múltiplas informações visando à seleção com base em um conjunto de variáveis que reúna vários atributos de interesse econômico simultaneamente (CRUZ; REGAZZI, 2012).

O índice De Mulamba e Mock é baseado no ordenamento dos genótipos quanto ao caráter desejado e, posteriormente, na soma destes postos baseada nos múltiplos caracteres (TEIXEIRA et al., 2012). Um problema do índice em questão é não aplicabilidade de teste de significância em análise estatística, obtendo diferenças entre os genótipos estudados, contudo podem-se aplicar outros índices e avaliar qual apresentou resultado mais acurado dos genótipos avaliados.

Desta forma o objetivo deste trabalho foi a obtenção de informações simultânea dos genótipos através do ranking ou classificação de Mulamba e Mock (1978), a fim de auxiliar o programa de melhoramento genético da mandioca a identificar e selecionar genótipos promissores, para a região litorânea do Ceará.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

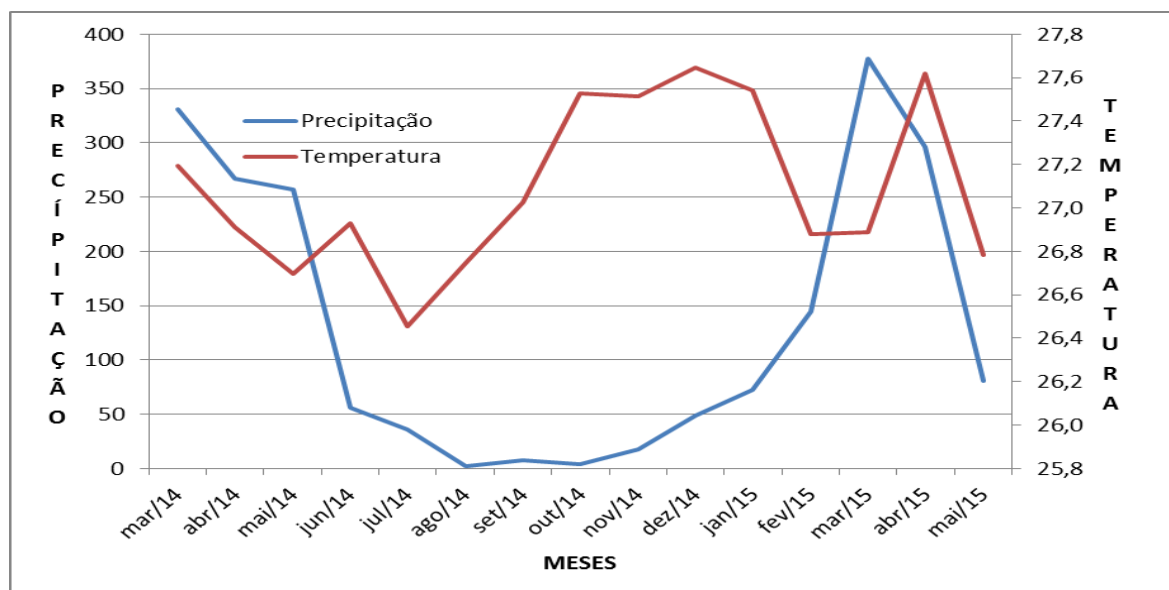
O experimento foi conduzido na fazenda Vitória localizado no município de Cascavel, região litorânea do estado do Ceará, com latitude: 4°8' 4" Sul; longitude: 38°14' 4" Oeste; e Altitude de 26,46 metros, O clima é tropical quente e seca de

Inverno úmido, chove muito mais no verão que no inverno. A classificação do clima é Aw de acordo com a Köppen e Geiger. (AGRITEMPO, 2017). O solo é classificado de Areias Quartzozas Distróficas (FUNCEME, 2017). O experimento foi instalado no período de março de 2014 a maio de 2015, para a primeira safra e maio de 2015 a agosto de 2016, segunda safra agrícola, o delineamento adotado foi de blocos casualizados (DBC), com cinco repetições, em condição de sequeiro.

Na safra 2014/2015 do experimento nos três primeiros meses, houve uma precipitação em média de 285 mm, sendo que os demais meses o experimento foi conduzido em um prolongado déficit hídrico, com temperatura média de 27,5°C e umidade relativa de 73% como mostra a Figura 1.

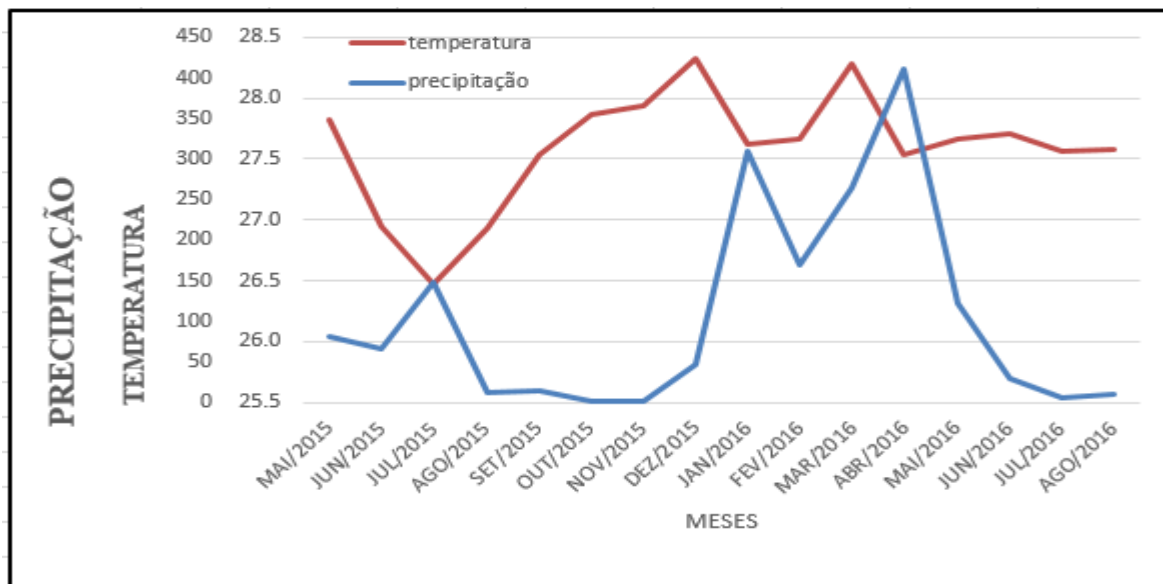
Na safra 2015/2016 as condições ambientais foram adversas precipitação em torno de 150 mm e temperatura de 28,0°C e umidade relativa de 75%, mantendo nesta condição ambiental até meados de agosto, tendo desde então uma prolongada estiagem, quando em dezembro houve uma precipitação de 300 mm e temperatura constante, conforme Figura 2. As parcelas foram compostas de 40 plantas, dispostas em quatro fileiras de 10, e espaçadas de 0,90 m x 0,70 m.

