

José Carlos Durans Pinheiro

RESULTADOS DE PESQUISAS COM
MANDIOCA



2021

JOSÉ CARLOS DURANS PINHEIRO

**RESULTADOS DE PESQUISAS COM
MANDIOCA**

1ª EDIÇÃO

**EDITORA PASCAL
2021**

2021 - Copyright© da Editora Pascal

Editor Chefe: Prof. Dr. Patrício Moreira de Araújo Filho

Edição e Diagramação: Eduardo Mendonça Pinheiro

Edição de Arte: Marcos Clyver dos Santos Oliveira

Bibliotecária: Rayssa Cristhália Viana da Silva – CRB-13/904

Revisão: Autor

Conselho Editorial

Dr. William de Jesus Ericeira Mochel Filho

Dr^a. Camila Pinheiro Nobre

Dr^a. Aurea Maria Barbosa de Sousa

Dr^a. Gerbeli de Mattos Salgado Mochel

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

P654re

Pinheiro, José Carlos Durans.

Resultados de pesquisas com mandioca / José Carlos Durans Pinheiro. São Luís: Editora Pascal, 2021.

174 f. : il.

Formato: PDF

Modo de acesso: World Wide Web

ISBN: 978-65-86707-44-1

D.O.I.: 10.29327/532851

1. Mandioca. 2. Plantio. 3. Micropropagação. 4. Pesquisa. I. Pinheiro, José Carlos Durans.

CDU: 343.76

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores.

2021

www.editorapascal.com.br

contato@editorapascal.com.br

AUTOR

JOSÉ CARLOS DURANS PINHEIRO, Engenheiro Agrônomo formado em dezembro de 1976 pela FESM/Universidade Estadual do Maranhão – UEMA, Mestre em Agronomia, área de concentração em Fitotecnia, pela Universidade Federal do Ceará – UFC.

A cultura da mandioca tem sido a principal dedicação como profissional de Agronomia pelo desempenho como pesquisador, professor, instrutor de qualificação profissional, além do exercício da profissão como servidor público estadual.

Publicou seu primeiro livro em 2017, “A Realidade da Mandioca no Maranhão” com o objetivo de contribuir com informações técnicas voltadas para o melhoramento de atividades produtivas para o desenvolvimento da mandioca em comunidades rurais.



PREFÁCIO

O Engenheiro Agrônomo, Mestre em Ciências e Pesquisador José Carlos Durans Pinheiro, escreveu este livro muito rico em informações sobre uma das mais importantes, se não foi a mais relevante, das atividades agrícolas para o setor rural do Brasil, do Nordeste e do Maranhão.

A mandioca juntamente com o arroz, feijão e o milho são as lavouras alimentares que ocupam a grande maioria das áreas colhidas dos agricultores dos municípios brasileiros. Essas lavouras são ainda mais relevantes para os agricultores familiares de todo este País e, claro, para os do Nordeste e para os do Maranhão.

Em 2006 quando estive como Secretário de Agricultura no Maranhão, conheci o Durans como um dos Assessores do quadro efetivo daquela Secretaria, onde nos ajudou no Programa de Desenvolvimento Integrado do Maranhão (PRODIM) que havia sido concebido para reduzir a pobreza no estado. Um dos projetos estruturantes que houvera sido desenhado para alcançar aquele objetivo era a construção de pequenas agroindústrias beneficiadoras de mandioca, para a produção de farinha e fécula de uma forma mais higienizada e rentável. Essas unidades beneficiadoras eram destinadas aos agricultores organizados em associações.

Feito esse preâmbulo, vamos à importante obra que o Pesquisador Durans escreveu acerca da cultura da mandioca no Maranhão. Para fazer isso, vou me permitir elaborar uma pequena retrospectiva histórica acerca da inserção e da relevância dessa lavoura para o nosso Estado.

A mandioca é cultivada em todos os atuais 217 municípios maranhenses. Quando o IBGE começou a fazer levantamentos da produção agrícola brasileira nos anos trinta do século passado, o cultivo dessa lavoura ocorria em áreas que oscilaram entre 8.208 hectares e 20.544 hectares. A área e a produção da mandioca cultivada no Estado, a partir dos anos trinta, alcançaram o seu marco histórico, jamais superado até aqui, em 1982. Naquele ano o Maranhão

colheu 3.493.621 kg numa área de 450.128 hectares. Contudo a produtividade foi muito baixa, de apenas 7.761 kg por hectare.

Segundo o Censo Agropecuário do IBGE de 2017 o Maranhão ficou na quarta posição na produção da raiz de mandioca, alcançando 1,3 toneladas, o que representou 6,4% da produção brasileira naquele ano. Contudo, o Maranhão deteve, em 2017, uma das menores produtividades, entre os estados brasileiros: 8,7 t/ha. O Pará, o maior produtor em 2017, teve produtividade de 14,7 t/ha; Paraná, o segundo maior produtor, extraiu 24,23 t/ha; a Bahia, terceiro maior produtor de mandioca em 2017, teve produtividade de 10,8 t/ha.

No entanto, a relevância do cultivo da mandioca para os nordestinos e maranhenses vai bem além do que as estatísticas podem eventualmente mostrar. Trata-se de uma cultura que funciona como “poupança enterrada”. Em momentos de dificuldades de liquidez, os agricultores recorrem àquelas raízes. Vendem-nas assim mesmo, ou as entregam nas casas de farinha existentes nos povoados. Mas há aqueles que fazem a própria farinha. Em qualquer uma dessas alternativas amearão alguma renda que usarão para comprar os mantimentos essenciais que lhes estejam faltando.

O seminal livro do Durans nos ensina, nos seus oito (8) capítulos, a conhecer bem mais sobre essa cultura. A partir de trabalhos experimentais que ele desenvolveu sozinho, ou em parcerias com outros Pesquisadores, quando foi Pesquisador da saudosa Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária (EMAPA), podemos aprender muito com ensaios que vão da competição de cultivares de mandioca, à incidência de pragas e doenças, às características de solos adequados para o cultivo, ao plantio em consórcios, ou em sucessão com feijão e milho, dentre outros conhecimentos.

Os resultados apresentados, em boa parte dos capítulos, já haviam sido publicados previamente em documentos resgatados providencialmente por ele. Contudo, existem alguns ensaios em que as evidências demonstradas são inéditas.

Todos os oito capítulos do livro são relevantes porque abordam os aspectos discutidos nos parágrafos anteriores. Contudo, em um deles, o Durans descreve, com cirúrgica fidedignidade, como é fabricada a tiquira artesanal no Maranhão. Tiquira é uma bebida alcoólica que tem “sotaque” maranhense, como sabemos. Na condição de Secretário de Agricultura, conheci um dos “alambiques” que produziam essa bebida no estado. Fiquei impressionado com as condições sanitárias precárias e até desumanas com a tecnologia que transforma a raiz de mandioca em tiquira.

Essa é uma atividade beneficiadora de mandioca que pode prover renda e ocupação nas áreas rurais do estado. Mas a tecnologia de produção precisa ser bastante modificada para que possa atender requisitos mínimos de higiene, de saúde para os trabalhadores envolvidos na sua produção e para os consumidores da bebida.

O livro faz uma leitura lúcida de como se dá a produção de mandioca no Maranhão, além de mostrar aspectos importantes para que ela avance em importância econômica, haja vista a sua indiscutível relevância social. O seu conteúdo, com certeza, ajudará a encontrar caminhos para incrementar a produtividade da mandioca no Maranhão, seguramente o grande óbice na produção dessa lavoura no nosso estado.

O livro, apesar de ser técnico, como deveria ser, é de leitura fluente e se constitui num documento importante para quem quer conhecer mais das nossas potencialidades agrícolas, sobretudo as relacionadas com a produção de mandioca.

José de Jesus Sousa Lemos

Professor Titular na Universidade Federal do Ceará

AGRADECIMENTOS

À DEUS pela saúde, pela criatividade e determinação que me foi destinada para a condução dessas pesquisas.

À Editora Pascal pela formatação deste livro, pois, sem esse apoio ficaria mais difícil a sua edição.

Aos colegas Engenheiros Agrônomos, Eduardo Mendonça Pinheiro, Camila Pinheiro Nobre, Evandro Ferreira das Chagas e José de Jesus Lemos, que contribuíram com seus conhecimentos e revisões para a publicação deste livro.

Aos Engenheiros Agrônomos, Técnicos Agrícolas e Mestres Rurais da extinta EMAPA, que durante a execução das pesquisas colaboraram com seus conhecimentos e habilidades técnicas para o êxito dos resultados alcançados.

À Nelma Maria Napoleão Mendonça Pinheiro, minha esposa, pela revisão gramatical dos textos.

In memoriam aos Técnicos Agrícolas, Pedro Otaviano Neto e Antonio Lopes. E ao Mestre Rural, José dos Santos.

SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO.....	11
1 DOCUMENTOS.....	13
PRINCIPAIS PROBLEMAS NO CULTIVO E PRODUÇÃO DA MANDIOCA NO MARANHÃO	14
2 MELHORAMENTO VEGETAL	22
INTRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE MANDIOCA EM BACABAL	23
ESTUDO DE COMPETIÇÃO DE CULTIVARES DE MANDIOCA EM BACABAL	24
TESTE PRELIMINAR DE PRODUTIVIDADE	31
3 MICROPROPAGAÇÃO	35
COMPORTAMENTO DE REGULADORES DO CRESCIMENTO NA INDUÇÃO DE CALO EM GEMAS LATERAIS DE MANDIOCA (<i>Manihot esculenta</i> Crantz)	36
EFEITOS DE REGULADORES DO CRESCIMENTO NA REGENERAÇÃO DE PLÁNTULAS DE MANDIOCA IN VITRO	81
INFLUÊNCIA DE REGULADORES DO CRESCIMENTO NO GANHO DE PESO DE MATÉRIA FRESCA DE EXPLANTES DE MANDIOCA CULTIVADOS IN VITRO.....	90
4 FISIOLOGIA DO CRESCIMENTO	99
ESTUDO DE PLANTIO DE SEMENTES BOTÂNICAS DE MANDIOCA	100
FLUTUAÇÕES DO TEOR DE AMIDO DE TRÊS CULTIVARES DE MANDIOCA EM BACABAL DO MARANHÃO.....	109

5 TRATOS CULTURAIS 116

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE MACAXEIRA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE COLHEITA 117

MANDIOCA EM ROTAÇÃO COM ARROZ E MILHO E FEIJÃO CAUPI EM SUCESSÃO 130

SISTEMA DE FILEIRAS DUPLAS DE MANDIOCA CONSORCIADA COM ARROZ NO MARANHÃO 134

6 FERTILIDADE DO SOLO 139

ADUBAÇÃO NPK EM MANDIOCA 140

7 PRAGAS E DOENÇAS 144

AVALIAÇÃO DE RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE MANDIOCA À INFESTAÇÃO POR *Neosilba perezi* (ROMERO & RUPPELL) (DIPTERA: LONCHAEIDAE) 145

SELEÇÃO DE PLANTAS DE MANDIOCA RESISTENTES AO TRIPES ATRAVÉS DA PUBESCÊNCIA FOLIAR 156

OCORRÊNCIA DA GALHA DAS GEMAS DA MANDIOCA NO ESTADO DO MARANHÃO 163

REAÇÃO DE CULTIVARES DE MANDIOCA A ANTRACNOSE 164

8 PÓS-COLHEITA 165

A TIQUIRA DE MANDIOCA 166

APRESENTAÇÃO

A Organização das Nações Unidas (ONU) nomeou a mandioca como o alimento mais relevante do século XXI, pela sua importância como matéria prima para uso na alimentação de humanos e animais, bem como, na composição de vários produtos industrializados alimentícios e não alimentícios. A FAO agência especializada da ONU que trabalha na erradicação da fome e da insegurança alimentar publicou um guia como modelo agrícola *Produzir mais com menos* que intensifica o potencial da mandioca em termos de produção de maiores rendimentos elegendo-a como uma cultura polivalente que responde às prioridades dos países em desenvolvimento, aumentando sua importância na agricultura mundial.

Evidentemente que esse reconhecimento sobre a importância da mandioca, já advém de épocas seculares, desde quando aqui chegaram os portugueses na época do nosso descobrimento, em que, a carta de Pero Vaz de Caminha, escrivão da expedição, revelou ao Rei de Portugal, Dom Manuel I, que os nativos se alimentavam *senão desse inhame que aqui há muito*, o que proporcionou aos historiadores elegerem essa carta como a certidão de nascimento da mandioca no Brasil.

Oportunamente, para ainda melhor ratificar a mandioca como uma cultura tradicional e importante para o Brasil e o mundo, com a criação da EMBRAPA em 1973, a mandioca e outros diversos produtos da agropecuária foram selecionados e contemplados com aportes de recursos pelo governo brasileiro para o desenvolvimento de pesquisas em centros e unidades estruturadas distribuídas por todo o território nacional, surgindo a partir desse momento uma nova revolução no campo, chamada *ciência e tecnologia*. As consequências desses investimentos, hoje, estão sendo colhidas, pois, o agronegócio brasileiro equilibra e sustenta a nossa balança comercial, pelos recordes, ano após ano, na produção e exportação de alimentos e se constitui num segmento produtivo e estratégico

para a economia brasileira.

Diante desse contexto, a Empresa Maranhense de Pesquisa Agropecuária – EMAPA foi criada com a missão de executar pesquisas experimentais com diversos produtos prioritários para o estado do Maranhão, dentre eles, a mandioca.

Este livro contém os resultados de pesquisas obtidos durante a vigência da EMAPA, cujos trabalhos científicos com mandioca produzidos por essa instituição foram publicados através do sistema gráfico, que infelizmente, não resistiram ao tempo ou não foram preservados com a sua extinção.

Sendo assim, o resgate e reedição desses resultados de pesquisas com mandioca juntamente com outros inéditos é importante para o acesso de estudantes, pesquisadores, produtores e outros interessados nesses conhecimentos, que possam utilizá-los para introduzir melhorias na produção e na produtividade da mandioca, além de despertar o interesse por novas pesquisas e, assim, contribuir com outras informações tecnológicas, necessárias para o desenvolvimento da mandiocultura maranhense.

1

DOCUMENTOS

PRINCIPAIS PROBLEMAS NO CULTIVO E PRODUÇÃO DA MANDIOCA NO MARANHÃO¹

José Carlos Durans Pinheiro²

INTRODUÇÃO

O cultivo das principais culturas do estado do Maranhão como: arroz, milho, mandioca, feijão, banana, etc., ainda é regido por um forte tradicionalismo, onde as utilizações de práticas empíricas contribuem bastante para a presença de baixas produtividades, atribuindo a esse setor um caráter de subsistência que peculiariza a nossa agricultura como uma atividade sem atrativos para investimentos mais consistentes.

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é cultivada em todo o território maranhense normalmente sob o regime de consorciação com outras culturas anuais num sistema de exploração bem primitivo, mesmo assim, pondera-se sua importância como cultura de subsistência, pois, constitui-se num alimento básico principalmente sob a forma de farinha, além do aspecto socioeconômico que representa no Maranhão.

ASPECTOS SÓCIO-ECONÔMICOS

Os produtores de mandioca são agricultores que têm a terra como principal fator de produção, circunstancialmente, vivem sob diferentes regimes de posse da terra, ou seja, além dos assentados da reforma agrária, uma grande maioria está agregada a estabelecimentos agrícolas em sistemas de parceria, como meeiros e arrendatários. Praticam uma lavoura depredatória sem atentar à conservação dos recursos naturais, devido ao seu nomadismo, que os envolve num processo de esgotamento das reservas naturais através do desmatamento de áreas, anualmente, para novos plantios.

A baixa produtividade da cultura da mandioca é decorrente de vários fatores limitantes: o tipo de consórcio caracterizado pelo plantio simultâneo de quatro ou mais culturas sem obedecer uma sistematização, atribuindo muitas das vezes

1 Versão original publicada pela EMAPA como (Documentos, ISSN 0102-3977, nº 14, 12p., 1992)

2 Engº Agrônomo, M.Sc., Pesquisador.

uma concorrência prejudicial à mandioca pela obtenção de nutrientes, água e luz, além de diminuir a área de exploração; o não uso de cultivares selecionadas para a região ou de acordo com o objetivo da exploração; espaçamento não definido segundo o porte da cultivar e fertilidade do solo; falta de seleção e tratamento das estacas-sementes por ocasião do plantio; a colheita efetuada em função das necessidades do consumo familiar e não do potencial de produção inerente a cada cultivar; inadequado manejo e conservação do solo. Convêm ressaltar, também, os problemas de ordem fitossanitários.

Adicionados a todos os problemas citados, existem os não agrônômicos que também são responsáveis pelas baixas produtividades da cultura como: sistema fundiário prevalecendo o latifúndio; baixo nível socioeconômico dos produtores; pequeno número de agroindústrias equipadas; comercialização da farinha não orientada, possibilitando a ação de intermediários que oneram o custo final desse produto para o consumidor; carece de uma assistência técnica mais atuante e dificuldade de acesso ao crédito, muitas vezes, pela não disponibilidade de posse da terra como garantia para a concessão desses financiamentos.

Diante de toda essa problemática, a viabilidade da cultura está fundamentada na abertura de novas áreas de produção e na garantia para o pequeno produtor de precipitações anuais, regulares, distribuídas ao longo de seis meses, que atribuem à mandioca características precoces permitindo colheita de raízes a partir dos 10 meses, constituindo-se, portanto, em fatores positivos para a mandiocultura no estado.

PRODUÇÃO E PRODUTIVIDADE

No ano agrícola de 2018, o Maranhão cultivando uma área total de 81.116 hectares, permitiu que fossem colhidas 681.018 toneladas de raízes, apresentando um rendimento em torno de 8.40 t/ha (Tabela 1). Em 2018, a região Nordeste contribuiu com 20% da produção total do Brasil e o Maranhão, situou-se como o primeiro produtor do Nordeste, superando grandes produtores como o Ceará e a Bahia e se posicionou como o sétimo produtor de mandioca do Brasil, depois do Pará, Paraná, São Paulo, Rio Grande do Sul, Amazonas e Mato Grosso do Sul.

Tabela 1 - Produção de mandioca nos estados da Região Nordeste, Brasil, 2018.

ESTADO	ÁREA COLHIDA (ha)	QUANTIDADE PRODUZIDA (t)	RENDIMENTO MÉDIO (t/ha)
Maranhão	81.116	681.018	8,40
Ceará	62.581	622.236	9,94
Bahia	90.995	610.635	6,71
Alagoas	33.922	394.073	11,62
Pernambuco	41.466	372.360	8,98
Piauí	34.887	331.546	9.40



Rio Grande do Norte	22.151	232.569	10,50
Sergipe	12.050	153.334	12,72
Paraíba	14.891	139.069	9,34
Nordeste	394.059	3.536.840	8,98
BRASIL	1.205.413	17.644.733	14,64

FONTE: IBGE – Produção Agrícola Municipal, 2018.

Na Tabela 2 encontramos a relação dos principais municípios maranhenses produtores de raízes de mandioca que obtiveram em 2018 uma produção diferenciada, demonstrando a importância da mandioca para a economia municipal.

Tabela 2 - Principais municípios maranhenses produtores de mandioca em 2018.

MUNICÍPIO	ÁREA COLHIDA (ha)	QUANTIDADE (t)	RENDIMENTO (t/ha)
Barreirinhas	1.520	13.125	8,63
Tutóia	1.360	12.599	9,26
Urbano Santos	1.500	12.375	8,25
Vitorino Freire	980	10.780	11,00
Itapecuru Mirim	1.210	10.612	8,77
Tuntum	1.238	10.585	8,55
Cachoeira Grande	1.130	9.888	8,75
S. Domingos do MA	1.120	9.587	8,56
Icatu	1.085	9.505	8,76
Araioses	1.124	9.397	8,36
Maranhão	81.116	681.018	8,40
Brasil	1.205.413	17.644.733	14,64

FONTE: IBGE – Produção Agrícola Municipal, 2018.

No estado do Maranhão onde a mandioca se encontra difundida em toda sua extensão territorial, teve no início da década de 90, como principais zonas concentradoras da produção, as microrregiões homogêneas da Baixada Ocidental Maranhense; Pindaré, Itapecuru, Baixo Parnaíba Maranhense; Médio Mearim e Alto Mearim, que foram responsáveis por mais da metade da produção total de raízes na época. Segundo PINHEIRO (2017) a maioria dessas microrregiões, após décadas, continuam dentre as mais produtoras de mandioca no estado.

A essas potencialidades de produção apresentadas pelo Maranhão, principalmente pelas suas características de clima e solo favoráveis ao desenvolvimento e expansão dessa cultura, como também sua importância como alimento energético humano e animal, justifica-se o interesse pelo desenvolvimento de pesquisas experimentais com a finalidade de gerar tecnologias para obtenção de maiores produtividades associado a um menor custo de produção, trazendo alternativas capazes de modificar o sistema tradicional vigente.

ATUAÇÃO DA PESQUISA

A pesquisa agropecuária no Maranhão tem como dinâmica, a elaboração e execução de projetos em função de problemas limitantes que entravam o atual sistema de produção da mandioca. Portanto, o desenvolvimento de projetos nas áreas de melhoramento genético; melhoria do manejo dos sistemas de produção; difusão de sistemas agroflorestais; estudos com fertilidade do solo; espaçamento; época de colheita; rotação de culturas; seleção e recomendação de cultivares produtivas, além de estudos de identificação de resistência varietal a pragas e doenças, têm se constituído como pontos prioritários para o direcionamento da pesquisa, a fim de aumentar a produtividade da mandioca. Convém salientar que resultados foram alcançados e divulgados, trazendo benefícios para os produtores, principalmente, àqueles acompanhados pela assistência técnica, segmento responsável pelo processo de difusão e adoção dessas tecnologias, através de ensaios demonstrativos e participativos, palestras, seminários e outras formas de comunicação, gerando crédito quanto à viabilidade desses resultados.

Aspectos fitossanitários

Os problemas fitossanitários mais evidentes no cultivo da mandioca nas principais regiões produtoras do Estado são as doenças causadas por Bacteriose (*Xanthomonas axonopodis* pv. *manihotis*) nos períodos mais chuvosos do ano, mas não ocorrendo de forma epidêmica, pois a elevação de temperaturas, acima de 25°C, não permite condições favoráveis para a bactéria (Foto 1). No entanto, as aberturas estomatais e feridas do tecido epidérmico causadas pela bactéria, servem de entrada para o fungo da Antracnose (*Colletotrichum* spp.) doença que causa danos seríssimos através da abertura de cancrios e morte descendente das plantas (Foto 2). Desta forma, a bacteriose e a antracnose podem ocorrer de forma sinérgica em áreas de produção de mandioca. Uma forma eficiente para o controle dessas doenças é o uso de manivas-sementes de variedades resistentes.

Foto 1 - Bacteriose em mandioca.



Fonte: Mário Takahashi (2011)

Foto 2 - Antracnose em mandioca.



