



UNIVERSIDADE
ESTADUAL DE LONDRINA

CELSO RAMOS

**CARACTERIZAÇÃO DE CLONES E CULTIVARES DE
MANDIOCA PARA CARACTERES AGRONÔMICOS E
INDUSTRIAIS**

Londrina
2014

CELSO RAMOS

**CARACTERIZAÇÃO DE CLONES E CULTIVARES DE
MANDIOCA PARA CARACTERES AGRONÔMICOS E
INDUSTRIAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina.

Orientador: Prof. Dr. Osmar Rodrigues Brito
Co-orientador: Dr. Auro Akio Otsubo

Londrina
2014

**Catálogo elaborado pela Divisão de Processos Técnicos da Biblioteca Central da
Universidade Estadual de Londrina**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)

| | |
|--------|--|
| R175ca | <p>Ramos, Celso. Caracterização de clones e cultivares de mandioca para caracteres agronômicos e industriais/ A Celso Ramos. – Londrina, 2014. 55 f.: il.</p> <p>Orientador: Osmar Rodrigues Brito Coorientador: Auro Akio Otsubo.. Dissertação (Mestrado em Agronomia) – Universidade Estadual de Londrina, Centro de Ciências Agrárias, Programa de Pós-Graduação em Agronomia, 2014. Inclui bibliografia</p> <p>1. Mandioca – Genética. – Teses. 2. Fécula de mandioca – Teses. 3. Plantas – Melhoramento genético – Teses. I. Brito, Osmar Rodrigues. II. Otsubo, Auro Akio. III. Universidade Estadual de Londrina. Centro de Ciências Agrárias. Programa de Pós-Graduação em Agronomia. IV. Título.</p> <p>CDU 633.493</p> |
|--------|--|

CELSO RAMOS

**CARACTERIZAÇÃO DE CLONES E CULTIVARES DE MANDIOCA
PARA CARACTERES AGRONÔMICOS E INDUSTRIAIS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agronomia, da Universidade Estadual de Londrina.

BANCA EXAMINADORA

Prof. Dr. Osmar Rodrigues Brito
UEL – Londrina – PR

Dra. Ana Paula Bilck
UEL – Londrina – PR

Prof. Dr. Leandro Simões Azeredo Gonçalves
UEL – Londrina – PR

Prof. Dr. Fabio Yamashita
UEL – Londrina – PR

Prof. Dra. Inês Cristina de Batista Fonseca
UEL – Londrina – PR

Londrina, 14 de março de 2014.

AGRADECIMENTOS

À Universidade Estadual de Londrina, Departamento de Pós-Graduação em Agronomia, pela oportunidade da realização do Curso de Mestrado;

Agradeço ao meu orientador, prof Osmar Rodrigues Brito não só pela constante orientação neste trabalho, mas por compartilhar seus conhecimentos durante o curso e durante a produção desta dissertação;

Ao meu co-orientador Dr. Auro Akio Otsubo e a Embrapa Agropecuária Oeste pela oportunidade de desenvolver este trabalho em parceria;

A minha esposa Ana Paula pelo incentivo e dedicação prestada em todos os momentos;

Ao Laboratório multiusuários da Uel onde foram realizadas as análises de microscopia.

A empresa Tereos Syral, ao Sr. Philippe Roux e aos colegas de trabalho pelo apoio e incentivo.

E a todos que, direta ou indiretamente, contribuíram para a concretização deste trabalho.

RAMOS, Celso. **Caracterização de clones e cultivares de mandioca para caracteres agrônômicos e industriais**. 2014. 55 f. Dissertação de Mestrado em Agronomia – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

RESUMO

O cultivo da da mandioca para fins industriais ainda apresenta desafios a serem superados que basicamente estão relacionados com a produtividade, teor e qualidade do amido das raízes, resistência as principais pragas e doenças e redução dos custos de produção. Reunir simultaneamente os atributos desejáveis em uma mesma cultivar é uma tarefa difícil de ser atingida, mesmo a longo prazo. Desta forma é muito importante o trabalho conjunto e participativo entre agricultores, pesquisadores e a indústria. O presente trabalho foi realizado em duas etapas. A primeira foi conduzida a campo e objetivou identificar novos materiais ou genótipos de mandioca com potencial para introdução na região centro sul, visando à produção de raízes para atender a demanda da indústria nacional de amido. Os novos clones e cultivares tradicionais foram avaliados quanto ao vigor, ocorrência de doenças (bacteriose e superalongamento), número de raízes por planta, produtividade e quanto aos teores e qualidade do amido produzido. Os resultados indicaram que os clones 60-2, 59-21, 60-1 e 51-5 se destacaram dos demais por apresentarem altas produtividades associadas com altos teores de amido nas raízes, além de tolerância moderada à bacteriose e ao superalongamento. A produtividade dos clones e das cultivares tradicionais ficou acima da produtividade média da região e superou a produtividade média nacional da cultura da mandioca. A segunda etapa teve como objetivo extrair e caracterizar o amido dos clones e cultivares. Foram avaliadas as propriedades morfológicas, físico químicas e amilográficas do amido. Os resultados indicaram que os grânulos dos amidos dos materiais avaliados apresentam superfícies lisas, arredondadas com formatos ovalados e côncavo-convexos, classificados como do tipo A, com cristalinidade variando de 18,6 a 22,29 %. Os clones 60-2, 55-14, 59-47 e 53-11 se destacaram em relação aos demais materiais avaliados por produzirem géis de amido com maiores valores de viscosidade máxima, na temperatura próxima de 90°C. Enquanto os amidos produzidos pelos clones 51-49, 55-3, 55-9 e 55-4 se destacam por apresentarem melhor desempenho de viscosidade quando mantidos à temperatura de 90 °C por 20 min. As cultivares Cascudinha e Fécula Branca apresentaram os piores desempenhos em relação às propriedades viscoamilográficas, provavelmente por produzirem amidos com baixos teores de amilose. O clone 60-2 destacou-se por apresentar alta produtividade, elevado teor de amido e boas propriedades viscoamilográficas.

Palavras-chave: *Manihotesculenta*. Seleção de clones. Fécula de mandioca. Melhoramento de plantas. Índice de seleção.

RAMOS, Celso. **Characterization of clones and cultivars of cassava for industrial and agronomic characters**. 2014. 55 p. Dissertation (Master's Degree in Agronomy) – Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2014.

ABSTRACT

The cultivation of cassava for industrial purposes still presents challenges to overcome that are primarily related to productivity, quality and content of starch roots, resistance to major pests and diseases and reduction of production costs. Simultaneously meeting the desirable attributes in a single cultivar is difficult to achieve, even on the long-term. Thus it is very important to work jointly and with participation of farmers, researchers and the starch industry. This study was conducted in two stages. The first stage was conducted in the field and aimed at identifying new varieties or cassava genotypes with potential for introduction in the South Central region, aiming for root production to meet the demand of the domestic starch industry. The new clones and traditional cultivars were evaluated for vigor, occurrence of diseases (bacterial blight and hyperextension), number of roots per plant, yield, levels and quality of produced starch. The results indicated that clones 60-2, 59-21, 60-1 and 51-5 stood out from the others with high yields, high levels of starch in the roots and moderate tolerance to bacterial blight and hyperextension. The productivity of clones and traditional cultivars were above the average productivity of the region and exceeded national average yields of cassava. The second step aimed at extracting and characterizing the starch from the tested clones and cultivars. Morphological properties, physicochemical and amylographic starch properties were evaluated. The results indicated that the starch granules of the tested varieties had smooth surfaces, rounded to oval and concave-convex shapes, classified as type A, with crystallinities ranging from 18.6 to 22.29%. Clones 60-2, 55-14, 59-47 and 53-11 stood out compared to the tested varieties for producing starch gels with higher maximum viscosity, at a temperature of 90 °C. While the starch produced by clones 51-49, 55-3, 55-9 and 55-4 stood out by having better viscosity performances when kept at a temperature of 90 °C for 20 min. "White Starch" and "Casculinha" cultivars showed the worst performances regarding viscoamylographic properties, probably due to low amylose contents. Clone 60-2 was highlighted by having a high productivity, a high starch content and good viscoamylographic properties.

Keywords: *Manihot esculenta*. Selection of clones. Cassava starch. Plant breeding. Selection indices.

LISTA DE FIGURAS

ARTIGO B

- Figura 4.1** – Difratoograma de raios X descritivo do método do índice de cristalinidade relativa adaptado à razão das intensidades difratadas. Fonte: Rocha, Demiate e Franco (2008).....34
- Figura 4.2** – Difratoogramas de raios-X das féculas ou amidos de mandiocadas cultivares e clones avaliados35
- Figura 4.3** – Micrografia de microscopia eletrônica de varredura dos grânulos de amido das cultivares e clones de mandioca avaliados.....38
- Figura 4.4** – Valores médios para teores de umidade (%), pH, fator ácido(ml) e cinzas (%) do amido ou fécula das cultivares e clones de mandioca avaliados39
- Figura 4.5** – Perfil de viscosidade AmilogramaBrabender cultivares IAC 90, Fécula Branca, Formosa, Cascudinha, Baianinha43
- Figura 4.6** – Perfil de viscosidade AmilogramaBrabender clones 59-19, 59-21, 59-25, 59-47, 60-1, 60-2, 60-3044
- Figura 4.7** – Perfil de viscosidade AmilogramaBrabender clones 55-1, 55-14, 55-3, 56-15, 55-4, 57-3, 55-9, 58-5, 55-10.....44
- Figura 4.8** – Perfil de viscosidade AmilogramaBrabender clones 51-30, 54-6, 51-49, 54-10, 51-69, 54-11, 52-4, 52-245

LISTA DE TABELAS

ARTIGO A

| | |
|--|----|
| Tabela 3.1 – Avaliação do vigor das cultivares e clones testados | 24 |
| Tabela 3.2 – Avaliação da incidência de bacteriose nas cultivares e clones testados | 25 |
| Tabela 3.3 – Avaliação da ocorrência do superalongamento nas cultivares e clones testados | 26 |
| Tabela 3.4 – Avaliação do número de raiz/planta, produtividade (kg de raiz/ha) e teor de amido (%) das cultivares e clones testados | 27 |

ARTIGO B

| | |
|---|----|
| Tabela 4.1 – Índice de cristalinidade dos amidos dos diferentes cultivares e clones de mandioca avaliados | 37 |
| Tabela 4.2 – Valores médios e desvio padrão das propriedades dos géis de amido das diferentes cultivares e clones de mandioca avaliados (Amilograma Brabender) | 42 |
| Tabela 4.3 – Teor de amilose das amostras do amido de mandioca das cultivares e clones estudados | 46 |

SUMÁRIO

| | | |
|----------|---|----|
| 1 | INTRODUÇÃO | 10 |
| 2 | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 12 |
| 2.1 | CULTURA DA MANDIOCA | 12 |
| 2.2 | COMPONENTES DA PRODUÇÃO | 13 |
| 2.3 | MELHORAMENTO GENÉTICO | 14 |
| 2.4 | PRODUTIVIDADE..... | 16 |
| 2.5 | DOENÇAS..... | 17 |
| 2.6 | CARACTERÍSTICAS DAS RAÍZES DE MANDIOCA..... | 18 |
| 2.6.1 | Fécula de Mandioca | 18 |
| 2.6.2 | Estrutura e Características dos Grânulos de Amido..... | 19 |
| 3 | ARTIGO A: CARATERÍSTICAS DE CLONES E CULTIVARES DE MANDIOCA INDUSTRIAL CULTIVADAS NA REGIÃO CENTRO SUL DO BRASIL | 21 |
| 3.1 | INTRODUÇÃO | 21 |
| 3.2 | MATERIAL E MÉTODOS | 22 |
| 3.3 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 24 |
| 3.3.1 | Vigor, Bacteriose e Super Alongamento..... | 24 |
| 3.4 | CONCLUSÕES | 28 |
| 4 | ARTIGO B: CARACTERIZAÇÃO DO AMIDO DE CLONES PROMISSORES DE MANDIOCA (<i>MANIHOT ESCULENTA</i>, CRANTZ) PARA USO INDUSTRIAL | 29 |
| 4.1 | INTRODUÇÃO | 30 |
| 4.2 | MATERIAL E MÉTODOS | 30 |
| 4.2.1 | Extração do Amido | 31 |
| 4.2.2 | Análises Físico-Químicas e Teor Deamilose..... | 32 |
| 4.2.3 | Propriedades do Gel..... | 32 |
| 4.2.4 | Microestruturado Grânulo de Amido..... | 33 |
| 4.2.5 | Difração de Raio X | 33 |
| 4.2.6 | Índice de Cristalinidade dos Grânulos..... | 33 |

| | | |
|-------|---|-----------|
| 4.3 | ANALISE ESTATISTICA | 34 |
| 4.4 | RESULTADOS E DISCUSSÃO | 35 |
| 4.4.1 | Difração de Raio-X e Índice de Cristalinidade | 35 |
| 4.4.2 | Características Morfológicas dos Grânulos de Amido | 37 |
| 4.4.3 | Análises Físico-Químicas | 39 |
| 4.4.4 | Propriedades do Gel de Amido | 41 |
| 4.4.5 | Teor de Amilose | 45 |
| 4.5 | ÍNDICE DE SELEÇÃO DOS CLONES E CULTIVARES AVALIADOS | 47 |
| 4.6 | CONCLUSÕES | 48 |
| | REFERÊNCIAS | 50 |

1 INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca (*Manihotesculenta*, Crantz) está presente na maioria dos países tropicais e se adapta facilmente a diversos tipos de solos, inclusive os de baixa fertilidade (VIANA et al., 2002). No Brasil, é cultivada em todas as regiões, e a mandioca está entre os nove primeiros produtos da agricultura nacional, assumindo o sexto lugar em valor da produção (EMBRAPA, 2012). Em 2012 foram produzidas 24,5 milhões de toneladas de raízes, com rendimento médio de 13,9 toneladas/ha (CONAB, 2013).

Em muitas regiões a cultura da mandioca foi sempre considerada como atividade de baixo valor agregado, destinada somente à produção de alimentos baratos para as camadas mais pobres da população. O valor e a importância desta cultura no cenário nacional vêm sofrendo rápidas alterações desde que o aproveitamento industrial da mandioca, para produção de fécula, tornou-se fonte de geração de novos postos de trabalho e fator de reversão de êxodo rural (VILPOUX, 2010).

A denominação fécula se aplica ao produto amiláceo extraído das partes subterrâneas comestíveis dos vegetais (tubérculos, raízes e rizomas), enquanto amido é o isolado das partes aéreas dos vegetais (grãos de cereais e leguminosas), frutas verdes. Essas denominações indicam apenas a origem do produto (diferenciação tecnológica) e não a composição química (CEREDA, 2002).

No mercado globalizado atual, 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, 2012).

O Brasil é o terceiro maior produtor mundial de fécula, ficando atrás da Tailândia e Indonésia, mas as nossas exportações permanecem insignificantes. Segundo Goebel (2005) a quantidade de fécula produzida é extremamente variável gerando dificuldades para estabelecimento de metas e contratos com o setor industrial e de exportação. O autor reforça a importância de se estabelecer um processo organizacional eficiente entre os agentes envolvidos com a produção e o processamento da mandioca. Para Vilpoux (2010) a inadequação organizacional das fecularias brasileiras é reflexo direto da falta de planejamento e organização do setor

produtivo, o que gera grandes flutuações tanto na produção como nos preços, reduzindo a competitividade da fécula brasileira frente ao amido de milho ou da fécula produzida tailandesa.

Entre os estados brasileiros, Paraná, Mato Grosso do Sul, São Paulo e Santa Catarina, concentram a maior parte da produção nacional de fécula. O Paraná é o principal produtor, participando com 70,5 % do total, enquanto o Mato Grosso do Sul participa com 17,1 % e fica à frente dos estados de São Paulo e Santa Catarina (10,7 e 1,3%, respectivamente). De acordo com dados do CEPEA (2012) em 2011, a produção de fécula nos estados do Pará e da Bahia representaram apenas 0,3% e 0,2% do total, respectivamente.