**Figura 1.** Totais mensais da precipitação pluviométrica e Temperatura ocorrida entre março/2014 a maio/2015, durante o período experimental, em Cascavel-CE (Fonte: BDMEP-INMET).





**Figura 2.** Totais mensais da precipitação pluviométrica e Temperatura ocorrida entre maio/2015 a agosto/2016, durante o período experimental, em Cascavel-CE (Fonte: BDMEP-INMET).



Foram avaliados os 26 genótipos provenientes do programa de melhoramento do Centro Nacional de Pesquisa Mandioca e Fruticultura da Embrapa, em Cruz das Almas-Bahia sendo eles: 861519, 959387, 959837, 978504, 986104, 997501, 9620705, 9715201, 9811202, 9813703, 9815006, 20009305, 20023517, 20023520, 20050829, Amansa Burro, BRS Caipira, Chico Preto, São Domingos, BRS Formosa, Gabriela, BRS Kiriris, BRS Mulatinha, BRS Poti Branca, BRS Tapioqueira e BRS Verdinha, sendo a BRS Caipira, a BRS Tapioqueira e a BRS Verdinha utilizadas como testemunhas.

Alguns genótipos presentes neste trabalho, foram avaliados por Carvalho et al., nos anos agrícola (2009, 2013, 2014), e Oliveira et al., (2015), como Tapioqueira Formosa, verdinha, ente outros para a região do semiárido. As manivas de 20 cm de comprimento foram plantadas na posição horizontal, em sulcos de 10 cm de profundidade. A adubação foi realizada com base na análise de solo, e nas recomendações de Gomes e Silva (2006), constou de 60 kg ha<sup>-1</sup> de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, aplicado no momento do plantio, 40 kgha<sup>-1</sup> de K<sub>2</sub>O e 30 kgha<sup>-1</sup> de N, aos 40 dias após o plantio. Também foi necessário como tratos culturais o controle de formigas e capinas, durante a condução do experimento conforme recomendações de Souza et al., (2006). Para o preparo do solo foi feito uma gradagem com grade pesada, e

outra com grade niveladora, o solo do local do experimento é arenoso, de modo que não foi necessária aração, assim como também não houve a necessidade de aplicação de calagem, pois o solo não apresentava acidez.

Imediatamente antes da colheita, realizada aos 15 meses após o plantio, os genótipos foram avaliados quanto ao estande final, sendo que inicialmente foram plantadas 40 plantas por parcela, foi avaliado o porte das plantas (hábito de crescimento se ereto ou muito ramificado) com a utilização da escala proposta por Ceballos entre outros autores, a qual varia de 1 a 5 (CEBALLOS *et al.*, 2012); de modo que quanto menor a nota, ou seja, 1 ou 2, melhor o porte pois são plantas mais eretas, as que apresentam notas entre 4 ou 5 são plantas de porte indesejável, conforme anexo A.

Ainda foi avaliado o número de manivas por planta, a fim de avaliar a taxa de multiplicação dos genótipos e variedades utilizados, uma vez a mandioca apresenta baixas taxas de multiplicação do seu material propagativo.

Após a colheita avaliou-se a produtividade de raízes ( $\text{tha}^{-1}$ ), medida com auxílio de uma balança digital, onde todas as plantas colhidas no estande foram pesadas; Peso total de raiz por planta ( $\text{kg}^{-1}$ ), estimado a partir da pesagem do total de raízes na parcela, dividido pelo número de plantas sobrevivente do estande. O teor de amido (%) foi obtido da seguinte forma, uma amostra de 5 kg de raízes, foi pesadas em uma balança digital, obtendo-se o peso no ar ( $P_{\text{ar}}$ ) e posteriormente, com o auxílio de uma balança hidrostática, esta mesma amostra foi colocada em um cesto vazado e tarado, o qual foi imerso em água, para que fosse obtido o peso na água ( $P_{\text{água}}$ ). Os valores obtidos foram aplicados nas fórmulas, proposta por Kawano: Teor de matéria seca =  $153,8 \times P_{\text{ar}}/P_{\text{ar}} - P_{\text{água}}$ , descrita por Kawano *et al.*, (1987). Para a obtenção do Teor de amido (%) = Teor de matéria seca (%) - 4,61.

Para os dados obtidos foram realizadas análise descritiva, análise de variâncias (individuais e conjuntas) para as safras, por meio do software SAS (Statistica Analysis System, SAS, 1992). As médias dos genótipos e das safras avaliadas foram agrupadas pelo teste de Scott-Knott e teste de Tukey, respectivamente, a 5% de probabilidade. As médias dos genótipos foram utilizadas na aplicação do índice de seleção na seguinte fórmula:  $I_{MM} = \sum n_{ij}$  descrito por Mulamba e Mock (1978).

No qual  $I_{MM}$  é o índice de soma de classificação, e “n” é o número de classificação do genótipo i com relação ao caráter j. Obtendo assim o índice de

soma de postos no qual o conjunto de variáveis que reúna vários atributos de interesse econômico simultaneamente (CRUZ; REGAZZI; 2012). Em seguida, procedeu-se à classificação dos genótipos com base nas médias ajustadas. Para cada genótipo foi calculada a soma dos números relativos à sua classificação de acordo com o índice de soma de classificação, evidenciando o potencial agrônomo dos melhores genótipos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1 são apresentados os valores das variáveis estudadas com seus respectivos índices. O índice de soma de classificação ou de postos (MULAMBA; MOCK, 1978), através de valores absolutos, onde o número 1 é atribuído ao genótipo com maior média para a variável avaliada, ou seja, àqueles de melhor desempenho (GARCIA; SOUZA JÚNIOR, 1999; LESSA et al., 2013).

Na variável estande, o genótipo BRS Gabriela com 32 plantas é o 1º colocado no índice, seguido pelo genótipo 978504 com média de 23 plantas, demonstrando alto desempenho no caráter avaliado, pois a maioria das plantas se mantiveram durante experimento. Na variável porte da planta os que apresentam melhor média, seguindo a classificação proposta Ceballos et al. (2013) onde nota 1 e 2 são considerados melhor porte, são os genótipos 986104, 997501, 962070, Formosa, Gabriela, Mulatinha e Poti Branca, todos com porte 1, o porte desejado para o plantio mecanizado, uma vez que plantas eretas são melhores alocadas no implemento agrícola, obtendo um plantio mais uniforme e assim maior produção, no ranking do índice tiveram a classificação 1, já que tem as mesmas notas.