Fonte: Pinheiro, J.C.D.(1985)



A Cercosporiose é uma das doenças mais comuns em nossos mandiocais, cujos sintomas são manchas foliares que são encontradas em várias regiões do estado hospedando as mais distintas cultivares. As cercosporioses ocorrem como: Mancha Parda (*Cercosporidium henningsii*), são manchas angulares e uniformes de cor marrom (Foto 3). Mancha Parda Grande (*Cercospora vicosae*), cujos sintomas são manchas grandes com bordas indefinidas de cor marrom (Foto 4) e a Mancha Branca (*Phaeromularia manihotis*), que são lesões pequenas, circulares e brancas ou marrom amareladas. Os danos provocados por esses patógenos não têm causado preocupação, ou seja, as perdas originadas por essas enfermidades não são significativas, embora desfolhações severas em cultivares susceptíveis tenham sido observadas.

Foto 3 – Mancha Parda em mandioca.



Fonte: imagem da internet (2020).

Foto 4 – Mancha Parda Grande em mandioca.



Fonte: VALLE, T. L. (2007)

As podridões radiculares são doenças que causam bastante preocupação quanto ao seu controle porque atingem o órgão principal da mandioca que são as raízes. Várias espécies de fungos provocam a podridão das raízes da planta. Os mais comuns e importantes são o *Fusarium solani* e o *Phytophthora drechsleri*.

Os primeiros sintomas das doenças radiculares são o amarelecimento, murcha e queda das folhas, a morte descendente das hastas também pode ser observada. A doença prejudica o sistema radicular causando podridão mole, com odor característico e escurecimento dos tecidos afetados.

A podridão das raízes é frequente em solos argilosos mal drenados e compactados; solos sujeitos ao encharcamento em períodos de muita precipitação; solos com excesso de matéria orgânica quando são utilizadas áreas recém desmatadas e ocorre também em solos arenosos.

A doença pode reaparecer nas mesmas áreas nos anos seguintes, já que os patógenos podem permanecer no solo por longos períodos. Caso isso venha acontecer é recomendável rotacionar a mandioca com outras culturas.

Tabela 3 – Principais fungos causadores de podridão radicular em mandioca

Agente causal	Condições favoráveis
<i>Pythium spp</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Solos úmidos
<i>Phytophthora drechsleri</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Solos mal drenados
<i>Fusarium solani</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Solos arenosos • Solos com baixo pH • Solos pobres em M.O.
<i>Roselinia sp</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Solos recém desmatados • Solos ricos em M.O.

Fonte: EMBRAPA (2005)

As principais pragas da mandioca que ocorrem no Maranhão são as que causam perdas na produção. O mandarová (*Erinnyis ello*) (Foto 5), por exemplo, causa desfolhamentos agressivos em pouco tempo, principalmente quando ataca plantações tanto jovens como mais desenvolvidas, e, os rendimentos são seriamente comprometidos (Foto 6). Felizmente essa praga não ocorre anualmente, mas uma boa preparação da área e controle de plantas daninhas pode prevenir os mandio-cais da sua incidência.

Foto 5 – Lagarta do mandarová da mandioca. Foto 6 – Danos causados pelo mandarová.



Fonte: BELLOTTI, A. (2007)



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (2003)

Os ácaros, *Mononychellus tanajoa* (ácaro verde) e *Tetranychus urticae* são pragas importantes que atacam a mandioca durante a estação seca causando danos apreciáveis. Ataques severos causam desfolhamentos e morte da planta de forma progressiva e descendente (Foto 7). Os tripses (*Frankliniella williamsi*) também são característicos de épocas secas prolongadas, cujos danos são dirigidos à gema terminal onde as folhas jovens apresentam estrangulamentos e manchas amarelas irregulares. Os pontos de crescimento morrem, o que induz a atividade das gemas laterais que também são atacadas e dessa forma é interrompido o crescimento da planta, refletindo em grandes perdas (Foto 8). Mosca do Broto (*Neosilba perezii*), que ocorre com grande intensidade em plantações no início da estação seca, retarda o crescimento normal das plantas jovens devido o ataque ser direcionado ao broto terminal, rompendo a dominância apical e induzindo a emissão de gemas

laterais que também sofrem danos.

Foto 7 – Danos causados por ácaros



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (2003)

Foto 8 – Danos causados por tripses



Fonte: BELLOTTI, A. (2007)

A Cochonilha (*Phenacoccus herreni*) ou piolho farinhoso, tem aparecido de forma preocupante em plantações de mandioca, causando morte dos ponteiros, devido ao encrespamento das folhas e debilidade da planta, sua ocorrência vem sendo observada em diversas microrregiões do estado, portanto, se constitui em potencial, um grande problema a ser estudado (Foto 9). A distribuição geográfica da cochonilha segundo BELLOTTI (2007), é originária da Colômbia e Venezuela e nos anos 80 migrou para as regiões Norte e Nordeste do Brasil (Figura 1). A Mosca Branca (*Aleurotrachelus socialis*) causa perdas na produção da mandioca ao reduzir a capacidade fotossintética de suas folhas. Os insetos adultos se localizam na parte inferior das folhas apicais causando pequenos pontos cloróticos e deformação. Apresenta um dano indireto que é a presença de um fungo chamado fumagina.

Foto 9 – Danos causados pela cochonilha



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (1985)

Figura 1 – Distribuição no Brasil (vermelho)



Fonte: BELLOTTI, A. (2007)

Outras pragas como a Mosca da Fruta (*Anastrepha spp*) Mosca das Galhas (*Jatrophia brasiliensis*); Formigas (*Acromyrmex spp.*); Cupins (*Coptotermes spp.*), não afetam o rendimento economicamente, mas, causam preocupações quanto ao controle imediato. As saúvas operárias (*Atta spp.*) desfolham rapidamente um mandiocar retardando o crescimento das plantas, principalmente, quando ocorrem

em altas populações, contudo, o uso de isca granulada torna o controle bem efetivo.

REFERÊNCIAS

ANUÁRIO ESTATÍSTICO DO BRASIL. IBGE – **Produção Agrícola Municipal**, 2018.

BELLOTTI, A. C. **Manejo Integrado Artrópodo Praga de Mandioca**. Palestra proferida no XII Congresso Brasileiro de Mandioca. Paranaíba, PR. 2007.

FARIAS, A.R.N. **Principais pragas do cultivo da mandioca no Brasil**. Carpina, PE: s. ed.1985, 15p. (Palestra proferida no Curso de Controle Integrado de Pragas e Doenças da Mandioca).

FUKUDA, C. **Doenças causadas por bactérias**. Carpina, PE: s. ed. 1985.12p. (Palestra proferida no Curso de Controle Integrado de Pragas e Doenças de Mandioca).

PINHEIRO, J. C. D. **Aspectos de cultivo e produção da mandioca no Brasil e no mundo**. Fortaleza: UFC. 1987. 19p. (Trabalho apresentado em Seminário no Curso de Mestrado em Agronomia da UFC).

PINHEIRO, J. C. D. **A Realidade da Mandioca no Maranhão, São Luís, MA**. SAGRIMA/AEAMA/INAGRO, 2017, 94p.

TAKAHASHI, M. **Controle as Doenças da Mandioca**. Resumo. 2011.

VALLE, T. L. **Doenças da Mandioca**. Palestra proferida no XII Congresso Brasileiro de Mandioca. Paranaíba, PR. 2007.



2

MELHORAMENTO VEGETAL

INTRODUÇÃO E AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE MANDIOCA EM BACABAL¹

José Carlos Durans Pinheiro²

A manutenção da variabilidade genética em coleções ativas de mandioca é uma alternativa para o aumento da produtividade, pois proporciona a obtenção de informações sobre uma extensa base genética que é empregada no melhoramento da cultura.

Pretendeu-se com a introdução dessas cultivares, identificar genótipos produtivos, bem como, sua aclimatação nas condições edafoclimáticas do município de Bacabal situado na região dos Cocais - Maranhão. Os dados climáticos locais são: pluviosidade média anual 1.600 mm, distribuída no período das águas que vai de janeiro a junho, temperatura média anual em torno de 28°C e umidade relativa do ar, média de 75%.

Partindo desse princípio, iniciou-se a instalação de uma coleção com 46 cultivares introduzidas do Banco Ativo de Germoplasma de Mandioca do Centro Nacional de Pesquisa de Mandioca e Fruticultura – CNPMF/EMBRAPA. O experimento foi instalado em dezembro de 1980, plantando-se para cada cultivar uma fileira com cinco plantas, obedecendo um espaçamento de 1,0 m x 0,60 m. Não se utilizou adubação. A colheita foi efetuada aos 14 meses com resultados obtidos das três plantas centrais da fileira, registrando-se os seguintes parâmetros: peso de raízes, peso da parte aérea (folhagem + haste + cepas), índice de colheita, número de raízes comerciáveis, número de raízes com podridão, florescimento, hábito de ramificação, morfologia do lóbulo, número de folhas persistentes e ocorrência de pragas e doenças. O teor de amido foi determinado pelo método da balança hidrostática.

No decorrer do desenvolvimento vegetativo registraram-se ausências de chuvas no início do desenvolvimento da planta, principalmente, no estágio de enraizamento e posteriormente na fase de tuberação e que associado ao ataque de ácaros e mosca branca, afetou sensivelmente a produção de raízes das cultivares.

Foram consideradas promissoras 14 cultivares para produção de raízes cujo rendimento variou entre 1,5 e 2,7 kg/planta. As cultivares São João I e Aipim Bahia foram as mais produtivas enquanto a cultivar Variedade 76 apresentou maior capa-

1 A versão original foi publicada como Pesquisa em Andamento (nº 2, maio/1982, 3p, EMAPA).

2 Engº Agrônomo, M.Sc., Pesquisador.

cidade para produção da parte aérea com 4,8 kg/planta. Isto pode ser justificado pelo caráter de apresentar um maior índice de folhas persistentes por planta.

Todas as cultivares apresentaram baixo teor de amido com um máximo de 25,71% obtido pela cultivar Clone EAB-83 e um mínimo de 12,40% obtido pela cultivar Jaburu.

A tabela 1, mostra os resultados para alguns parâmetros avaliados. Verificou-se que entre as 14 cultivares mais promissoras, São João I, Aipim Bahia, Xingu e Jaburu, que se destacaram quanto aos maiores pesos para raízes, também alcançaram um número significativo de raízes comerciáveis.

Uma informação importante na avaliação de cultivares é o índice de colheita, que corresponde à percentagem do peso de raízes dividido pelo peso da planta inteira. Nos resultados obtidos, a cultivar Vassourinha IP alcançou um bom IC = 60,6 %.



Tabela 1 – Características botânico agrônômicas de cultivares de mandioca introduzidas em Bacabal, MA.

CULTIVARES	Peso de Raízes (kg/planta)	Peso de Parte Aérea (kg/planta)	Índice de Colheita (%)	Teor de Amido (%)	Nº de Raízes Comerciais	Nº de Raízes c/podridão	Hábito de Ramificação	Morfologia do Lóbulo
São João I	2,7	2,9	48,2	20,52	15	00	Ereto	Obovado
Aipim Bahia	2,7	3,8	41,5	19,95	10	00	Ereto	Obovado
Xingu	2,4	3,7	39,3	22,32	11	00	Ereto	Obovado
Jaburu	2,1	2,0	51,2	12,40	11	00	Ereto	Obovado
Paulo Rosa	2,0	2,9	41,1	17,47	09	00	Ereto	Linear
Vassourinha IP	2,0	1,3	60,6	18,15	12	00	Ramific.	Linear
Variedade 76	1,9	4,8	28,4	24,07	05	00	Ramific.	Obovado
Mangue I	1,9	2,9	39,6	23,73	11	00	Ramific.	Obovado
Roxinha	1,9	2,8	40,4	22,83	08	01	Ereto	Obovado
Caravela Branca	1,7	2,4	41,5	25,20	10	00	Ereto	Linear
São João	1,7	3,1	35,4	19,62	09	00	Ereto	Obovado
Clone EAB-83	1,6	2,7	37,2	25,71	07	00	Ereto	Obovado
Quitéria	1,5	1,6	48,4	25,14	07	00	Ereto	Obovado
Variedade 15-1	1,5	1,5	50,0	24,18	10	00	Ereto	Obovado

ESTUDO DE COMPETIÇÃO DE CULTIVARES DE MANDIOCA EM BACABAL¹

José Carlos Durans Pinheiro²

INTRODUÇÃO

A mandioca é dotada de recursos agronômicos capazes de contribuir de forma relevante para a oferta de produtos alimentícios ou não, pois, a cada dia é grande o desafio a ser enfrentado pela agropecuária e outros segmentos produtivos, quanto à produção de alimentos em quantidades suficientes para atender o aumento populacional demasiado.

FUKUDA et al. (1996) concluíram que a mandioca apresenta uma ampla variabilidade genética decorrente da facilidade de polinização cruzada, da deiscência dos frutos e da alta heterozigose da espécie, que origina continuamente uma infinidade de novos clones.

A cultura da mandioca apresenta uma grande variabilidade genética em nosso estado, possibilitando um grande número de cultivares para serem plantadas, de acordo com a finalidade da exploração (PINHEIRO, 2017). Essas cultivares se submetidas a um manejo cultural adequado, indicarão um potencial de produção capaz de atingir produtividades acima de 40 t/ha, é um indicativo de que o Maranhão ainda tem grandes desafios a vencer com a exploração racional dessa cultura.

As cultivares de mandioca e de outras espécies, têm um tempo de vida útil estabelecido, após o qual serão substituídas ou pela quebra de resistência a pragas e doenças ou porque as cultivares tradicionais não se adequam às mudanças tecnológicas.

O aumento da produtividade a partir de modificações tecnológicas, nas práticas culturais, será alcançado, desde que sejam introduzidas e avaliadas, cultivares promissoras que apresentem maior produtividade de raízes e melhores teores de amido e que após o seu estabelecimento às condições de clima e solo nas áreas cultivadas, substituam com vantagem as cultivares tradicionais, atualmente em cultivo.

1 Trabalho com resultados inéditos.

2 Engº Agrônomo, M.Sc., Pesquisador.

Com esse objetivo, realizaram-se ensaios de competição de cultivares, reunindo-se as mais promissoras, identificadas no município de Bacabal, como portadoras dessas potencialidades.

MATERIAL E MÉTODOS

Os experimentos foram conduzidos em delineamento experimental blocos ao acaso com quatro repetições e seis cultivares, no primeiro ano e com dez cultivares no segundo ano. No terceiro ano com a utilização de cultivares introduzidas de outro estado, o experimento foi conduzido com 16 cultivares, utilizando-se o delineamento blocos ao acaso com três repetições. Nos três ensaios, as parcelas foram dimensionadas com 66 m² (6m x 11m) foram utilizados 6 sulcos distanciados de 1,0 m. As linhas de plantas laterais e das extremidades de cada parcela foram consideradas bordaduras, ficando as parcelas úteis com 36 m² (4m x 9m).

As manivas-sementes com 20 cm de comprimento foram plantadas na posição horizontal e distanciadas no espaçamento 1,0 m x 1,0 m. Por ocasião do plantio, empregou-se no sulco a adubação de fundação, potássica e fosfatada, enquanto a adubação nitrogenada foi aplicada em cobertura, dois meses após o plantio. As adubações obedeceram a análise do solo.

As colheitas foram realizadas registrando-se os seguintes parâmetros: produção de raízes, parte aérea e percentagem de amido. As avaliações dessas variáveis estudadas foram realizadas aos 12 meses após o plantio. De cada parcela foi retirada uma amostra de 3,0 kg de raízes, nas quais se determinou a percentagem média de amido utilizando-se o método da balança hidrostática.

Os valores obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey, considerando-se 5% de probabilidade para ambos os testes.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Pela Tabela 1, verificou-se que no primeiro ano, as cultivares Jatobá e Rebenta Burro foram superiores às cultivares Paroara e Maria dos Anjos, em produtividade de raízes e parte aérea, contudo, considerando os mesmos parâmetros, não diferiram estatisticamente das cultivares Goela de Jacu e Najá Boi, pelo teste de Tukey.

Quanto ao percentual de amido, as cultivares Goela de Jacu e Rebenta Burro foram superiores.

Tabela 1 – Rendimento médio de cultivares no ensaio Competição de Cultivares de Mandioca, em Bacabal



(1º ano).

CULTIVARES	RAÍZES (t/ha)	PARTE AÉREA (t/ha)	AMIDO (%)
JATOBÁ	36,4a	27,0	29,0b
REBENTA BURRO	36,2a	33,2	30,4ab
GOELA DE JACU	33,0ab	29,2	32,0a
NAJÁ BOI	30,0ab	27,0	28,5b
PAROARA	28,0b	24,2	29,2b
MARIA DOS ANJOS	27,0b	30,3	30,0b
D.M.S.	7,45 t/ha	-	1,85
C.V.	10,24 %	15,11 %	2,70 %

Obs. As médias assinaladas pela mesma letra, não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

No segundo ano houve um incremento no número de tratamentos, com o aumento das cultivares, de seis para dez. Os resultados alcançados estão apresentados na Tabela 2. A análise dos dados nos permitiu concluir que a cultivar Goela de Jacu alcançou a maior produtividade de raízes e parte aérea, no entanto, outras cultivares como, Rebenta Burro, Carga de Burro e Najasinha, também se destacaram quanto à produtividade de raízes, pois, não diferiram estatisticamente, ao comparar suas médias pelo Teste Tukey, ao nível de 5% de probabilidade.

Tabela 2 – Rendimento médio de cultivares no ensaio Competição de Cultivares de Mandioca, em Bacabal (2º ano).

CULTIVARES	RAÍZES (t/ha)	PARTE AÉREA (t/ha)	AMIDO (%)
GOELA DE JACU	22,48a	32,32a	28,16a
REBENTA BURRO	20,43ab	28,18abc	27,40ab
CARGA DE BURRO	19,77ab	29,32abc	27,42ab
NAJASINHA	18,71ab	21,12c	28,44a
JATOBÁ	18,37abc	22,98bc	26,46b
PAROARA	16,94abc	27,61abc	26,09b
MARIA DOS ANJOS	15,88bc	26,70ab	26,57ab
NAJÁ BOI	14,89bcd	30,40ab	25,34b
FOLHA FINA	11,96cd	23,19b c	26,96ab
PINGO DE OURO	8,52d	22,71bc	26,70ab
D.M.S.	6,50 t/ha	8,80 t/ha	1,48
C.V.	15,91 %	13,65 %	1,95 %

Obs. As médias assinaladas pela mesma letra, não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.



Para o teor percentual de amido, Najasinha e Goela de Jacu foram superiores às demais cultivares. Estes resultados estão parecidos com os alcançados por RIBEIRO et al. (1984) ao obter os seguintes dados em Uruçuí, PI, quando constatou que as cultivares Manoel Moleque, Goela de Jacu e Cruvela foram as mais produtivas, com rendimentos de raízes de 22,8; 20,3 e 19,7 t/ha, respectivamente, quando colhidas aos 18 meses após o plantio, bem como, quanto aos teores de amido, onde os maiores percentuais foram obtidos nas cultivares Goela de Jacu, Maria dos Anjos e Vermelhinha.

Constatou-se, também, na Tabela 2, que as cultivares Goela de Jacu, Rebenta Burro, Carga de Burro, Paroara, Maria dos Anjos e Najá Boi, não diferiram estatisticamente pelo Teste Tukey, quanto à produtividade de parte aérea.

Na Tabela 3, encontram-se os resultados do terceiro ano de experimentação com um número maior de cultivares, 16 no total. A análise dos dados revelou que a cultivar Arizoninha Preta foi a que melhor se comportou em produtividade de raízes, semelhantemente, outras cultivares também se destacaram quanto a esse parâmetro, dentre as quais: Najá Boi, Arizoninha Branca, Rebenta Burro, Goela de Jacu, etc. Todas as cultivares obtiveram um rendimento aproximado para parte aérea e quanto ao percentual de amido, as cultivares, Carga de Burro, Najasinha, Najá Boi, João Velho, Goela de Jacu, etc., alcançaram resultados equivalentes.

Observou-se neste terceiro ano que as produtividades das cultivares, para raízes e parte aérea foram inferiores, assim como, para o percentual de amido, atribui-se esta queda nos rendimentos, à ocorrência de pragas como, mosca branca, no período chuvoso e ácaros, na época seca, que causaram desfolhamento precoce e redução da taxa fotossintética e, conseqüentemente, prejudicando o desenvolvimento geral das plantas.

Tabela 3 – Rendimento médio de cultivares no ensaio Competição de Cultivares de Mandioca, em Bacabal (3º ano).

CULTIVARES	RAÍZES (t/ha)	PARTE AÉREA (t/ha)	AMIDO (%)
ARIZONINHA PRETA	17,11a	17,65	18,22c
NAJÁ BOI	16,65ab	23,00	23,55a
ARIZONINHA BRANCA	16,30ab	19,50	22,77ab
REBENTA BURRO	14,72ab	20,36	22,40ab
GOELA DE JACU	13,92ab	24,60	23,15a
UNHA	13,89ab	16,09	22,63ab
JOÃO VELHO	12,80ab	14,56	23,27a
MARIA DOS ANJOS	12,69ab	18,43	22,85a
NAJASINHA	12,53ab	17,40	23,60a
ROXINHA	12,47ab	25,70	22,19abc
JATOBÁ	11,83ab	19,23	18,83bc

BRANQUINHA III	10,90ab	21,75	20,84abc
MARIA JOANA	10,15ab	14,00	20,03abc
CARGA DE BURRO	9,69b	17,28	24,21a
FOLHA FINA	9,41b	13,35	21,61abc
PACISCA	9,35b	15,07	20,44abc
D.M.S.	7,41 t/ha	-	2,87
C.V.	19,07 %	26,53 %	3,38 %

Obs. As médias assinaladas pela mesma letra, não diferem ao nível de 5% de probabilidade pelo teste Tukey.

CONCLUSÃO

As cultivares Goela de Jacu, Najá Boi e Rebenta Burro que foram avaliadas nos três anos de experimentação, dentre as demais, sempre estiveram entre as mais produtivas. Pelo comportamento e pela regularidade de produção foram consideradas as mais promissoras para o desenvolvimento de raízes, da parte aérea e % de amido, no município de Bacabal. No entanto, no terceiro ano, a cultivar Arizoninha Preta, introduzida do estado do Espírito Santo, foi a que melhor se destacou quanto a produtividade de raízes.

REFERÊNCIAS

FUKUDA, W. M. G.; COSTA, I. R. S.; VILARINHOS, A. D.; OLIVEIRA, R. P. de. **Banco de germoplasma de mandioca: Manejo, conservação e caracterização**. Cruz das almas, BA: EMBRAPA-CNPMF, 1996. 103p. (EMBRAPA-CNPMF. Documentos, 68).

PINHEIRO, J. C. D. **A Realidade da Mandioca no Maranhão**, São Luís, MA. SAGRIMA/AEAMA/INAGRO, 2017, 94p.

RIBEIRO, J. L.; AZEVEDO, J. N. de; SILVA, P. H. S. da. **Avaliação de cultivares de mandioca em diferentes ecossistemas no estado do Piauí**. Pesquisa em Andamento, nº 29, 1984, p. 1-6.