No início dos anos 2000, aproximadamente 87% do total de raízes processadas pela indústria brasileira de fécula de mandioca teve origem em cinco variedades: fécula branca (31%), fibra (21%), espeto (17%), olho junto (11%) e mico (7%) (ALVES E VEDOVOTO, 2003). Deste então, essa baixa diversidade genética, mudou muito pouco, pois a inclusão de novos materiais como as variedades cascuda e baianinha (SAGRILO et al, 2010) ocorreu com a redução simultânea ou desaparecimento do cultivo das variedades fibra, mico, olho junto e espeto. Isso justifica a necessidade de programas de pesquisa que visem à busca por novas cultivares mais produtivas e com maior rendimento de amido, que, além disso, possam apresentar resistência à bacteriose e superalongamento, principais doenças relacionadas ao cultivo da mandioca.

Nesse contexto, estudos que visem à tipificação do amido dos novos clones de mandioca são muito importantes para a cadeia produtiva, uma vez que o melhor conhecimento sobre a qualidade da fécula produzida permitirá às indústrias pagarem mais pelo produto adquirido, gerando maior renda para os produtores. Além disso, o setor industrial poderia classificar adequadamente a fécula processada, indicando-a para finalidades específicas e obter maior valorização e maior competitividade no mercado internacional.

Diante da situação exposta, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar os caracteres agrônomico e físico-químicos de clones e cultivares de mandioca industrial para cultivo na região Centro Sul do Brasil.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 A CULTURA DA MANDIOCA

A mandioca (*Manihot suculenta*, Crantz) é originária do continente Americano, da região Amazônica, tendo o Brasil como país de origem (VILPOUX, 2010). Foi extensamente disseminada pelos portugueses durante os séculos XVI e XVII para áreas tropicais e subtropicais da África, Ásia e do Caribe.

Atualmente a mandioca é cultivada em muitos países que ocupam uma extensa faixa do globo terrestre, situada entre os paralelos 30° de latitude norte e sul. Nas terras baixas da América do Sul destaca-se a domesticação de dois grupos de mandioca: as frutíferas e as alimentícias. Entre as alimentícias a grande maioria é perene, tem propagação vegetativa e as raízes tuberosas são as partes utilizadas para o consumo. As espécies alimentícias apresentam características genéticas e ecológicas que permitem vantagens adaptativas para as condições ambientais predominante nos trópicos.

A mandioca é facilmente cultivada em regiões de clima tropical e subtropical, com temperatura média anual entre 24°C a 25°C. A raiz não tolera alagamento nem congelamento do solo e obtém maior produtividade quando cultivada a pleno sol. Apresenta boa adaptação em ambientes com solos ácidos, baixa fertilidade e regimes pluviométricos diversos, apresentando elevada tolerância à seca (EMBRAPA, 2012).

As boas produtividades obtidas por essa cultura mesmo em solos de baixa fertilidade ocorrem devido à eficiência na absorção de nutrientes, principalmente o fósforo. Essa eficiência é otimizada pela associação das raízes com fungos micorrizos arbusculares nativos, como *Glomus manihotis*, que apresenta alta colonização das raízes de mandioca e se desenvolve melhor em solos ácidos (EMBRAPA, 2003). Por outro lado, a resistência da mandioca às condições climáticas adversas para muitas culturas é determinante para o seu cultivo em regiões de grande estiagem, como no nordeste brasileiro. E por ser uma importante fonte de carboidrato de baixo custo, a cultura da mandioca reveste-se de grande importância social, principalmente em países tropicais de baixa renda per capita (O'HAIR, 1998).

Apesar da importância social, a cultura da mandioca apresenta limitações, devido aos baixos teores de proteína, elevados teores de glicosídeos cianogênicos e alta velocidade de deterioração das raízes, o que dificulta a sua conservação pós colheita (KERESZTESSY et al., 2001; IGLESIAS et al., 2002). Acrescente-se a estes aspectos a desorganização dos produtores e da produção, as dificuldades de aquisição de raízes pelo setor industrial, a má qualidade das manivas utilizadas no plantio de novas áreas e a grande susceptibilidade da plantas de mandioca ao ataque de pragas e doenças (MATTOS et al., 2002).

Em vista disso e considerando a necessidade de se melhorar os sistemas de cultivos, o melhoramento genético e a seleção de novas matérias, torna-se imperativo quando se pretende selecionar materiais genéticos de melhor qualidade quer separe para consumo *in natura*, para alimentação animal ou para processamento industrial.

2.2 COMPONENTES DA PRODUÇÃO

A produtividade das lavouras de mandioca depende da interação de diversos fatores ambientais e do genótipo que agem no sentido de determinar a maior ou menor tolerância às condições adversas de clima e solo, a ocorrência de pragas e doenças, o número de raízes por planta, e por fim a produção de raízes por planta e por área de cultivo. A variedade de mandioca, embora não exerça influência direta no número de plantas, a menor resistência às doenças pode determinar falhas no estabelecimento e manutenção do stand ou população de plantas da área cultivada. Por outro lado, o preparo do solo, além da influência direta no desenvolvimento das plantas, afeta também a infestação por plantas daninhas e a ocorrência, da podridão radicular, quando há compactação e acúmulo de água na área.

De todos os fatores citados, a carga genética da variedade selecionada talvez seja o de maior importância uma vez que para o cultivo da mandioca se emprega a propagação vegetativa e a planta obtida será sempre idêntica à planta mãe (SANTOS et al., 2009). A fase inicial de desenvolvimento da planta de mandioca depende diretamente das reservas de nutrientes e do conteúdo de água das manivas utilizadas no plantio, que por sua vez depende da época de

corte, período e condições de armazenamento das ramas colhidas. Quando a rama apresenta ferimentos e é infectada por algum agente patológico (fungo ou bactéria) pode ocorrer grande redução na formação de brotos da maniva plantada (ABAM, 2012).

2.3 MELHORAMENTO GENÉTICO

De acordo com Pauls (1995), para a maioria das espécies cultivadas, o tempo necessário para desenvolver, avaliar e liberar uma nova variedade, dentro de um programa de melhoramento genético clássico, varia de 10 a 15 anos. O processo completo inclui as fases de avaliação e manipulação do germoplasma disponível, seleção dos parentais, escolha do método e plano de melhoramento, estabilização genética dos novos materiais, condução de experimentos com as melhores linhagens, multiplicação comercial, distribuição do material para agricultores e manutenção do controle de qualidade da nova variedade ou cultivar selecionado.

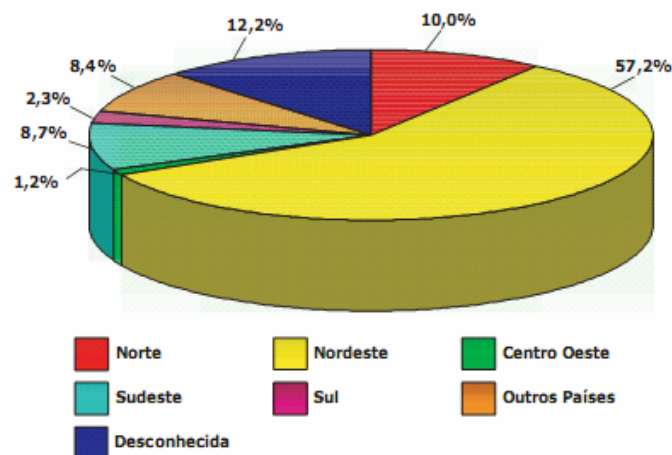
No Brasil, diferentes variedades de mandioca são conservadas em bancos de germoplasmas (VIEIRA et al., 2007) ou em coleções de acesso, distribuídas por todo o país. Apesar da reconhecida variabilidade genética existente nesses locais, o germoplasma da mandioca ainda não foi devidamente caracterizado. Segundo COSTA et al., (2003) a escassez de informações relacionadas à caracterização genética e a carência de estudos sobre diversidade genética das espécies, fazem com que a conservação e caracterização de germoplasma se tornem necessárias para manutenção de um banco de genes que possa ser utilizado no futuro em programas de melhoramento genético de espécies vegetais e particularmente da mandioca.

Com objetivo de conservar, caracterizar, identificar os acessos duplicados, documentar e promover o intercâmbio de genótipos e de informações, a Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical iniciou em 1976, em Cruz das Almas, Bahia, a formação de um banco ativo de germoplasma de mandioca (BAGM) com 288 acessos. A partir de 1994, foram estabelecidos os bancos regionais de germoplasma de mandioca (BRGMs) e atualmente estão distribuídos em sete unidades: Banco Nordeste e Tabuleiros Costeiros, Amazônia Ocidental, Mandioca

Cerrado, Semiárido do Nordeste do Brasil, Amazônia Oriental, Embrapa Clima Temperado e Banco de germoplasma da EPAGRI.

Na Figura 1 pode-se observar a distribuição das origens dos materiais coletados para formação do banco ativo de germoplasma de mandioca da EMBRAPA.

Figura 1 – Origem dos acessos de mandioca conservados na Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical (EMBRAPA, 2005).



Na região Sudeste, o Instituto Agrônomo de Campinas (IAC), iniciou as atividades do Programa de Melhoramento Genético de Mandioca na década de 1930. O programa mais antigo e conta com a maior variabilidade genética dos bancos de germoplasma do mundo. Nos últimos períodos, selecionaram-se três clones superiores, denominados IAC 13; IAC 14 e IAC 15, este último lançado em 2000, e que já conta com ampla difusão deramas disponíveis para produtores de mandioca industrial, utilizada para produção de farinha ou fécula. A primeira cultivar não autóctone lançada pelo IAC foi a IAC 12-829 (atualmente a IAC 12), que, apesar de mais antiga, ainda é uma excelente alternativa para o mandiocultor. As cultivares IAC 13 e IAC 14 foram selecionados dentro de uma população de 180.000 clones formada pela recombinação de nove variedades elite: SRT 1 Vassourinha, SRT 59 Branca de Santa Catarina, SRT 1105 Mico ou Roxinha, SRT 1099 Taquari, SRT 1198 Engana Ladrão, IAC 14-18, IAC 12-829, SRT 1139 Aipim Bravo e IAC 105-66 (IAC, 2014).

Atualmente no Ministério da Agricultura (MAPA), está registrado as cultivares desenvolvidas a partir de novos clones (Tabela 1).

Tabela 1 – Cultivares desenvolvidas a partir de clones registrados no MAPA.

| Cultivares | Mantenedor | N.registro |
|----------------------------------|------------|------------|
| IAC 12 (Clone IAC 12-829) | IAC | 09652 |
| IAC 13 (Clone IAC 44-82) | IAC | 09651 |
| IAC 14 (Clone IAC 114-80) | IAC | 09653 |
| IAC 14-18 (Clone 14-18) | IAC | 09645 |
| IAC 576-70 (Clone IAC 576-70) | IAC | 09643 |
| IAC 59-210 (Clone IAC 59-210) | IAC | 09644 |
| IAC Caapora (Clone IAC 105-66) | IAC | 09650 |
| IAC Iracema (Clone IAC 7-127) | IAC | 09649 |
| IAC Jaçanã (Clone IAC X-352-7) | IAC | 09646 |
| IAC Mantiqueira (Clone IAC 24-2) | IAC | 09647 |

Fonte: MAPA (2014)

Com o trabalho desenvolvido pelo IAC foi ampliada a base genética da cultura da mandioca do país, identificados e gerados novos clones que são mais produtivos e tolerantes às principais pragas e doenças, além de serem mais adaptados aos diferentes agrossistemas onde se cultiva a mandioca no Brasil (FARIAS et al., 2006).

2.4 PRODUTIVIDADE

O cultivo da mandioca está quase que exclusivamente relacionado à produção de raízes, sendo este o principal critério utilizado para seleção de novos cultivares. Considerando que esta variável reflete diretamente a interação entre o genótipo e o ambiente, nos programas de melhoramento da mandioca deve-se avaliar com mais precisão as características que apresentem maior correlação com a produção. A obtenção de novos materiais ou genótipos com tolerância ou resistência a algum tipo de pragas ou doença pode influenciar diretamente no rendimento da cultura.

A diversidade observada entre as variedades de mandioca cultivadas no Brasil indica a existência de uma ampla base genética para programas de melhoramento, que pode possibilitar a seleção ou desenvolvimento de cultivares com algum nível de tolerância aos estresses ambientais ou ao ataque das principais pragas e doenças que ocorrem na cultura da mandioca (FUKUDA et. al., 1998).

Zatarim et al (2000) estudaram a produtividade de alguns clones de mandioca na região de Campo Grande (MS) e obtiveram produção de raízes acima de 21Mg/ha, entre elas os clones IAC 183-86 (43,1Mg/ha), IAC 47-86 (42,83 Mg/ha),

IAC 12-87 (27,27Mg/ha), IAC 11-87 (34,73 t/ha). Otsubo et al (2002), em Glória de Dourados (MS), obtiveram produtividades na primeira safra de 40,1, 60,2, 32,8 40,5 e 48,5 (Mg/ha) para as cultivares espeto, fécula branca, IAC 13, IAC 14 e IAC 15, respectivamente.

2.5 DOENÇAS

As perdas de produção em virtude da ocorrência de doenças na cultura da mandioca podem chegar a 100%da produção, dependendo da severidade do ataque, da localização geográfica da área plantada, do ciclo e grau de suscetibilidade das variedades ou cultivares, e do sistema de produção adotado (ALVES et.al., 2009).

A bacteriose é o principal problema fitossanitário da cultura da mandioca, pois causa severas reduções na produção de fitomassa tanto da parte aérea como de raízes, nos cultivos realizados nas regiões Sul, Sudeste e Centro Oeste do país, além de ser especialmente limitante para o cultivo da mandioca na região ocupada pelos Cerrados. Essa doença que tem como agente causal a bactéria *Xanthomonasaxopnodispv. manihotis*, coloniza os vasos do xilema da planta, e pode sobreviver na área de ocorrência em restos culturais e no solo por cerca de seis meses. O inoculo deste patógeno é disseminado por manivas sementes, ferramentas de trabalho, estômatos foliares e ferimentos de plantas contaminadas (OTSUBO, 2002).

Os sintomas da bacteriose se caracterizam pela ocorrência de manchas angulares de aparência aquosa, que aparecem primeiro nos folíolos, seguindo por murcha das folhas e pecíolos, exsudação de goma nas hastes e que pode levar à morte da planta. Como não existe método eficiente para controle da bacteriose, as principais medidas de manejo são preventivas, tais como utilização de manivas saudas, eliminação e queima das plantas infectadas, uso de variedades resistentes, evitar o transito em áreas infectadas, retirada de restos de cultura da área de plantio, rotação de culturas, pousio da área infestada e desinfecção das ferramentas utilizadas no corte das ramas e preparo das manivaspara o plantio (FUKUDA, 2010).

O superalongamento, causado por *Sphacelomamanihotícola*, é uma doença de origem fúngica muito importante na cultura da mandioca. Os principais sintomas da doença caracterizam-se pelo alongamento exagerado das hastes

tenras, formando ramas finas com longos internódios. Este crescimento anormal é provocado pelo aumento da concentração de ácido giberélico, induzido pelo fungo causador da doença. Em casos mais severos as plantas afetadas podem ser identificadas pelas lesões típicas de verrugoses que ocorrem nas hastes, pecíolos e nervuras; também é comum observar retorcimento das folhas, desfolhamento e morte dos tecidos. Durante a estação chuvosa, a disseminação da doença se dá de forma muito rápida, pois os esporos são facilmente transportados a longas distâncias pela ação do vento e da chuva. O estabelecimento da doença em uma área anteriormente livre ocorre principalmente por meio de manivas contaminadas (EMBRAPA, 2012).

As medidas adotadas para o controle do superalongamento são basicamente a seleção de ramas sadias para o plantio, uso de cultivares tolerante ou resistente e a rotação de culturas. Atualmente, os programas de melhoramento da mandioca no Brasil procuram selecionar genótipos simultaneamente resistentes à bacteriose e ao superalongamento (ABAM, 2012).