Na variável número de manivas de 20cm por planta o genótipo que apresenta maior média é 9815006 com média de 7,5 manivas de 20cm/planta e 1ª colocada no ranking do índice, seguida por Mulatinha e Poti Branca ambas com média 7,0 e sendo desta forma 2º e 3º colocadas no índice, sendo genótipos com alta taxa de multiplicação. Para a produção de raízes os genótipos que apresentam maiores médias são 20023517, Poti Branca e São Domingos com 41,93; 37,55; 34,15  $\text{tha}^{-1}$ , estando alocados na classificação do índice em 1º, 2º, 3º respectivamente. Todos esses genótipos apresentam média de produção acima da produção Nacional que é 20,7  $\text{tha}^{-1}$  (IBGE, 2016).

Na variável produtividade de raízes os genótipos que apresentam maiores médias são 20023517, Chico Preto, Poti Branca, São Domingos e Mulatinha com média variando de 1,97 a 2,64 kgplanta<sup>-1</sup> demonstrando o alto desempenho destes genótipos promissores para produção de raízes.

**Tabela 1.** Valores médios para as variáveis estande, porte (escala 1 a 5), número de manivas de 20 cm por planta (Nmaniv), produtividade de raiz (Pr, tha<sup>-1</sup>), produção média de raiz (Pmr, kgplanta<sup>-1</sup>) e teor de amido (%); classificação dos genótipos entre parênteses e Índice de Mulamba e Mock (I<sub>MM</sub>) para a safra 2014/2015, na região litorânea do Ceará.

Genótipo	Estande	Porte	NMANIV	PR	PMR	Amido	I <sub>MM</sub>
861519	5,20 (26)	2 (8)	2,60 (26)	23,79(19)	1,50 (20)	26,98 (22)	121 (26)
959387	22,60 (3)	2 (8)	5,20 (10)	19,64(22)	1,24 (23)	28,97 (13)	79 (11)
959837	13,20 (16)	3 (23)	5,80 (6)	24,72(17)	1,56 (18)	30,43 (6)	86 (17)
978504	23,00 (2)	2 (8)	5,00 (13)	25,75(15)	1,62 (16)	29,54 (10)	64 (10)
986104	15,20 (11)	1 (1)	6,00 (5)	28,00(10)	1,76 (11)	25,96 (24)	62 (8)
997501	11,40 (18)	1(1)	4,80 (18)	13,87(24)	0,87 (25)	27,30 (21)	107 (24)
9620705	8,60 (22)	1 (1)	4,80 (16)	26,78(13)	1,69 (14)	28,18 (19)	85 (16)
9715201	6,80 (24)	2 (8)	5,20 (11)	27,24(12)	1,72 (13)	29,42 (11)	79 (12)
9811202	16,20 (10)	2 (8)	5,60 (8)	17,19(23)	1,08 (24)	27,69 (20)	93 (20)
9813703	14,80 (13)	3 (23)	4,80 (17)	24,74(16)	1,56 (17)	28,39 (18)	104 (22)
9815006	18,40 (6)	2 (8)	7,20 (1)	26,65(14)	1,68 (15)	29,77 (8)	52 (5)
20009305	15,00 (12)	2 (8)	4,60 (19)	13,15(25)	0,83 (26)	28,76 (15)	105 (23)
20023517	10,40 (19)	2 (8)	6,00 (4)	41,93(1)	2,64 (1)	29,99 (7)	40 (3)
20023520	8,00 (23)	2 (8)	5,00 (12)	28,70(8)	1,81 (9)	23,86 (26)	86 (18)
20050829	8,80 (21)	2 (8)	4,00 (21)	20,19(21)	1,27 (22)	30,61 (4)	97 (21)
Burro	12,60 (17)	3 (23)	4,00 (22)	28,95(6)	1,82 (7)	30,46 (5)	80 (14)
Caipira	16,40 (9)	2 (8)	5,00 (14)	27,36(11)	1,72 (12)	31,46 (2)	56 (6)
Chico Preto	6,40(25)	2 (8)	3,80 (23)	8,37(26)	2,64 (2)	24,68 (25)	109 (25)
S.Domingos	9,80 (20)	3 (23)	3,60 (24)	34,15(3)	2,15 (4)	28,83 (14)	88 (19)
Formosa	21,80 (4)	1 (1)	4,60 (20)	23,52(20)	1,48 (21)	28,74 (16)	82 (15)
Gabriela	32,60 (1)	1 (1)	5,80 (7)	24,29(18)	1,53 (19)	28,70 (17)	63 (9)
Kiriris	17,20 (8)	2 (8)	3,40 (25)	28,93(7)	1,82 (8)	26,92 (23)	79 (13)
Mulatinha	19,20 (5)	1 (1)	7,00 (2)	31,30(4)	1,97 (5)	32,55 (1)	18 (1)
Poti Branca	14,00 (14)	1 (1)	7,00 (3)	37,55(2)	2,37 (3)	29,12 (12)	35 (2)
Tapioqueira	18,20 (7)	2 (8)	5,60 (9)	28,25(9)	1,78 (10)	30,84 (3)	46 (4)
Verdinha	13,60 (15)	2 (8)	5,00 (15)	30,73(5)	1,94 (6)	29,72 (9)	58 (7)

A variável teor de amido, os genótipos Mulatinha, Caipira, Tapioqueira, 20050829 e Amansa Burro apresentam as maiores médias, 32,55; 31,46; 30,84; 30,61 e 30,46%, sendo alocadas pelo índice em 1º, 2º, 3º 4º 3 5º respectivamente, correspondendo em 10.19; 8.61; 8.71; 6.18 e 8.82 tha<sup>-1</sup> de amido. A classificação dos genótipos apresentado em cada variável na safra 2014/2015 pelo somatório são os genótipos Mulatinha, Poti Branca, 20023517, Tapioqueira e 9815006.

O genótipo Mulatinha foi classificado quanto ao estande em 5º, porte 1º, Nmaniv 2º, Pr 4º. Pmr 5º e teor de amido 1º, com média 19,20; 1; 7,0; 31,30; 1,97 e 32,55 respectivamente. A Poti Branca apresentou as primeiras classificações em Porte 1º, Nmaniv 3º, Pr 2º e Pmr 3º, com média 1; 7,0; 37,55  $\text{tha}^{-1}$  e 2,37  $\text{kgplanta}^{-1}$  respectivamente. O genótipo 20023517 apresenta grande destaque no programa de melhoramento, pois obteve o maior desempenho de produção de raízes, sendo classificado pelo índice em 1º, assim como na produção média por planta, com média 41,93  $\text{tha}^{-1}$  e 2,64  $\text{kgplanta}^{-1}$  obteve ainda 8º porte, 4º em número de manivas, e 7º em teor de amido, 3º na colocação geral. A variedade Tapioqueira foi a 4ª na classificação geral com maiores médias em amido 30,84% 3º colocada, Pr 9º com média 28,25  $\text{tha}^{-1}$ , e 9º em número de manivas com média 5,6; o 9815006 apresenta 1ª colocação em número de manivas com 7,60 de média, 8º em amido com 29,77% e 8º em porte da planta e o 6º em estande com média 18,40 sendo, portanto apontada com promissor tanto em produção de amido quanto em taxa de multiplicação.