TESTE PRELIMINAR DE PRODUTIVIDADE¹

José Carlos Durans Pinheiro²

INTRODUÇÃO

A utilização de cultivares de mandioca, em qualquer sistema de produção, tem por objetivo atender às necessidades de produtores e agroindústrias que possam satisfazer adequadamente às demandas do mercado regional.

A mandioca é uma planta cultivada principalmente nas regiões tropicais e subtropicais, suas raízes tuberosas são ricas em amido e possui uma ampla adaptação às mais variadas condições culturais, pelo papel social que representa às populações de baixa renda com suas diversas formas de utilização.

No Maranhão, a mandioca, em função da sua elevada capacidade de uso do recurso água e da sua grande adaptação a solos de baixa fertilidade, é cultivada em toda a sua extensão territorial, com uma ampla diversidade de cultivares adaptadas para cada uma de suas regiões, pois, a mandioca por apresentar uma alta interação genótipo x ambiente, dificilmente uma cultivar se comportará de forma parecida quando cultivada em diferentes regiões. De acordo com FUKUDA (2000), o comportamento de uma variedade pode variar mesmo entre lavouras de uma mesma região, em decorrência de diferenças de solos ou mesmo de manejo do cultivo.

Conhecer a estruturação da genética de uma espécie é de grande importância para definir estratégias de melhoramento e manejo de recursos genéticos (GALERA e VALLE, 2007), pois, o trabalho de melhoramento é dinâmico para a geração de novas cultivares com desempenho agrônomo capaz de acompanhar as novas tecnologias e as novas tendências do mercado.

O objetivo deste estudo foi a seleção de cultivares de mandioca com potencial agrônomo para estabilidade de produção e produtividade de raízes, de parte aérea e amido e resistência a pragas e doenças.

1 Trabalho com resultados inéditos.

2 Engº Agrônomo, M.Sc., Pesquisador.

MATERIAL E MÉTODOS

As observações foram realizadas no ensaio Teste Preliminar de Produtividade, composto de 36 cultivares de mandioca, sendo 20 tradicionais e 16 originárias do CNPMF/EMBRAPA, instalado na Unidade Experimental da Uepar Bacabal.

O ensaio foi implantado obedecendo ao delineamento blocos ao acaso com quatro repetições. As parcelas foram dimensionadas com 36 m² (6 m x 6 m). As linhas de plantas laterais e das extremidades de cada parcela foram consideradas bordaduras, ficando as parcelas úteis com 16 m² (4 m x 4 m).

As manivas-sementes com 20 cm de comprimento foram plantadas na posição horizontal e distanciadas no espaçamento 1,0 m x 1,0 m. Por ocasião do plantio, empregou-se no sulco a adubação de fundação, potássica e fosfatada, enquanto a adubação nitrogenada foi aplicada em cobertura, dois meses após o plantio. As adubações obedeceram a análise do solo.

As avaliações das variáveis estudadas foram realizadas 12 meses após o plantio, registrando-se os seguintes parâmetros: produtividade de raízes, parte aérea e de amido. De cada parcela foi retirada uma amostra de 3,0 kg de raízes, nas quais se determinou a percentagem de amido utilizando-se o método da balança hidrostática.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Verifica-se na Tabela 1 que as cultivares, Variedade 77/BGM 141, Carga de Burro/BGM 665, Jaburu/BGM 187 e Aipim Bravo/BGM 001, foram promissoras, quanto a produtividades de raízes, ou seja, 43,23; 35,16; 33,34 e 32,30 t/ha, respectivamente. Para produtividade de amido, o desempenho foi de, 12,68; 11,77; 8,60 e 9,90 t/ha, respectivamente.

Enquanto as cultivares Mucuruna; Girau; Cangussu/BGM 675 e Mangue/BGM 197, alcançaram os piores desempenhos quanto a produtividades de raízes e amido, em comparação com as líderes.

Infere-se que esses rendimentos obtidos foram em função das diferenças varietais, no que concerne, à imediata capacidade de adaptação ao novo ecossistema, por parte de algumas cultivares introduzidas, cujos resultados indicaram que dentre as 10 cultivares melhor sucedidas para produtividade de raízes, 7 foram introduzidas, demonstrando superioridade genética sobre as locais, pois, condizendo com FUKUDA et al. (2005) variedades melhoradas de mandioca constituem um dos principais componentes tecnológicos do sistema produtivo desse cultivo por contribuir com incrementos de produtividade sem implicar em custos adicionais. Convém apenas atentar para o fato de que devemos ser criteriosos quanto ao procedimento



da quarentena para cultivares introduzidas, para evitar a entrada de pragas e doenças no sistema de produção em cultivo.

Tabela 1-Rendimentos médios em t/ha, da colheita aos 12 meses das cultivares do experimento Teste Preliminar de Produtividade, em Bacabal.

Cultivares	Raízes	Parte Aérea	Amido
Variedade 77/BGM 141*	43,23	18,49	12,68
Carga de Burro/BGM 665	35,16	18,23	11,77
Jaburu/BGM 187*	33,34	13,03	8,60
Aipim Bravo/BGM 001*	32,30	13,29	9,90
Tupim Branca/BGM 242*	31,51	15,99	8,57
Najá Boi/BGM 691	29,69	13,03	8,42
Clone EAB-83/BGM 233*	29,17	11,21	8,59
Unha/BGM 682*	28,39	14,33	8,33
Aciolina	28,13	17,19	8,56
Aipim Bahia/BGM 246*	26,57	18,49	7,75
Preta	25,53	15,63	7,17
Najasinha do Olho Roxo/BGM 664	23,70	15,89	7,38
Jatobá	22,66	18,49	6,99
Aparecida	21,88	12,77	6,29
Vermelhinha II/BGM 696	21,88	17,72	6,09
São João I/BGM 195*	21,36	10,16	5,78
Aipim Casca de Queijo/BGM 248*	20,84	13,03	6,06
Arizoninha Preta/BGM 689*	20,84	11,99	5,68
Tumazinha/BGM 700	20,32	10,94	6,03
Paroara/BGM 662	20,05	11,73	5,71
Salangor Preta/BGM 072*	19,01	12,51	5,55
Variedade 15-I/BGM 124*	18,23	16,93	6,05
Goela de Jacu/BGM 694	17,71	13,29	5,47
Peixe	17,45	19,54	5,15
Branquinha I	16,67	8,33	2,20
Cultivar 322*	16,67	13,28	4,59
Branca/BGM 692	16,41	13,55	4,85
Urubu II	15,63	6,77	4,66
Seis Meses II	15,37	7,55	4,62
Flor do Brasil/BGM 680	15,11	7,40	4,61
Pretinha I/BGM 096*	14,85	7,94	3,72
Branquinha III	14,07	5,86	4,18

Mucuruna	10,13	5,47	4,01
Girau	11,27	6,50	4,32
Cangussu/BGM 675*	12,75	6,85	4,60
Mangue I/BGM 197*	7,45	3,31	3,18

*Cultivares introduzidas.

CONCLUSÃO

- As cultivares, Variedade 77/BGM 141, Carga de Burro/BGM 665, Jaburu/BGM 187 e Aipim Bravo/BGM 001, obtiveram promissoras produtividades de raízes e amido, quando colhidas aos 12 meses após plantio;
- As referidas cultivares apresentaram um potencial para produtividade de raízes acima de 30 t/ha.

REFERÊNCIAS

FUKUDA, W. M. G.; OLIVEIRA, R. P. de; FIALHO, J. F. de; CAVALCANTI, J.; CARDOSO, E. M. R.; BARRETO, F.; MARSHALEK, R.; COSTA, I. R. S. Germoplasma de Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no Brasil. **Revista Brasileira Mandioca**, Cruz das Almas (BA), v.18, n.1, p.7-12, out. 2005.

FUKUDA, W. M. G. Variedades. In: MATTOS, P. L. P de; GOMES, J de. C. (Coord.). **O Cultivo da Mandioca**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2000. (Circular Técnica nº 37). p. 7-10.

GALERA, J. M. S. V.; VALLE, T. L. Estruturação genética do germoplasma de mandioca através de informações comparativas entre estudos biológicos e antropológicos – resultados preliminares. **Raízes e Amidos Tropicais**. v. 3, n. 1, 2007.



3

MICROPROPAGAÇÃO

COMPORTAMENTO DE REGULADORES DO CRESCIMENTO NA INDUÇÃO DE CALO EM GEMAS LATERAIS DE MANDIOCA (*Manihot esculenta* Crantz)¹

Jose Carlos Durans Pinheiro²

RESUMO

Com o objetivo de verificar o comportamento simultâneo de reguladores do crescimento e seus níveis para indução de calo em gemas laterais de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), in vitro, foi conduzido um ensaio no Laboratório de Citogenética do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará. Usou-se o meio B5, suplementado com 2,4-D (0; 1,0 e 2,0 mg/l) e benziladenina (0; 1,0 e 2,0 mg/l) na ausência e presença de 0,03 mg/l do ácido giberélico. Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3 x 2 com 10 repetições. As condições de incubação foram: fotoperíodo, 16/8 horas; temperatura média, 25±2°C; umidade relativa, 74% e intensidade luminosa, 1000 lux. Após a indução e crescimento dos calos, verificou-se que os meios de maior ganho de peso em matéria fresca dos explantes foram: na ausência do ácido giberélico, 1,0 mg/l de BA com 2,0 mg/l de 2,4-D e 1,0 mg/l de BA com 1,0 mg/l de 2,4-D; ao nível de 0,03 mg/l de ácido giberélico, 2,0 mg/l de BA e 1,0 mg/l de 2,4-D. Quanto a velocidade de indução do calo, a segunda semana foi superior quando interagiu com os níveis de BA. A caracterização qualitativa dos calos revelou que o 2,4-D e o BA quando isolados, produziram calo de cor amarelo claro e consistência friável, no entanto, quando juntos induziram calo amarelo escuro e de consistência compacta, tanto na ausência como na presença de 0,03 mg/l do AG₃.

Palavras-chave: mandioca, reguladores do crescimento, calo, gemas laterais.

1 Dissertação submetida ao Curso de Mestrado em Agronomia, Universidade Federal do Ceará (UFC).

2 Engº Agrônomo, M.Sc., Pesquisador.

ABSTRACT

A laboratorial experiment was carried out in Fortaleza, Ceará, Brasil in 1989 at the Federal University of Ceará, with the purpose of studying the simultaneous behavior of growth regulators and their levels for induction of callus in lateral buds of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) in vitro. The basic culture medium used was the B5 medium, which was supplemented with isolated and combined levels of 2,4-D (0; 1,0 and 2,0 mg/l) and benziladenine (0; 1,0 and 2,0 mg/l) in the absence and presence of 0,03 mg/l gibberellic acid. The treatments were the result of a 3x3x2 factorial scheme. The experiment was set in completely randomized design with 10 replications. Environmental conditions of incubation were as follows: photoperiod of 16/8 hours (light and dark); temperature of 25±2°C; relative humidity of 74% and light intensity of 1000 lux. Following induction and development of calluses, it was concluded that the treatments presenting the most satisfactory gain of fresh matter weight from explants were those in which the AG3 was absent that is: 1,0 mg/l BA with 2,0 mg/l 2,4-D and 1,0 mg/l BA with 1,0 mg/l 2,4-D. If AG3 (0,03 mg/l) is present in combination with 2,0 mg/l of BA and 1,0 mg/l 2,4-D the results were also satisfactory. Concerning callus speed, the second week was superior, when interacted with the levels of BA. Callus qualitative classification showed up that the 2,4-D and the BA when isolated, produced a colour light yellow callus and a friable consistency. The combination of BA and 2,4-D produced a dark yellow callus and compact consistency in the absence or in the presence of 0,03 mg/l AG₃.

Keywords: cassava, growth regulators, callus, lateral buds.

1. INTRODUÇÃO

A cultura de tecidos tem ultimamente constituído um meio alternativo e significativo, que pode resultar no aumento de variabilidade genética, através da micropropagação clonal, da fusão de protoplastos, do cultivo de anteras e outras técnicas, onde plântulas são obtidas a partir de células de origem somática ou genética, fundamentando-se na totipotência celular. O rápido progresso alcançado tem refletido o êxito em plantas ornamentais e espécies economicamente importantes.

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é uma espécie que sendo propagada preferencialmente sob a forma vegetativa, preserva suas características varietais agronomicamente desejáveis por gerações sucessivas, constituindo uma vantagem para o seu melhoramento genético. No entanto, a multiplicação e manutenção de seus clones, anualmente, em condições de campo para conservação de germoplasma, tem constituído um risco permanente e inadiável de sua eliminação por pragas e doenças, condicionando severas restrições a variabilidade genética indispensável para o seu melhoramento e outros propósitos. Neste aspecto, a cultura de tecidos tem proporcionado vantagens não somente quanto à produção de plantas livres de patógenos, como também, na transferência internacional de germoplasma com menores riscos de introdução de novas enfermidades e pragas. Além dessas, ou-

tras vantagens têm favorecido a mandioca, como o estabelecimento de bancos de germoplasma em instalações simples, melhor preservando seus recursos genéticos e evitando perdas no campo, além de estabelecer um eficiente meio de armazenamento de genótipos, já que as sementes da mandioca são altamente heterozigotas e não são apropriadas para tal finalidade. Entre outras aplicações, condiciona a rápida propagação clonal, a haploidia no melhoramento da mandioca, pois, mutações de importância científica ocorrem em geral de forma recessiva, sendo, portanto, difíceis de serem reveladas em plantas altamente heterozigotas. Experimentos conduzidos na Colômbia, têm produzido aumentos no rendimento desta cultura na ordem de 100% em plantas propagadas *in vitro*, devido crescerem livres de pragas e doenças (CIAT, 1985). Outros resultados têm sido obtidos como incremento na produção de estacas-sementes e redução da taxa de crescimento permitindo seu armazenamento *in vitro* por dois ou três anos, minimizando consideravelmente os custos.

É sensato que inúmeras aplicações benéficas para a mandioca, poderiam ser enfatizadas para ressaltar a importância da cultura de tecidos, como um método rápido e efetivo para o seu melhoramento e propagação em qualquer época do ano, em contraste com os métodos convencionais comumente empregados.

A pesquisa de novas técnicas para manipulação e o estudo das células vegetais *in vitro* está induzindo os pesquisadores a previsões otimistas em relação à possibilidade de inovações tecnológicas utilizáveis para o progresso das espécies cultivadas, particularmente, quando usadas em associação com programas de melhoramento.

Imbuído desse ponto de vista, conduziu-se este estudo com o objetivo de verificar o comportamento de reguladores do crescimento, suas concentrações e combinações para a indução de calo em gemas laterais de mandioca com perspectivas de uma futura regeneração de plantas com características agrônômicas desejáveis.

2. REVISÃO DE LITERATURA

2.1 Cultura de tecidos vegetais

A cultura de tecidos tem crescido ultimamente como um método de propagação viável comercialmente e está sendo amplamente aplicada na ciência vegetal, onde esforços são despendidos não somente na micropropagação clonal, mas no melhoramento genético e patologia de plantas, onde a expressão de totipotência de células e tecidos formam a base dessa técnica.

A publicação de trabalhos pioneiros cultivando células do mesófilo em meio artificial despertou a totipotencialidade das células vegetais e o interesse pela cultura



de tecidos, devido às valiosas aplicações práticas que este processo ofereceu. Outros eventos importantes se sucederam: a) cultivando ápices de raízes de tomate (*Lycopersicon esculentum* Mill), observou-se um potencial de crescimento celular, ilimitado; b) a partir de calos de fumo (*Nicotiana tabacum* L.) desenvolvido em um meio líquido de cultivo, produziu-se grande número de gemas caulinares; c) empregando-se calos e segmentos de internódios de caule de fumo, em meio nutritivo de White com e sem adenina, adenosina e ANA, observaram-se que a adenina induziu a formação de gemas em ambos os tecidos; d) obtiveram-se, a partir de meristemas de batata (*Solanum tuberosum* L.) e *Dahlia*, total regeneração de plantas isentas de vírus, cultivadas in vitro; e) esclareceram-se a interrelação de auxinas e citocininas no controle da regeneração de raízes e brotos, onde ficou demonstrado, que a partir do parênquima medular de fumo, como a interação auxina-citocinina orientava os tecidos à diferenciação em raízes, ao desenvolvimento contínuo de tecidos indiferenciados ou à formação de brotos; f) MURASHIGE & SKOOG (1962), seguindo um detalhado estudo sobre o requerimento nutricional em meio de cultura, desenvolveram um meio nutritivo, hoje universalmente usado, onde obtiveram um aumento na produção de calo de fumo; g) MURASHIGE (1974) estabeleceu as técnicas de micropropagação definindo os seguintes estádios de desenvolvimento: Estádio I, estabelecimento da cultura asséptica; Estádio II, multiplicação do propágulo e Estádio III, preparação e restabelecimento das plantas no solo. Este mesmo autor enfatizou aplicações, que através da cultura de tecidos têm se tornado estimulantes: a) produção de produtos farmacêuticos e outros naturais; b) melhoramento genético das culturas; c) recuperação de clones livres de doenças e preservação de germoplasma valioso; d) rápida multiplicação clonal de variedades selecionadas; e) obtenção de plantas haplóides através da cultura de anteras e microsporos; f) fusão de protoplastos de espécies geneticamente distintas, constituindo plantas híbridas somáticas.

NARAYANASWAMY (1977) observou que a regeneração de plantas completas em cultura de tecidos, através da diferenciação de gemas caulinares ou embriões, especialmente entre as ornamentais, tem sido obtido experimentalmente, e que o grau de regeneração varia de espécie para espécie. Entre as de alta regeneração estão as famílias, Solanaceae, Umbeliferae, Cruciferae, Compositae e poucas Leguminosae. No entanto, HUSSEY (1978) afirmou: sempre que uma espécie apresentar uma taxa convencional de multiplicação baixa e muitos anos para conseguir um expressivo número de plantas, a cultura de tecidos será a principal alternativa para a propagação em massa. THORPE (1980) considerou que para o êxito no estabelecimento de um sistema de cultivo de tecidos, existem três condições importantes: seleção adequada do explante, seleção apropriada do meio e o controle das condições físicas.

HARTMAN & KESTER (1983) aprovaram uma classificação geral para o sistema de cultivo asséptico, baseando-se na origem do explante inicial, ou seja; Classe I, regeneração de novas plantas a partir de tecidos ou estruturas vegetativas, incluindo cultura de meristemas, microenxertia, cultura do ápice caulinar e de gemas adventícias, cultura de células e tecidos, envolvendo calo, suspensão celular e pro-

toplastos; Classe II, regeneração de novas plantas a partir de estruturas reprodutivas já diferenciadas, incluindo cultura de anteras e pólen, óvulos, embriões, sementes e esporos. Conforme SIQUEIRA (1983), a cultura de tecidos, subdivide-se em diferentes áreas de aplicação, destacando-se a cultura de meristemas, ovários, embriões, anteras, segmentos da planta (gemas, folhas, caule, raiz, hipocótilo), células e protoplastos. Segundo SONDAHL (1983), a cultura de tecidos vegetais abrange o isolamento de qualquer parte da planta, seja uma célula, tecido ou órgão e sua inoculação em um meio nutritivo sob condições assépticas e controladas com o objetivo de obter micropropagação clonal ou o completo desenvolvimento de órgãos.

Dentre as diversas aplicações da cultura de tecidos vegetais, a micropropagação clonal é uma das mais avançadas, pois, em qualquer época do ano, independentemente das limitações ambientais, alcança uma taxa de multiplicação rápida maior do que pelos métodos convencionais de campo e casa de vegetação, desde que lhe sejam fornecidas condições adequadas (PASQUAL, 1985), a utilização da cultura de tecidos para micropropagação clonal é baseada na suposição de que os tecidos mantêm-se geneticamente estáveis, quando retirados da planta parental e colocados em cultura, principalmente quando a multiplicação ocorre a partir do desenvolvimento direto de gemas apicais ou axilares (ILLG, 1986).

Algumas vantagens da micropropagação são confirmadas por HU & WANG (1984), como: a) somente uma pequena quantidade do tecido vegetal é necessário como explante inicial para regeneração de muitas plantas clonais em um ano; b) proporciona um método rápido de intercâmbio de material vegetal, eliminando a introdução de doenças, tornando o período de quarentena reduzido ou não necessário; c) pode ser rapidamente efetivada em qualquer época do ano, enquanto os métodos convencionais de propagação são fortemente dependentes das estações sazonais. Mas, o sucesso da manipulação na regeneração de plantas e órgãos, segundo MURASHIGE (1974), tem sido muito restrito àquelas plantas cujas estacas podem ser enraizadas sem dificuldades. Em mandioca, por exemplo, a regeneração é conseguida prontamente a partir do explante de gema apical (KARTHA et al., 1974; NAIR et al., 1979). Nas regenerações adventícias de outros tecidos desta cultura, existem dificuldades comprovadas e sucesso só tem sido relatado com tecido de calo do caule (TILQUIN, 1979) e cultura de protoplastos (SHAHIN & SHEPARD, 1980).

A regeneração de plântulas, conforme MENDES et al. (1980), está ligada diretamente aos nutrientes e hormônios fornecidos pelo meio de cultura ao tecido isolado da planta mãe, no entanto, as concentrações dessas substâncias têm que ser precisas e controladas, assemelhando-se ao que ocorre naturalmente na planta, evitando assim, um desequilíbrio no metabolismo que poderá inibir o desenvolvimento do tecido ou levá-lo à morte. Para HARTMAN & KESTER (1983), o processo regenerativo de plantas, através da técnica de cultura de tecidos, ocorre de quatro formas distintas, dentre as quais: a) alongação do ápice meristemático; b) proliferação de gemas axilares; c) organogêneses direta e indireta pela iniciação de



brotos adventícios (diretamente do explante e indiretamente a partir da formação do calo; d) embriogênese somática.

Segundo PASQUAL (1985), a cultura de tecidos tem como uma de suas aplicações primordiais a produção e manutenção de plantas livres de vírus, para isto, utiliza-se a cultura de meristemas, cujo procedimento consiste no cultivo de um único explante na presença de reguladores do crescimento, obtendo-se num curto espaço de tempo, novas gemas que após reculturadas e transferidas para um meio desprovido de hormônios, manterão seu crescimento normal. Este método em combinação com outros tratamentos, termoterapia, por exemplo, permitirá o uso de tecidos livres de doenças serem isolados e identificados para formar a base de novas gerações de plantas. O precursor desta técnica foi MOREL (1960) que regenerou orquídeas do gênero *Cymbidium* livre de vírus, através da cultura de meristemas. De acordo com NG & HAHN (1985), o sucesso na obtenção de plantas livres de viroses, depende do tipo de vírus, espécie de planta e tamanho do meristema usado. No entanto, a eliminação de viroses mediante cultura de meristemas é baseada na premissa de que a concentração do vírus diminui, progressivamente, com o decréscimo do estágio de desenvolvimento das folhas, chegando a ser nula no ápice vegetativo (VAZ, 1986).