2.6 CARACTERÍSTICAS DAS RAÍZES DE MANDIOCA

As raízes tuberosas da mandioca apresentam diferentes conformações, destacando-se os seguintes formatos: cilíndricas, cilindro-cônicos, cônicos, fusiformes e globosos (menos comum), com números que oscilam entre cinco a doze raízes por planta. Apresentam composição média de 68,2% de umidade, 30% de amido, 2% de cinzas, 1,3% de proteínas, 0,2% de lipídeos e 0,3% de fibras (ALBUQUERQUE et. al., 1993). Podendo ser classificadas como essencialmente energéticas, apresentando elevados teores de polissacarídeos amiláceos.

2.6.1 Amido ou Féculade Mandioca

O amido é um carboidrato formado ou produzido em diferentes células e órgãos de plantas tais como tubérculos, folhas, grãos, troncos, sementes, frutas e pólen. É também sintetizado por células de diversos microrganismos (CEREDA, 2002). É um polissacarídeo formado apenas por unidades glicosídicas e constitui a principal fonte de energia armazenada pelos vegetais. Junto com a

celulose, o amido é um dos carboidratos mais abundantes encontrados nos alimentos.

Comercialmente se pode relacionar como principais fontes de amido o milho comum, a batata, o trigo, a mandioca e o milho ceroso. Atualmente os amidos podem ser industrialmente isolados da batata doce, aveia, centeio, ervilha, feijão, arroz e sorgo (VAN SOEST, 1996).

O amido ou fécula é o componente responsável pelas reservas de energia das raízes de mandioca, representando cerca de 20 a 30 % da matéria fresca e cerca de 80 a 90 % na matéria secada mesmas (VILELLA; FERREIRA, 1987). Quando extraído de plantas e sem quaisquer alterações, denomina-se amido nativo, tendo ampla aplicação em diversos setores industriais como têxtil, papel, farmacêutico, siderúrgico, plástico e alimentício (LEONEL; JACKEY; CEREDA, 1998; TAKIZAWA et al., 2004).

2.6.2 Estrutura e Características dos Grânulos de Amido

Quimicamente, a denominação amido se aplica ao polímero resultante da mistura de duas moléculas distintas, a amilose e a amilopectina, ambas contendo apenas unidades de glicose. A amilose é um polímero, basicamente linear, cuja massa molecular varia de 10^5 a 10^6 g/mol, unidas por ligações alfa 1→4 que proporciona às cadeias uma rotação natural das moléculas em formato de espiral ou dupla hélice. O interior da hélice é basicamente formado por átomos de hidrogênio unidos aos átomos de carbono, resultando em uma superfície hidrofóbica que permite a complexação com outras moléculas, dependendo da temperatura e da umidade do meio (VAN SOEST, 1996; ZOBEL, 1988). Por outro lado, a amilopectina é um polímero altamente ramificado, com massa molecular variando entre 10^7 a 10^9 g/mol. Contém unidades glicosídicas unidas por ligações alfa 1→4, além das ligações beta 1→6 entre os pontos de ramificação, localizadas a cada 25 ou 30 unidades de glicose (VAN SOEST, 1996).

Amilose e amilopectina não existem livres na natureza, ocorrem formando agregados semicristalinos organizados sob a forma de grânulos de amido. O tamanho, a forma e a estrutura dos grânulos de amido variam com as espécies vegetais. Os diâmetros dos grânulos geralmente oscilam de 1 a 100 μm , e os

formatos podem ser regulares ou irregulares (LIU, 2005). A proporção entre amilose e amilopectina nos grânulos de amido bem como as estruturas moleculares variam com a espécie vegetal, mas dependem também do cultivar considerado, e das condições ambientais de cultivo (KITAHARA; COPELAND, 2004).

A fécula ou amido de mandioca, em particular, tem o formato irregular (elíptico, com um extremo truncado) e diâmetro que varia de 5 a 36 μm . O seu teor de amilose varia de 16 a 20% enquanto que o de amilopectina fica entre 80 a 84%. O perfil molecular da amilose e da amilopectina dos amidos de mandioca, milho e cará, apresentam maiores teores de amilose e teores intermediários de amilopectina. Os grânulos de amido, por serem parcialmente cristalinos, proporcionam padrões específicos de difração de raios-x. Os padrões de cristalinidade são definidos com base nos espaços interplanares e na intensidade relativa das linhas de difração dos raios-x (KARAN, 2003).

O difratograma de raios-x de grânulos de amido ou fécula de mandioca apresenta seis picos principais em torno dos ângulos de difração de 11, 15, 17, 18, 20 e 23°, característicos dos grânulos de estrutura tipo A (VICENTINI, 2003). A presença de um pico fraco ao redor do ângulo de difração de 5,5°, junto a um pico mais intenso em 17°, permite a classificação da fécula de mandioca dentro da conformação do tipo A, denominados por Vicentini (2003), como Cab (C com proximidade ao A). Karan (2003), também estudou o amido de mandioca e confirmou que o mesmo apresenta conformação tipo A.

Os grânulos de amido são insolúveis em água fria e na maioria dos solventes orgânicos. Quando inspecionados em microscópio de luz polarizada, o amido nativo apresenta uma cruz de birrefringência característica, chamada de "Cruz de Malta", que indica alto grau de organização radial. O centro ou "*hilum*", encontrado no centro da cruz, é considerado o ponto original de crescimento do grânulo (ELIASSON, 2004).

3 ARTIGO A: AVALIAÇÃO DE CLONES E CULTIVARES DE MANDIOCA INDUSTRIAL CULTIVADAS NA REGIÃO CENTRO SUL DO BRASIL.

Resumo: As características dos clones utilizados no cultivo da mandioca variam de acordo com a aptidão comercial, para o processo industrial ou para consumo humano "in natura". O presente trabalho objetivou identificar novos clones de mandioca com potencial para introdução na região centro sul, visando à produção de raízes para atender a demanda da indústria nacional de amido. Os clones e cultivares foram avaliados quanto ao vigor, ocorrência de doenças (bacteriose e superalongamento), número de raízes por planta, produtividade (kg/ha) e teor médio de amido (%). Os clones 60-2,59-21,60-1e51-5se destacaram dos demais por apresentarem altas produtividades associadas com altos teores de amido nas raízes, além de tolerância moderada à bacteriose e ao superalongamento. A produtividade dos clones e das cultivares tradicionais ficou acima da produtividade média da região e superou a produtividade média nacional da cultura da mandioca.

Palavras-chave: *Manihot esculenta*. Melhoramento de plantas. Fécula de mandioca.

Abstract: The characteristics of the clones used in the cultivation of cassava vary with the commercial fitness, for industrial process or for human consumption "in nature". This study's aim was to identify new breeds with high potential for introduction into the South Central region, aiming to produce roots to meet the demand of the domestic starch industry. Clones and cultivars were evaluated for vigor, occurrence of diseases, number of roots per plant, yield (kg / ha) and average starch content (%). The results showed that clones 60-2, 59-21, 60-1 and 51-5 stood out from the others through high yields, high levels of starch in the roots and moderate tolerance to diseases. The productivity of clones and traditional cultivars were above the average productivity of the region and exceeded national average yield of cassava.

Keywords: *Manihot esculenta*. Plant breeding. Cassava starch.

3.1 INTRODUÇÃO

Em 2009, o Brasil foi o terceiro maior produtor mundial de mandioca, com produção estimada de 26 milhões de toneladas de raízes. Entretanto, o Brasil é o quarto colocado, atrás da Nigéria, Tailândia e a República do Congo (FAO, 2012).

O plantio da mandioca, normalmente é feito no início da estação chuvosa, quando a umidade e o calor tornam-se favoráveis à brotação e ao enraizamento (MATTOS, 2002). Ela não tem época definida de maturação, após 8 meses já pode ser colhida, dependendo do teor de amido desejado ou da demanda do mercado comprador. Esta margem de segurança na colheita ocorre em função

da raiz da mandioca poder permanecer no solo, sendo colhida com um (8 a 12 meses) ou dois ciclos de vida da cultura (13 a 24 meses) (JÚNIOR et al., 2002).

Se comparada a outras fontes de amido a mandioca, como matéria-prima, apresenta uma série de vantagens, segundo Lavina (1993). Entre elas, pode-se citar a eliminação da etapa de reidratação (maceração) muito comum nos cereais. A produtividade média da cultura da mandioca no Brasil gira em torno de 14,1 ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (IBGE, 2010), considerada baixa diante da produtividade tailandesa que alcança 22,9 ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$). Este fato tem gerado uma incessante busca por novos materiais genéticos que apresentem maiores potenciais produtivos e maiores teores de amido nas raízes.

No sul do estado do Mato Grosso do Sul, o cultivo da mandioca para fins industriais alcançou elevados índices de crescimento na última década. No período de 1980-2001 a área plantada aumentou, de 20.970 ha para 49.007 ha, correspondendo a um incremento de 133%. Quanto à produtividade, passou de 16,2 ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) para 19,8 ($\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) no mesmo período, ocupando, atualmente, a terceira posição nacional, inferior apenas às produtividades obtidas nos estados de São Paulo (23,0 $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) e Paraná (22,7 $\text{Mg}\cdot\text{ha}^{-1}$) (OTSUBO; PEZARICO, 2002). Nesta mesma região, a Embrapa Agropecuária Oeste em parceria com Embrapa Mandioca e Fruticultura e Embrapa Cerrados, vem desenvolvendo um projeto de melhoramento genético da cultura da mandioca, com objetivo de desenvolver e selecionar materiais genéticos que atendam as novas demandas do setor industrial.

Nesse sentido, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar o perfil de clones e cultivares de mandioca industrial cultivadas na região centro sul do Brasil.

3.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os clones de mandioca utilizados foram provenientes de um experimento implantado no município de Dourados - MS (latitude: 22°16'S; longitude: 54°49'W, altitude de 452 m), na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste.

Após realizações de cruzamentos controlados e obtenções das sementes botânicas, estas foram semeadas e cultivadas em uma linha com cinco

plantas para cada cruzamento, obtendo-se ao final 371 novos clones. O solo da área de cultivo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico e a análise química para fins de avaliação da fertilidade apresentaram os seguintes resultados: 5,9 para pH (água); 35,1 g kg⁻¹ de M.O; 23,2 mg dm⁻³ de P (Mehlich-1); 0,0 cmol_c dm⁻³ de Al³⁺; 4,8 cmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 2,0 cmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 0,71 cmol_c dm⁻³ de K⁺ e 56,0 % de saturação por bases (V), o que dispensava a necessidade de calagem. Nesta fase do experimento o espaçamento utilizado foi de 1,00 m entre linhas e 1,00 m entre plantas. Para condução da cultura foi efetuada adubação química mediante aplicação de 300 kg/ ha do adubo formulado 04-20-20.

Os clones selecionados e avaliados neste estudo foram: 51-5; 51-30; 51-49; 51-69; 52-2; 52-4; 53-11; 54-6; 54-10; 54-11; 55-1; 55-3; 55-4; 55-7; 55-9; 55-10; 55-14; 56-18; 57-3; 58- 5; 59-19; 59-21; 59-25; 59-47; 60-1; 60-2; 60-3 e 60-7, todos produzidos no ano de 2010. Para permitir comparações com materiais utilizados pelos agricultores foram incluídas no experimento as cultivares fécula branca, baianinha, cascudinha, formosa e IAC-90.

Após seis meses de cultivo foram avaliados os seguintes parâmetros: vigor das plantas e a ocorrência de doenças (bacteriose e superalongamento) seguida os seguintes critérios:

Escala de notas atribuídas para avaliação do vigor:

- 1- Baixo
- 2, 3 e 4 - razoável
- 5-ótimo

Escala de notas atribuídas para avaliação da ocorrência de bacteriose:

- 1 – sem sintomas
- 2 – sintomas nas folhas até o terço médio da planta
- 3 – sintomas nas folhas, atingindo o terço superior
- 4 – sintomas nos pecíolos e caule
- 5 – morte apical das plantas ou ponteiros
- 6 – morte total ou da maioria das plantas

Escala de notas atribuídas para avaliação da ocorrência de superalongamento:

- 1 – sem sintomas
- 2 – sintomas leves nas folhas
- 3 – sintomas nas folhas com necrose nos pecíolos
- 4 – sintomas nas hastes, folhas retorcidas e internódios alongados.
- 5 – plantas tombadas

Após um ano do plantio, foram feitas as seguintes avaliações: altura das plantas (medida da superfície do solo até inserção do broto terminal), número de raízes por planta, produção de massa fresca de raízes por planta, produção de massa seca de amido e teor de amido das raízes (método da balança hidrostática, de acordo com a metodologia definida por MACHADO, 1983).

Os dados obtidos foram submetidos a análises estatísticas descritivas, usando o *software* Statistica (2008).

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.3.1 Vigor, Bacteriose e Super Alongamento.

Os resultados da avaliação do vigor, bacteriose e super alongamento dos clones e cultivares avaliados estão apresentados nas Tabelas 3.1, 3.2 e 3.3, respectivamente.

Tabela 3.1 – Avaliação do vigor das cultivares e clones testados.

| Cultivares/ Clones | Nota¹ |
|--|-------------------------|
| 51-5, 51-30, 54-10, 55-9 | 5 |
| IAC 90, Fécula branca, Baianinha, Formosa, 51-69, 53-11, 54-6, 54-11, 55-1, 55-3, 55-4, 55-10, 55-14, 55-18, 58-5, 59-19, 59-21, 59-25, 59-47, 60-1, 60-2, 60-3, 60-7 | 4 |
| Cascudinha, 52-2, 52,4, 57-3 | 3 |
| 55-7 | 2 |

¹ Escala de notas variando de 1 a 5, sendo 1=baixo e 5= ótimo.

Em relação ao vigor, os clones 51-5, 51-30, 54-10 e 55-9 foram os que obtiveram a nota máxima (5,0) indicando ótimo vigor. A nota mínima (2,0) que indica baixo vigor foi atribuída exclusivamente ao clone 55-7. As demais cultivares e clones apresentaram médias intermediárias para esta característica. Estes resultados indicam que apesar da seleção de novos materiais genéticos de mandioca ser uma tarefa de alta complexidade, pode-se considerar que neste caso se logrou um grande sucesso com a seleção de 4 novos clones (51-5, 51-30, 54-10 e 55-9) que apresentaram vigor superior até mesmo ao das cultivares convencionais utilizadas comercialmente pelos agricultores.

Na avaliação da tolerância a bacteriose observou-se de modo geral uma baixa incidência desta doença para a maioria das cultivares e clones (Tabela 3.2). Os clones 54-10, 55-7 e 55-9 se destacaram do demais por não apresentar nenhum sintoma durante todo o período de cultivo. As cultivares comerciais fécula branca, IAC 90, cascudinha e formosa apresentaram as maiores incidências de bacteriose, apresentando sintomas nas folhas, principalmente do terço superior da planta. De acordo com Fukuda et al., (1998) o comportamento das variedades quanto à tolerância ou resistência à bacteriose é de extrema importância para a seleção do material genético a cultivar, pois a tolerância a este tipo de doença associado ao potencial produtivo do material é fundamental para definir a produtividade da cultura da mandioca.

Tabela 3.2 – Avaliação da incidência de bacteriose nas cultivares e clones testados.

| Cultivares/ Clones | Nota ¹ |
|---|-------------------|
| IAC 90, Fécula branca, Formosa, Cascudinha | 3 |
| Baianinha, 51-5, 51-30, 51-49, 51-69, 52-2, 52-4, 53-11, 54-6, 54-11, 55-1, 55-3, 55-4, 55-10, 55-14, 55-18, 57-3, 58-5, 59-19, 59-21, 59-25, 59-47, 60-1, 60-2, 60-3, 60-7 | 2 |
| 54-10, 55-7, 55-9 | 1 |

¹ Escala de notas variando de 1 a 6, sendo 1=sem sintomas, 2=sintomas nas folhas até o terço médio da planta, 3=sintomas nas folhas, atingindo o terço superior, 4=sintomas os pecíolos e caule, 5=morte apical das plantas ou ponteiros, 6=morte total ou da maioria das plantas na parcela.