Os genótipos com produtividade de raízes acima da média geral, demonstram melhor adaptação às condições edafoclimáticas da região litorânea do Ceará. Trabalhos relacionados ao uso de índice de seleção aplicados ao melhoramento genético de mandioca, demonstram resultados promissores para seleção de genótipos superiores (OLIVEIRA, et al., 2010).

Os valores médios da safra 2015/2016 com as variáveis estudadas estão na Tabela 2.

Na avaliação de estande os genótipos com maior média são Amansa Burro, 9815006 e Caipira com média variando de 30,34 a 35,45 estando alocados na 1º, 2º, 3º colocação no índice de seleção como os melhores genótipos em termos de estande, sendo consideradas genótipos vigorosos, pois manteve a maioria do material vegetal transplantado, obtendo assim um estande satisfatório, o que ocasiona maior produção. Para a variável porte da planta, os genótipos que apresentam melhor média foram 861519, 959387, 959837, 986104, 997501, 9715201, 9813703. 9815006, 20050829, Domingos, Formosa Kiriris e Poti Branca, todos com valor 1, sendo classificados como genótipos superiores, para o plantio mecanizado em mandioca para indústria. As médias do caráter número de manivas de 20cm/planta demonstram que os genótipos 9815006, Poti Branca e 997501 com média variando de 9,10 a 12,21 man/pla, estão na classificação 1º, 2º, 3º colocados

respectivamente, promissores para alta taxa de multiplicação que é dos grandes problemas da cultura.

**Tabela 2.** Valores médios para as variáveis estande, porte (escala 1 a 5), número de manivas de 20 cm por planta (Nmaiv), produtividade de raiz ( $\text{tha}^{-1}$ ), produção média de raiz (Pmr,  $\text{kgplanta}^{-1}$ ) e teor de amido (%); classificação dos genótipos entre parênteses e Índice de Mulamba e Mock ( $I_{MM}$ ) para a safra 2015/2016 na região litorânea do Ceará.

Genótipo	Estande	Porte	NMANIV	PR	PMR	Amido	$I_{MM}$
861519	29,34 (6)	1 (1)	9,21 (4)	28,06(12)	1,77 (12)	28,83 (4)	39 (1)
959387	27,78 (9)	1 (1)	8,43 (12)	25,25(19)	1,59 (19)	27,72 (10)	70 (10)
959837	25,11 (16)	1 (1)	6,43 (24)	39,12 (2)	2,47 (2)	28,55 (7)	52 (7)
978504	30,60 (4)	2 (14)	9,00 (6)	32,39(6)	2,04 (6)	28,48 (8)	44 (4)
986104	24,20 (19)	1 (1)	8,60 (10)	35,58(4)	2,24 (4)	25,42 (18)	56 (8)
997501	30,34 (5)	1 (1)	10,71 (3)	30,50(8)	1,92 (8)	26,80 (15)	40 (2)
9620705	25,83 (14)	2 (14)	8,82 (8)	34,40(5)	2,17 (5)	29,12 (3)	49 (6)
9715201	18,45 (25)	1 (1)	9,10 (5)	19,47(22)	1,23 (22)	25,94 (17)	92 (19)
9811202	24,20 (18)	2 (14)	9,00 (7)	24,25(21)	1,53 (21)	25,13 (21)	102 (24)
9813703	26,58 (13)	1 (1)	8,57 (11)	30,21(9)	1,90 (9)	25,20 (19)	62 (9)
9815006	33,34 (2)	1 (1)	12,21 (1)	26,45(17)	1,67 (17)	29,75 (2)	40 (3)
20009305	25,08 (17)	4 (26)	6,32 (25)	40,16(1)	2,53 (1)	26,62 (16)	86 (14)
20023517	25,80 (15)	3 (23)	7,40 (20)	37,33(3)	2,35 (3)	24,12 (24)	88 (15)
20023520	26,84 (10)	2 (14)	8,71 (9)	13,70(25)	0,86 (25)	31,22 (1)	84 (13)
20050829	26,83 (11)	1 (1)	8,32 (14)	30,62(7)	1,93 (7)	28,73 (5)	45 (5)
Burro	35,45 (1)	3 (23)	8,10 (16)	13,49(26)	0,85 (26)	27,72 (9)	101 (23)
Caipira	31,34 (3)	2 (14)	7,71 (18)	18,09(23)	1,14 (23)	27,15 (13)	94 (21)
Chico Preto	29,11 (7)	3 (23)	7,43 (19)	27,44(15)	1,73 (15)	20,07 (26)	105 (25)
Domingos	22,33 (23)	1 (1)	7,82 (17)	27,46(14)	1,73 (13)	24,81 (22)	90 (17)
Formosa	22,40 (22)	1 (1)	8,20 (15)	28,08(11)	1,77 (11)	24,17 (23)	99 (22)
Gabriela	18,45 (26)	2 (14)	8,43 (13)	26,86(16)	1,69 (16)	23,81 (25)	83 (12)
Kiriris	22,83 (20)	1 (1)	7,32 (21)	27,45(15)	1,73 (14)	25,15 (20)	91 (18)
Mulatinha	28,80 (8)	2 (14)	6,20 (26)	25,94(18)	1,63 (18)	28,55 (6)	90 (17)
Poti Branca	26,83 (12)	1 (1)	11,32 (2)	15,74(24)	0,99 (24)	26,87 (14)	77 (11)
Tapioqueira	22,58 (21)	2 (14)	6,82 (22)	25,11(20)	1,58 (20)	27,35 (11)	108 (26)
Verdinha	20,78 (24)	2 (14)	6,76 (23)	29,56(10)	1,86 (10)	27,31 (12)	93 (20)

Na variável Produtividade de raízes os genótipos que apresentam maiores médias são 20009305, 959837 e 20023517 com produção de 40,16; 39,12 e 37,33  $\text{tha}^{-1}$  respectivamente, sendo classificados pelo índice no 1º, 2º, 3º colocados, vale ressaltar que os genótipos relacionados são todos híbridos demonstrando o progresso do programa de melhoramento da cultura para a variável.

Outro caráter importante é a produção de raízes por planta, pois demonstra o potencial genético do genótipo, assim os que apresentam maiores médias sendo alocados na classificação no índice nas primeiras colocações são 20009305, 959837

e 20023517 com média 2,53; 2,47 e 2,35 kg/planta<sup>-1</sup>. Portanto, materiais com alto desempenho, promissores quanto à produtividade de raízes de mandioca.