ROCA (1979) relatou que a preservação de fontes genéticas por longos períodos pode ser feita através de cultura de tecidos, especialmente de plantas onde a propagação vegetativa é o principal meio de reprodução, como é o caso da mandioca, cujo germoplasma é mantido sob a forma clonal pelo contínuo cultivo em campo, constituindo uma prática de altos riscos de perdas de genótipos por ataques de pragas e doenças. Consoante SONDAHL (1983), a indução de calo a partir do cultivo de sub-meristemas, consiste em uma alternativa para conseguir muitas células com potencial morfogenético para diferenciação de plântulas. Este autor acrescenta, que a obtenção de plantas, a partir do desenvolvimento de meristemas apicais e axilares, vem sendo amplamente utilizado por empresas agrícolas para reprodução vegetativa de ornamentais e clones de espécies perenes, isto só é possível, porque os tecidos meristemáticos, conforme MURASHIGE & SKOOG (1962), são geneticamente estáveis e representam o tecido somático reproduzindo fielmente as características genéticas da planta doadora.

PASQUAL (1985) comenta que a preservação por cultura de tecidos apresenta as seguintes vantagens: mantém as culturas isentas de adversidades ambientais, economia de espaço e tempo, e baixos custos quando comparado aos bancos de germoplasma mantidos no campo. Quase todos os 3700 clones da coleção de mandioca do Centro Internacional de Agricultura Tropical são conservados em um espaço equivalente a uma milésima parte do que se precisaria para mantê-los em campo (CIAT, 1985). Resultados advindos desse Centro, indicam que o intercâmbio de material genético através do transporte de plântulas regeneradas, entre as mais distintas partes do mundo, é um outro ponto positivo, de grande importância para espécies como a mandioca, cujo material de propagação normalmente chega ao usuário deteriorado e desidratado, sem condições de plantio e germinação.

A produção de metabólitos secundários de importância econômica é outra aplicação promissora da cultura de tecidos, segundo OVERTON (1977), citado por LUZ (1988), existem várias razões para seu estudo, dentre as quais: a) as células não diferenciadas das culturas de tecidos reduzem os problemas relacionados com a incorporação de precursores; b) as células crescem em condições padronizadas e em meio definido; c) os ciclos de crescimento são curtos e sem influência sazonal; d) os experimentos podem ser conduzidos em condições estéreis, garantindo a ausência de variações por contaminantes sobre as transformações observadas nas células vegetais; e) as preparações obtidas de células (por ruptura) possuem uma concentração de fenóis e quinonas, facilitando os trabalhos de bioquímica e biologia molecular.

As variações genéticas acontecem na natureza, por meio da recombinação do material genético, por cruzamentos sexuais durante sucessivas gerações, simultaneamente ocorrem mutações espontâneas, porém irrisórias, entre as plantas cultivadas. Essas mutações espontâneas ou mesmo induzidas por agentes mutagênicos ocorrem com maior eficiência em células e tecidos cultivados *in vitro* do que em plantas inteiras (SONDAHL, 1983). Este mesmo autor afirma que os agentes físicos (raios gama e X) causam anomalias cromossômicas (translocações, deleções e inversões, etc.), enquanto que os químicos são responsáveis por mutações gênicas, essas alterações selecionam as variantes somaclonais desejáveis para serem introduzidas em programas de melhoramento, onde cerca de 3 a 5 anos seria a metade do tempo em relação aos métodos tradicionais para obtenção de um tipo comercial adequado.

A variação somaclonal refere-se a modificações tanto em características morfológicas como fisiológicas, qualitativas e quantitativas (ILLG, 1986), constituindo as variações numéricas e estruturais nos cromossomos, as modificações genéticas nucleares e a variabilidade genética citoplasmática (CROCOMO et al., 1986). Estes mesmos autores estabeleceram, que várias técnicas de manipulação asséptica de células e tecidos para induzir variação somaclonal, objetivando ampliar a taxa de mutação natural, estão sendo aprimoradas por vários pesquisadores preocupados em gerar variabilidade capaz de subsidiar programas de melhoramento vegetal. Segundo VAZ (1986), variantes somaclonais são de grande significância para obtenção de cultivares com características superiores, tais como: tolerância a doenças, a herbicidas, à salinidade e à seca, portanto, passíveis de serem exploradas pelo melhoramento genético.

O interesse pela utilização da embriogênese somática é o mesmo que existe com relação à cultura *in vitro*, porém, esta forma de morfogênese apresenta características particulares e que segundo BAKRY (1986) conduzem às seguintes aplicações: a) propagação vegetativa de genótipos superiores, principalmente no caso das alógamas que estão sujeitas a alto grau de heterose; b) recuperação de plantas livres de vírus e micoplasmas. O referido autor comenta, também, que com o crescimento atual na demanda de produção de sementes, provavelmente seria vantajoso para as alógamas, substituir as sementes por embriões somáticos,



devidamente acondicionados individualmente, em um meio contendo substâncias nutritivas e reguladoras do crescimento, para depois serem distribuídos aos produtores. Uma grande vantagem da embriogênese somática, em relação à organogênese, por exemplo, é que os embriões são bipolares, com meristema apical e radicular, os quais são imprescindíveis para a indução de plantas completas (CROCOMO et al., 1986). CROCOMO (1988) reporta que a embriogênese somática *in vitro* é uma técnica de ampla aplicação no melhoramento de plantas, pois consiste em regenerar plantas geneticamente iguais à matriz e por onde células somáticas produzem estruturas semelhantes a embriões sexuais.

A cultura de anteras e pólen, conforme HUANG (1981), é uma técnica eficiente de melhoramento vegetal, por dar origem a plantas homozigotas e melhoradas, além de constituírem instrumento para obtenção de plantas haplóides, nas quais os cromossomos podem ser duplicados naturalmente ou por colchicina, resultando indivíduos homozigotos geneticamente homogêneos em apenas uma geração.

A cultura de embriões, como um método de cultura de tecido é um indicativo para germinação de sementes que não seria possível por métodos convencionais (HUANG, 1981). PASQUAL (1985) documentou que em determinados cruzamentos, principalmente os interespecíficos, os embriões produzidos são abortados, devido à deficiência do endosperma, ou, em outros casos, como os pessegueiros (*Prunus persica* (L) Batsch), pelo uso de progenitores excessivamente precoces em um cruzamento, o que levou à produção de embriões imaturos e inviáveis. Segundo ANDREOLI (1986), a cultura de embriões, tem como principal finalidade, a produção de híbridos raros em situação de incompatibilidade sexual.

Recentemente a cultura de tecidos teve suas aplicações ampliadas ao incluir o isolamento e cultura de protoplastos vegetais obtidos pela digestão enzimática da parede celular, os quais são empregados na fusão e hibridização de células somáticas (SONDAHL, 1983). A fusão de protoplastos de espécies sexualmente incompatíveis, segundo SHEPARD et al. (1983), resultou em plantas híbridas somáticas em algumas combinações. SONDAHL (1983) mencionou inúmeros trabalhos sobre fusão interespecífica de protoplastos, tais como: ervilha x soja; soja x milho; soja x sorgo; cenoura x sorgo; cenoura x fumo; fumo x batata; fumo x tomate; milho x sorgo; etc. Conforme PASQUAL (1985), a cultura simultânea de protoplastos de duas cultivares, espécies ou gêneros distintos em meio apropriado, permite que haja fusão e posterior desenvolvimento de células híbridas, isto porque os protoplastos são desprovidos da parede celular, consentindo a introdução de outros organismos e de segmentos do DNA, responsáveis por uma determinada característica a ser melhorada.

2.2. Indução de calo em cultura de tecidos vegetais

O uso do termo calo deriva do fato de que sua origem é advinda da proliferação induzida no explante pela injúria de células causadas pela excisão, embora em alguns casos tal injúria não seja a principal causa da proliferação. Para YEOMAN (1970) é necessário ter um bom conhecimento dos fatores que originam o calo, da qualidade e quantidade durante sua indução e manutenção, antes que se inicie experiências com qualquer tipo de cultura asséptica como meio de melhoramento das espécies. Argumenta ainda que, este procedimento será fundamental para o êxito na regeneração de plântulas a partir deles. Seja qual for sua origem, a iniciação de caloses envolve vigorosa divisão celular, ocorrendo em todo reino vegetal, principalmente nas dicotiledôneas.

Para MURASHIGE (1974), o calo é como uma massa desorganizada de células se dividindo e alongando, derivada de diferentes tecidos do explante, contendo células vacuoladas, grandes, irregularmente dispersas com menores áreas de células meristemáticas. Segundo este autor, o calo tem sido utilizado como material experimental em morfogênese, bioquímica, citologia, genética, etiologia de doenças e outros estudos biológicos. O crescimento em soluções nutritivas gelatinosas ou suspensões celulares é bastante empregado para estudos biológicos (GAMBORG et al., 1976).

A formação do calo tem sido provocada nos mais variados tecidos vegetais, contudo, a frequência de indução é relativamente baixa em plantas lenhosas e frutíferas (NARAYANASWAMY, 1977). A cultura do calo levando à variação somaclonal é uma estratégia auxiliar para a produção de variantes genéticas, que tem recebido destaque na obtenção de plantas resistentes a condições adversas (D'AMATO, 1977). De acordo com este autor, as plantas obtidas por organogêneses ou embriogênese (incluindo o estágio de calo) podem apresentar variabilidade genética com instabilidade cromossômica (poliploidia) e produção de aneuplóides, só que o valor agrônômico dessa instabilidade, vem sendo admitido como de grande potencial para assistir programas de melhoramento genético.

Para HUSSEY (1978), propágulos obtidos a partir do calo, mostraram desvios genéticos, permitindo desenvolver considerável variação somaclonal, incluindo diferenças na aparência, taxa de crescimento, resposta a determinados fatores do crescimento e grau de totipotência. Enfatizou também, que a produção de calo em larga escala para propósitos de propagação e melhoramento de plantas, tem fascínio óbvio, só que presentemente o uso do calo está restrito a poucas espécies, mesmo considerando que a indução do calo tem sido alcançada em muitas espécies testadas, e que gemas têm sido regeneradas de somente uma proporção destas. Acrescenta ainda, que a formação do calo é uma reação à lesão na qual a divisão celular é acionada pela liberação de fatores endógenos do crescimento, particularmente auxinas.

Quanto ao êxito no estabelecimento do calo, YEOMAN & FORCHE (1980) acre-



ditam que depende do uso do fator crítico de crescimento e a composição nutritiva do meio, onde as substâncias de crescimento são requeridas para induzir e estabelecer rápida divisão celular. Conforme BOTTINO (1981), um calo ocorre naturalmente em resposta a uma injúria, infestação de pragas e doenças ou à união de um enxerto. Consoante SONDAHL (1983) a cultura de tecido indiferenciado em meio sólido é conhecida como calo, o qual pode ser transferido para meios nutritivos líquidos dando origem à cultura de células em suspensão. O calo pode também ser induzido pela colocação de um explante em contato com um adequado meio de cultivo (SALA & CELLA, 1984). Estes autores, também afirmaram, que as células do calo podem ser mantidas indefinidamente *in vitro* ou podem ser induzidas a regenerar órgãos ou plantas completamente diferenciadas.

Segundo PASQUAL (1985), os calos, podem ser usados como um processo intermediário de propagação clonal, desde que considerada as seguintes limitações: a) nem todo calo permite a regeneração de plantas; b) normalmente plantas oriundas de calo apresentam elevados índices de variação somaclonal, atribuídos à utilização de altas concentrações de reguladores do crescimento; c) calo mantido por longos períodos pode perder progressivamente a capacidade de regenerar plantas. SIQUEIRA (1986) enfatiza que o cultivo de tecidos com a indução de calo, origina mudanças genéticas permanentes, que serão transmitidas aos clones deles derivados, observou também, que alterações cromossômicas e mutações gênicas são fenômenos de ocorrência generalizada nas plantas regeneradas do cultivo *in vitro*.

2.2.1. Importância e seleção do explante

Um dos fatores responsáveis pelo sucesso da cultura de tecidos é a seleção do explante adequado, a pesquisa, conforme MURASHIGE (1974), considera os seguintes critérios: a) o órgão que servirá como fonte de tecido; b) a idade fisiológica e ontogenética do órgão; c) a estação na qual o explante vai ser obtido; d) o tamanho do explante; e) o estado sanitário e fisiológico da planta fornecedora do explante. Em cereais e gramíneas, os tecidos do mesocótilo ou raiz podem ser os mais apropriados para calo e eventualmente para cultura de suspensão (GAMBORG et al., 1976). PARKE (1978) observou que secções caulinares de mandioca forneceram explantes superiores àqueles originados de folhas ou pecíolos, para indução de calo. REY et al. (1980) pesquisando a indução de calo e raízes em explantes de seis cultivares de mandioca, concluíram que os melhores explantes foram os provenientes do caule e pecíolo, sendo os de lâmina foliar os menos efetivos.

Para BOTTINO (1981), qualquer tecido jovem pode ser usado como explante, desde que esteja são e livre de qualquer organismo contaminante, permitindo maior proliferação celular, pois, detém potencial tanto para a divisão celular como para a regeneração de plantas. Em plantas com vigor regenerativo forte, pequenos segmentos do caule, folha ou raiz podem servir como material inicial segundo WETHERELL (1982), mas se a capacidade da espécie para desenvolvimento de gemas

adventícias é débil, torna-se necessário o uso de ápices caulinares, caule principal e ramos como explante. Além desses fatores, consoante HU & WANG (1984), as condições gerais de cultivo são também importantes.

Na micropropagação de inhame-são-tomé (*Dioscorea alata* L.), batata-doce (*Ipomea batatas* (L.) Lam.) e mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), NG & HAHN (1985) consideram que gemas laterais e apicais são partes da planta mais apropriadas. Para PASQUAL (1985), têm sido usados meristemas apicais, gemas axilares, segmentos do caule e folha, raízes, órgão de armazenamento, hipocótilo, anteras, nucelos e segmentos do fruto, porém melhores resultados são obtidos com os tecidos mais jovens e ativos, os quais são rapidamente estimulados e têm maior potencial morfogenético.

O tamanho do explante pode determinar as razões práticas na micropropagação clonal, como exemplo, o explante para cultura de meristemas é restrito à parte superior terminal da gema apical (MURASHIGE, 1974). KARTHA & GAMBORG (1975) eliminando o mosaico da mandioca através da cultura de meristema, verificaram que o tamanho do explante influenciou no número de plantas regeneradas e concluíram que somente explantes excedendo 0,2 mm de comprimento formaram plântulas completas. Os menores apenas produziram calo ou calos com raízes. DALE (1977) relatou que na cultura de meristema de oito espécies de gramíneas, as variações na sobrevivência dos ápices entre as espécies foram altamente correlacionadas com o tamanho do ápice cultivado; o explante mais longo teve alta taxa de sobrevivência. NG & HAHN (1985) sustentaram que, geralmente, o número de plantas livres de vírus é inversamente proporcional ao tamanho do meristema usado. Segundo OCHOA (1985), o tamanho do explante que se deseja cultivar é um fator a ser considerado, pois a dificuldade para iniciar um cultivo aumenta com a diminuição do tamanho.

A posição dos explantes na planta doadora induz variações nas suas características regenerativas, principalmente quanto à duração de diferenciação entre suas células constituintes. HOLLINGS & STONE (1968), em cultura de meristema de *Chrysanthemum*, averiguaram que a taxa de sucesso de explante obtidos da gema terminal foi de 32%, enquanto de gemas laterais foi de 18%. A posição é determinante sobre a uniformidade ou não do explante quanto a sua organização celular, segundo YEOMAN (1970). O referido autor acrescenta ainda que, quando o explante é homogêneo, todos os calos serão uniformes, pois, resultaram de um único tipo de células, porém, quando heterogêneos, como os originados do caule, raiz ou folha, os calos consistirão de produtos de divisão de muitos tipos de células. MURASHIGE (1974) verificou que entre explantes de secções do caule de fumo, aqueles próximos da região apical produziram raízes e gemas adventícias mais rapidamente do que os da região basal. NG & HAHN (1985) cultivaram e compararam meristemas da gema apical até a 11ª gema lateral de mandioca e concluíram que a gema apical conferiu taxa de formação de plantas mais altas do que as de gemas laterais. Houve também diferenças significativas quanto a indução do calo entre as gemas laterais.



2.2.2. Importância e escolha do meio de cultura

A escolha do meio de cultura adequado, constitui-se de extrema importância para o êxito do cultivo de tecidos de plantas nos diversos tipos de estudo. SCHENK & HILDEBRANDT (1972) definiram um meio que se assemelha ao B5, onde as quantidades de sais minerais são ligeiramente altas, enquanto o amônio e o fosfato são fornecidos como uma só mistura. MURASHIGE (1974) desenvolveu o conceito de estádios de desenvolvimento, conscientizando de que um único meio não é suficiente para uma multiplicação e regeneração vegetal *in vitro*. SHERIDAN (1975), na indução do calo de milho (*Zea mays* L.), comparou os meios B5, Schenk & Hildebrandt e Linsmaier & Skoog e evidenciou que não existe diferença significativa na taxa de crescimento quando mediu o incremento no peso de matéria fresca. Conforme GAMBORG et al. (1976), o meio de cultivo para tecidos e órgãos vegetais será constituído de sais minerais, vitaminas, hormônios e suplementos opcionais, de acordo com a espécie de planta e o uso intencional da cultura *in vitro*.

Os referidos autores, afirmaram que em cultura de calo e suspensões celulares de algumas espécies há uma preferência pelo meio idealizado por Murashige & Skoog, enquanto outras crescem no meio B5, devido conter baixas quantidades de amônio, nutriente que pode reprimir o crescimento em cultura líquida.

Conforme PARKE (1978), o primeiro passo para o desenvolvimento de um sistema cultivo de tecidos é a descrição de um meio definido que permita a proliferação do calo. DALE & DEAMBROGIO (1979), ao induzirem calo em cevada (*Hordeum vulgare* L.), concluíram que o meio B5 deu 40% mais calos do que o meio Murashige & Skoog e que 2,4-D a 1 mg/l sem citocinina deu ligeiramente mais calo do que a 5 mg/l. MENDES et al. (1980) observaram que em algumas espécies vegetais obtém-se um melhor desenvolvimento do tecido em cultivo, quando o início do crescimento ocorre em meio líquido, e após algumas semanas transferido para meio sólido. REY et al. (1980) divulgaram que a efetividade na indução e posterior crescimento dos calos provenientes de diferentes explantes de mandioca, dependeu do meio de cultivo, além de conter uma auxina e uma citocinina dentre os constituintes básicos. Segundo WETTER & CONSTABEL (1982), o meio de cultura B5 tem sido usado em diversos tipos de explantes de várias espécies vegetais, especialmente pelo seu baixo nível de sais inorgânicos em relação ao Murashige & Skoog. NG & HAHN (1985) concluíram que o meio Kartha & Gamborg com adição de 100 mg de inositol/l e 80 mg/l de sulfato de adenina, é apropriado para o desenvolvimento e crescimento de meristema para obtenção de plantas livres do vírus do mosaico da mandioca.

Segundo MURASHIGE (1974), a escolha entre um meio gel ou líquido, depende da prática do pesquisador e da facilidade de avaliação. Revelou também, que excessivas concentrações de ágar resultaram em gels duros e inibiram o crescimento de tecidos de plantas. O referido autor confirma, que a concentração de ágar para obter um apropriado gel, variará com o tipo de explante cultivado, a qualidade do ágar e o pH do meio. SALA & CELLA (1984) revelaram que as culturas sobre o meio

sólido apresentam inconvenientes, devido ao fato de que nem todas as células dos calos se encontram nas mesmas condições ambientais: as células dos extratos externos estão diretamente em contato com os nutrientes e gases, em relação às células dos extratos internos. SINGHA et al. (1985) mencionaram que os recentes estudos com cultura de tecidos, têm demonstrado que a concentração de ágar tem forte influência sobre o crescimento e desenvolvimento de vários explantes, afetando as características físico-químicas do meio de cultivo.

O pH do meio nutriente é também um fator crítico, entretanto, tem sido muito negligenciado em estudos de cultura de tecidos (MURASHIGE, 1974). A prática usual segundo este autor é ajustar o pH do meio com valores entre 5,0-6,0 pela adição de HCl e/ou NaOH, e que geralmente o pH mais ácido, amolece o gel. Evidenciou também, que pH tendenciosos ocorrem durante o curso da cultura e atualmente pouco é conhecido da influência do valor do pH sobre o desenvolvimento da cultura. O pH determina a solubilidade e disponibilidade dos minerais e modifica as propriedades de coagulação do ágar, (WETHERELL, 1982).

Os componentes orgânicos mais críticos do meio de propagação de plantas são auxinas e citocininas, mesmo assim, MENDES et al. (1980) esclarecem que as vitaminas desempenham papel importante no metabolismo vegetal. Mio-inositol não é essencial, mas tem sido obviamente benéfica, sendo usada na concentração de 100 mg/l (MURASHIGE, 1974). Thiamina (vitamina B1) pode ser essencial para quase todas as culturas de tecido vegetal, enquanto ácido nicotínico e piridoxina (vitamina B6) podem estimular o crescimento (GAMBORG et al., 1976). As vitaminas do meio basal preenchem a necessidade que tem o tecido de co-fatores enzimáticos (ROCA, 1980).

Segundo DODDS & ROBERTS (1982), as vitaminas têm funções catalíticas no sistema enzimático e são requeridas em pequenas quantidades. Quanto aos aminoácidos, segundo esses autores, com exceção da glicina, não são usualmente adicionados ao meio de cultura vegetal.

2.2.3. Importância dos reguladores do crescimento na indução e manutenção do calo.

2.2.3.1. Auxinas

Ação dos compostos hoje classificados como auxinas, foi demonstrado pela primeira vez na bainha da folha de aveia (*Avena sativa*, L.) (MEYER et al., 1983).

Auxinas natural e sintética, estimulam a formação do calo em uma ampla variedade de tecido vegetal, sendo que as sintéticas são biologicamente mais ativas, porque são mais persistentes e possuem mais estabilidade na planta do que a natural (SHERIDAN, 1975). O ápice de brotos jovens é um local ativo para a biossín-



tese de auxinas, logo, auxina exógena nem sempre será necessária no estágio de estabelecimento dos explantes, principalmente quando são obtidos de plantas em ativo crescimento (DALE, 1975).

As auxinas diferem significativamente na estabilidade, efetividade e influência sobre a organogênese. CHENG & SMITH (1975) induzindo organogênese a partir da cultura de calo de cevada, informam que uma concentração relativamente alta de auxina é requerida para iniciação e manutenção do calo.

Consoante SHERIDAN (1975), na indução de calo, 2,4-D é evidentemente a auxina de preferência, pois ao testar ANA e AIA para indução de calo em milho, a 10 ou 50 mg/l em substituição ao 2,4-D no meio basal, ambos sozinhos ou juntos, pouco ou nenhum calo foi produzido, exceto a 10 mg/l de ANA onde uma moderada quantidade de calo foi formada; portanto, concluiu que o uso do 2,4-D para indução de calo foi superior ao ANA e AIA. Este mesmo autor confirma que houve grande crescimento a 1 mg/l do que a 4 mg/l de 2,4-D e maior crescimento em escuro contínuo do que alternando luz (16 horas) e escuro (8 horas) na indução de calo de milho.