Com relação ao superalongamento (Tabela 3.3) todos os clones avaliados apresentaram bons resultados, praticamente sem sintomas de ataque de *Sphacelomamanihoticola*. As cultivares fécula branca, IAC 90, cascudinha e

baianinha apresentaram grande incidência do superalongamento, entretanto, a cultivar formosa foi a que apresentou a maior sensibilidade, uma vez que as plantas apresentaram grande quantidade lesões nas plantas.

Tabela 3.3 – Avaliação da ocorrência do superalongamento nas cultivares e clones testados.

| Cultivares/Clones | Nota¹ |
|--|-------------------------|
| Formosa | 5 |
| IAC 90, Cascudinha, Baianinha | 4 |
| Fécula Branca | 3 |
| 51-5, 51-30, 51-49, 51-69, 52-2, 52-4, 53-11, 54-6, 54-11, 55-1, 55-3, 55-4, 55-10, 55-14, 55-18, 57-3, 58-5, 59-19, 59-21, 59-25, 59-47, 60-1, 60-2, 60-3, 60-7 | 2 |
| 54-10, 55-7, 55-9 | 1 |

¹ Escala variando de 1 a 5, sendo 1=sem sintomas, 2=sintomas leves nas folhas, 3=sintomas nas folhas com necrose nos pecíolos, 4=sintomas nas hastes, folhas retorcidas, entre nós alongados, 5=plantas tomadas.

Os dados obtidos para número de raízes, produtividade e teor de amido das raízes das cultivares e clones estudados estão apresentados na Tabela 3.4.

Os maiores valores para números de raízes por planta (13 e 13,5) foram obtidos com os clones 60-7 e 60-2, respectivamente, enquanto os clones 55-4 e 51-49 foram os que apresentaram os menores números, ou seja, 3 e 4 raízes por planta, ficando abaixo do número observado para as cultivares tradicionais que produziram em média 11 raízes por planta (IAC-90 e Formosa. Branca, baianinha e cascudinha apresentaram valores intermediários para esta característica.

Os resultados observados para os clones 60-2 e 60-7 podem ser considerados promissores porque o número de raízes por planta pode ser um indicativo de maior produtividade. Além disso, esses materiais apresentaram baixa sensibilidade ao superalongamento e à bacteriose.

Confirmando a expectativas os clones 60-2 (51Mg.ha⁻¹), 59-21 (46,7 Mg.ha⁻¹) e 51-5 (45,6Mg.ha⁻¹) apresentaram as maiores produtividades superando os demais clones e as cultivares tradicionais. Entre as cultivares convencionais a Formosa (34,1 Mg.ha⁻¹), IAC 90 (33,2 Mg.ha⁻¹) e a Cascudinha (31,3 Mg.ha⁻¹) foram as que apresentaram as maiores produtividades.

Tabela 3.4 – Avaliação do número de raiz/planta, produtividade (kg de raiz/ha) e teor de amido (%) das cultivares e clones testados.

| Cultivares/clones | Numero Raiz/planta | Produtividade (Mg.ha ⁻¹) | Teor de amido (%) |
|-------------------|--------------------|--------------------------------------|-------------------|
| Fécula branca | 8,0 | 28,8 | 26,73 |
| IAC 90 | 11,0 | 33,2 | 29,54 |
| Cascudinha | 6,4 | 31,3 | 27,68 |
| Baianinha | 7,8 | 25,4 | 28,76 |
| Formosa | 11,0 | 34,1 | 28,30 |
| 51- 5 | 11,0 | 45,6 | 28,18 |
| 51- 30 | 6,0 | 40,9 | 29,24 |
| 51- 49 | 4,0 | 9,2 | 26,98 |
| 51 69 | 4,6 | 19,8 | 26,83 |
| 52-2 | 6,8 | 37,0 | 29,82 |
| 52-4 | 6,6 | 27,6 | 31,01 |
| 53-11 | 10,6 | 22,3 | 28,06 |
| 54-6 | 8,0 | 27,2 | 30,09 |
| 54-10 | 10,0 | 31,8 | 29,89 |
| 54-11 | 6,8 | 34,5 | 29,31 |
| 55-1 | 8,4 | 31,6 | 29,39 |
| 55-3 | 8,4 | 41,6 | 20,44 |
| 55-4 | 3,0 | 18,5 | 30,52 |
| 55-7 | 5,0 | 17,0 | 30,83 |
| 55-9 | 8,2 | 39,0 | 28,68 |
| 55-10 | 5,8 | 26,0 | 30,79 |
| 55-14 | 6,2 | 30,8 | 30,81 |
| 56-18 | 9,8 | 42,0 | 29,91 |
| 57-3 | 5,7 | 36,6 | 30,56 |
| 58-5 | 8,0 | 40,0 | 30,40 |
| 59-19 | 5,6 | 19,0 | 30,22 |
| 59-21 | 10,7 | 46,6 | 29,76 |
| 59-25 | 6,3 | 32,5 | 30,71 |
| 59-47 | 7,0 | 30,0 | 31,10 |
| 60-1 | 5,2 | 15,0 | 31,29 |
| 60-2 | 13,5 | 51,0 | 29,47 |
| 60-3 | 7,0 | 13,3 | 30,92 |
| 60-7 | 13,0 | 33,6 | 30,51 |

A produtividade dos clones e cultivares tradicionais, com exceção dos clones 51-49, 55-4, 55-7 e 60-1, ficou acima da produtividade média da região, que segundo Otsubo e Pezarico (2002) é de 19,8 Mg.ha⁻¹ e foi superior à produtividade média nacional que é de 14,1 Mg.ha⁻¹ (IBGE, 2010).

O teor médio de amido das raízes dos clones teve uma variação de 20,44% (clone 55-3) a 31,29% (clone 60-1). Excluindo o clone 55-3 o teor médio de

amido das raízes dos clones avaliados foi de 30 %. Estes resultados estão de acordo com Alves et. al. (2008), que avaliaram dois clones de mandioca, e após 12 meses de cultivo obtiveram teores de amido nas raízes que variaram entre 29,77% e 30,97%. De acordo com SRIROTH et al., (1999), os teores de amido das raízes dos clones e das cultivares tradicionais estão adequados para o processamento industrial. Segundo estes autores são considerados adequados valores entre 25,9 a 30,3%, para mandioca colhida aos 12 meses de cultivo.

Considerando de forma conjunta as características desejáveis para seleção de novos genótipos de mandioca, pode-se indicar com base nos resultados obtidos que os melhores desempenhos entre os clones avaliados foram observados para os clones, 60-2, 59-21 e 51-5 que se destacaram dos demais por apresentarem altas produtividades (51,0; 46,7; 45,5Mg.ha⁻¹, respectivamente) associadas com altos teores de amido (34,1; 34,4 e 32,8 %, respectivamente) e tolerância moderada à bacteriose e ao superalongamento. Entretanto, os demais clones avaliados, exceto o 55-3, podem ser considerados como promissores porque além de apresentarem produtividades e teores de amidos nas raízes maiores que as cultivares tradicionais, apresentaram também maior tolerância à bacteriose e ao superalongamento.

3.4 CONCLUSÕES

Os clones 54-10, 55-7 e 55-9 destacaram-se por não apresentar nenhum sintoma de bacteriose durante o período de o cultivo, enquanto as cultivares comerciais fécula branca, IAC 90, cascudinha e formosa apresentaram incidências de bacteriose com sintomas nas folhas, principalmente do terço superior da planta.

As cultivares fécula branca, IAC 90, cascudinha e baianinha apresentaram incidência do superalongamento, entretanto, a cultivar formosa foi a que apresentou maior sensibilidade, uma vez que ocorreu grande quantidade lesões e verrugoses das plantas. Os clones 54-10, 55-7, 55-9 se destacaram por não apresentar sintomas desta doença.

O maior destaque foi para o grupo de clones 60-2, 59-21, 60-1 e 51-5 que apresentarem altas produtividades associadas com altos teores de amido nas raízes, além de tolerância moderada à bacteriose e ao superalongamento.

ARTIGO B: CARACTERIZAÇÃO DO AMIDO DE CLONES PROMISSORES DE MANDIOCA (*Manihotesculenta*, Crantz) PARA USO INDUSTRIAL

Resumo: Os grânulos de amido, apesar de serem quimicamente semelhantes, apresentam características próprias dependendo da fonte vegetal e da idade das plantas. O presente trabalho teve como objetivo extrair e caracterizar o amido de clones de mandioca para uso industrial com potencial para introdução na região centro sul, visando atender parte da demanda da indústria nacional. Foram avaliadas as propriedades morfológicas, físico químicas e amilográficas do amido. Os resultados indicaram que os grânulos dos amidos dos clones avaliados apresentam superfícies lisas, arredondadas com formatos ovalados e côncavo-convexos, não havendo diferenças visuais entre os mesmos, mas que podem ser classificados como do tipo A, com cristalinidade variando de 18,6 a 22,29 %. Os clones 60-2, 55-14, 59-47 e 53-11 se destacaram em relação aos demais materiais avaliados por produzirem géis de amido com maiores valores de viscosidade máxima, na temperatura próxima de 90°C. Enquanto os amidos produzidos pelos clones 51-49, 55-3, 55-9 e 55-4 se destacam por apresentarem melhor desempenho de viscosidade quando mantidos à temperatura de 90 °C por 20 min. As cultivares cascudinha e fécula branca apresentaram os piores desempenhos em relação às propriedades viscoamilográficas, provavelmente por produzirem amidos com baixos teores de amilose.

Palavras-chave: Grânulo. Fécula. Cristalinidade. Amilose.

Abstract: Starch granules, although chemically similar, have different characteristics depending on the plant source and age of the plants. The present work aims at extracting and characterizing the starch issued from cassava clones for industrial use with potential for introduction in the south central region of the Brazil, to meet part of the demand of the domestic industry. Morphological, physico-chemical and amylographical properties of the starches were evaluated. The results indicated that the starch granules of the tested clones had smooth, rounded surfaces with oval and concave-convex shapes. There were no visual differences between them, but they could be classified as type A, with crystallinities ranging from 18.6 to 22.29%. Clones 60-2, 55-14, 59-47 and 53-11 stood out compared to the other tested varieties for producing starch gels with higher maximum viscosity at a temperature of 90 °C. Concerning the starches produced from clones 51-49, 55-3, 55-9 and 55-4, they stood out by having better viscosity performances when kept at a temperature of 90 °C for 20 min. The “White Starch” and “Cascudinha” cultivars showed the worst performance in terms of viscoamylographic properties, probably due to starches with low amylose contents .

Keywords: Granule. Starch crystallinity. Amylose.

4.1 INTRODUÇÃO

O amido é a principal substância de reserva das plantas superiores, e fornece cerca de 70 a 80% das calorias consumidas pelo homem. Os depósitos permanentes do amido nas plantas ocorrem nos órgãos de reserva como grãos de cereais (milho, arroz, etc...), tubérculos (batata) e raízes (mandioca) (SUMERLY et al., 2003).

A mandioca (*Manihotesculenta*, Crantz) é uma planta resistente as mais adversas condições de solo e clima e é cultivada em grande parte do território brasileiro. As suas raízes são consideradas matéria prima para extração de amido (CEREDA, 2001; PINTO, 2008).

O amido da extraído das raízes da mandioca apresenta propriedades tecnológicas desejáveis que o torne adequado a diversas aplicações industriais. Dentre estas se podem destacar a ausência de odor, o durante o cozimento, menor temperatura de gelatinização, além das características diferenciais dos géis, que se destacam dos demais (PEREIRA, 2008).

O amido, nativo ou modificado, pode ser usado para diversos fins na indústria de alimentos. Devido às suas propriedades de gelatinização, pode ser usado como: a) espessante em cremes, tortas, pudins, sopas, alimentos infantis, molhos, caldos, como recheio, aumentando o teor de sólidos em sopas enlatadas, sorvetes, conservas de frutas; b) ligante, impedindo a perda de água durante o cozimento em salsichas, carne enlatada; c) estabilizante, retenção de água em sorvetes; d) fermento em pó e na elaboração de produtos de panificação e biscoitos, extrusados; e) em preparados farmacêuticos (PINTO, 2008).

Considerando as informações apresentadas anteriormente, este trabalho foi desenvolvido com o objetivo de caracterizar e relacionar as propriedades do amido de clones promissores de mandioca indicadas para uso industrial.

4.2 MATERIAL E MÉTODOS

Os clones de mandioca utilizados foram provenientes de um experimento implantado no município de Dourados - MS (latitude: 22°16'S;

longitude: 54°49'W, altitude de 452 m), na área experimental da Embrapa Agropecuária Oeste.

Após realizações de cruzamentos controlados e obtenções das sementes botânicas, estas foram semeadas e cultivadas em uma linha com cinco plantas para cada cruzamento, obtendo-se ao final 371 novos clones. O solo da área de cultivo foi classificado como Latossolo Vermelho distrófico e a análise química para fins de avaliação da fertilidade apresentaram os seguintes resultados: 5,9 para pH (água); 35,1 g kg⁻¹ de M.O; 23,2 mg dm⁻³ de P (Mehlich-1); 0,0 cmol_c dm⁻³ de Al³⁺; 4,8 cmol_c dm⁻³ de Ca²⁺; 2,0 cmol_c dm⁻³ de Mg²⁺; 0,71 cmol_c dm⁻³ de K⁺ e 56,0 % de saturação por bases (V), o que dispensava a necessidade de calagem. Nesta fase do experimento o espaçamento utilizado foi de 1,00 m entre linhas e 1,00 m entre plantas. Para condução da cultura foi efetuada adubação química mediante aplicação de 300 kg/ ha do adubo formulado 04-20-20.

Os clones selecionados e avaliados neste estudo foram: 51-5; 51-30; 51-49; 51-69; 52-2; 52-4; 53-11; 54-6; 54-10; 54-11; 55-1; 55-3; 55-4; 55-7; 55-9; 55-10; 55-14; 56-18; 57-3; 58- 5; 59-19; 59-21; 59-25; 59-47; 60-1; 60-2; 60-3 e 60-7, todos produzidos no ano de 2010. Para permitir comparações com materiais utilizados pelos agricultores foram incluídas no experimento as cultivares fécula branca, baianinha, cascudinha, formosa e IAC-90.

Para realizar as devidas comparações foi avaliada simultaneamente as seguintes cultivares de uso comum na região: fécula branca, baianinha, cascudinha, formosa e IAC 90. Após um ano do plantio foi feita a colheita das raízes, a extração e caracterização individual do amido de cada um dos materiais avaliados.

4.2.1 Extração do Amido

A extração do amido seguiu os procedimentos recomendados por LIMA (1982), que consistiram do descascamento, ralação e extração do amido com água por agitação mecânica em liquidificador industrial. O leite de amido foi separado por peneiramento em malha de 200 mm. Ao bagaço separado foi adicionada água potável na proporção 1:2, submetendo-o a uma segunda extração do leite de amido.

O leite de amido obtido foi transferido para um recipiente de decantação onde permaneceu por 12 horas. Após este período o amido decantado foi separado e imediatamente submetido à secagem a 45°C em estufa com circulação forçada de ar, até atingir teor de umidade de aproximadamente 12%. Em seguida, a massa de amido seco, moído e acondicionado em frascos limpos, devidamente identificados e armazenados até o momento das análises.

4.2.2 Análises Físico-Químicas e Teor Deamiloze

As análises de umidade, pH, fator ácido e cinzas foram realizadas seguindo as metodologias indicadas pela American Association Cereal Chemists (AACC, 1995). O teor de amilose foi realizado utilizando o método colorimétrico, adaptado por Martinez e Cuevas (1989).

4.2.3 Propriedades do Gel

As propriedades dos géis de amido foram avaliadas mediante emprego de um viscosímetro Brabender, modelo E, dotado de cabeçote 700 cmg e rotação de 75 rpm.