Para a variável amido, característica importante para a indústria de beneficiamento da cultura, os genótipos que apresentam maiores médias são, 20023520, 9815006 e 9620705 com média de 31,22; 29,75 e 29,13% respectivamente, demonstrando a superioridade do material selecionado. A indústria de fécula ou amido de mandioca movimenta milhões de reais, pois vários produtos utilizam esta matéria prima para criação de produtos diferenciados para o mercado mundial (IBGE, 2016).

Na classificação final do índice de seleção de Mulamba e Mock (1978) os genótipos que apresentam na safra 2015/2016 a melhor classificação com a menor soma de postos foram 861519, 997501, e 9815006 com IMM de 39; 40 e 40 respectivamente. O genótipo 861519 apresentou melhor classificação em todas as variáveis estudada, sendo 6º, 1º, 4º, 12º, 12º e 4º classificado nas variáveis respectivamente. O genótipo 997501 obteve nas variáveis estande, porte da planta, Pr e Pmr a classificação 5º, 1º, 8º e 8º respectivamente. O 9815006 apresentam nas variáveis estande, porte da planta, Nmaniv e amido em 2º, 1º, 1º e 2º respectivamente. O genótipo 978504 em estande, Nmaniv, Pr, Pmr e amido são classificados 4º, 6º, 6º, 6º e 8º respectivamente. Por fim o genótipo 20050829 apresenta em Porte da planta, Pr, Pmr e amido na classificação 1º, 7º, 7º e 5º. Respectivamente.

Quanto a variável produção o genótipo 20009305 apresenta maior média e 1ª classificação pelo índice na safra 2015/2016 com média de produtividade de 40,16 tha<sup>-1</sup> e produtividade média por planta de 2,53 tha<sup>-1</sup> respectivamente. Desta forma o índice auxiliou na identificação dos genótipos com maior média entre as características estudadas.

Oliveira et al., (2010) avaliando genótipo de mandioca, relata a eficiência do índice, em selecionar genótipos com alto desempenho, permitindo a obtenção de ganhos simultâneos para redução da severidade da mancha parda, queima das folhas e mancha branca em mandioca, o que possibilita o aumento da produção.

O valor médio das variáveis estudados dos 26 genótipos nas safras conjunta 2014/2015 e 2015/2016 estão na Tabela 3.

**Tabela 3.** Valores médios para as variáveis estande, porte (escala 1 a 5), número de manivas de 20 cm por planta (Nmaniv), produtividade de raiz (Pr,  $\text{tha}^{-1}$ ), produção média de raiz (Pmr,  $\text{kgplanta}^{-1}$ ) e teor de amido (%); classificação dos genótipos entre parênteses e Índice de Mulamba e Mock ( $I_{MM}$ ) para a média das safras 2014/2015 e 2015/2016, na região litorânea do Ceará.

Genótipo	Estande	Porte	NMANIV	PR	PMR	Amido	$I_{MM}$
861519	17,27 (22)	1 (1)	5,90 (21)	25,93 (15)	1,63 (16)	27,91 (13)	88 (20)
959387	25,19 (4)	2 (12)	6,81 (10)	22,45 (21)	1,41 (22)	28,35 (11)	80 (15)
959837	19,16 (17)	2 (12)	6,11 (19)	31,93 (2)	2,01 (3)	29,49 (4)	57 (7)
978504	26,80 (1)	2 (12)	7,00 (8)	29,08 (7)	1,83 (8)	29,01 (8)	44 (2)
986104	19,70 (16)	1 (1)	7,30 (5)	31,79 (3)	2,00 (4)	25,69 (25)	54 (5)
997501	20,87 (9)	1 (1)	7,75 (3)	22,19 (22)	1,40 (23)	27,05 (18)	76 (11)
9620705	17,22 (23)	1 (1)	6,81 (11)	30,59 (5)	1,93 (6)	28,65 (9)	55 (6)
9715201	12,62 (26)	1 (1)	7,15 (6)	23,36 (19)	1,47 (20)	27,68 (15)	87 (19)
9811202	20,20 (13)	2 (12)	7,30 (4)	20,73 (25)	1,31 (26)	26,41 (22)	102 (22)
9813703	20,69 (10)	2 (12)	6,68 (13)	27,48 (10)	1,73 (11)	26,80 (20)	76 (12)
9815006	25,87 (2)	1 (1)	9,70 (1)	26,55 (14)	1,67 (15)	29,76 (2)	35 (1)
20009305	20,04 (14)	3 (26)	5,46 (25)	26,66 (12)	1,68 (13)	27,69 (14)	104 (23)
20023517	18,10 (18)	2 (12)	6,70 (12)	39,63 (1)	2,50 (1)	27,06 (17)	61 (8)
20023520	17,42 (21)	2 (12)	6,85 (9)	21,21 (24)	1,34 (25)	27,54 (16)	107 (25)
20050829	17,82 (19)	1 (1)	6,16 (18)	25,41 (18)	1,60 (19)	29,67 (3)	78 (13)
Burro	24,02 (5)	3 (26)	6,05 (20)	21,22 (23)	1,34 (24)	29,09 (7)	105 (24)
Caipira	23,87 (7)	2 (12)	6,35 (16)	22,73 (20)	1,43 (21)	29,31 (5)	81 (16)
Chico Preto	17,76 (20)	2 (12)	5,61 (24)	17,91 (26)	2,18 (2)	22,37 (26)	110 (26)
Domingos	16,07 (25)	2 (12)	5,71 (23)	30,81 (4)	1,94 (5)	26,82 (19)	88 (21)
Formosa	22,10 (8)	1 (1)	6,40 (15)	25,81 (16)	1,63 (17)	26,46 (21)	78 (14)
Gabriela	25,52 (3)	1 (1)	7,11 (7)	25,58 (17)	1,61 (18)	26,26 (23)	69 (9)
Kiriris	20,02 (15)	1 (1)	5,36 (26)	28,20 (9)	1,78 (10)	26,04 (24)	85 (18)
Mulatinha	24,00 (6)	2 (12)	6,60 (14)	28,62 (8)	1,80 (9)	30,55 (1)	50 (3)
Poti Branca	20,42 (11)	1 (1)	9,16 (2)	26,65 (13)	1,68 (14)	27,99 (12)	53 (4)
Tapioqueira	20,39 (12)	2 (12)	6,21 (17)	26,68 (11)	1,68 (12)	29,09 (6)	70 (10)
Verdinha	17,19 (24)	2 (12)	5,88 (22)	30,15 (6)	1,90 (7)	28,52 (10)	81 (17)

Os genótipos com maior média na avaliação conjunta das safras, na variável estande são 978504, 9815006 e Gabriela com média 26,80; 25,87 e 25,52 respectivamente, estes genótipos demonstram alto desempenho para estas características, alocados na 1<sup>o</sup>, 2<sup>o</sup> e 3<sup>o</sup> colocação respectivamente.