GAMBORG et al. (1976) informaram que a produção de calo foi satisfatória pelo uso único de 2,4-D, no entanto a adição da benziladenina foi conveniente em muitos casos. HUSSEY (1978) afirma que o 2,4-D é um composto altamente ativo e o mais efetivo para promover a formação de calo, mais inibe fortemente a iniciação de brotos. Em calo de *Haplopappus gracilis*, 2,4-D em níveis de até 2 ppm, induz menos frequência de anomalias cromossômicas do que quando adicionado à cinetina, citado por YEOMAN & FORCHE (1980). Estes autores afirmaram que na presença de uma citocinina, o 2,4-D em altas concentrações foi menos adequado do que ANA e AIA.

Segundo DODDS & ROBERTS (1982), o ácido indolacético (AIA) ocorre naturalmente, porém, é facilmente degradado pela luz e pela oxidação enzimática, mas quando efetivo indica um mínimo de desfavorabilidade sobre a formação de órgão. Além disso, como o AIA oxidase pode ser alto em tecido cultivado, o AIA será adicionado em altas concentrações (1-30 mg/l), enquanto os compostos sintéticos podem ser empregados em baixas concentrações (0,1-2,0 mg/l). Estes autores relataram que o 2,4-D é mais potente do que ANA ou AIA e tem como característica não usual, desempenhar, na mesma extensão, as funções de auxina e citocinina. Segundo HARTMAN & KESTER (1983), concentrações moderadamente altas acima de 1 mg/l de auxina são suficientes para produção de calo.

Segundo MEYER et al. (1983), as primeiras tentativas de isolamento de hormônios, não partiram de coleóptilo ou qualquer tecido vegetal, porque a quantidade existente era pequena para ser detectada em testes químicos, mas, afirmaram, que os principais centros de síntese auxínica são os tecidos meristemáticos, tais como: gemas em brotação, folhas jovens, extremidades da raiz, flores e inflorescências em crescimento. Revelaram também, que as auxinas podem estimular ou

inibir um dado fenômeno e seu efeito depende não só da sua concentração, mas do tipo específico de crescimento que ela influencia. De acordo com estes autores, uma auxina altamente eficaz sobre um dado tipo de crescimento pode ter pouco ou nenhum efeito sobre um ou sobre o outro.

O efeito das auxinas sobre as plantas completas, tecidos e células, segundo SALA & CELLA (1984), são: a) determinar o alongamento dos brotos; b) estimular o crescimento das raízes; c) inibir a queda das folhas; d) promover o crescimento dos frutos; e) determinar a dominância apical.

2.2.3.2. Citocininas

Citocininas são substâncias reguladoras do crescimento que causam divisão celular nas plantas. A primeira citocinina foi denominada cinetina e descoberta ao se usar DNA autoclavado de esperma do peixe arenque. Foi revelado que altas concentrações dessa substância induzem a iniciação de brotos e reprimem o enraizamento. A primeira citocinina encontrada em plantas foi extraída e cristalizada por LETHAM et al. (1964), a partir de grãos de milho em desenvolvimento e foi denominada zeatina.

Conforme SHERIDAN (1975), a inclusão de cinetina ou ácido giberélico no meio de cultura não teve efeito ou resultou em um pequeno efeito inibitório sobre o crescimento do calo. Concluiu, portanto, que nenhuma citocinina ou ácido giberélico necessita ser adicionado ao meio para indução ou crescimento de calo de milho.

Para METIVIER (1979), as citocininas têm efeito na diferenciação e alongamento celular; crescimento e senescência foliar; dominância apical; germinação; desenvolvimento de organelas; atividade enzimática; abertura estomática; desenvolvimento de frutos e na hidrólise de reservas da semente para o embrião em crescimento, assim, agindo sobre a aleurona e preparando-a para a chegada do ácido giberélico proveniente do embrião.

KODA & OKAZAWA (1980) demonstraram que através da cultura de ápices caulinares de aspargo (*Asparagus officinalis* L.), os referidos ápices continuaram a difundir uma pequena, mas constante quantidade de citocinina no meio, através de cinco subcultivos. Segundo HU & HANG (1984), a benziladenina é a citocinina mais efetiva para cultura de meristemas, ápices caulinares e de gemas, seguido da cinetina.

As citocininas estão presentes nos tecidos em ativa divisão. É possível que elas sejam sintetizadas nos ápices vegetativos e destes para as partes aéreas das plantas. Todavia, não se conhece o seu mecanismo de transporte, do local de síntese ao local onde desenvolve sua função (SALA & CELLA, 1984). Conforme estes autores, é de extrema importância para as culturas de células vegetais, a relação quantita-



tiva entre citocininas e auxinas, pois, depende em muitos casos a manutenção das células no estado indiferenciado ou a sua diferenciação em raízes e brotos até o desenvolvimento da planta completa.

LUZ (1988) afirma que dentre as citocininas as mais usadas em meio de cultura são cinetina e benziladenina, devido às seguintes razões: disponibilidade de aquisição; preços mais acessíveis e comprovada efetividade nas respostas morfo-genéticas dos tecidos vegetais cultivados in vitro.

2.2.3.3. Giberelinas

Giberelinas são substâncias promotoras do crescimento, cujos efeitos podem ou não ser semelhantes aos das auxinas. O ácido giberélico é capaz de estimular o crescimento em muitas plantas; seu efeito tem sido atribuído basicamente para a promoção da alongação celular e também estimular a divisão celular. MURASHIGE & SKOOG (1962) comprovaram que em baixas concentrações as giberelinas incrementam a taxa de crescimento de tecido de fumo cultivado in vitro, embora atuando de maneira inibitória na formação de gemas quando em cultura de calo.

As giberelinas são poucos estáveis. Embora THORPE & MEYER (1972) tenham comprovado que o ácido giberélico, tanto autoclavado como filtrado, não influenciou sobre a acumulação de amido e formação de gemas. No entanto, MOREIRA et al. (1977) recuperando plantas de mandioca livres de bacteriose, através da cultura de meristemas, verificaram que o ácido giberélico exerceu maior efeito sobre as plantas quando este hormônio foi esterilizado por filtração do que por autoclavagem. WETHERELL (1982), acredita que as giberelinas também são parcialmente destruídas por esterilização em autoclave ou calo prolongado no meio de cultura. DODDS & ROBERTS (1982) afirmam que as giberelinas são prontamente degradadas por temperaturas elevadas, e a atividade biológica de uma solução recém preparada de ácido giberélico foi reduzida por 90%, como resultado de autoclavagem. LOPEZ (1985) comenta que 20 minutos de esterilização, as giberelinas conservam em torno de 90% de sua integridade química, não se manifestando trocas em sua atividade biológica.

ENGELKE et al. (1973) consideram que o efeito inibitório da giberelina sobre a formação de órgãos não é reversível pelos chamados anti-giberelinas ou inibidores da síntese de giberelinas, mas pode ser neutralizado por altas concentrações de citocinina. Para MURASHIGE (1974), as giberelinas embora estimulantes do crescimento de órgãos, geralmente suprimem o processo de iniciação dos mesmos. LUNDERGAN & JANICK (1980) não detectaram influência na proliferação ou crescimento de gemas laterais de maçã (*Malus pumila* Mill), quando foi usado 0,29 μ M de ácido giberélico.

Para NICKEL (1982), giberelinas são compostos que estimulam a divisão ce-

lular, alargamento celular ou ambos. Este autor também acrescentou, que o seu efeito destacado é a alongação do caule primário, que ocorre em tecidos jovens e centros de crescimento, causado por um incremento no comprimento celular, na taxa da divisão celular ou a combinação de ambos, dependendo do tipo específico de planta tratada.

Suas concentrações nos tecidos vegetais são extremamente baixas, por exemplo, em 100 botões de plântulas de girassol (*Helianthus annuus* L.) extraíram-se apenas 0,001 mg de uma giberelina (MEYER et al., 1983). Estes autores, também afirmaram que nas plantas superiores, os principais locais de síntese das giberelinas são os meristemas foliares, ápices radiculares e as sementes em germinação, muito embora, SALA & CELLA (1984), afirmaram que pouco se sabe sobre o local de síntese, transporte e mecanismo de ação das giberelinas na planta, mesmo assim, evidenciaram alguns efeitos práticos sobre os vegetais: a) estimulam o crescimento das plantas e a expansão foliar; b) aumentam as dimensões dos frutos, desde que esteja presente uma auxina; c) interrompem a latência da semente, induzindo a germinação.

De acordo com HU & WANG (1984), suficientes quantidades deste hormônio são sintetizados pela maioria dos explantes, e que o ácido giberélico quando suplementado, sua função é primariamente para alongação da gema. Consoante LOPEZ (1985), o ácido giberélico promove a alongação e reprime a formação de gemas e de qualquer classe de tecido organizado.

Resultados de RAGHAVAN & TORREY (1964) demonstraram que enquanto o ácido giberélico teve o mesmo efeito de uma auxina, sobre o desenvolvimento de raízes em embriões in vitro, ele diferiu das auxinas em seu efeito sobre o crescimento de gemas. KARTHA et al. (1974) concluíram que BA e Ag_3 juntos com ANA são necessários para completa morfogênese em mandioca e que um forte efeito sinérgico resultou da combinação de BA e Ag_3 . Estes mesmos autores, obtiveram plantas oriundas de meristema de broto apical de mandioca, utilizando o meio MS suplementado com BA (0,5 μ M), ANA (1,0 μ M) e Ag_3 (0,1 μ M). Os resultados mostraram que Ag_3 junto com ANA, induziu a formação de raízes, enquanto BA com ANA produziu somente calo com numerosas raízes.

SHERIDAN (1975) evidenciou que a interação de ácido giberélico, cinetina e 2,4-D, produziu efeitos sobre o crescimento do calo de milho. A adição de 0,3 a 30 mg/l de ácido giberélico no meio de cultura, não teve influência estimulatória e pouco ou nenhuma influência inibitória. BAJAJ (1977) obteve calo de meristema de mandioca após 2 a 7 semanas em subcultura, utilizando o meio básico MS suplementado com ANA (1,0 mg/l), cinetina (0,2 mg/l) e Ag_3 (0,5 mg/l). ROCA et al. (1978) regeneraram in vitro aproximadamente 50 plântulas de batata a partir de um só ápice isolado submetido à combinação tripla hormonal (ANA, BAP e Ag_3). Esta combinação induziu mais gemas do que ANA unicamente ou ANA e Ag_3 juntos. REY & MROGINSKI (1978) regeneraram plantas de mandioca a partir de ápices caulinares, utilizando diferentes combinações e concentrações hormonais, onde



os melhores resultados foram conseguidos com o meio basal MS suplementado com ANA (0,1 mg/l), cinetina (0,1 mg/l) e AG_3 (0,1-0,5 mg/l). NAIR et al. (1979) observaram a interação de quatro citocininas com ANA na presença ou ausência de 0,1 μ M de ácido giberélico. Cem por cento da regeneração de plantas foi obtido para todos os níveis de BA (10;1;0,5 e 0,1 μ M) em combinação com 1,0 μ M de ANA quando 0,1 μ M de AG_3 estava presente.

Em estudos com meristema de mandioca, segundo RODRIGUES et al. (1980), a citocinina BAP em altas concentrações estimulou o desenvolvimento de gemas e inibiu o enraizamento; por outro lado, as auxinas AIA e AIB em baixas concentrações favoreceram a diferenciação em raízes e as giberelinas em níveis médios estimularam os primórdios foliares do meristema. ADEJARE & COUTTS (1981) avaliando o potencial de clones de mandioca da Nigéria, para a cultura de meristema do ápice, como um método para erradicação do mosaico da mandioca, utilizaram duas citocininas, cinetina e BA, que foram testadas nos níveis 10, 1, 0,5 e 0,1 μ M na presença do ácido giberélico ao nível de 0,1 μ M. Seus resultados levaram-lhes a concluir que os meios foram apropriados para o cultivo de meristemas do ápice e que após 12 dias em cultura, os mesmos estavam ativos e livres de patógenos. Alguns meios formaram brotos e ou raízes quando utilizaram BA em combinação com ANA na presença do AG_3 , no entanto, a cinetina nas mesmas condições não propiciou regeneração de plantas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi desenvolvido no Laboratório de Citogenética do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, no período de março a julho de 1988.

Como fonte de material vegetativo para retirada dos explantes, foram produzidas mudas de mandioca da cultivar Aipim Baiano, as quais foram obtidas a partir de estacas-sementes de 20 cm de comprimento, tratadas em solução aquosa de hipoclorito de sódio (5%) e álcool etílico a 70% por 2 minutos. Em seguida, foram plantadas em vasos, cujos solos haviam sido esterilizados em estufa a uma temperatura de 110°C por 12 horas. Após o plantio das estacas-sementes, os vasos foram transferidos para a câmara de crescimento, onde as condições de assepsia foram controladas.

Os explantes consistiram de gemas laterais, localizadas na inserção das folhas do ápice caulinar. Os ápices caulinares foram trazidos para o laboratório imersos em água destilada e autoclavada, com as folhas seccionadas, para serem dissecados os explantes, cujo peso de matéria fresca inicial foi imediatamente retirado, utilizando-se balança analítica.

A assepsia dos explantes foi individual e constou das seguintes etapas: imer-

são em álcool (70%) por 20 segundos; lavagem por três vezes, em água destilada e autoclavada; imersão em uma solução aquosa de hipoclorito de sódio (1% de cloro livre), contendo Nipagin (1%) e duas gotas de Tween 20, por 15 minutos; lavagem por três vezes com água destilada e autoclavada. Após a assepsia, os explantes foram inoculados em tubos de ensaio (15 cm de comprimento por 2,5 de diâmetro, contendo 20 ml de meio B5, idealizado por GAMBORG et al. (1968), cuja composição de macro e micronutrientes e compostos orgânicos consta na Tabela 1. Após a inoculação os explantes foram incubados em câmara de crescimento, durante 90 dias, para formação e crescimento do calo, sob as seguintes condições: fotoperíodo de 16/8 horas (luz/escuro); temperatura de $25 \pm 2^\circ\text{C}$ e umidade relativa de 74%. A fonte de luz constituída de lâmpadas fluorescentes e incandescentes, forneceram uma intensidade luminosa de 1000 lux.

O meio de cultura B5, utilizado para o crescimento dos explantes, foi suplementado com: sacarose (20 g/l), como fonte de carbono; mistura de sais inorgânicos mais compostos orgânicos e reguladores do crescimento de acordo com os tratamentos assim discriminados:

M1 - BA (0,0 mg/l) + 2,4-D (0,0 mg/l)

M2 - BA (0,0 mg/l) + 2,4-D (1,0 mg/l)

M3 - BA (0,0 mg/l) + 2,4-D (2,0 mg/l)

M4 - BA (1,0 mg/l) + 2,4-D (0,0 mg/l)

M5 - BA (1,0 mg/l) + 2,4-D (1,0 mg/l)

M6 - BA (1,0 mg/l) + 2,4-D (2,0 mg/l)

M7 - BA (2,0 mg/l) + 2,4-D (0,0 mg/l)

M8 - BA (2,0 mg/l) + 2,4-D (1,0 mg/l)

M9 - BA (2,0 mg/l) + 2,4-D (2,0 mg/l)

Portanto, o ensaio consistiu de nove meios resultantes da combinação de dois reguladores do crescimento em três níveis, que foram estudados na ausência e presença de 0,03 mg/l do AG_3 , resultando em 18 tratamentos.

Como modelo experimental, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial $3 \times 3 \times 2$ com 10 repetições.

O pH do meio foi reajustado para 5,5 mediante o uso de ácido clorídrico e/ou hidróxido de sódio, adicionando-se posteriormente ágar (8,0 g/l). Os meios foram



aquecidos até uma perfeita mistura do solidificador e em seguida distribuídos nos tubos de ensaio, lacrados com chumaços de algodão e autoclavados a 1,5 Kgf/cm² durante 20 minutos.

Tabela 1. Composição de macro e micronutrientes e constituintes orgânicos - Meio B5.

Macronutrientes	mg/l
KNO ₃	2500
CaCl ₂ .2H ₂ O	150
MgSO ₄ .7H ₂ O	250
(NH ₄) ₂ SO ₄	134
NaH ₂ PO ₄ .H ₂ O	150
Micronutrientes	
KI	0,750
H ₃ BO ₃	3,000
MnSO ₄ .H ₂ O	10,000
ZnSO ₄ .7H ₂ O	2,000
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	0,250
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,025
CaCl ₂ .6H ₂ O	0,025
Fe-EDTA (ácido etilendinitrotetra-acético)	43,000
Constituintes orgânicos	
Sacarose	20000
Mio-inositol	100
Tiamina	10
Ácidonicotínico	1
Piridoxina	1
Glicina	2

Fonte: GAMBORG et al. (1968).

Nas observações feitas semanalmente, avaliaram-se as seguintes variáveis: peso de matéria fresca inicial e final dos explantes; número de semanas necessárias para o início da diferenciação do calo; características sobre o tipo de proliferação do calo, obedecendo a escala: 0 – sem proliferação; 1 - proliferação limitada às áreas cortadas; 2 - proliferação abundante; cor, consistência e anatomia dos calos.

Para se obter uma estimativa do efeito do crescimento do explante, mediante o ganho de peso de matéria fresca, foi utilizado o método de Klein, usado por LUZ (1988), que consistiu da fórmula:

$$GP = \frac{PF_f - PF_i}{PF_i}$$

GP = ganho de peso de matéria fresca

PF_f = peso de matéria fresca final PF_i = peso de matéria fresca inicial

O valor obtido indica a razão do aumento do peso em relação a cada miligrama de peso de matéria fresca inoculado no meio de cultura (Tabela 15).

Para observação da anatomia dos calos, foram preparadas lâminas com cortes em série, obedecendo à técnica descrita por JOHANSEN, D. A. (*Plant Microtechnique*): iniciou-se com a coleta e corte dos calos que foram levados para o fixador, cujo objetivo foi paralisar o crescimento do calo, resguardando sua integridade. Após, lavagem em água destilada, para completa remoção do fixador, deu-se início à desidratação gradativa dos tecidos em álcool etílico, passando depois para xilol. Em seguida, foi feita a inclusão do material, ou seja, a infiltração gradativa nas células, de parafina fundida em estufa a 58°C. Logo após foram feitos cortes da ordem de 20μ, em micrótomo, os quais foram distendidos sobre lâminas limpas e preparadas com adesivo de Mayer. Então, removeu-se a parafina usando xilol, para efetuar a desidratação do material, com o objetivo de colorir os tecidos com safranina e azul de nilo. O material foi novamente desidratado e depois levado para o xilol. A montagem final das lâminas foi feita em Entelan.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Índice de ganho de peso de matéria fresca dos explantes

A velocidade de crescimento do calo é frequentemente expressa pelo incremento do peso de matéria fresca, como parâmetro indicativo do aumento na massa de tecido (DODDS & ROBERTS, 1982). A análise de variância para índice de ganho de peso de matéria fresca, encontra-se na Tabela 2, evidenciando não haver diferença significativa, nos contrastes, sem ácido e com Ag₃ (0,03 mg/l). Este resultado está de acordo com METIVIER (1979), ao revelar que as giberelinas, geralmente, produzem efeitos em plantas intactas, em comparação com segmentos (explantes).

A análise dos tratamentos na ausência do ácido giberélico, mostra que a interação BA x 2,4-D é significativa, o mesmo ocorre na análise dos tratamentos na presença de 0,03 mg/l do Ag₃. Essas respostas indicam que um regulador de crescimento está sendo influenciado pela presença do outro, sobre o aumento de



ganho de peso de matéria fresca dos explantes, concordando com NARAYANASWAMY (1977), quando relatou que a combinação de uma citocinina com uma fonte de auxina, intensifica a indução de calo. Como as interações foram significativas, demonstra que os reguladores não agiram independentemente, portanto, realizaram-se os desdobramentos 2,4-D/BA e BA/2,4-D na ausência e presença de 0,03 mg/l do ácido giberélico.

No desdobramento 2,4-D/BA na ausência do ácido giberélico, como se observa na Tabela 3, só houve diferença significativa entre os níveis de 2,4-D, no ganho de peso de matéria fresca dos explantes, quando essas dosagens foram utilizadas na presença de 1,0 mg/l de BA. Para tanto, uma análise de regressão foi procedida (Tabela 3), objetivando elucidar se o fenômeno ocorrido aumentou ou decresceu segundo o efeito linear ou quadrático, fazendo-se uso dos polinômios ortogonais, conforme PIMENTEL GOMES (1976). Na referida análise, observa-se que os níveis de 2,4-D na presença de 1,0 mg/l de BA, estão expressando significância, cuja explicação dá-se através de um efeito quadrático, muito embora grandes proporções desse efeito esteja sendo explicado pelo componente linear. Este comportamento fica evidenciado na Figura 1, onde as concentrações de 2,4-D, na presença de 1,0 mg/l de BA, à medida que aumentam causam uma resposta correspondente no acréscimo de peso de matéria fresca dos explantes. Concordando com KAMADA & HARADA (1979), quando concluíram que a auxina 2,4-D e a citocinina benziladenina na dosagem de 1,0 mg/l, ao serem aplicados simultaneamente, a citocinina inibiu a ação da auxina em estimular o enraizamento para induzir o desenvolvimento de calo.

Tabela 2. Análise de variância para os índices de ganho de peso de matéria fresca dos explantes, na ausência e presença do ácido giberélico, em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Total	179	127403,0651	-	
Tratamentos	(17)	76229,3228	-	
Sem/AG ₃ vs Com/AG ₃	1	162,1748	162,1748	0,51
Sem/AG₃	(8)	20133,9960	-	
BA	2	13853,7540	6926,8770	21,93**
2,4-D	2	2631,1100	1315,5550	4,16*
BA x 2,4-D	4	3649,1320	912,2830	2,89*
Com/AG₃	(8)	55933,1520	-	
BA	2	39258,7040	19629,3520	62,14**
2,4-D	2	7846,9040	3923,4520	12,42**
BA x 2,4-D	4	8827,5440	2206,8860	6,98**
Resíduo	162	51173,7422	315,8873	

C.V. =103,2%

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste F.