Os perfis amilográficos das diferentes amostras foram avaliados através do condicionamento da suspensão de amido em ciclos de aquecimento e resfriamento. As variações da resistência oferecida à agitação pelo gel amido-água foram expressas graficamente em Unidades Brabender (UB).

Na curva resultante foram observados os seguintes pontos:

- a) Início do desenvolvimento de viscosidade: ocorre o intumescimento dos grânulos de amido (temperatura de gelatinização);
- b) Viscosidade máxima: maior viscosidade observada, que representa a maior resistência à agitação. Neste ponto avalia-se também temperatura, que é denominada temperatura na viscosidade máxima;
- c) Viscosidade a 92° C: é a viscosidade observada ao atingir a temperatura de 92°C;
- d) Viscosidade a 92° C + 20 minutos: é a viscosidade final do gel de amido que permaneceu na temperatura de 92°C durante 20 minutos. As diferenças entre as

viscosidades a 92°C e 92° C + 20 minutos, indicam a maior ou menorresistência do amido ao rompimentodeterminado pelo aumento de temperatura e pela agitação;

e) Viscosidade a 50° C: é a viscosidade observada na etapa de resfriamento quando o gel de amido atinge a temperatura de 50°C;

f) Viscosidade a 50° C + 20 minutos: é a viscosidade final do gel de amido que permaneceu na temperatura de 50°C durante 20 minutos.

4.2.4 Microestruturado Grânulo de Amido

O detalhamento da morfologia dos grânulos de amidofoi avaliado mediante emprego de um microscópio eletrônico de varredura (MEV). As amostras de amido foram desidratadas a vácuo e pequenas quantidades dopó obtido foram aspergidas em fitas metálicas adesivas de dupla face. (As fitas foram colocadas sobre suportes cilíndricos de ouro (SputterCoater) BAL-TEC SCD 050) e foram feitas as microscopias utilizando um microscópio eletrônico de varredura FEI Quanta 200 (Alemanha), do Laboratório de Microscopia Eletrônica da Universidade Estadual de Londrina (UEL), Londrina,PR.

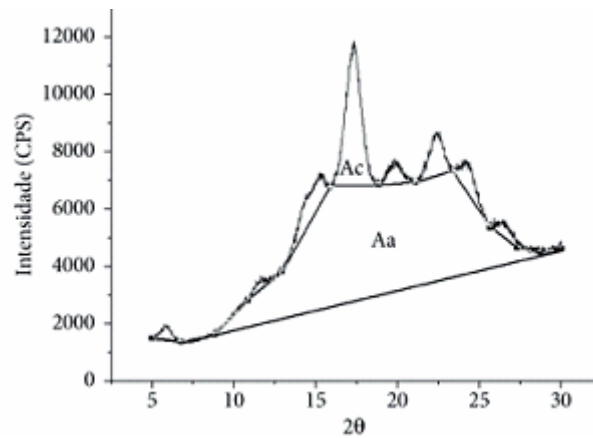
4.2.5 Difração de Raio X

Os difratogramas dos grânulos de amido foram obtidos utilizando-se um difratômetro de Raios-X, modelo X´pert, marca Philips. As condições de análise utilizadas foram: (i) voltagem e corrente: 40 kV e 40 mA, respectivamente; (ii) faixa de varredura: 2 theta de 5 a 60° com passo de 0,1° e velocidade 1°/min.

4.2.6 Índice de Cristalinidade dos Grânulos

Os índices de cristalinidade relativa (ICR) dos amidos foram quantitativamente determinados traçando-se no difractograma uma linha na base dos picos principais (Figura 4.1).

Figura 4.1 – Difrátograma de raios X descritivo do método do índice de cristalinidade relativa adaptado à razão das intensidades difratadas. Fonte: Rocha, Demiate e Franco (2008).



Os ICRs foram definidos como a razão entre a área da região cristalina e a área total coberta pela curva (área da região cristalina + área da região amorfa), mediante emprego da Equação 1 apresentada por Rocha, Demiate e Franco (2008):

$$IC (\%) = A_c / (A_c + A_a) \times 100 \quad (\text{Equação 1})$$

Onde: A_c = área cristalina;
 A_a = área amorfa

4.3 ANÁLISE ESTATÍSTICA

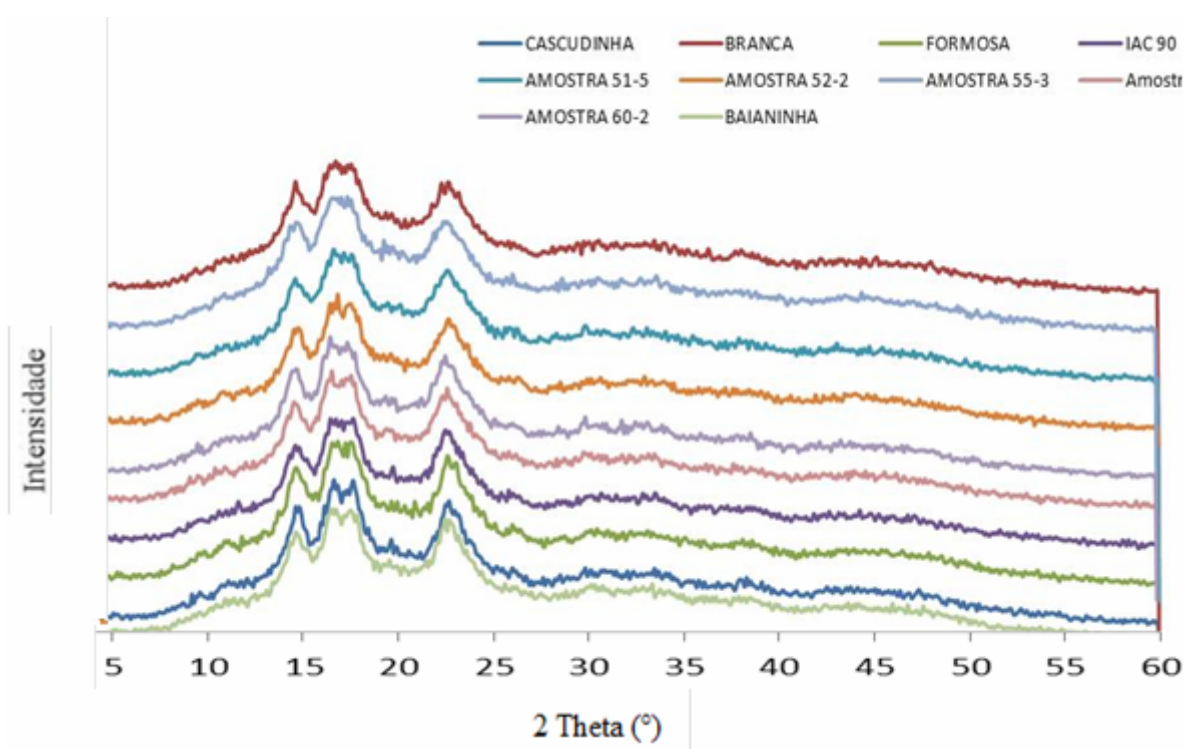
Quando possível os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey a 5% utilizando o *software* Statistica 8.0.

4.4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.4.1 Difração de Raio-X e Índice de Cristalinidade

Os difratogramas de Raio-X dos grânulos de amido ou féculas obtidas das diferentes cultivares e clones avaliados estão apresentados na Figura 4.2.

Figura 4.2 – Difratogramas de raios-X das féculas ou amidos de mandiocadas cultivares e clones avaliados.



Os picos de maior intensidade para os ângulos 2θ foram encontrados em 15,3; 17,0; 18,0 e 23,0° para todas as amostras avaliadas. Ocorreram apenas pequenas variações de amplitude dos picos, o que não altera o padrão de difração e indica que não há diferença entre os amidos ou féculas avaliadas. De acordo com a proposta de Imberty (1991), o padrão de difração de raio-X observado para o amido de todas as variedades e clones avaliados indica que o mesmo pode ser classificado como do tipo A, uma vez que não foram registrados picos entre 0 e 10°.

Existem vários fatores que afetam a estrutura cristalina do amido. A formação de cristais tipo A é favorecida pelo menor comprimento médio das cadeias de amilopectina, pela presença de sal com alto número na série liotrófica (com exceção do SO₂ que induz o padrão B), pela presença de álcoois solúveis em água, ácidos graxos com maior número de carbonos e ácidos orgânicos (ELIASSON, 2004). Segundo Denardin e Silva (2009) a transição entre os padrões A e B, passando pelo estado C, já foi observada em vários estudos, sugerindo que a estabilidade da estrutura cristalina do grânulo de amido decresce na seguinte ordem de tipos: A>C>B>estrutura desorganizada ou gelatinizada.

Resultados diferentes dos obtidos neste estudo foram observados por Rocha; Demiate; Franco (2008) que encontraram padrões de difração das amostras de amido de mandioca como do tipo B, com picos principais exibidos a 5,7; 15,0; 17,2; 19,8; 22,6 e 24,4° em 2theta. Segundo Hoover (2001), a maioria dos amidos de raízes e tuberosas possui padrão de difração de raios-X do tipo B, mas algumas exceções são encontradas em amidos de batata doce (*Ipomoea batatas*) (tipos A e C), de mandioca (*Manihotesculenta*) (tipos A, C e CA) e de inhame (*Discoreadumetorum*) (tipo A).

O índice de cristalinidade calculado a partir dos difratogramas de raio-X dos amidos das cultivares e clones de mandioca avaliados neste estudo estão apresentados na Tabela 4.1.

Não foram observadas diferenças significativas (teste de Tukey a 5%) quanto à cristalinidade dos amidos entre as variedades e clones avaliados. As variações observadas ficaram na faixa de 18,56 % (clone 52-2) a 22,29 % (cultivar formosa). Estes resultados estão próximos daqueles apresentados por Buléonet al. (1998), que avaliaram o amido de mandioca e obtiveram valor de 24,0 % para o índice de cristalinidade. Ficaram muito próximos também dos resultados apresentados por Ferrini (2006) e por Paes; Yakimets; Mitchell (2007) que também trabalharam com amido de mandioca e obtiveram índices de cristalinidade 25,24 % e 25,6%, respectivamente.

4.4.2 Características Morfológicas dos Grânulos de Amido

Os grânulos de amido das cultivares e clones de mandioca estudados foram fotomicrografados em microscópio eletrônico de varredura (MEV), com aumento de 5000 vezes, e as imagens obtidas estão apresentadas na Figura 4.3.

As todas as amostras, os grânulos apresentaram superfícies lisas, arredondadas, formatos ovalados e côncavo-convexos, característicos do amido de mandioca. Não foram observadas diferenças visuais entre as variedades e clones avaliados. Estas observações estão de acordo com Rickardet al. (1991), que indicaram que os grânulos de amido de mandioca podem apresentar formas arredondadas, ovaladas, truncadas, poligonais e cilíndricas.

Tabela 4.1 – Índice de cristalinidade dos amidos dos diferentes cultivares e clones de mandioca avaliados.

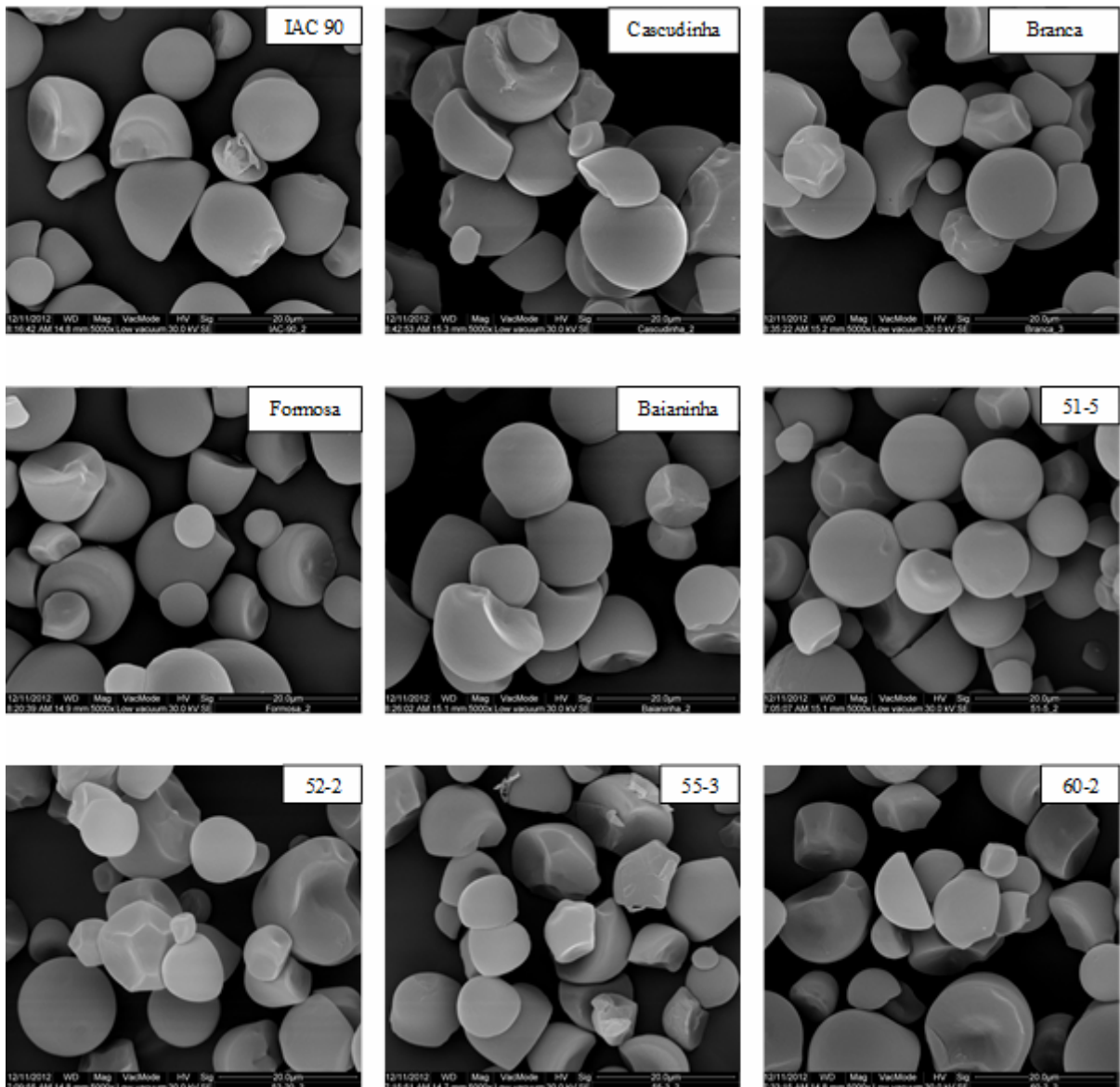
| Cultivares e Clones | Índice de Cristalinidade (%) |
|---------------------|------------------------------|
| IAC 90 | 20,66 ± (0,42) |
| Cascudinha | 21,03 ± (2,30) |
| Fécula branca | 21,45 ± (2,63) |
| Formosa | 22,29 ± (2,47) |
| Baianinha | 19,23 ± (2,20) |
| 51-5 | 19,78 ± (1,53) |
| 52-2 | 18,56 ± (0,45) |
| 55-3 | 20,05 ± (1,54) |
| 56-18 | 21,12 ± (2,87) |
| 60-2 | 20,14 ± (1,88) |
| CV(%)= 10 | DMS= 4,00ns |

CV=coeficiente de variação; DMS=diferença mínima significativa pelo teste de Tukey a 5%.ns = não significativo.

A microscopia eletrônica de varredura é uma técnica utilizada para avaliar características morfológicas como tamanho e formato dos grânulos de amido. Segundo Amante (1986) tanto o tamanho quanto a forma dos grânulos de amido variam com a espécie, variedade, forma de tuberização e estágio de

desenvolvimento da planta. Os grânulos de amido das variedades e clones de mandioca avaliados neste estudo foram fotomicrografados em microscópio eletrônico de varredura (MEV), com aumento de 5000 vezes, e as imagens obtidas estão apresentadas na Figura 4.3.