A melhor classificação para a variável porte da planta são os genótipos 861519, 98610, 997501, 9620705, 9715201, 9815006, 20050829, Formosa, Gabriela Kiriris e Poti Branca, todos com valor 1 e com classificação superior no índice de seleção, pois o porte é uma característica indispensável para a produção



mecanizada da cultura da mandioca, pois o implemento de plantio requer hastes eretas para que se tenha uma uniformidade de plantio e por conseqüente uma maior produção (VIDIGAL FILHO et al., 2000).

Quando avaliados as duas safras agrícolas as melhores médias para a variável número de manivas de 20 cm/planta os genótipos 9815006, Poti Branca e 997501 com média de manivas 9,70; 9,16 e 7,75 respectivamente, sendo alocados na classificação do índice no 1º, 2º e 3º pois, evidenciam a superioridade no quesito número de manivas, ou seja, taxa de multiplicação, para manter a cultura em campo. As primeiras posições quando comparado as safras em conjunto para a variável produção, são os genótipos 20023517, 95983 e 986104 com média de produção 39,63; 31,93 e 31,79  $\text{tha}^{-1}$ , respectivamente, acima da média nacional que em torno de 20,1 $\text{tha}^{-1}$  sendo os primeiros colocados no índice de seleção para esta característica 1º, 2º e 3º colocados, quando observado as safras em conjunto.

Para a variável produtividade média de raízes, quando analisadas em duas safras os que apresentaram maior média foram 20023517, Chico Preto e 959837 com média 2,50; 2,50 e 2,01  $\text{kg/planta}$ . Estes genótipos são classificados nos primeiros lugares pelo índice. A variável teor de amido os genótipos que obtiveram as maiores notas na safra conjunta foram. Mulatinha, 9815006 e 20050829 com médias de 30,55; 29,76 e 29,67 respectivamente, demonstrando que os genótipos mostraram ser promissores para esta característica.

Por fim na soma do índice aplicado neste trabalho de Mulamba e Mock (1978) os genótipos que apresentam as melhores médias são 9815006, 978504 e Mulatinha com  $I_{MM}$  de 35, 44 e 50 respectivamente. O genótipo 9815006 tem a melhor classificação nas variáveis, estande 2º, porte da planta 1º, Nmaniv 1º amido 2º colocação. O genótipo 978504 na classificação das variáveis é estande 1º, Nmaniv 8º, Pr 7º, Pmr 8º e teor de amido 8ª colocação. A variedade Mulatinha apresentou 6º em estande, 8º em produção de raízes, 9º produtividade média de raízes por planta e 1º em teor de amido, com uma média de 30,55%, despontando como uma variedade promissora para a recomendação em teor de amido. A Poti Branca se destacou como 1º em porte da planta, 2º Nmaniv, 13º em produção de raízes e 12º e teor de amido 4º na classificação geral do índice. E por fim o genótipo 986104 que na classificação em 1º em porte da planta, 5º no número de manivas, 3º na produção de raízes com média 31,79  $\text{tha}^{-1}$ , e 4º em produção média de raízes por planta.

Desta forma a aplicação do índice mostrou eficiência na seleção dos genótipos superiores, assim como o evidenciado por Oliveira et al. (2010) ao observar resultados favoráveis na aplicação do índice em mandioca. Quanto a influência da safra nos genótipos de mandioca para indústria, Vidigal Filho et al., (2000) ao avaliar genótipos de mandioca por três safras agrícolas constatou que o fator safra altera as médias dos caracteres avaliados, evidenciando a necessidade de avaliações em diferentes safras e ambientes. A seleção por meio de índices em mandioca é bastante promissora, podendo ser utilizada em programas de melhoramento da cultura, auxiliando na tomada de decisão pelo melhorista. Embora a obtenção do índice seja importante deve-se salientar que na tomada de decisão na seleção outros fatores devem auxiliar na escolha.

Lessa et al. (2017) ao avaliar o desempenho de oito cultivares de mandioca quanto as características agronômicas entre elas produtividade de raiz e o teor de amido verificaram o alto potencial produtivo da BRS Tapioqueira, BRS Caipira e BRS Kiriris, na primeira, segunda e terceira posição, respectivamente, utilizando a soma de classificação ou de postos (MULAMBA; MOCK, 1978). Evidenciando que o índice propiciou uma classificação mais adequada dos genótipos de mandioca.

Vários trabalhos na literatura apontam o índice de soma de postos, como um índice de fácil aplicabilidade, com resultados satisfatórios, sendo largamente utilizados para culturas como soja, milho, feijões, maracujá, entre outras (PEDROSO, et al., 2009; CARGNIN, et al., 2006; FREITAS, et al., 2014).

## CONCLUSÃO

Na avaliação conjunta das safras os genótipos 9815006, 978504, Mulatinha, Poti Branca e 986104 mantiveram as características superiores. Na avaliação conjunta o genótipo 20023517 com 39,63  $\text{thá}^{-1}$  foi o que apresentou melhor produtividade de raízes.

A aplicação do índice de Mulamba e Mock (1978) foi eficiente em auxiliar na seleção de genótipos, pois é um índice de fácil aplicação e confiável.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALLEM, A. C. The origins and taxonomy of cassava. In: HILLOCKS, R. J.; THRESH, J. M.; BELLOTTI, A. (Eds.). **Cassava: biology, production and utilization**. Wallingford: CABI Publications, p.1-16, 2002.

AGRITEMPO. **Sistema de Monitoramento Meteorológico**, Disponível em: <<http://www.agritempo.gov.br/agroclima/sumario>>. Acesso em: 15 abri. 2017.

BHERING, L. L.; CRUZ, C. D.; LAVIOLA, B. G. **Biometria aplicada ao melhoramento de espécies alternativas para a produção de biodiesel**. In: Deisy Lucia Cardoso, Lucas Nunes da Luz, Telma Nair Santana Pereira. (Org.). **Estratégias em melhoramento de plantas**. 1 ed. Viçosa: Arka Editora, p.90-129, 2011.

CARDOSO, C. E. L. **Competitividade e inovação tecnológica na cadeia agroindustrial de fécula de mandioca no Brasil**. Tese (Doutorado em Economia Aplicada) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, p.188, 2003.

CARVALHO, P. R. N.; MEZZETTE, T. F.; VALLE, T. L.; CARVALHO, C. L. R.; FELTRAN, J. C. Avaliação da exatidão, precisão e robustez do método de análise do teor de matéria seca de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz) por meio da determinação do peso específico (balança hidrostática). **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v.3, p.1-4, 2007.