** Significativo ao nível de 1% de probabilidade, pelo teste F.

Tabela 3. Análise de variância para o desdobramento 2,4-D/BA, na ausência do ácido giberélico, em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
2,4-D/nível 0 BA	2	15,5920	7,7960	0,02
2,4-D/nível 1 BA	2	5492,7654	2746,3827	8,69*
Efeito L.	1	4124,6228	4124,6228	13,06*
Efeito Q.	1	1368,1426	1368,1426	4,33*
2,4-D/nível 2 BA	2	771,8825	385,9412	1,22
Resíduo	162	51173,7422	315,8873	

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

O desdobramento BA/2,4-D na ausência do ácido giberélico, encontra-se na Tabela 4, o exame desta tabela evidencia que só houve efeito significativo da citocinina BA quando na presença de 2,4-D. A análise de regressão, também, revela significância para um acentuado efeito quadrático quando BA está na presença do nível 1 e 2 de 2,4-D. Estes resultados podem ser visualizados nas Figuras 2 e 3, onde evidenciam que o máximo peso de matéria fresca dos explantes foi alcançado com a dosagem 1,0 mg/l de benziladenina. Logo, podemos concluir que os tratamentos 1,0 mg/l de BA + 2,0 mg/l de 2,4-D, assim como, 1,0 mg/l de BA + 1,0 mg/l de 2,4-D, foram os melhores para o aumento de peso de matéria fresca dos explantes, na ausência do ácido giberélico. A verificação desses resultados está comprovada pelo teste de Tukey (Tabela 5).

No desdobramento 2,4-D/BA na presença de 0,03 mg/l do AG₃, verificou-se um efeito significativo do 2,4-D na presença do nível 2 (2,0 mg/l) de BA. A análise de regressão esclarece que o fenômeno é decorrente de um efeito quadrático (Tabela 6). Estes resultados nos levam a acreditar que a presença de 0,03 mg/l do AG₃ foi efetivamente inibitória, já que a concentração máxima de BA (2,0 mg/l) juntamente com os demais níveis de 2,4-D, provocou resposta positiva no ganho de peso de matéria fresca dos explantes (Figura 4). Esta discussão está coerente com ENGELKE et al. (1973), quando divulgaram que o efeito inibitório da giberelina sobre a formação do calo pode ser neutralizado por altas concentrações de citocininas.

Tabela 4. Análise de variância para o desdobramento BA/2,4-D na ausência do ácido giberélico, em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
BA/nível 0 2,4-D	2	1134,8275	567,4173	1,79
BA/nível 1 2,4-D	2	8075,6670	4037,8335	12,78*
Efeito L.	1	2505,7321	2505,7321	7,93*
Efeito Q.	1	5569,9356	5569,9356	17,63*
BA/nível 2 2,4-D	2	8292,3900	4146,1950	13,12*
Efeito L.	1	444,7094	444,7094	1,40
Efeito Q.	1	7847,6805	7847,6805	24,84*
Resíduo	162	51173,7422	315,8873	

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.



Tabela 5 - Médias de ganho de peso de matéria fresca dos explantes, de acordo com os tratamentos testados, na ausência e presença do ácido giberélico, em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.

Tratamentos	Médias (mg/l)	
	Sem Ag ₃	Com AG ₃
BA (0,0 mg/1) + 2,4-D (0,0 mg/1)	0,274b	0,175c
BA (0,0 mg/1) + 2,4-D (1,0 mg/1)	0,910b	0,314c
BA (0,0 mg/1) + 2,4-D (2,0 mg/1)	2,019b	0,050c
BA (1,0 mg/1) + 2,4-D (0,0 mg/1)	12,322b	3,428c
BA (1,0 mg/1) + 2,4-D (1,0 mg/1)	41,008a	15,440c
BA (1,0 mg/1) + 2,4-D (2,0 mg/1)	41,044a	1,773c
BA (2,0 mg/1) + 2,4-D (0,0 mg/1)	14,131b	19,723c
BA (2,0 mg/1) + 2,4-D (1,0 mg/1)	23,297ab	75,508a
BA (2,0 mg/1) + 2,4-D (2,0 mg/1)	11,449b	47,129b
DMS	24,448	26,325

Médias seguidas da mesma letra dentro de uma mesma coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.

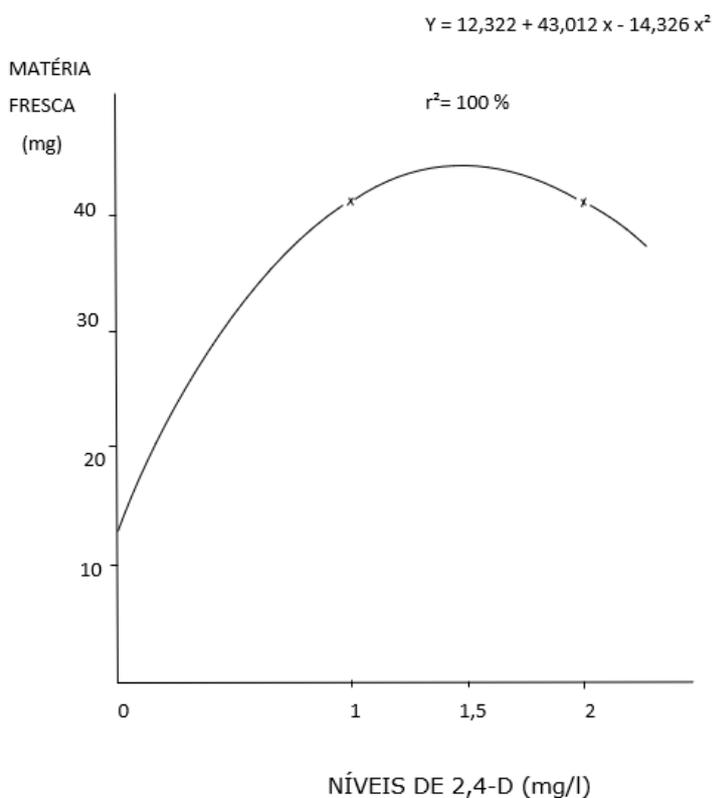


Figura 1. Efeito do 2,4-D no ganho de peso de explantes na presença de 1,0 mg/l de benziladenina, na ausência do ácido giberélico. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.

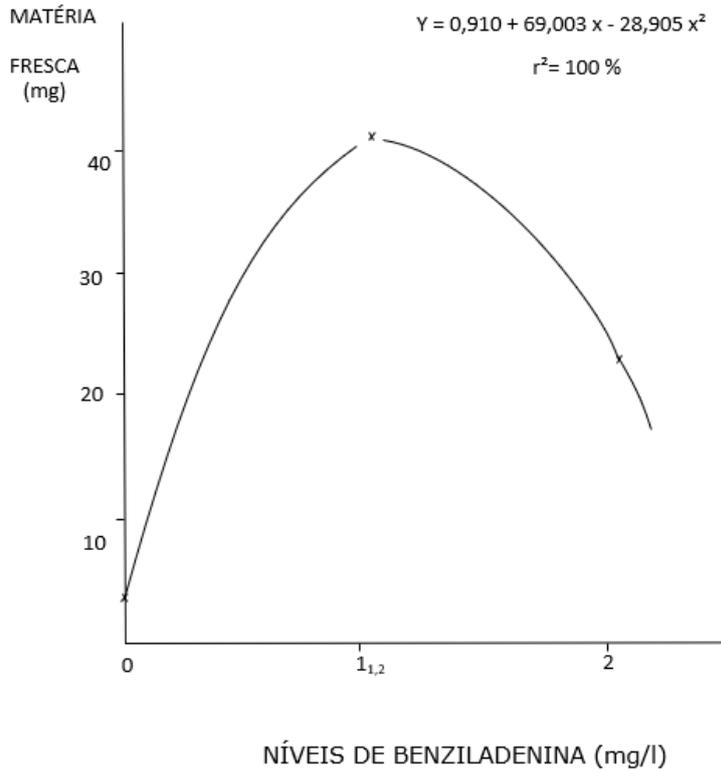


Figura 2. Efeito da benziladenina no ganho de peso dos explantes, na presença de 1,0 mg/l de 2,4-D na ausência do ácido giberélico. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.

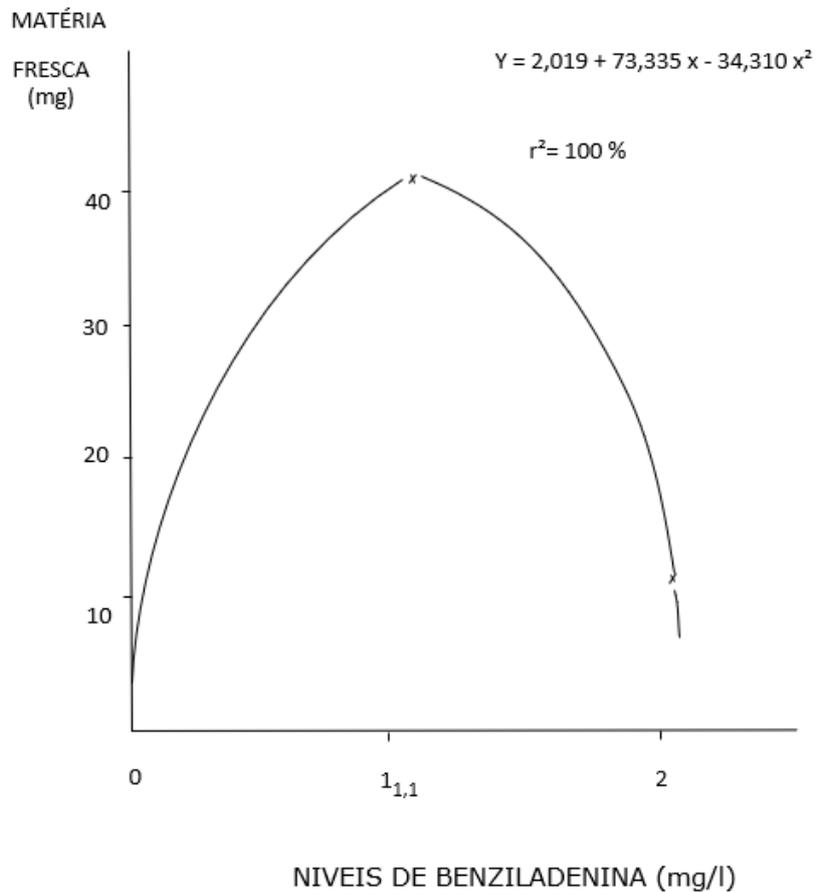


Figura 3. Efeito da benziladenina no ganho de peso dos explantes, na presença de 2,0 mg/l de 2,4-D na ausência do ácido giberélico. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.

O desdobramento BA/2,4-D na presença de 0,03 mg/l do AG₃, encontra-se na Tabela 7, a qual evidencia o efeito significativo do BA com todos os níveis de 2,4-D, demonstrando o potencial dessa citocinina junto a uma auxina para induzir divisão celular em tecido jovem, e, alicerçado em HU & WANG (1984), ao esclarecerem que os ápices caulinares sintetizam citocinina. Esta afirmação reforça a eficácia com que o BA agiu sobre o ganho de peso de matéria fresca dos explantes na presença dos níveis de 2,4-D favorecido pela produção de citocinina endógena pelos explantes. Este comportamento deve-se também, provavelmente, ao fato do 2,4-D agir inicialmente com uma auxina e secundariamente estimular a síntese de citocinina, hipótese confirmada por INOUE (1979) trabalhando com tecido de calo de arroz (*Oriza sativa* L.).

Na ausência de 2,4-D, observa-se na Tabela 7, que os níveis de benziladenina apresentaram uma resposta linear, com relação ao ganho de peso de matéria fresca dos explantes. Este comportamento está óbvio na Figura 5. Um outro aspecto a ser levado em consideração é que o ganho de peso crescente, provavelmente, foi devido à presença de auxina endógena nos explantes jovens, em quantidade suficiente para causar um efeito combinado, pois, segundo SALA & CELLA (1984), a adição de citocinina às células vegetais, cultivadas in vitro, tem como efeito principal um rápido incremento da divisão celular, porém só obtido na presença de uma auxina. Para os níveis 1 e 2, cujas análises encontram-se na Tabela 7, verifica-se que os efeitos significativos são quadráticos, muito embora grande parte esteja sendo explicado pelo componente linear, principalmente na concentração 1,0 mg/l (Figura 6), cujo efeito sobre o ganho de peso de matéria fresca foi expressivo, quando combinado com a concentração 2,0 mg/l de BA, na presença de 0,03 mg/l do AG₃ (Tabela 5).

O coeficiente de determinação revela que 100% é explicado pelo componente quadrático enquanto que 89,36% é explicado pelo linear, quando BA/nível 1 de 2,4-D. O desdobramento BA/nível 2 de 2,4-D apresentou uma curva semelhante ao nível anterior (Figura 7), em que 77,74% foi explicado pelo componente linear e 100% pelo quadrático, proporcionando um ganho de peso de matéria fresca menos consistente quando os níveis de BA foram estudados na presença da concentração 1,0 mg/l de 2,4-D.

Tabela 6. Análise de variância para o desdobramento 2,4-D/BA, na presença do ácido giberélico, em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
2,4-D/nível 0 BA	2	0,3493	0,1746	0,00
2,4-D/nível 1 BA	2	1112,7444	556,3722	1,76
2,4-D/nível 2 BA	2	15561,3550	7780,6775	24,63*
Efeito L.	1	3755,4167	3755,4167	11,88*
Efeito Q.	1	11805,9360	11805,9360	37,37*
Resíduo	162	51173,7422	315,8873	

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 7. Análise de variância para o desdobramento BA/2,4-D, na presença do ácido giberélico, em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
BA/nível 0 2,4-D	2	2194,1545	1097,0072	3,47*
Efeito L.	1	1910,6215	1910,6215	6,04*
Efeito Q.	1	283,5330	283,5330	0,89
BA/nível 1 2,4-D	2	31636,8430	15818,4210	50,07*
Efeito L.	1	28270,4620	28270,4620	89,49*
Efeito Q.	1	3366,3805	3366,3805	10,65*
BA/nível 2 2,4-D	2	14255,2500	7127,6250	22,56*
Efeito L.	1	11082,1140	11082,1140	35,08*
Efeito Q.	1	3173,1371	3173,1371	10,04*
Resíduo	162	51173,7422	315,8873	

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.



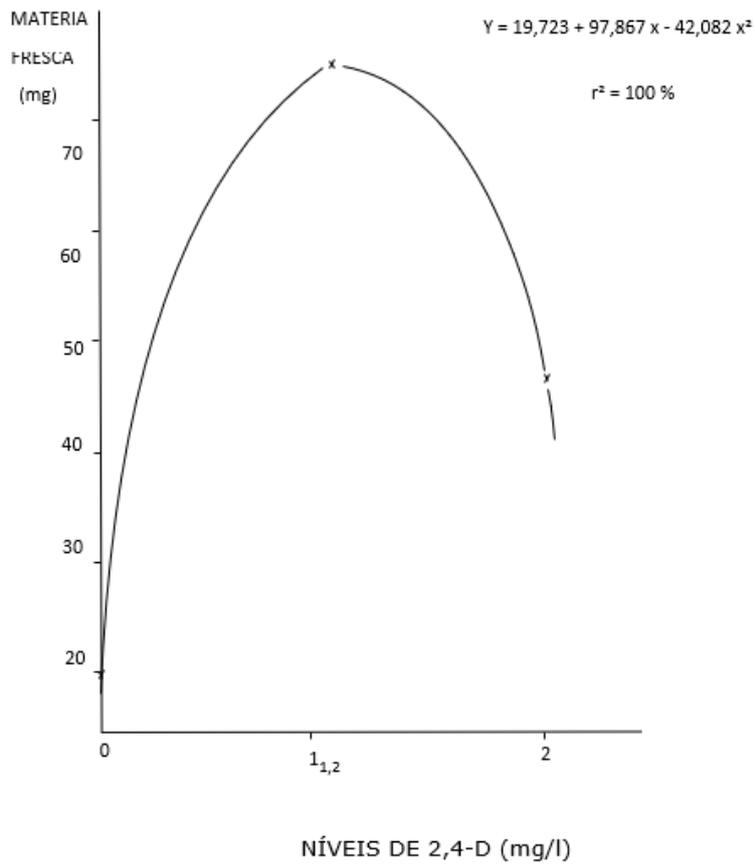


Figura 4. Efeito do 2,4-D no ganho de peso dos explantes, na presença de 2,0 mg/l de Benziladenina e do ácido giberélico. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.

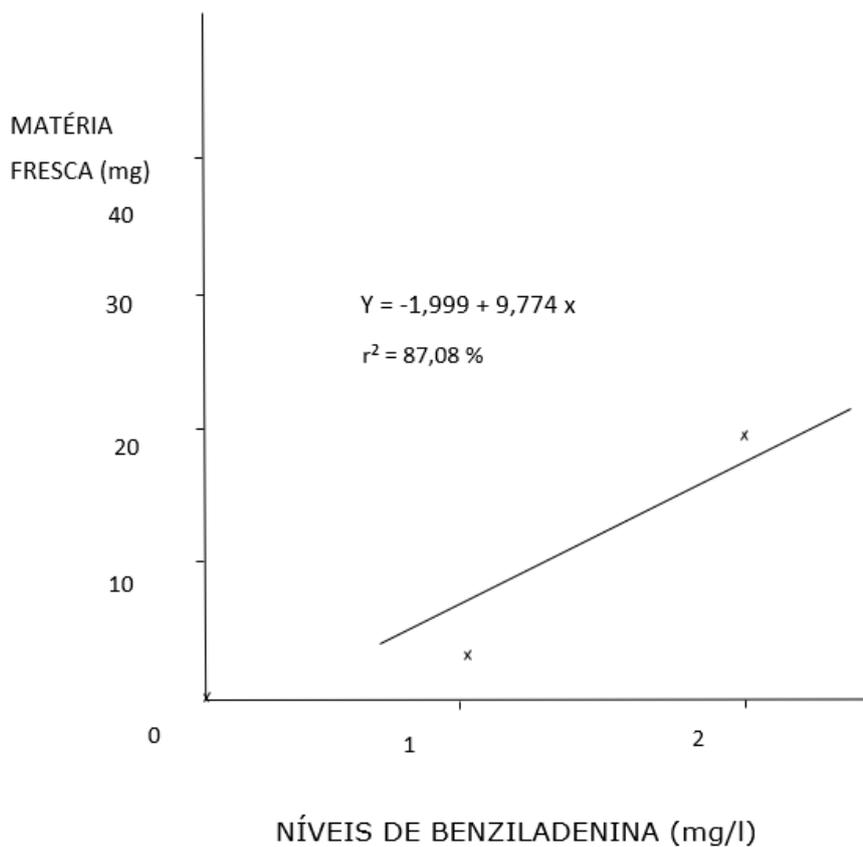
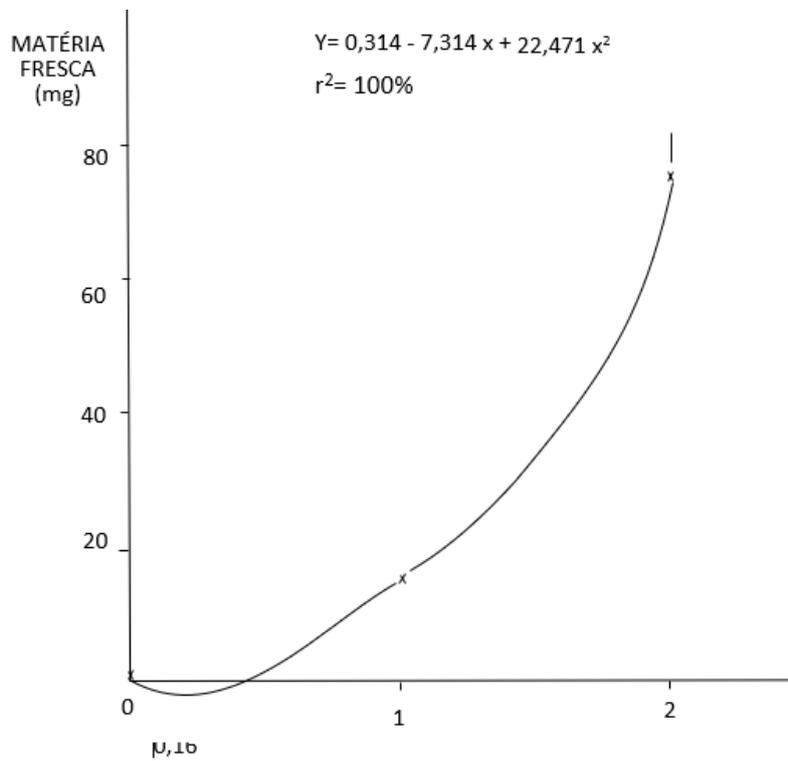
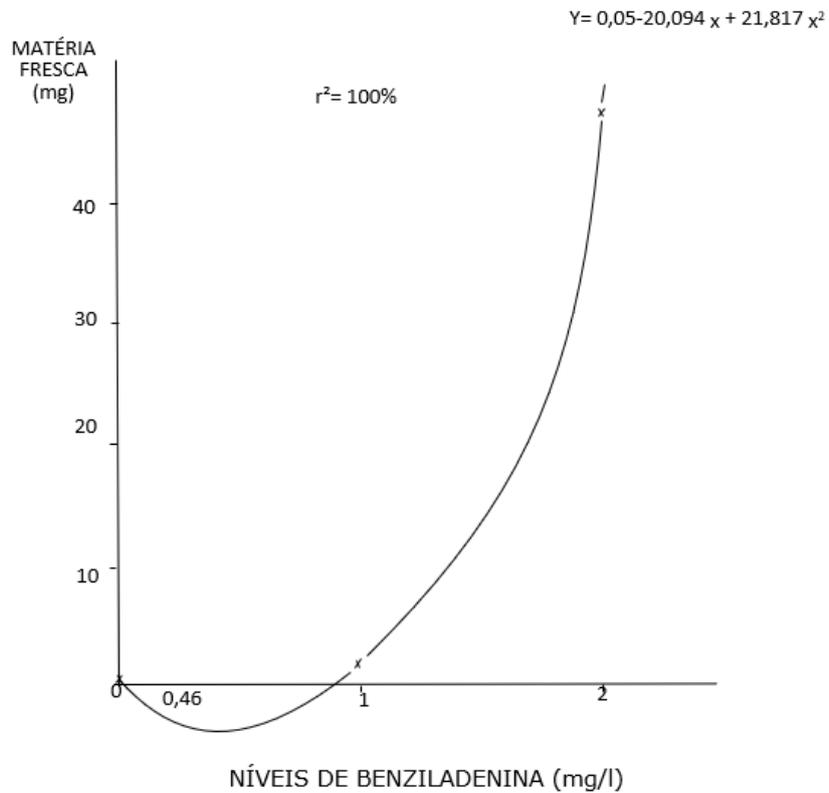


Figura 5. Efeito da Benziladenina no ganho de peso dos explantes na ausência de 2,4-D (0,0 mg/l) e na presença do ácido giberélico. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.



NÍVEIS DE BENZILADENINA (mg/l)

Figura 6. Efeito da Benziladenina no ganho de peso dos explantes, na presença de 1,0 mg/l de 2,4-D e do ácido giberélico. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.



NÍVEIS DE BENZILADENINA (mg/l)

Figura 7. Efeito da Benziladenina no ganho de peso dos explantes, na presença de 2,0 mg/l de 2,4-D e do ácido giberélico. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.