Figura 4.3 – Micrografia de microscopia eletrônica de varredura dos grânulos de amido das cultivares e clones de mandioca avaliados.

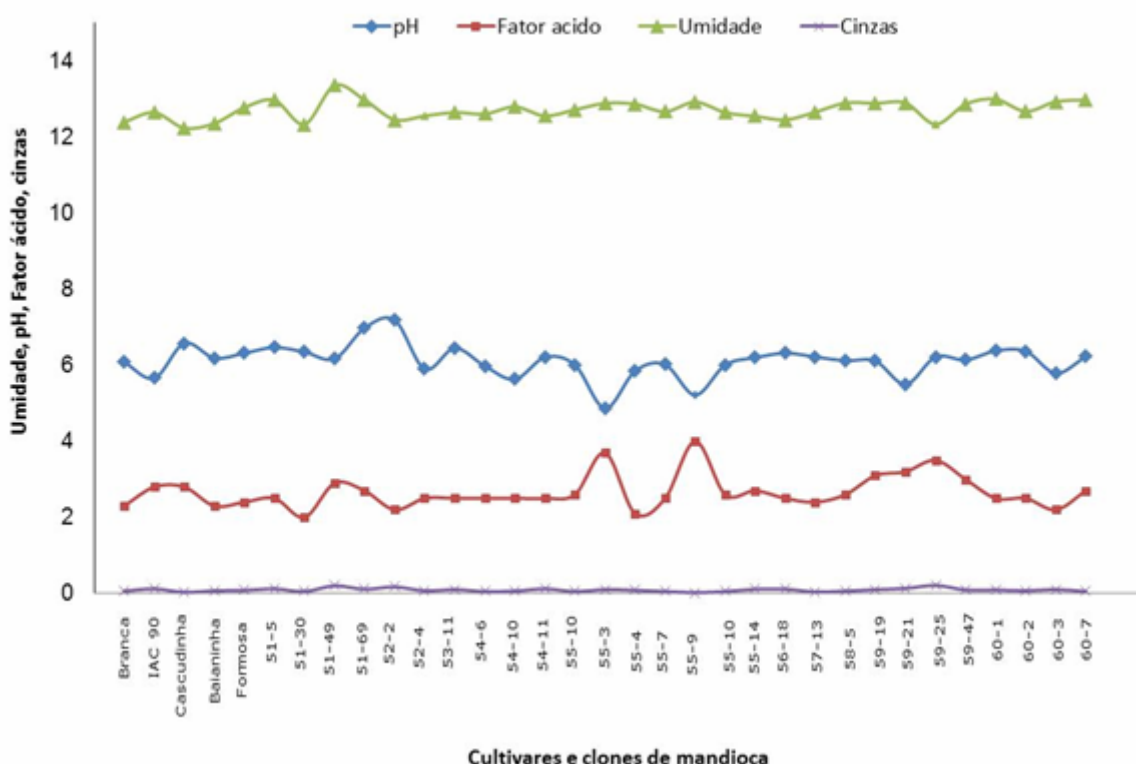


Os grânulos de amido dos materiais avaliados apresentaram diâmetros inferiores a 20 μm . Este resultado que está de acordo com aqueles obtidos por Charles et al. (2005) que também avaliou amido de mandioca e encontrou valores para o diâmetro dos grânulos que variaram entre 13,0 e 17,2 μm .

4.4.3 Análises Físico-Químicas

Os resultados para as análises físico químicas para teores de umidade, pH, fator ácido e cinzas das féculas de mandioca das cultivares e clones avaliados estão apresentados na Figura 4.4.

Figura 4.4 – Valores médios para teores de umidade (%), pH, fator ácido(ml) e cinzas (%) do amido ou fécula das cultivares e clones de mandioca avaliados.



Em relação à umidade, não houve diferença significativa entre médias dos cultivares e clones avaliados, sendo que o menor valor foi de 12,09% e o maior 12,98 %. A umidade está de acordo com a Instrução Normativa n°23 de 14 de dezembro de 2005, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2005), que considera como aceitáveis valores de umidades menores do que 14% e pela RDC n° 263 de 22 de setembro de 2005, da ANVISA, que estabelece como 18 % de umidade o valor máximo permitido para amido ou fécula de mandioca (BRASIL, 2005).

Os clones 55-3, 55-9, 59-21, 60-3 e a cultivar IAC 90 apresentaram os menores valores de pH que ficou em torno de 5,5. Os clones 51-69 e 52-2

apresentaram os maiores valores de pH, que ficou próximo de 7,0 e para os demais cultivares ou clones avaliados o pH ficou em torno de 6,0.

Para a maioria dos materiais avaliados pode se considerar que os resultados obtidos diferem daqueles apresentados por Oliveira (2011) que avaliou doze cultivares de mandioca e obteve valores de pH que ficaram próximos da neutralidade, ou seja, pH=7,0. Já Aplevicz (2006) analisou amostras de fécula de variedades comerciais de mandioca e observou que os valores de pH variou de 4,01 a 7,72. Por outro lado, os valores observados estão de acordo com a Instrução Normativa nº 23 de 14 de dezembro de 2005, do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2005), que considera aceitáveis valores de pH entre 4,0 e 7,0.

O teor de cinza dos diferentes amidos das cultivares e clones avaliados ficaram em torno de 0,08 %, e podem ser considerados muito baixos, indicando alta eficiência do processo extração de separação dos mesmos. Os teores obtidos estão de acordo com os padrões estabelecidos pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, que indica através da Instrução Normativa nº23 de 14 de dezembro de 2005 (BRASIL, 2005), que indica como aceitável o valor máximo de 0,20% de cinzas para amidos comerciais. Está também de acordo com as especificações da ANVISA que através da RDC nº263 de 22 de setembro de 2005, estabelece como aceitáveis teores de cinza para amido de até 0,50% (BRASIL, 2005).

Comparando com avaliações feitas por outros pesquisadores pode-se afirmar que os resultados obtidos estão de acordo com aqueles apresentados por Amante (1986) que encontrou valores de cinza no amido de oito diferentes variedades de mandioca que variaram de 0,07 a 0,16% e por Marcon (2009) que obteve teor médio de 0,12% de cinzas em amidos de mandioca de cultivares comerciais.

Segundo Marcon et al. (2007), o fator ácido é uma avaliação que expressa o grau de pureza do grânulo de amido, ou seja quanto maior o valor, maior quantidade de impurezas no grânulo. As impurezas encontradas no amido geralmente estão associadas à maior ou menor eficiência do processo de extração. Neste estudo fator ácido obtido para os diferentes materiais avaliados variou de 2,0mL para o clone 51-30 a 4,0 mL para o 55-3 e 55-9, porém a maioria das

amostras (cerca de 90%) apresentaram fator ácido em torno de 2,5 mL. Estes resultados estão de acordo com as especificações do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (BRASIL, 2005) que através Instrução Normativa nº 23 de 14 de dezembro de 2005 e do Regulamento Técnico de Identidade e Qualidade de Produtos Derivados da Mandioca estabelece os valores máximos do fator ácido para fécula de mandioca tipo 1 e 3 são 4,0 e 5,0 mL, respectivamente.

4.4.4 Propriedades do Gel de Amido

Os valores médios das propriedades viscoamilográficas dos géis dos amidos das diferentes variedades e clones de mandioca utilizados neste estudo estão apresentadas na Tabela 4.2 e nas Figuras 4.5, 4.6, 4.7 e 4.8.

Os clones e as cultivares apresentaram variações na temperatura inicial do gel entre 59,7 °C (clone 60-7) e 65,5°C (cultivar IAC 90), sendo que os demais apresentaram valores que ficaram próximos à 62°C. Estes valores estão coerentes com resultados apresentados por OLIVEIRA (2011) e Barreto e Beirão (1999) que observaram temperatura inicial na faixa de 61,77 a 66,57°C e 63°C, respectivamente.

Os clones 60-2, 55-14, 59-47 e 53-11 foram os que apresentaram os maiores valores de viscosidade máxima, na temperatura próxima de 90°C (1061 UB, 1008 UB, 1006 UB e 1003 UB, respectivamente) (Tabela 4.2). Na outra extremidade ficaram da faixa de valores obtidos ficaram as cultivares fécula branca e cascudinha que apresentaram os menores valores de viscosidade máxima (805 UB e 718 UB, respectivamente).

Avaliando as perdas de viscosidade do gel de amido no período de 20 minutos quando mantida a temperatura de 90 °C foi possível observar que as menores perdas de viscosidade em relação à VM foram observadas para os clones 51-49, 55-3, 55-9 e 55-4 com os valores 27,09; 33,29; 38,92 e 48,62 %, respectivamente. A cultivar cascudinha foi a que apresentou a maior perda de viscosidade (60,6 %), indicando que a amido produzido apresenta restrições para determinadas aplicações.

Tabela 4.2 – Valores médios e desvio padrão das propriedades dos géis de amido das diferentes cultivares e clones de mandioca avaliados (Amilograma Brabender)

| Cultivares e Clones | Propriedade dos géis | | | | |
|------------------------|----------------------|--------|--------|--------|-------|
| | VM | V90 | V50 | VR50 | TG |
| Fécula branca | 805 | 452 | 659 | 648 | 62,80 |
| IAC 90 | 837 | 514 | 750 | 715 | 65,50 |
| Cascudinha | 718 | 283 | 447 | 430 | 64,90 |
| Baianinha | 843 | 454 | 687 | 680 | 62,60 |
| Formosa | 887 | 504 | 746 | 711 | 62,80 |
| 51-30 | 976 | 506 | 832 | 762 | 61,50 |
| 51-49 | 934 | 681 | 1040 | 921 | 62,50 |
| 51-5 | 998 | 494 | 769 | 734 | 60,20 |
| 51-69 | 959 | 458 | 744 | 708 | 62,50 |
| 52-2 | 929 | 423 | 698 | 666 | 61,60 |
| 52-4 | 974 | 512 | 851 | 763 | 61,60 |
| 53-11 | 1003 | 513 | 796 | 758 | 61,30 |
| 54-6 | 924 | 532 | 853 | 793 | 61,20 |
| 54-10 | 906 | 422 | 797 | 742 | 63,80 |
| 54-11 | 997 | 628 | 963 | 851 | 62,40 |
| 55-1 | 866 | 482 | 773 | 730 | 62,20 |
| 55-3 | 859 | 573 | 845 | 798 | 62,00 |
| 55-4 | 942 | 484 | 824 | 752 | 62,90 |
| 55-7 | 889 | 513 | 814 | 760 | 62,40 |
| 55-9 | 835 | 510 | 764 | 736 | 62,10 |
| 55-10 | 908 | 504 | 818 | 779 | 62,20 |
| 55-14 | 1008 | 544 | 853 | 798 | 63,20 |
| 56-18 | 944 | 519 | 820 | 772 | 62,50 |
| 57-3 | 801 | 458 | 705 | 671 | 64,70 |
| 58-5 | 994 | 498 | 787 | 742 | 60,90 |
| 59-19 | 859 | 551 | 851 | 799 | 64,10 |
| 59-21 | 979 | 494 | 771 | 748 | 61,10 |
| 59-25 | 846 | 486 | 772 | 748 | 63,10 |
| 59-47 | 1006 | 547 | 858 | 806 | 62,80 |
| 60-1 | 962 | 502 | 809 | 777 | 61,60 |
| 60-2 | 1061 | 490 | 817 | 773 | 61,20 |
| 60-3 | 1036 | 488 | 809 | 782 | 62,80 |
| 60-7 | 1007 | 546 | 859 | 807 | 59,70 |
| Média | 924 | 501,97 | 793,36 | 747,27 | 62,38 |
| Máximo | 1061 | 681 | 1040 | 921 | 65,5 |
| Mínimo | 718 | 283 | 447 | 430 | 59,7 |
| Desvio Padrão | 79,16 | 64,61 | 96,08 | 78,07 | 1,266 |

Pontos de avaliação perfil de viscosidade Brabender (Taxa de aquecimento e refrigeração 1,5 °C/min). TG: Temperatura da gelatinização (°C), VM: Viscosidade máxima (UB), V90: Viscosidade no período de temperatura a 90°C por 20 minutos, V50: Viscosidade no resfriamento a 50°C, VR50: Viscosidade no período de manutenção a 50°C por 10 minutos

A estabilidade da viscosidade do gel de amido em temperaturas de 90°C é um fator desejável e é importante para a indústria, pois amplia as possibilidades e aplicações tecnológicas no preparo de alimentos e outros

produtos. Quando utilizado como espessante no preparo de alimentos é desejável um amido que apresente maior estabilidade da viscosidade do gel, para garantir a qualidade do produto final CEREDA (2002).

Ao serem resfriados a 50°C todos os géis apresentaram elevação da viscosidade, indicando tendência à retrogradação (Tabela 4.2). De acordo com Atwell et. al (1988) nesta etapa, ocorrem novas ligações intermoleculares, as cadeias do amido perdem energia e as pontes de hidrogênio entre os grupos hidroxila das moléculas de amilose adjacentes ficam mais fortes, proporcionando maior firmeza e aumento da opacidade do gel. Este aumento de viscosidade é comum em amidos nativos e não altera as suas propriedades químicas.

Quando os géis que foram mantidos à temperatura de 50°C por 10 min, os clones 54-11 e 51-49 (Tabela 4.2) apresentaram as maiores reduções de viscosidade (11,6 e 11,4 %, respectivamente). Neste tipo de avaliação as menores reduções de viscosidade indicam maior estabilidade do amido o que o torna mais interessante para aplicações industriais. Entre os materiais avaliados a cultivar fécula branca apresentou a menor redução de viscosidade (1,5%) enquanto para os demais as reduções ficaram em torno de 6%.

Figura 4.5 – Perfil de viscosidade AmilogramaBrabender cultivares IAC 90, Fécula Branca, Formosa, Cascudinha, Baianinha

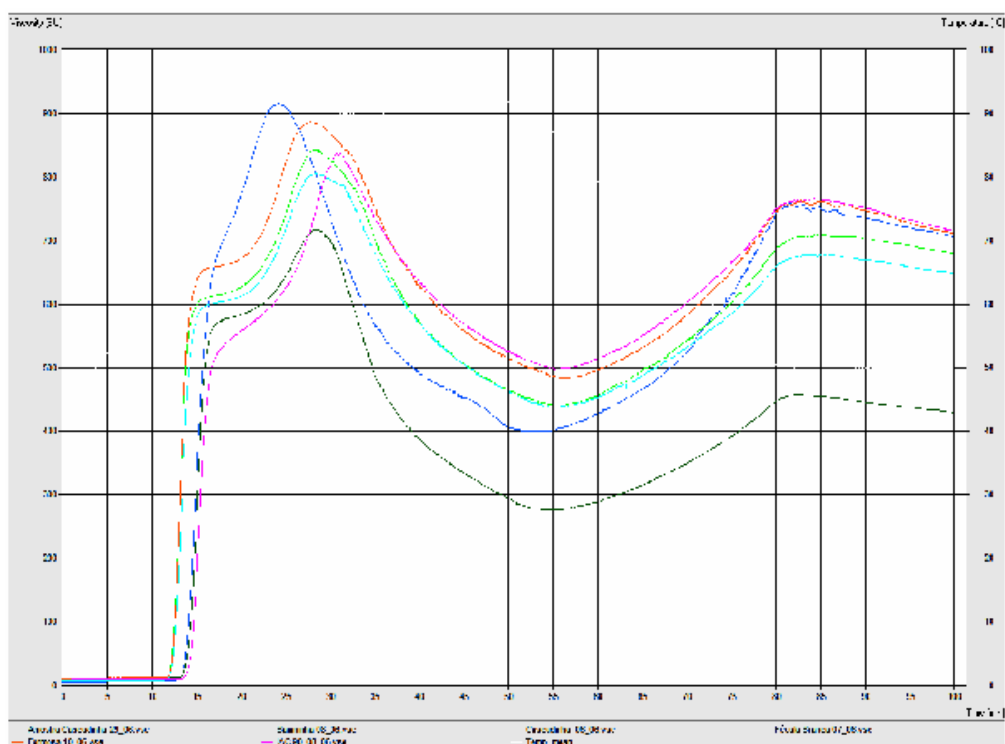


Figura 4.6 – Perfil de viscosidade AmilogramaBrabender clones 59-19, 59-21, 59-25, 59-47, 60-1, 60-2, 60-30.