CARVALHO, H. W. L.; RANGEL, M. A.; SANTOS, V. DA S.; BARROS, V. I.; PINHO, J. L. N.; ALVES M. C. S.; SILVA, A. D. A.; OLIVEIRA, T. R. A.; GOMES, M. C. M.; MENEZES, V. M. M. **Desempenho de Cultivares de Mandioca no Nordeste Brasileiro na Safra 2009/2010**. Sergipe: Embrapa Tabuleiros Costeiros, 2014. 26p. (Boletim de Pesquisa, Embrapa Tabuleiros Costeiros,82a)

CARGNIN, A.; DE SOUZA, A. M.; CARNEIRO, S. C. P.; SOFIATTI, V. Interação entre genótipos e ambientes e implicações em ganhos com seleção em trigo. **Pesquisa agropecuária. brasileira.**, Brasília, v.41, n.6, p.987-993, 2006.

CEBALLOS, H.; HERSHEY, C.; BECERRA-LÓPEZ-LAVALLE, L. A. New approaches to cassava breeding. **Plant Breeding Reviews**, v.36, p.427-504, 2012.

CEBALLOS, H.; MORANTE, N.; CALLE, F.; LENIS, J. I.; JARAMILLO, G.; PÉREZ, J. Mejoramiento Genético de la Yuca. In: OSPINA, B.; CEBALLOS, H. (Org.). **La yuca en el tercer milenio**: sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización. Cali: CIAT, p. 295-325, 2002.

CRUZ, C. D., REGAZZI, A. J. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. 2. ed. Viçosa: UFV, p.390, 1997.

CRUZ, C. D.; REGAZZI, A. J.; CARNEIRO, P. C. S. **Modelos biométricos aplicados ao melhoramento genético**. Viçosa: UFV, p.508, 2012.

FERREIRA FILHO, J. R.; MATTOS, P. L. P.; SILVA, J. Produção de biomassa de mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v.3, 2007.

FUKUDA, W. M. G.; SILVA, S. O. E. **Melhoramento de mandioca no Brasil**. In: Marney Pascoali Cereda. (Org.). AGRICULTURA: Tuberosas amiláceas latino americanas. 1 ed. São Paulo: Fundação Cargil, v. 2, p. 242- 257, 2002.

FUCEME, **Fundação Cearense de Meteorologia e Recursos Hídricos**, Disponível em: <[www.funceme.br/](http://www.funceme.br/)> Acesso em: 25/02/2017.

GARCIA, A. A. F.; SOUZA JÚNIOR, C. L. Comparação de índices não paramétricos para seleção de cultivares. **Bragantia, Campinas**, v. 58, n. 2, p. 253- 267, 1999.

GOMES, J. DE C.; SILVA, J. DA. Correção da acidez e adubação. **Aspectos socioeconômicos e agrônômicos da mandioca**. Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, Cruz das Almas, p. 215-247, 2006.

IBGE. **Sistema IBGE de Recuperação Automática: Levantamento sistemático da produção agropecuária, 2013.** Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br>> Acesso:15/03/2017.

KAWANO K, GONCALVEZ FUKUDA W. G. M.; CENPUKDEE U Genetic and environmental effects on dry matter content of cassava root. **Crop Science** v,27 p 69-74. 1987.

LESSA, L. S.; LEDO, C. A. DA S.; SANTOS, V. DA S.; SILVA, S. DE O. E; PEIXOTO, C. P. Seleção de híbridos diploides (AA)de bananeira com base em três índices não paramétricos. **Bragantia**. v.69, n.3, p.525–534, 2010.

LESSA, L. S.; LEDO, C. A. DA S.; SANTOS, V. DA S.; FLORES, P. S. Avaliação agrônômica de variedades e híbridos de mandioca (*Manihot esculenta Crantz*) em Cruz das Almas, Bahia. **In: Congresso brasileiro de mandioca, 15.** Salvador. Anais... Salvador: CBM: Embrapa, p.15, 2013.

LESSA, L. S.; LEDO, C. A. DA S.; SANTOS, V. DA S.; seleção de genótipos de mandioca com índices não paramétricos. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 13, nº 1, p.1-17, 2017.

LÓPEZ, J. Semilla vegetativa de yuca. In: OSPINA, B.; CEBALLOS, H. (Org.). La yuca en el tercer milenio: **Sistemas modernos de producción, procesamiento, utilización y comercialización.** Cali: CIAT, p.49-75, 2002.

MULAMBA, N. N.; MOCK, J. J. Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetics and Cytology, Alexandria**, v. 7, n. 1, p. 40– 51, 1978.

OLIVEIRA, E. J. DE; LIMA, D. S.; LUCENA, R. S.; MOTTA, T. B. N.; DANTAS, J. L. L. Correlações genéticas e análise de trilha para número de frutos comerciais por plantas em mamoeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 45, n. 8, p. 855-862, 2010.

OLIVEIRA, DE E. J.; SANTOS, DO F. E. P.; PIRES, V. J. A.; TOLENTINO, C. D.; SANTOS, S. V. **seleção de variedade de mandioca para produção de biomassa no semiárido baiano**. 16º congresso Brasileiro de mandioca, 1º congresso Latino-americano e caribenho de mandioca. 2015.

PIPERNO, D. R. The origins of plant cultivation and domestication in the New World Tropics: patterns, process, and new developments. **Current Anthropology**, v.52, n. S4, p.453-470, 2011.

PEDROZO, C. Â.; BENITES, F. R. G.; BARBOSA, M. H. P.; RESENDE, M. D. V. DE; SILVA, F. L. DA. Eficiência de índices de seleção utilizando a metodologia REML/BLUP no melhoramento da cana-de-acucar. **Scientia Agraria**, v.10, p.31-36, 2009.

SANTOS, V. S. **Seleção de pré-cultivares de soja baseada em índices**. 2005. 104f. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Escola Superior de Agricultura 'Luiz de Queiroz', Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.

SAS INSTITUTO, INC. **Statistical Analysis System, Release 6,08 (software)**. Cary, 1992.