4.2. Número de semanas necessárias para o início da diferenciação do calo.

Por esta variável, avaliou-se a velocidade de indução do calo, conforme as condições de incubação, explantes e meios nutritivos. Os calos formados por semana, expostos na Tabela 8, evidenciam a influência da segunda semana sobre a diferenciação, correspondendo a 77,1% do total, sendo 39,7% na ausência e 37,3% na presença de 0,03 mg/l do AG₃. Para os tratamentos na ausência do AG₃, houve indução de calo até a 5ª semana e na presença, até a 3ª semana. Estes dados estão coerentes com NARAYANASWAMY (1977), onde relatou que um órgão cultivado perde sua estrutura especializada em 3 a 4 semanas de incubação. No entanto, MADRIGAL et al. (1985), admitiram o crescimento máximo do calo ocorrendo na 4ª semana de incubação.

Tabela 8. Dados originais referentes ao número de calos diferenciados por semana, na ausência e presença do ácido giberélico, em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.

Meio de Cultura	S/ácido giberélico					C/ácido giberélico		
	2ª	3ª	4ª	5ª	total	2ª	3ª	total
M1	0	0	0	0	0	0	0	0
M2	1	0	0	1	2	0	1	1
M3	3	0	1	1	5	0	0	0
M4	0	4	2	0	6	3	0	3
M5	6	2	0	1	9	4	0	4
M6	8	2	0	0	10	1	0	1
M7	3	0	2	0	5	4	0	4
M8	8	0	0	0	8	9	1	10
M9	4	0	1	0	5	10	0	10
Total	33	8	6	3	50	31	2	33

A análise de variância (Tabela 9), mostra significância para semana, confirmando sua influência sobre o número de calos formados, na ausência do ácido giberélico. A verificação dessa diferença está comprovada pelo teste de Tukey (Tabela 10), onde a segunda semana se sobressaiu como a melhor. A Análise de variância (Tabela 11) sobre o número de calos formados na presença do ácido giberélico, evidencia significância para benziladenina, semana e a interação BA x semana. Como esta interação foi significativa, fez-se o desdobramento, cuja análise se encontra na Tabela 12, demonstrando que apenas na segunda semana houve efeito significativo das doses de benziladenina. Observa-se também, nesta tabela, que a análise de regressão expressou um acentuado efeito linear dos níveis de BA influenciando a segunda semana, como a mais promissora na velocidade de indução do calo. Este comportamento é visualizado na Figura 8.

Mesmo usando plântulas recém germinadas, em condições assépticas, assegurando um explante de células com alto potencial de divisão e de sobrevivência, para evitar dificuldades com o estado fisiológicos dos explantes, as análises de variância das variáveis, ganho de peso de matéria fresca por explante e número de calos formados por semana, apresentaram um alto coeficiente de variação. Essa

variabilidade pode estar sendo influenciada por vários fatores, entretanto, precisa-se antes de qualquer conjectura, levar em consideração afirmações convincentes como a de SALA & CELLA (1984), ao afirmarem que a célula vegetal vive em um ambiente rico de interações e condicionamentos recíprocos, quando é extraída de seu ambiente natural, muitas dessas interações diminuem. Assim, NARAYANASWAMY (1977) esclarece que as células constituem os tecidos, operando de uma forma altamente coordenada. Contudo, vaticina-se que o não estabelecimento preciso da posição em que todos os explantes seriam excisados, causou a elevação do coeficiente de variação, pois, a retirada das gemas laterais ao longo do caule, originou explantes de tamanho e peso desuniformes. Segundo YEOMAN & FORCHE (1980), um tecido, como um pedaço de caule ou hipocótilo é tipicamente um complexo de células diferenciadas com diferentes susceptibilidades a estímulos imprevisíveis. MURASHIGE (1974) considera que as características regenerativas entre explantes são algumas vezes atribuídas às diferenças em sua idade fisiológica e à extensão de diferenciação entre suas células constituintes. O mesmo autor ressalta que a frequência de sobrevivência, assim como, a taxa de desenvolvimento do explante tem sido relacionado diretamente com seu tamanho inicial. Um outro fator que também pode ter contribuído para o aumento de variabilidade foi a exploração das mesmas plantas como fonte de explantes, em que os cortes sucessivos induziram ápices com gemas debilitadas. Outros fatores podem induzir variabilidade, tais como: estado fisiológico do tecido (YEOMAN, 1970) e da planta original (MURASHIGE, 1974; HUSSEY, 1978; YEOMAN & FORCHE, 1980; HU & WANG, 1984) na época da excisão; a capacidade regenerativa e sanidade geral da planta doadora (WETHERELL, 1982).

Tabela 9. Análise de variância para o número de calos diferenciados por semana, na ausência do ácido giberélico, em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
BA	2	13,72	6,861	3,48
2,4-D	2	4,06	2,028	1,03
Semana	3	63,67	21,222	10,76*
BA x 2,4-D	4	2,78	0,694	0,35
BA x semana	6	26,50	4,417	2,24
2,4-D x semana	6	32,17	5,361	2,72
BA x 2,4-D x semana	12	23,67	1,972	

C.V. = 101,11%

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 10. Médias para o número de calos formados por semana, na ausência do ácido giberélico, em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.

Semanas	Médias
Semana 2	3,667 a
Semana 3	0,889 b
Semana 4	0,667 b
Semana 5	0,333 b
DMS	1,966

Médias seguidas da mesma letra não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade, pelo teste de Tukey.



Tabela 11. Análise de variância para o número de calos diferenciados por semana, na presença do ácido giberélico, em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
BA	2	46,33	23,167	9,07*
2,4-D	2	5,33	2,667	1,04
Semana	1	46,72	46,722	18,28*
BA x 2,4-D	4	9,33	2,333	0,91
BA x semana	2	44,78	22,389	8,76*
2,4-D x semana	2	1,78	0,889	0,35
BA x 2,4-D x semana	4	10,22	2,556	

C.V. = 87,20%

* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

Tabela 12. Análise de variância para o desdobramento BA/semana, na presença do ácido giberélico, em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
BA/semana 2	2	90,889	45,445	17,78*
Efeito L.	1	88,167	88,167	34,49*
Efeito Q.	1	2,722	2,722	1,06
BA/semana 3	2	0,222	0,111	0,04
Resíduo	4	10,22	2,556	

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F.

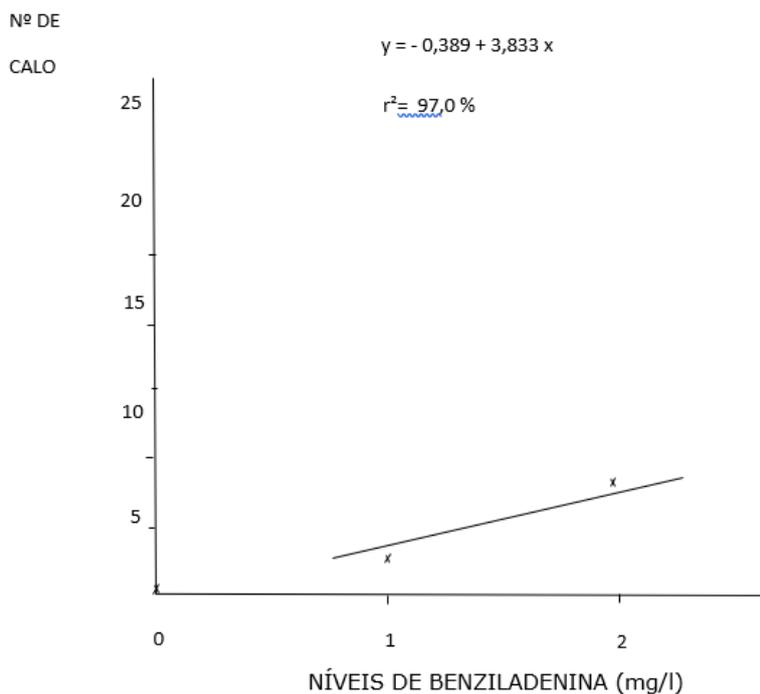


Figura 8. Efeito das concentrações de benziladenina, no número de calos diferenciados na segunda semana de incubação, na presença do ácido giberélico. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.

4.3. Relação peso inicial dos explantes com o número de calos diferenciados.

Na Tabela 13, encontra-se dentro de cada meio, uma distribuição dos calos induzidos em função de vários intervalos de peso inicial em miligrama. Esta ordem significa que quanto mais pesado o explante, mais distante do ápice foi sua excisão. Observa-se que os explantes com peso inicial a partir de 11 mg apresentaram um percentual expressivo de indução de calo quando comparado àqueles encontrados nos intervalos inferiores. É óbvio que, se os explantes fossem selecionados a partir desse peso, provavelmente, teríamos respostas mais consistentes, quanto ao número de calos diferenciados. No entanto, o peso inicial do explante não está influenciando isoladamente os dados alcançados, pois, cada meio contém substâncias químicas em concentrações diferentes para indução de calo, logo essas respostas também são oriundas de interações devido as diferenças fisiológicas causadas pelos diversos tamanhos dos explantes e os meios estudados. Evidenciou-se, que foram raros os explantes com peso inicial a partir de 16 mg que não formaram calos nos tratamentos sem ácido giberélico, no entanto, somente seis explantes a partir dessa faixa de peso inicial foram utilizados nos tratamentos com ácido giberélico, o que claramente causou desfavorabilidade quanto ao número de calos induzidos. Um outro fator, que provavelmente contribuiu para essa diminuição, foi uma possível inibição exercida pelo ácido giberélico, cujo efeito pode ter sido vencido somente pela máxima concentração de benziladenina. As discussões destes resultados estão coerentes com BOTTINO (1981), quando admitiu que o tamanho do explante pode ser importante, pois, geralmente o explante pequeno tem maior chance de conter células homogêneas, no entanto, o explante grande é capaz de manter a divisão celular. YEOMAN & FORCHE (1980) concluíram que diferentes partes da mesma planta dão respostas variadas às condições de indução do calo.



Tabela 13. Dados originais referentes ao número de calos diferenciados em função do peso de matéria fresca inicial do explante, na presença e ausência do ácido giberélico, em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.

Meio de Cultura	Peso da matéria fresca inicial (mg)					
	2-5	6-10	11-15	16-20	21-25	26-30
M ₁	0(2)	0(2)	0(5)	0(1)	-	-
M ₂	0(2)	0(2)	0(3)	0(1)	2(2)	-
M ₃	0(4)	0(1)	2(2)	1(1)	2(2)	-
M ₄	-	1(4)	3(4)	-	-	2(2)
S/AG ₃ M ₅	-	5(5)	2(3)	1(1)	1(1)	-
M ₆	1(1)	2(2)	2(2)	2(2)	2(2)	1(1)
M ₇	0(2)	0(3)	2(2)	2(2)	-	1(1)
M ₈	-	1(3)	5(5)	-	-	2(2)
M ₉	0(1)	1(3)	0(1)	3(4)	-	1(1)
M ₁	0(3)	0(4)	0(2)	0(1)	-	-
M ₂	0(6)	0(3)	1(1)	-	-	-
M ₃	0(2)	0(8)	-	-	-	-
M ₄	0(2)	0(1)	1(5)	2(2)	-	-
C/AG ₃ M ₅	0(3)	2(4)	1(1)	1(2)	-	-
M ₆	0(4)	0(5)	1(1)	-	-	-
M ₇	2(7)	1(2)	1(1)	-	-	-
M ₈	4(4)	3(3)	3(3)	-	-	-
M ₉	2(2)	5(5)	2(2)	1(1)	-	-
Total de calos	9	21	26	13	7	7
Nº de Explantes	45	60	43	18	7	7
%	20	35	60	72	100	100

Obs: Os valores entre parênteses, correspondem ao número de explantes utilizados em cada intervalo de peso inicial.

4.4. Caracterização qualitativa dos calos

Na Tabela 14, encontram-se os dados qualitativos dos calos, segundo a presença e ausência do ácido giberélico. Este hormônio não foi efetivo, pois proliferação, cor e consistência dos calos, foram homogêneos para cada meio, independentemente de sua presença ou não.

Quanto à proliferação dos calos, a caracterização obedeceu uma escala va-

riando de 0 a 2, onde o valor de observação 2 (proliferação abundante) foi predominante nos meios testados com exceção do meio contendo somente 2,4-D (1,0 mg/l) com ou sem AG₃, no qual prevaleceu o valor 1 (proliferação limitada às áreas cortadas). De acordo com HU & WANG (1984), a taxa de proliferação é afetada por vários fatores, como a composição química do meio de cultura e o estado fisiológico da planta mãe.

A coloração dos calos foi aclorofilada e uniforme de acordo com o meio, sendo amarelo claro para todos os tratamentos com BA e 2,4-D isolados e, amarelo escuro para todos aqueles em que BA e 2,4-D estavam presentes. Isto ocorreu tanto na presença como na ausência do ácido giberélico. NARAYANASWAMY (1977) afirmou que a pigmentação é influenciada pelo nível de dextrose, presença de amido solúvel, deficiência de nitrogênio, temperatura, luz e auxina exógena.

Tabela 14. Dados originais sobre avaliação qualitativa dos calos quanto ao nível de proliferação, cor e consistência, na ausência e presença do ácido giberélico, em mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.

Meio de Cultura	Proliferação	Coloração	Consistência
M ₁	0	-	-
M ₂	1	amarelo-claro	friável
M ₃	1-2	amarelo-claro	friável
M ₄	1-2	amarelo-claro	friável
S/AG ₃ M ₅	2	amarelo-escuro	compacto
M ₆	2	amarelo-escuro	compacto
M ₇	2	amarelo-claro	friável
M ₈	2	amarelo-escuro	compacto
M ₉	2	amarelo-escuro	compacto
M ₁	0	-	-
M ₂	1	amarelo-claro	friável
M ₃	0	-	-
M ₄	1-2	amarelo-claro	friável
C/AG ₃ M ₅	2	amarelo-escuro	compacto
M ₆	2	amarelo-escuro	compacto
M ₇	2	amarelo-claro	friável
M ₈	2	amarelo-escuro	compacto
M ₉	2	amarelo-escuro	compacto

A formação de calo de consistência friável e cor amarelo claro prevaleceu em todos os meios que continham BA e 2,4-D separados (Figura 9). Calos de consis-

tência compacta e cor amarelo escuro, foram observados nos meios que continham BA e 2,4-D combinados (Figura 10). Esta regularidade repetiu-se tanto na ausência como na presença do ácido giberélico, indicando que a proliferação de calos de consistência friável e compacta foi consequência do meio. Estes resultados estão de acordo com MADRIGAL et al. (1985) os quais, argumentaram que a consistência do calo varia com o meio de cultivo, daí porque contendo só auxina, os calos foram suaves e friáveis; naqueles compostos por auxina e citocinina, foram compactos. LUZ (1988) obteve uma intensa proliferação de calos tenros, friáveis e aclorofilados quando usou 2,4-D na concentração de 2,0 mg/l no meio B5, na ausência de BA, em batata-doce. DINIZ (1988) induzindo calo em soja (*Glycine max* (L.) Merrill), verificou que os mesmos quando cultivados na ausência dos reguladores de crescimento foram friáveis e amarelados, no entanto, constatou que na presença de um ou dos dois reguladores (ANA e Cinetina) foram compactos, vigorosos e de coloração verde intensa. Segundo ESKES et al. (1974), auxinas e citocininas são requeridos para crescimento do calo, o primeiro organiza um tecido mais quebradiço e o último um tecido mais firme.

Em resumo, os dados qualitativos obtidos foram diretamente influenciados pelos meios, que induziram respostas precisas e homogêneas, independente da ausência ou presença do AG₃. Tal comportamento pode ser explicado pelo fato dos explantes serem originados de plântulas jovens, cujas gemas laterais eram constituídas em grande parte de células de tecido meristemático. De acordo com YEOMAN (1970), se o explante consiste de um único tipo de célula, os calos desenvolvidos inicialmente serão uniformes.

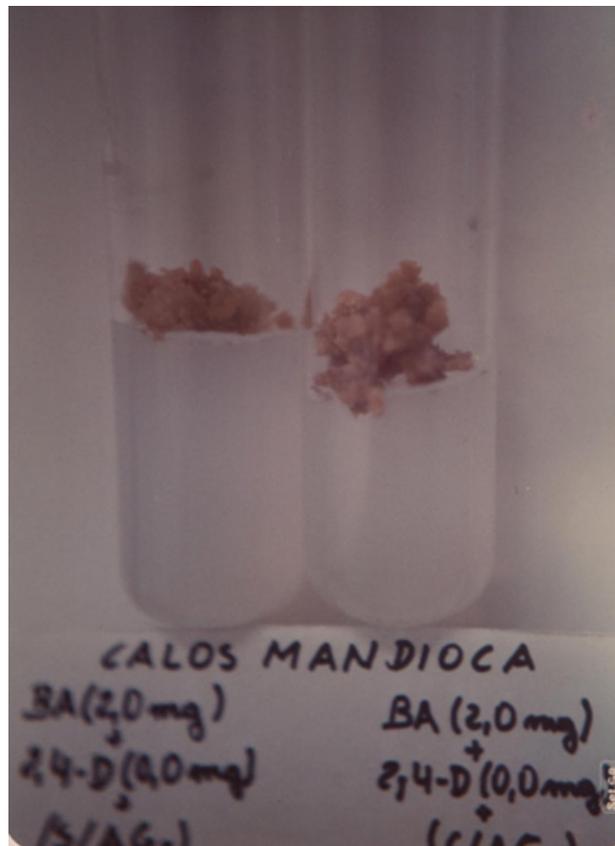


Figura 9. Aspecto dos calos diferenciados a partir de gemas laterais de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), submetidos ao meio básico B5, amarelo claro e de consistência friável. Fortaleza, Ceará, Brasil,

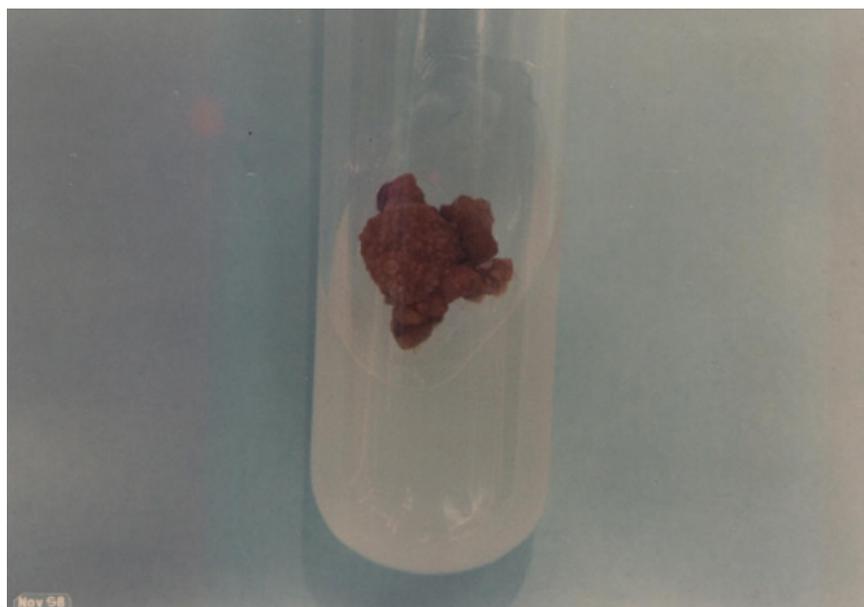


Figura 10. Calo diferenciado a partir de gema lateral de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz), submetido ao meio básico B5, amarelo escuro e de consistência compacta. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.

4.5. Observação da anatomia dos calos

Com o objetivo de complementar este estudo, observou-se a anatomia dos calos de acordo com sua consistência, friável e compacta, no sentido de identificar diferenças quanto à formação dos tecidos dérmico, vascular e parenquimático. Num corte transversal, observou-se que o calo friável apresentou inicialmente precocidade de diferenciação em relação ao compacto, já que o seu tecido dérmico deu origem à periderme mais cedo, o mesmo aconteceu com o tecido vascular que manifestou precocidade e maior quantidade de diferenciação. Estas diferenças estão evidenciadas na Figura 11, onde é mostrado também, a fase inicial de crescimento dos calos, devido à presença de numerosas células meristemáticas em divisão. Em uma fase mais avançada, procedeu-se cortes longitudinais, mostrados na Figura 12, onde o tecido parenquimático do calo friável, exprimiu pequenos e numerosos grãos de amido, que por outro lado estão ausentes no calo compacto. No entanto, nestes cortes, o calo compacto manifestou um maior grau de diferenciação quanto ao tecido vascular.

Acredita-se que as vantagens apresentadas pelo calo friável sobre o compacto são devidas ao seu estado de desagregação, que permitiu um maior acesso ao meio de cultura e, conseqüentemente, alcançou uma diferenciação inicial mais precoce. De acordo com SALA & CELLA (1984), em todos os calos há uma diferenciação celular que atinge, em alguns casos, a formação de vasos condutores, devido ao fato de que nem todas as células do calo se encontram nas mesmas condições ambientais, ou seja, as células mais externas estão diretamente em contato com as substâncias nutrientes e gases, em relação às células do extratos mais internos. Revelaram também, que a situação da célula no interior de um agregado, como no calo compacto, é obviamente diferente daquela de uma célula livre ou grupo des-

tas, como no calo friável, principalmente no que se refere ao acesso dos solutos presentes no meio, às trocas gasosas e às eventuais interações com outras células.

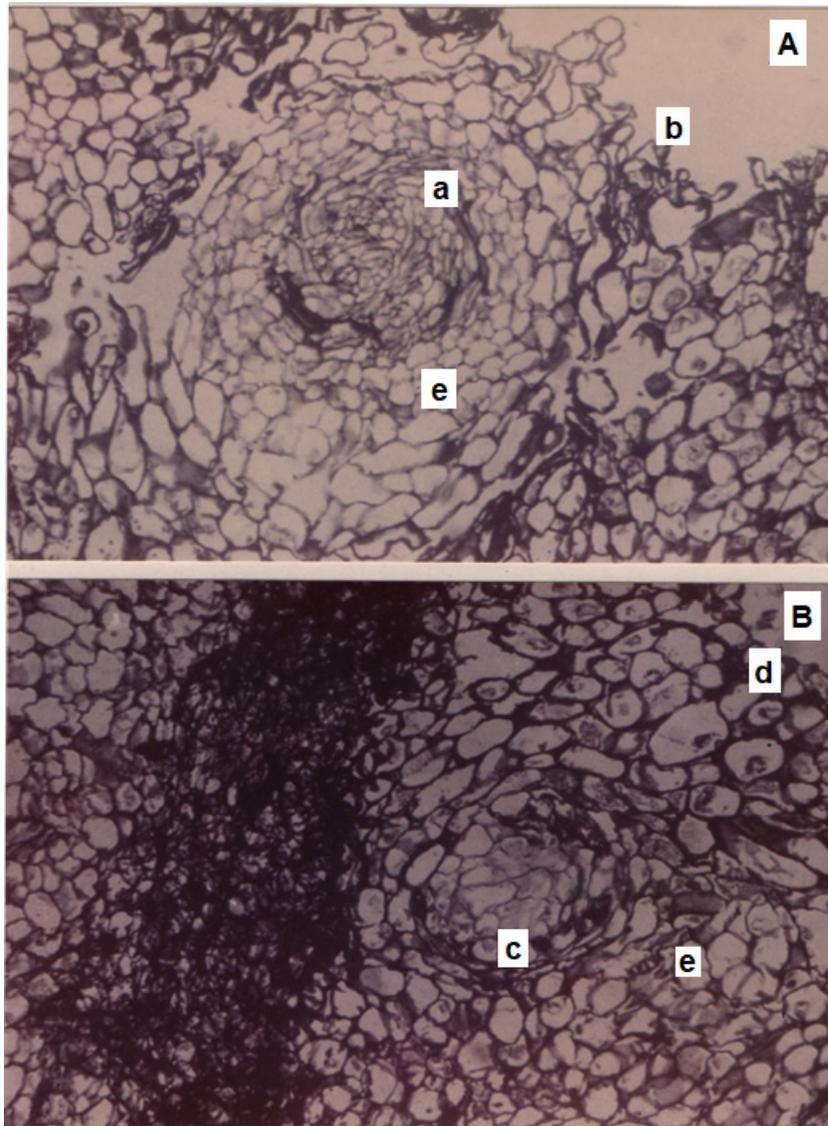


Figura 11. Aspectos de cortes transversais em calos. A - de consistência friável; B - de consistência compacta. a - tecido vascular parcialmente diferenciado; b - tecido dérmico diferenciado; c - tecido vascular não diferenciado; d - tecido dérmico não diferenciado; e - presença de células meristemáticas em divisão. Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.