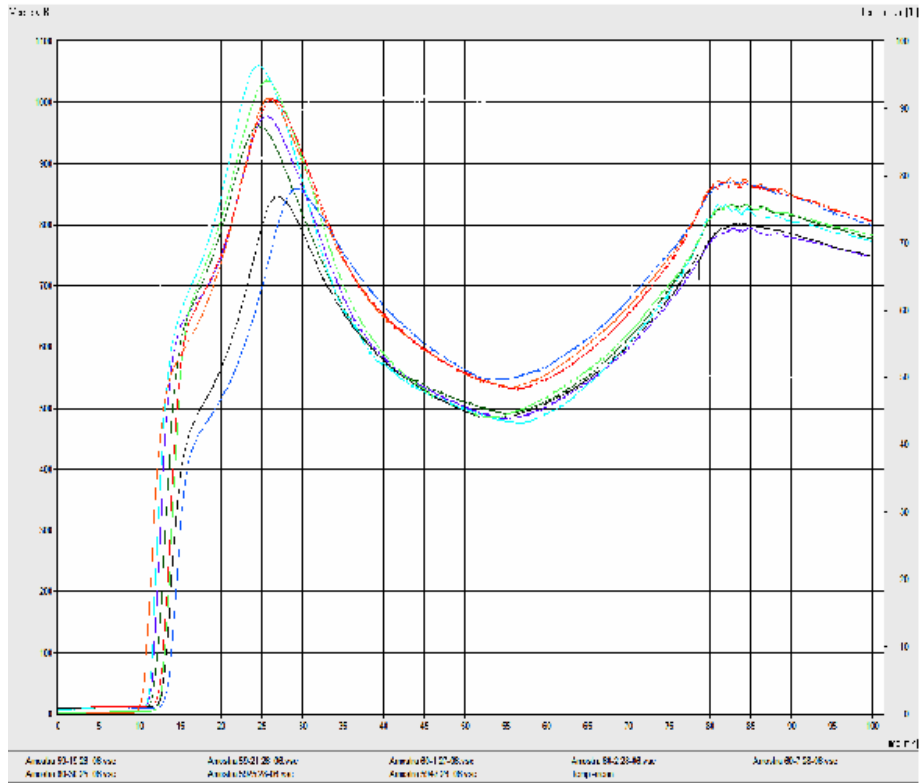


Figura 4.7 – Perfil de viscosidade AmilogramaBrabender clones 55-1, 55-14, 55-3, 56-15, 55-4, 57-3, 55-9, 58-5, 55-10.

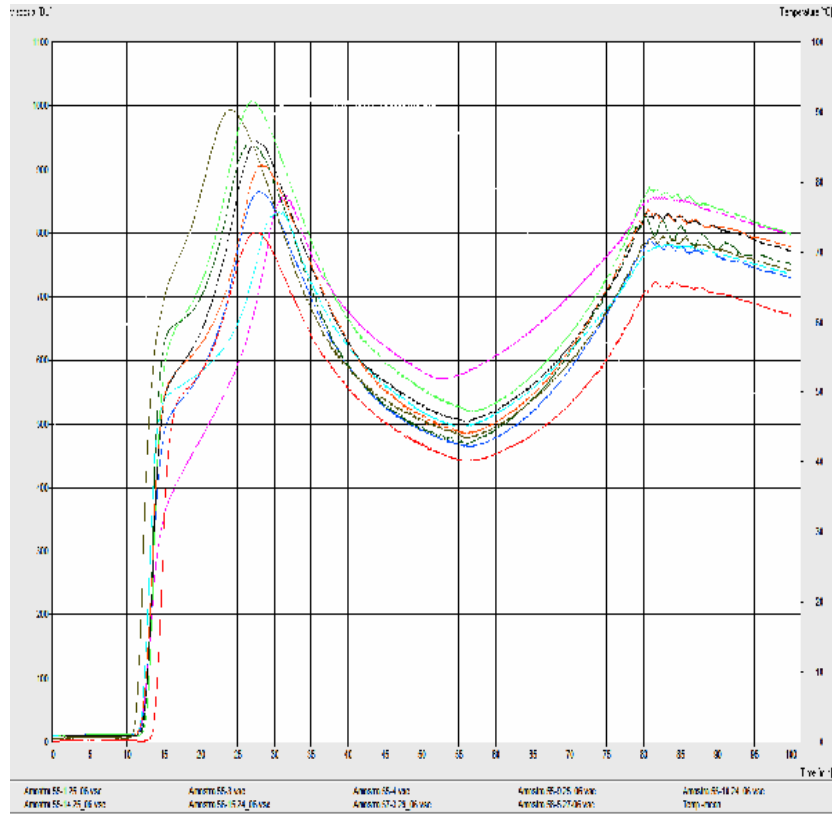
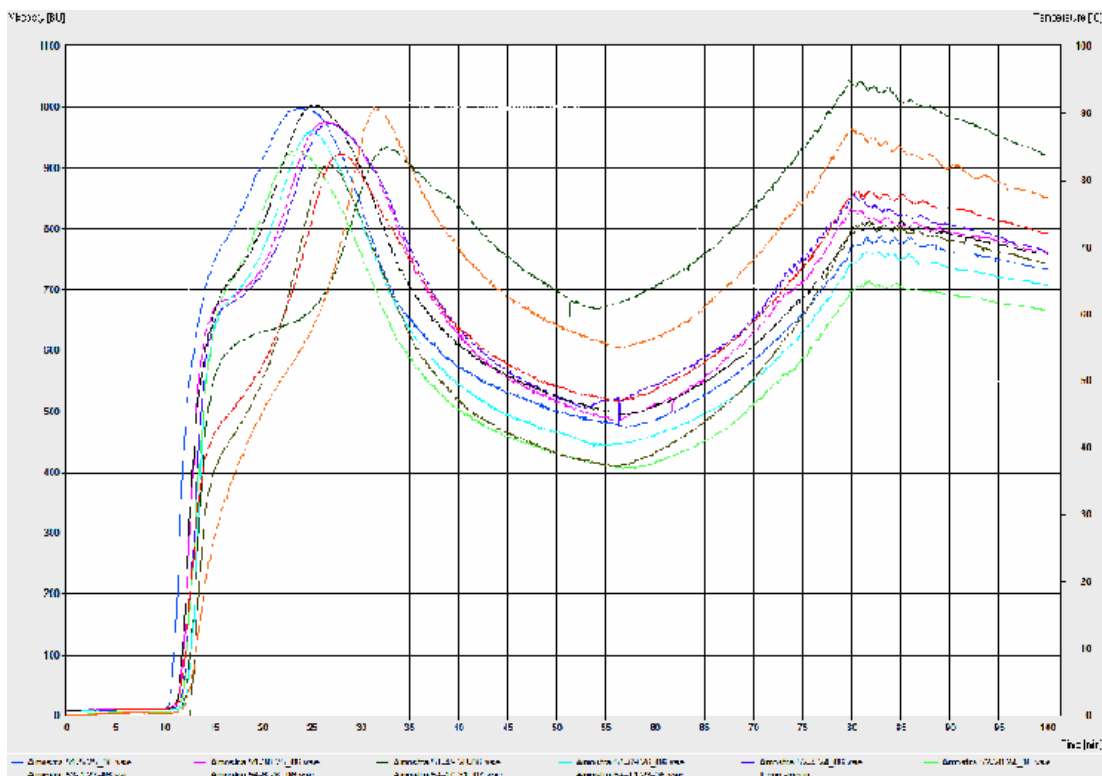


Figura 4.8 – Perfil de viscosidade AmilogramaBrabender clones 51-30, 54-6, 51-49, 54-10, 51-69, 54-11, 52-4, 52-2.



4.4.5 Teor de Amilose

O teor de amilose nas amostras de amido de mandioca das cultivares e clones estudados podem ser observados na Tabela 4.3. A cultivar cascudinha (14,9 %) e o clone 55-10 (15,02 %) foram os materiais que produziram amidos com os menores teores de amilose, enquanto os clones 55-14 (18,57 %) e 59-19 (18,6 %) apresentaram os maiores teores.

Tabela 4.3 – Teor de amilose das amostras do amido de mandioca das cultivares e clones estudados.

| Clones e cultivares | Amilose (%) | Clones e cultivares | Amilose (%) |
|---------------------|-------------|---------------------|-------------|
| Fécula Branca | 15,61 | 55-4 | 16,01 |
| IAC 90 | 16,47 | 55-7 | 16,26 |
| Cascudinha | 14,89 | 55-9 | 15,90 |
| Baianinha | 16,38 | 55-10 | 15,02 |
| Formosa | 16,72 | 55-14 | 18,57 |
| 51-50 | 15,83 | 56-18 | 18,12 |
| 51-30 | 15,77 | 57-3 | 17,87 |
| 51-49 | 16,12 | 58-5 | 18,00 |
| 51-69 | 15,43 | 59-19 | 18,61 |
| 52-2 | 15,35 | 59-21 | 16,82 |
| 52-4 | 16,00 | 59-25 | 17,80 |
| 53-11 | 17,27 | 59-47 | 18,42 |
| 54-6 | 15,79 | 60-1 | 18,29 |
| 54-10 | 16,88 | 60-2 | 17,82 |
| 54-11 | 16,28 | 60-3 | 16,65 |
| 55-1 | 16,37 | 60-7 | 17,83 |
| 55-3 | 16,67 | | |

Os resultados obtidos para os cultivares e clones que produzem amidos mais pobres em amilose (cascudinha e clone 55-10), diferem dos dados apresentado por autores como Franco et al. (2002) que indicaram que a fécula de mandioca tem cerca de 18 % de amilose. Sarmento (1999) verificou que a variedade Branca apresentou teor de 18,16 %. Bicudo (2008) encontrou teor de 17,3 % enquanto Peroni, Rocha e Franco (2006) encontraram valores de 19,8 %. Silva e Cabello (2006), estudando seis diferentes amostras de amido de mandioca, obtiveram teores que variaram de 17,17 % a 19,67 %. Segundo Franco et al. (2002) os amidos de cereais apresentam teores de amilose próximos ou superiores a 22 % o que garante a formação de géis mais rígidos e opacos, enquanto as féculas de raízes tuberosas produzem géis viscosos e mais transparentes.

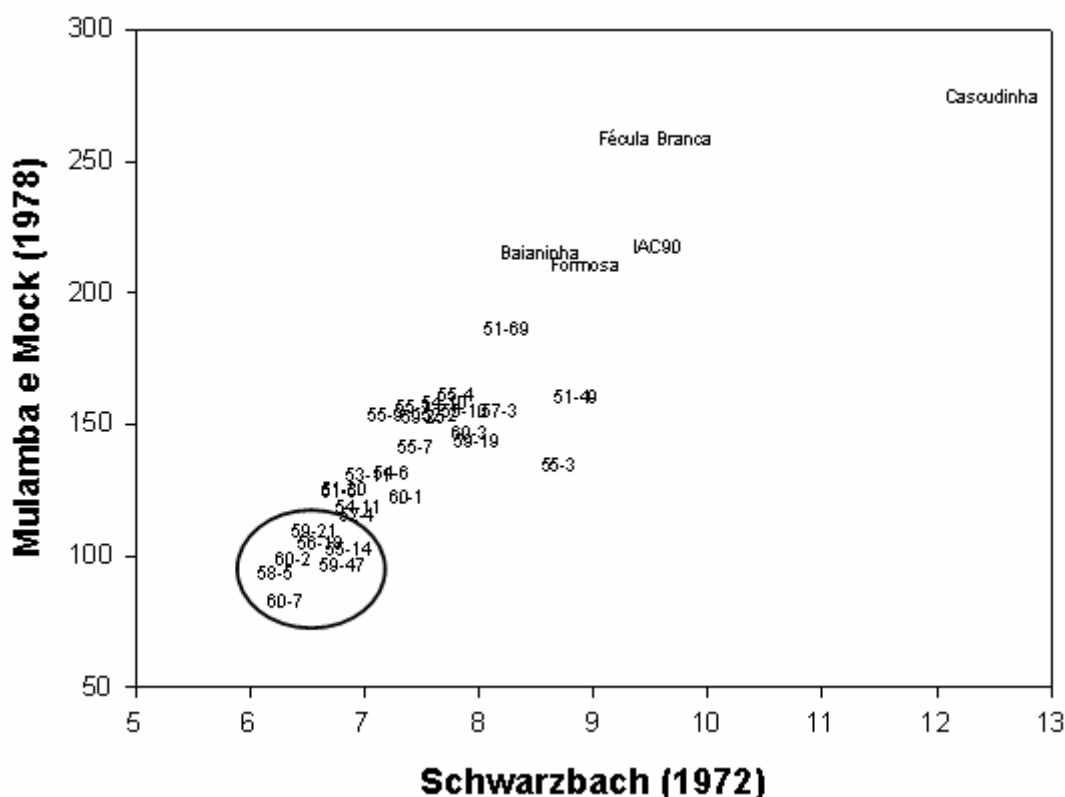
A cultivar Cascudinha apresentou ainda a maior perda de viscosidade quando mantido à temperatura de 90 °C por 20 minutos. Deve-se destacar também que os clones 55-14 e 59-19 foram os que produziram amidos com

os maiores teores de amilose, maiores valores de viscosidade máxima e menores perdas de viscosidade quando mantida a temperatura de 90 °C por 20 minutos. Isso os classifica (vai ter que modificar, com base nas novas avaliações dos dados obtidos) como materiais interessantes e que produzem amidos de alta qualidade para aproveitamento em processos industriais de produção de alimentos e de outros produtos.

4.5 ÍNDICE DE SELEÇÃO DOS CLONES E CULTIVARES AVALIADOS

Na figura 4.5.1, apresenta-se uma interação entre os índices de seleção Mulamba e Mock (1978) e de Schwarzbach (1972), que levam em consideração as variáveis de maior interesse para o programa de melhoramento da mandioca, que neste estudo foram: a) caracteres agrônômicos (produtividade, teor de amido, sensibilidade a doenças como bacteriose e o super alongamento) e b) parâmetros relacionado à qualidade do amido produzido pelos clones (28) e cultivares (5) de mandioca. O agrupamento de materiais com os menores valores interativos são considerados os melhores genótipos e estes materiais apresentam potencial para indicação de substituição ou manutenção dos cultivares comerciais. Nesta situação os clones 55-14, 56-10, 58-5, 59-21, 59-47, 60-2 e 60-7 apresentaram os menores valores interativos (melhores índices de seleção) podendo ser indicados para o prosseguimento do programa de seleção. As cultivares comerciais (Casculinha, Fécula Branca, IAC-90, Baianinha e Formosa) apresentaram os piores índices de seleção, indicando a necessidade de substituí-las ou descartá-las do programa de melhoramento. Por outro lado, os resultados indicam também que os clones previamente selecionados apresentam potencial para substituir as cultivares comerciais, com o objetivo de aumentar a produtividade da cultura e melhorar a qualidade de amido de mandioca para fins industriais.

Figura 4.5.1 – Índices de seleção (Mulamba e Mock 1978; e Schwarzbach 1972) para caracteres agrônômicos e de qualidade do amido de clones (28) e cultivares (5) de mandioca.



4.6 CONCLUSÕES

As cultivares e clones de mandioca avaliadas neste estudo produzem amidos que podem ser classificados com o do tipo A, com cristalinidade variando de 18,6 a 22,29 %.

Os grânulos dos amidos dos materiais avaliados apresentam superfícies lisas, arredondadas com formatos ovalados e côncavo-convexos, não havendo diferenças visuais entre os mesmos.