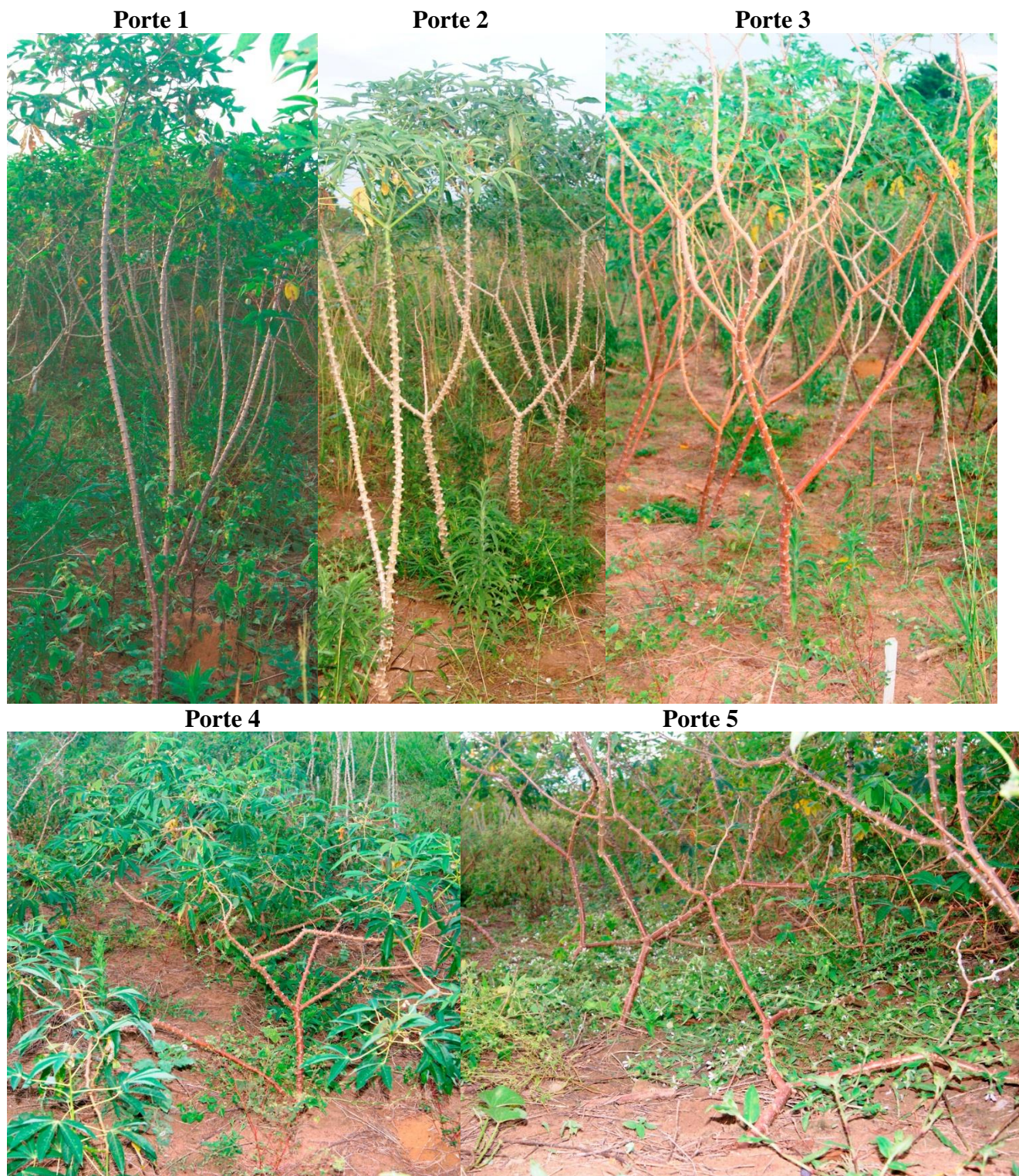
SOUZA, L. S. *et al.* **Aspectos socioeconômicos e agronômicos da mandioca**. Cruz das Almas, Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 817 p. 2006.

TEIXEIRA, D. H.; OLIVEIRA, M. S. P.; GONÇALVES, F. M. A.; NUNES, J. A. R. Selection index for simultaneously improving fruit production components of assai palm. **Pesquisa agropecuária Brasileira**. v.47, n.2, p.237-243, 2012.

VIDIGAL-FILHO, P. S.; PEQUENO, M. G.; SCAPIM, C.A.; GONÇALVES-VIDIGAL, M.C.; MAIA, R.R.; SAGRILO, E.; SIMON, G.A.; LIMA, R.S. Avaliação de cultivares e mandioca na região Noroeste do Paraná. **Bragantia**, Campinas, v.59, n.1, p.69-75, 2000.

**Anexo A.**

**Escala de notas para classificação das plantas quanto ao porte ou arquitetura, Ceballos et al., 2013)**



## CONSIDERAÇÕES FINAIS

O trabalho desenvolvido na região litorânea do Ceará, possibilitou várias contribuições para o progresso da cadeia agrônômica da mandioca, a hipótese apresentada era que, havia diversidade genética para os caracteres avaliados, no banco de germoplasma de mandioca na Embrapa mandioca e fruticultura, os quais foram respondido, pois na análise de variância pode-se observar esta variação, quando observados as diferentes safras de cultivo, ano 2014/2015 e 2015/2016 os genótipos apresentaram variação no seu desempenho agrônômico demonstrando a alta interação do genótipo com o ambiente e ao ano de cultivo, ampliando assim a compreensão nos fatores relacionados com a produção vegetal. Para o pleno desenvolvimento do mercado econômico da cultura, é necessário reunir o conhecimento dos fatores envolvidos na produção, e identificação e seleção de genótipos com características agrônômicas desejáveis. Além da possibilidade de recomendação dos genótipos para os agricultores da região litorânea do Ceará. Contudo os desafios foram inúmeros, tendo em vista a distância que o experimento foi instalado, do programa de melhoramento da mandioca da Embrapa, a logística de montar um experimento em outro Estado foi sem dúvidas a grande dificuldade encontrada, pois a necessidade de transportar o material propagativo, montar o experimento, insumos, avaliação e análises dos resultados do experimento. Pois conhecer o desempenho dos genótipos de mandioca em outra região é uns dos objetivos do programa. As metodologias utilizadas foram suficientes para responder as hipótese e objetivos do trabalho.

Em fim os genótipos Mulatinha, Poti Branca, 20023517, Tapioqueira e 9815006 apresentaram alto potencial agrônômico para recomendação no sistema de cultivo na região. O índice utilizado de Mulamba e Mock auxiliou na tomada de decisão em selecionar indivíduos contrastantes para o programa de melhoramento da cultura.

As perspectivas do programa de melhoramento da mandioca para a região é muita promissora, sendo a solicitação da Embrapa junto ao ministério da agricultura, pecuária e abastecimento (MAPA) o próximo objetivo do trabalho, obtendo a recomendação das cultivares e os genótipos que apresentaram serem promissores para a região.



Por fim, a cadeia produtiva da mandioca necessita de maiores investimentos, a fim de colocar o Brasil como o maior produtor mundial, tendo em vista a origem Brasileira e como a larga comercializado dos seus produtos e derivados as pesquisas com a cultura tem possibilitado o desenvolvimento de novas cultivares e tecnologias, para sanar os problemas que impossibilita o continuo desenvolvendo do mercado da cultura no Brasil e no mundo.