Os clones 60-2, 55-14, 59-47 e 53-11 se destacaram em relação aos demais materiais avaliados devido às propriedades viscoamilográficas dos géis desses amidos que apresentaram os maiores valores de viscosidade máxima, na temperatura próxima de 90°C.

Os géis dos amidos produzidos pelos clones 51-49, 55-3, 55-9 e 55-4 se destacam dos demais por apresentarem melhor desempenho de viscosidade quando mantidos à temperatura de 90 °C por 20 min.

As cultivares cascudinha e fécula branca apresentaram os piores desempenhos em relação às propriedades viscoamilográficas, provavelmente por produzirem amidos com baixos teores de amilose. Por outro lado, junto com a baianinha formam o grupo das cultivares mais sensíveis à bacteriose e ao super alongamento, principais doenças da cultura da mandioca.

REFERÊNCIAS

- ABAM (Associação Brasileira dos Produtores de Amido de Mandioca). **Produção – O Amido de Mandioca**. Disponível em: <http://www.abam.com.br/amido_mand.php>. Acesso em: 21 jul. 2012.
- AGRIANUAL 2011. **Anuário da agricultura brasileira**. São Paulo: Instituto FNP, p. 333-337, 2011.
- ALBUQUERQUE, T. T. O., MIRANDA, L. C. G., SALIM, J., TELES, F.F.F., QUIRINO, J.G. Composição centesimal da raiz de 10 variedades de mandioca (*Manihotesculenta* Crantz) cultivadas em Minas Gerais. **Revista Brasileira de Mandioca**, v. 12, n. 1, p. 7-12, 1993.
- ALVES, E.R., VEDOVOTO, G.L. **A indústria do amido de mandioca**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica. (Secretaria de Gestão e Estratégia. Documentos, 6), 201p, 2003.
- ALVES, M.C.S., MOREIRA, M.A.B., CHAGAS, M.C.M., HOLANDA, J.S., SILVA, J., LIMA, J.D.S. **Recomendações e técnicas para o cultivo da mandioca**. VI circuito de tecnologias adaptadas para a agricultura familiar, Natal, 2009.
- AMERICAN ASSOCIATION CEREAL CHEMISTS (AACC). **Approved methods**. 8. Ed. Saint Paul, 1995.
- AMANTE, E. R. **Caracterização de amidos de variedades de Mandioca (*Maninotesculenta*, Crantz) e de batata-doce (*Ipomoea batatas*)**. Dissertação (mestrado)- Universidade Federal de Viçosa, Viçosa, 1986.
- APLEVICZ, K.S. Caracterização de produtos panificados à base de Féculas de mandioca nativas e modificadas. **Dissertação**. Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2006.
- ATWELL, W.A., HOOD, L.F., LINEBACK, D.R. The terminology and methodology associated with basic starch phenomena. **Cereal Food World**, v.33, n.3, p. 306-311, 1998.
- BARRETO, P.L.M., BEIRÃO, L.H. Influência do amido e carragena nas propriedades texturiais de surimi de tilápia (*oreochomissp.*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**. Vol.19, n.2, Campinas, 1999.
- BLACKHALL, N., W.DAVEY, M. R., POWER, J.B. Isolation, culture, and regeneration of protoplasts. In: DIXON, R.A.; GONZALES, R.A. (Ed.). **Plant Cell Culture**. A practical approach. New York: Oxford University Press, 1994. p. 28-39.
- BRASIL. Ministério da Saúde. Agência Nacional de Vigilância Sanitária. Resolução – RDC nº 263, de 22 de setembro de 2005. Aprova o regulamento técnico para produtos de cereais, amidos, farinhas e farelos. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil**, Brasília, 23 de setembro de 2005.

BRASIL, Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Instrução Normativa nº 23 de 14 de dezembro de 2005.

BULÉON, A. et al. Starch granules: structure and biosynthesis. **International Journal of Biological Macromolecules**, v.23, p.85-112, 1998.

CEREDA, MarneyPascoli. **Culturas de tuberosas amiláceas latino-americanas**. Volume 1: Propriedades gerais do amido. São Paulo: Fundação Cargill, 2002.

CEREDA, M. P. **Manejo, Uso e Tratamento de Subprodutos da Industrialização da Mandioca**. São Paulo: Fundação Cargill, v.4, p. 320, 2001.

CEREDA, M.P. **Propriedades gerais do amido**. São Paulo, Fundação Cargill, 221 p. (Série: Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino-americanas, v. 1), 2002.

CHARLES, A. L., CHANG, Y.H., KO, W.C., SRIROTH, K., HUANG, T.C. Influence of amylopectin structure and amylose content on the gelling properties of five cultivars of cassava starches. **Journal of Agricultural and Food Chemistry**, Easton, v. 53, n. 7, p. 2717-2725, 2005.

COSTA, I.R.S.; FUKUDA, C.; CAVLAVANTI, J.; FUKUDA, W.M.G **Variabilidade genética e melhoramento da mandioca (*Manihotesculenta*Crantz)**. Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas para o Nordeste Brasileiro, EMBRAPA, 2013.

DENARDIN, C.C., SILVA, L.P. Estrutura dos grânulos de amido e sua relação com propriedades físico-químicas. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.39, p. 945-954, 2009.

DEVELOPMENT CORE TEAM (2006) A language and environment for statistical computing. Vienna: R Foundation for Statistical Computing. Disponível em: <<http://www.r-project.org>>. Acesso em 26 de março de 2010.

ELIASSON, A.C. **Starch in food - Structure, function and applications**. New York: Boca Raton, CRC, 2004. 605p.

EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA. **Cultura da mandioca**. 2003. Bahia. Disponível em: <<http://sistemasdeproducao.cnptia.embrapa.br>>. Acesso em 15 dez. 2012.

FERRINI, L. M.K. **Efeito da modificação ácido-metanólica nas características estruturais e físico químicas de amidos de milho e mandioca**. Dissertação (Mestrado em Engenharia e Ciência de Alimentos). Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, 93f, 2006.

FRANCO, C. M. L. DAINTO, E.R., DEMIATE, I.M., CARVALHO, L. J. C., LEONEL, M., CEREDA, M. P., VILPOUX, O.F., SARMENTO, S. B.S. **Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, Propriedades Gerais do Amido**. Campinas: Fundação Cargill, 2002.

FUKUDA, W.M.G., GUEVARA, C.L. **Descritores morfológicos e agronômicos para a caracterização de mandioca (*Manihote succulenta* Crantz)**. Cruz das Almas: EMBRAPA-CNPMF, 1998, 38 p. (EMBRAPA - CNPMF. Documentos, 78).

FUKUDA, W.M.G., IGLESIAS, C. Recursos genéticos. In: SOUZA, L. da S., FARIAS, A.R.N., MATTOS, P.L.P. de; FUKUDA, W.M.G. (Ed.). **Aspectos socio econômicos e agrônômicos da mandioca**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006. p. 301-323.

FUKUDA, W.M.G. **Bacteriose da mandioca**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2010.

GOEBEL, M.A. **Organização e coordenação do sistema agroindustrial da mandioca na microrregião oeste do Paraná**. Dissertação (Mestrado). Universidade Estadual do Oeste do Paraná Unioeste. Toledo (2005).

GUNARATNE, A., HOOVER, R. Effect of heat-moisture treatment on the structure and physicochemical properties of tuber and root starches. **Carbohydrate Polymers**, v. 49, n. 4, p. 425-437, 2002.

HOOVER, R. Composition, molecular structure, and physicochemical properties of tuber and root starches: a review. **Carbohydrate Polymers**, v. 45, n. 3, p. 253-267, 2001.

IGLESIAS, C. A., SANCHEZ, T., YEOH, H. H. Cyanogens and linamarase activities in storage roots of cassava plants from breeding program. **Journal of Food Composition and Analysis**, v. 15, p. 379 – 387, 2002.

KARAM, L.B. **Propriedades funcionais de multi-misturas de amidos de milho, mandioca e cará e sua relação com as características físicas e moleculares**. 2003, 133f. Tese (Doutorado em Ciência de Alimentos) Universidade Estadual de Londrina, Londrina.

KERESZTESSY, Z., BROWN, K., DUNN, M. A., HUGHES, M. A. Identification of essential active-site residues in the cyanogenic α -glucosidase (linamarase) from cassava (*Manihot esculenta* Crantz) by site-directed mutagenesis. **Biochemical Journal**, v. 353, p. 199 - 205, 2001.

KITAHARA, K., COPELAND, L. A simple method for fractionating debranched starch using a solid reversed-phase cartridge. **Journal of Cereal Science**, v.39, n. 1, p.91-98, 2004.

LEONEL, M., JACKEY, S., CEREDA, M.P. Processamento industrial de fécula de mandioca e batata doce – um estudo de caso. **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 18, n. 3, p. 343-345, 1998.

LIMA, U. A. **Manual técnico debeneficiamento e industrialização da mandioca**. São Paulo: Secretaria de Ciências e Tecnologia, (Série Tecnologia Agroindustrial - Programa Adequação, 2). 1982, 56p.

LIU, Q. Understanding starches and their role in foods. In: CUI, S. W. (ed). **Food Carbohydrates: Chemistry, Physical Properties and Applications**. Boca Raton: CRC Press, 2005. 309-305 p.

MINISTÉRIO DA AGRICULTURA E ABASTECIMENTO. Disponível em: <http://extranet.agricultura.gov.br/php/snpc/cultivarweb/lista_especies.php?cod_uso_snpc_rnc=1>. Acesso em: 18 mar. 2014.

MARCON, M. J. A., AVANCINI, S. R. P., AMANTE, E. R. **Propriedades Químicas e Tecnológicas do Amido de Mandioca e do Polvilho Azedo**. Florianópolis: Ed. UFSC, 2007.

MARCON, M.J. A. **Proposta para o mecanismo de expansão do polvilho azedo com base nas características físico-químicas**. Dissertação (Doutorado em Ciência dos Alimentos). Universidade Federal de Santa Catarina, 187f, 2009.

MARTINEZ, C. Y., CUEVAS, F. **Evaluación de localidad culinaria y molinería del arroz**. Guia de estudio. Cali: CIAT. 1989. 75 p.

MATTOS, P. L. P., GOMES, J. C., FARIAS, A. R. N., FUKUDA, C. **Cultivo da mandioca nas regiões Norte e Nordeste do Brasil**. In: CEREDA, M. P. (Coord.). Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas. 1 ed São Paulo: Fundação Cargill, 2002. p. 274 - 301. (Série Culturas de Tuberosas Amiláceas Latino Americanas, v. 2.

MULAMBA, N.N., MOCK, J.J. (1978) Improvement of yield potential of the Eto Blanco maize (*Zea mays* L.) population by breeding for plant traits. **Egyptian Journal of Genetic and Cytology** 7: 40-51.

O'HAIR, S. **Cassava. New Crop**. Indiana (EUA): Center for New Crops & Plant Products, 1998. Disponível em: <<http://www.hort.purdue.edu/newcrop>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

OLIVEIRA, D. C. Caracterização e potencial tecnológico de amidos de diferentes cultivares de mandioca (*Manihotesculenta*, Crantz). Dissertação. Universidade Federal de Santa Catarina, 2011.

OTSUBO, A. A., MERCANTE, F. M., SILVA, R. F. **Aspectos do cultivo da mandioca no Mato Grosso do Sul**. Embrapa Agropecuária Oeste Dourados, 2002.

PAES, S.S., YAKIMETS, I., MITCHELL JR. Influence of gelatinization process on functional properties of cassava starch films. **Food Hydrocolloids**, 22:788–97, 2007.

PAULS, K. P. Plant biotechnology for crop improvement. **Biotechnology Advances**, Oxford, v. 13, n. 4, p. 673-693, 1995.

PEREIRA, L.H.G. Obtenção e estudo das propriedades físico-químicas de amidos de mandioca (*Manihotesculenta*) oxidados e ácido-modificados. **Dissertação**. Universidade Estadual de Ponta Grossa, 2008.

PINTO, P. H. M. **Tratamento de manipueira de feccularia em biodigestor anaeróbio para disposição em corpo receptor, rede pública ou uso em fertirrigação**. Dissertação (Mestrado em Agronomia). Faculdade de Ciências Agrônômicas da Unesp - Campus de Botucatu. 101 f, 2008.

- RATNAYAKE, W.S., JACKSON, D.S. A new insight into the gelatinization process of native starches. **Carbohydrate Polymers**, 67(4), 511-529, 2007.
- RICKARD, J.E., ASOAKA, M., BLANSHARD, M.V. The physico-chemical properties of cassava starch. *Tropical Science*, 31: 189-207, 1991.
- ROCHA, T.S., DEMIATE, I.M., FRANCO, C. M. L. Características estruturais físico-químicas de amidos de mandioca salsa (*Arracacia xanthorrhiza*). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, v. 23, n.3, p. 620-628. jul.- set. 2008.
- SAGRILO, E., VIDIGAL FILHO, P.S., OTSUBO, A.A., SILVA, A.S., ROHDEN, V.S., Performance de cultivares de mandioca e incidência de mosca branca no Vale do Ivinhema, Mato Grosso do Sul. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 57, n. 1, p. 87-94, 2010.
- SANTOS, W.S., SOUZA, A.S., VIANA, A.E.S., FILHO, J.R.P., SOUZA, K. A., MENEZEZ, M.C. **Multiplicação Rápida, Método Simples e de Baixo Custo na Produção de Material Propagativo de Mandioca**. Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento Embrapa, 2009.
- SARMENTO, S. B. S., REIS, M. M., FERREIRA, M. M. C., CEREDA, M. P., PENTEADO, M. V. C., ANJOS, C. B. Análise Quimiométrica de Propriedades Físicas, Físico-químicas e Funcionais de Féculas de Mandioca. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 2, n. 1, p. 131-137, 1999.
- SOUZA, A. S., SOUZA, F. V. D., SANTOS-SEREJO, J. A., JUNGHANS, T. G., SILVA NETO, H. P. **Micro propagação da mandioca mediante ápices caulinares e segmentos nodais**. Circular Técnica 88. Embrapa. Cruz das Almas, 11p. 2008.
- STATSOFT Inc. (2004). **STATISTICA** (data analysis software system), version 8.0 Tulsa, Oklahoma, USA.
- SUMERLY, R., ALVAREZ, H., CEREDA, M.P., VILPOUX, O. **Hidrólise do amido**. In: CEREDA, M. P., VILPOUX, O. Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino Americana. São Paulo: Fundação Cargill, v.3, p.377- 448. 2003.
- TAKIZAWA, F. F., SILVA, G.O., KONKEL, F. E., DEMIATE, I. M. Characterization of tropical starches modified with potassium permanganate and lactic acid. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v.47, n. 6, p. 921-931, 2004.
- VAN SOEST, J.J.G., HULLEMAN, S.H.D., WIT, D., VLIEGENTHART, J.F.G. Crystallinity in starch bioplastics. **Industrial Crops and Products**, Amsterdam, v. 5, n. 1, p. 11-22, 1996.
- VIANA, A. E. S., SEDIYAMA, T., LOPES, S.C., CECON, P.R., SILVA, A.A. Avaliação de métodos de preparo de manivas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Ciência e Agrotecnologia**, Edição Especial, p. 1383-1390, 2002.
- VICENTINI, N.M. **Elaboração e caracterização de filmes comestíveis à base de fécula de mandioca para uso em pós-colheita**. 2003. 198p. (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), Botucatu/SP.

VILELA, E.R., FERREIRA, M.G. Tecnologia de produção e industrialização do amido de mandioca. **Informe Agropecuário**, v. 13, n. 145, p. 69-73, 1987.

VILPOUX, O. F. **Arranjos institucionais nas transações entre produtores e fecularias de mandioca**: abordagem pela economia dos custos de transação. Informe Gepec, Toledo, v. 14, n. 1, p. 127-146, jan./jun. 2010.

WRICKE, G., WEBER, W.E. **Quantitative genetics and selection in plant breeding**. New York: Walter de Gruyter, 1986, 406p.

ZOBEL, H.F. Starch crystal transformations and their industrial importance, **Starch/Stärke**, v. 40, n. 1, p. 1-7, 1988.