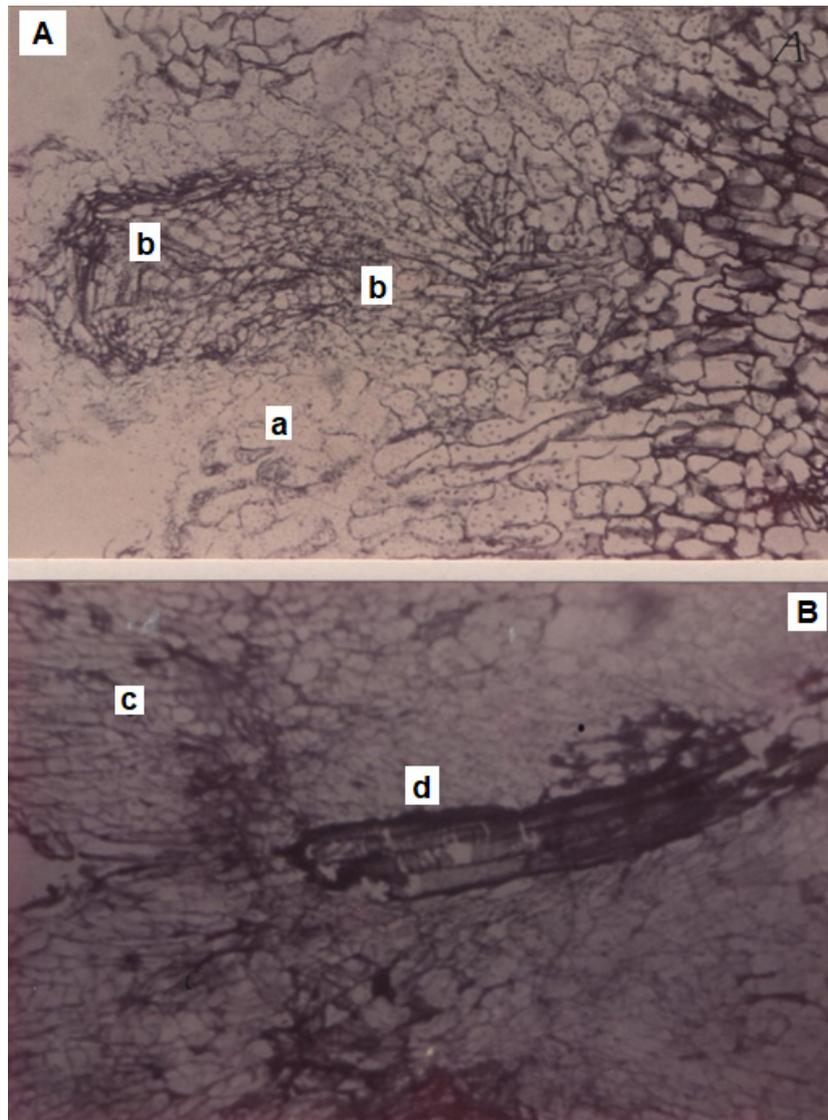


Figura 12. Aspectos de cortes longitudinais em calos. A - de consistência friável; B - de consistência compacta. a - parênquima de reserva com numerosos grãos de amido; b - tecido vascular parcialmente diferenciado; c - ausência de grãos de amido; d - tecido vascular diferenciado; Fortaleza, Ceará, Brasil, 1989.

5. CONCLUSÃO

Baseado nos resultados alcançados e nas condições em que a pesquisa foi conduzida, concluiu-se:

1. para ganho de peso dos explantes, os melhores tratamentos na ausência do ácido giberélico foram 1,0 mg/l de BA + 2,0 mg/l de 2,4-D e 1,0 mg/l de BA + 1,0 mg/l de 2,4-D;
2. para ganho de peso dos explantes, o melhor tratamento na presença do ácido giberélico foi 2,0 mg/l de BA + 1,0 mg/l de 2,4-D;
3. as gemas laterais de plantas jovens de mandioca são apropriadas para indução de calo, crescidas em condições controladas e assépticas;

4. na concentração utilizada, o ácido giberélico não necessita ser adicionado ao meio de cultivo para indução e crescimento do calo de mandioca;
5. quanto à velocidade de indução de calo, a segunda semana de incubação foi predominantemente superior, na ausência e presença do ácido giberélico;
6. o tamanho do explante e seu peso inicial, influenciaram o número de calos induzidos. Recomenda-se, portanto, explantes de gemas laterais de mandioca a partir de 11 mg. Sugere-se estudos que determinem a faixa ótima de peso de matéria fresca inicial para esse tipo de explante;
7. a caracterização qualitativa revelou que o 2,4-D e a benziladenina, quando isolados no meio, produziram calos aclorofilados de cor amarelo claro com consistência friável, no entanto, quando combinados formaram calos aclorofilados de cor amarelo escuro com consistência compacta, independentemente da presença ou ausência do ácido giberélico;
8. a proliferação dos calos foi considerada abundante na maioria dos meios testados;
9. a observação da anatomia dos calos, revelou que o friável apresentou precocidade de diferenciação quanto ao desenvolvimento inicial dos tecidos, dérmico, vascular e parenquimático, em relação ao compacto, devido a um maior acesso de suas células às substâncias nutritivas e gases presentes no meio de cultura, influenciado pelo estado de desagregação em que se caracterizou o calo friável.

TRATAMENTO/REPETIÇÃO	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Média
SEM ÁCIDO GIBERÉLICO											
BA (0,0mg/l) + 2,4-D (0,0mg/l)	0,00	0,00	0,54	0,00	0,71	0,00	0,00	0,25	1,00	0,24	0,27
BA (0,0mg/l) + 2,4-D (1,0mg/l)	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,20	7,71	0,00	0,00	0,91
BA (0,0mg/l) + 2,4-D (2,0mg/l)	0,00	2,73	0,00	0,00	0,23	7,39	0,00	3,58	0,00	6,26	2,02
BA (1,0mg/l) + 2,4-D (0,0mg/l)	8,83	5,86	0,00	0,00	23,20	35,19	1,55	46,67	1,93	0,00	12,32
BA (1,0mg/l) + 2,4-D (1,0mg/l)	32,95	0,00	52,00	89,83	20,00	45,83	67,17	63,75	35,00	3,56	41,01
BA (1,0mg/l) + 2,4-D (2,0mg/l)	53,00	106,0	35,88	25,07	41,88	29,87	16,00	18,83	34,81	49,09	41,04
BA (2,0mg/l) + 2,4-D (0,0mg/l)	46,29	0,75	0,00	0,00	0,00	33,00	12,85	36,64	0,00	11,79	14,13
BA (2,0mg/l) + 2,4-D (1,0mg/l)	20,34	53,00	37,43	22,40	21,67	26,67	0,00	0,00	34,23	17,23	23,30
BA (2,0mg/l) + 2,4-D (2,0mg/l)	21,74	0,00	0,00	47,22	16,33	27,89	0,00	1,32	0,00	0,00	11,45
COM ÁCIDO GIGERÉLICO											
BA (0,0mg/l) + 2,4-D (0,0mg/l)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	1,25	0,00	0,00	0,18
BA (0,0mg/l) + 2,4-D (1,0mg/l)	1,00	0,00	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31
BA (0,0mg/l) + 2,4-D (2,0mg/l)	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
BA (1,0mg/l) + 2,4-D (0,0mg/l)	10,95	0,00	0,00	2,09	21,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,43
BA (1,0mg/l) + 2,4-D (1,0mg/l)	0,00	0,00	43,88	0,75	0,00	0,00	34,94	54,38	20,45	0,00	15,44
BA (1,0mg/l) + 2,4-D (2,0mg/l)	0,00	0,00	17,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,77
BA (2,0mg/l) + 2,4-D (0,0mg/l)	0,00	1,23	44,25	0,00	0,00	0,00	0,00	39,75	0,25	111,8	19,72
BA (2,0mg/l) + 2,4-D (1,0mg/l)	48,18	42,30	46,58	87,67	91,00	112,2	44,08	85,60	84,00	113,5	75,51
BA (2,0mg/l) + 2,4-D (2,0mg/l)	26,85	27,40	71,60	23,11	45,00	57,67	37,45	42,63	79,75	59,83	47,13

Tabela 15 - Dados em mg/l para ganho de peso de matéria fresca dos explantes, obtidos pelo método de Klein, na ausência e presença do ácido giberélico, em mandioca.

REFERÊNCIAS

- ADEJARE, G. O. & COUTTS, R.H.A. Erradication of cassava mosaic disease from Nigerian cassava clones by meristem-tip culture. **Plant Cell, Tissue Organ**, **1** (1): 25-32, 1981.
- ANDREOLI, C. Cultura de embrião. In: **Simpósio Nacional de Cultura de Tecidos Vegetais, 1**, Brasília, 1985. **Anais...** Distrito Federal, EMBRAPA, Departamento de Difusão de Tecnologia, 1986. p. 25-8.
- BAJAJ, Y. P. S. Clonal multiplication and cryopreservation of cassava through tissue culture. **Crop. Improv.**, **4** (2): 198-204, 1977.
- BAKRY, F. J. A embriogênese somática e suas aplicações in: **Simpósio Nacional de Cultura de Tecidos Vegetais, 1**, Brasília, 1985. **Anais...** Distrito Federal, EMBRAPA, Departamento de Difusão de Tecnologia,



1986. p. 29-32.

BOTTINO, P.J. **Methods in plant tissue culture**. Maryland, Kemtec Educational Corporation, 1981. 74 p.

CHENG, T.Y. & SMITH, H.H. Organogenesis from callus culture of *Hordeum vulgare*. **Planta**, **123**: 307-10, 1975.

CENTRO Internacional de Agricultura Tropical, CIAT. El CIAT entra a la era da biotecnologia. **CIAT International**, vol. 4, nº 1, 1985. 12 p.

CROCOMO, O. J. ESALQ. Desenvolvendo plantas de proveta. **Rev. Bras. Tecnol.** **19** (2): 19-22, 1988.

_____; GONÇALVES A. N. & CABRAL J. B. Clonagem e melhoramento de plantas **in vitro**. In: **Simpósio Nacional de Cultura de Tecidos Vegetais, 1**, Brasília, 1985. **Anais...** Distrito Federal, EMBRAPA, Departamento de Difusão de Tecnologia, 1986. p. 39-43.

DALE, P. J. Meristem tip culture in *Lolium multiflorum*. **J. Exp. Bot.** **26**: 731-6, 1975.

_____. Meristem tip culture in *Lolium*, *Festuca*, *Phleum* and *Dactylis*. **Plant Sci. Lett.**, **9**: 333-8, 1977.

_____ & DEAMBROGIO, E. A comparison of callus induction and plant regeneration from different explants of *Hordeum vulgare*. **Z. Pflanzenphysiol.**, **94**: 65-77, 1979.

D'AMATO, F. Cytogenetics of differentiation in tissue and cell cultures. In: REINERT, J. & BAJAJ, Y.P.S. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, New York, Springer-Verlag, 1977. p. 343-57.

DINIZ, J. D. N. **Crescimento e diferenciação de tecidos de soja, Glycine max** (L.) Merrill, **in vitro**. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1988. 94 p. Tese de Mestrado.

DODDS, J. H. & ROBERTS, L.W. **Experiments in plant tissue culture**. New York, Cambridge University Press, 1982. 171 p.

ENGELKE, A. L.; HANZI, H. Q. & SKOOG, F. Cytokinin-Gibberellin regulation of shoot development and leaf from tobacco plantlets. **Amer. J. Bot.**, **60** (6): 491-5, 1973.

ESKES, A. B.; VARGA A.; STARITSKY, G. & BRUINSMA, J. Callus growth and rooting of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) stem segments cultured in vitro. **Acta. Bot. Neerl.**, **23** (3): 315-20, 1974.

GAMBORG, O. L. MURASHIGE, T.; THORPE, T. A. & VASIL, I.K. Plant tissue culture media. **In Vitro**, **12** (7): 473-8, 1976.

_____; MILLER, R. A. & OJIMA, K. Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells. **Exp. Cell Res.** **50**: 151-8, 1968.

HARTMAN, H. T. & KESTER, D. E. **Plant Propagation**. 4 ed. New Jersey, Prentice-Hall. Inc., 1983. 727 p.

HOLLINGS, M. & STONE, O.M. Techniques and problems in the production of virus-tested plant material. **Sci. Hort.**, **20**: 57-72, 1968.

HU, C. Y. & WANG, P.J. Meristem, shoot tip and bud cultures. In: EVANS, D.A. et al. **Handbook of plant cell culture**, Techniques for propagation and breedings. New York, Mac-Millan, 1: 177-227, 1984.

HUANG, F. Tissue culture work promises faster, lower-cost breeding. **The IRRI Reporter**, 1981. 4 p.

HUSSEY, G. The application of tissue culture to the vegetative propagation of plants. **Sci. Prog.**, **65**: 185-208, 1978.

ILLG, R. D. Metodologia de seleção **in vitro** para resistência a fatores causadores de estresse. In: **Simpósio Nacional de Cultura de Tecidos Vegetais, 1**, Brasília, 1985. **Anais...** Distrito Federal, EMBRAPA, Departamento de Difusão de Tecnologia, 1986. p. 45-7.

INOUE, M.; MAEDA, E.; YOSHIDA, R. & ORITANI, T. On the occurrence of a high content of cytokinins in rice callus tissues. **Plant & Cell Physiol.**, **20** (5): 917-24, 1979.

KAMADA, H. & HARADA, H. Studies on the organogenesis in carrot tissue cultures I. Effects of growth regulators on somatic embryogenesis and root formation. **Z. Pflanzenphysiol.**, **91**: 255-66, 1979.



- KARTHA, K. K. & GAMBORG, O. L. Elimination of cassava mosaic disease by meristem culture. **Phytopathology**, **65**: 826-8, 1975.
- _____. & _____; CONSTABEL, F. & SHYLUK, J. P. Regeneration of cassava plants from apical meristems. **Plant Sci. Lett.**, **2**: 107-13, 1974.
- KODA, Y. & OKAZAWA, Y. Cytokinin Production by Asparagus Shoot apex cultured in vitro. **Physiol. Plant**, **49**: 193-7, 1980.
- LETHAM, D. S.; SHANNON, J. S. & McDONALD, I. R. The structure of zeatin, a factor inducing cell division. **Proc. Chem. Soc.**, 230, 1964.
- LOPEZ, C. P. Medios de cultivo. In: Fundamentos teóricos-práticos de cultivo de tejidos vegetales. Ed. VILLALOBOS, V.M.A., Centro de Genética, Chapingo, México. 1985. p. 25-53.
- LUNDERGAN, C. & JANICK, J. Regulation of apple shoot proliferation and growth **in vitro** apple shoots. **Hort. Res.**, **20**: 19-24, 1980.
- LUZ, F. J. DE F. Benziladenina e 2,4-D no cultivo in vitro de explantes de batata-doce, *Ipomea batatas* (L.) Lam. Fortaleza, Universidade Federal do Ceará, 1988. 63 p. Tese de Mestrado.
- MADRIGAL, R. L.; PINEDA, F. E. & RODRIGUEZ, J. L. de la O. Micropropagación de agaves. In: Fundamentos teóricos prácticos de cultivo de tejidos vegetales. ed. VILLALOBOS, V.M.A., Centro de Genética, Chapingo, México. 1985. p. 173-8.
- MENDES, R. A.; SILVA, S. DE O. e; PAZ O. P. da & MEDINA, V. **Cultura de tecidos em plantas**. Apostila, Cruz das Almas, Bahia, CNPMF/EMBRAPA, 1980. 11 p.
- METIVIER, J. R. Citocininas. In: FERRI, M. G. **Fisiologia Vegetal 2**, São Paulo, EPU/EDUSP, V. 2, Cap. 4, 1979. p. 93-127.
- _____. Giberelinas. In: FERRI, M. G. **Fisiologia Vegetal 2**, São Paulo, EPU/EDUSP, V. 2, Cap. 5, 1979. p. 129-61.
- MEYER, B. S.; ANDERSON, D. B.; BOHNING, R. H. & FRATIANNE, D. G. **Introdução à Fisiologia Vegetal**, 2ª ed. Fundação Calouste Gulburkian/Atlântida Editora, Coimbra, 1983. 710 p.
- MOREIRA, L. C. TAKATSU, A & CALDAS, L. S. Recuperação de Plantas de mandioca livres de *Xanthomonas manihotis* através da cultura de meristemas. **Fitopatologia Brasileira**, **2**: 217-23, 1977.
- MOREL, G. M. Producing virus-free *Cymbidium*. **Amer. Orch. Soc. Bull.**, **29**: 495-97, 1960.
- MURASHIGE, T. Plant propagation through tissue cultures. **Ann. Rev. Plant Physiol.**, **25**: 135-66, 1974.
- _____. & SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiol. Plant.**, **15**: 473-97, 1962.
- NAIR, N. G.; KARTHA, K. K. & GAMBORG, O. L. Effect of growth regulators on plant regeneration from shoot apical meristems of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and on the culture of internodes in vitro. **Z. Pflanzenphysiol.**, Ed. 5: 51-6, 1979.
- NARAYANASWAMY, S. Regeneration of plants from tissue cultures. In: BAJAJ, Y. P. S. **Applied and Fundamental Aspects of Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Berlin, Springer-Verlag, 1977. Chapter 10, p. 179-207.
- NG, S. Y. & HAHN, S. K. Application of tissue culture to tuber crops at IITA. In: Biotechnology in International Agricultural Research, IRRI, Philipppnis, 1985. p. 29-40.
- NICKEL, L. G. **Plant growth regulators**. Springer-Verlag Berlin Heidelberg - berg, New York, 1982. 173 p.
- OCHOA, A. N. Estabelecimento de cultivos **in vitro**. In: Fundamentos teóricos-práticos de cultivo de tejidos vegetales. Ed. VILLALOBOS, V.M.A. Centro de Genética, Chapingo, México, 1985. p. 64-71.
- OVERTON, K. H. Biosynthesis of mevalonoid derived compounds in cell cultures. In: BARZ, W.; REINHARD, E. & ZENK, M. H.; ed. Plant culture and its bio-technological applications, New York, Springer-Verlag, 1977. p. 66.



- PARKE, D. Tissue culture of cassava on chemically defined media. **Physiol. Plant**, **42**: 195-201, 1978.
- PASQUAL, M. Obtenção de plantas por cultura de tecidos. **Inf. Aprovepec.**, **11**(124): 63-8, 1985.
- PIMENTEL GOMES, F. Curso de estatística experimental. 6ª ed. Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz", Piracicaba, 1976. 466 p.
- RAGHAVAN, V. & TORREY, J. G. Effects of certain growth substances on the growth and morphogenesis of immature embryos of capsella in culture. **Plant Physiol.**, **39**: 691-9, 1964.
- REY, H. Y. & MROGINSKI, L. A. Cultivo in vitro de ápices caulinares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Pyton**, **36** (2): 171-6, 1978.
- _____; _____. & FERNANDEZ, A. Inducion in vitro de callos y raices en explantes de seis cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Pyton**, **39**: 161-70, 1980.
- ROCA, W. M. Tissue culture et CIAT. **Plant Genetics Resources**, **39**: 14-5, 1979.
- _____; ESPINOSA, N. O.; ROCA, M. R. & BRYAN, J. E. A tissue culture method for the rapid propagation of potatoes. **American Potato Journal**, **55**: 691-701, 1978.
- _____. El cultivo de meristemas de yuca. **Guia de Estudio**. Cali, Colômbia, CIAT, 1980. 40 p.
- RODRIGUES, A. J.; ROA, J. & BELTRAN, J. El cultivo de meristemas de yuca. Cali, Colômbia, CIAT, 1980. 40 p.
- SALA, F. & CELLA, P. Cultura de células vegetais: métodos e aplicações. **Série Botânica**, 1984. 61 p.
- SCHENK, R. U. & HILDEBRANDT, A. C. Medium and techniques for induction and growth of mono cotyledonous and dycotyledonous plant cell cultures. **Can. J. Bot.**, **50**: 199-204, 1972.
- SHAHIN, E. A. & SHEPARD, J. F. Cassava mesophyll protoplasts: isolation proliferation and shoot formation. **Plant Sci. Lett.**, **17**, 459-65, 1980.
- SHEPARD, J. F.; BIONEY, D.; BARSBY, T. & KEMBLE, R. Genetic transfer in plants through interespecific protoplast fusion. **Science** **219** (4585): 683-8, 1983.
- SHERIDAN, W. F. Tissue culture of maize I. Callus induction and growth. **Physiol. Plant**, **33**: 151-6, 1975.
- SINGHA, S.; TOWNSEND, E. C. & OBERLY, G. H. Mineral nutrient status of crabapple and pear shoots cultured **in vitro** on varying concentrations of three commercial agars. **J. Amer. Soc. Hort. Sic.**, **110** (3): 407-11, 1985.
- SIQUEIRA, W. J. Cultura de tecidos. **Casa da Agricultura**, São Paulo, **5** (3): 32-3, 1983.
- _____. Informações técnicas - cultura de tecidos. **O Agrônomo**, **38** (1): 25-30 1986.
- SONDAHL, M. R. Cultura de células e manipulação genética. In: XXIII Congresso Brasileiro de Olericultura, Rio de Janeiro, **Resumos**, 1983. p. 215-26.
- STREET, H. E. Introduction. In: **Plant tissue and cell culture; botanical monographs**. London. H. E. Street ed. 11 (1): 1-10, 1973.
- THORPE, T.A. Organogenesis in vitro: strutral, physiological and biochemical aspects. **International Rewiew of Citology**, Supplement 11A: 71-111, 1980.
- _____. & MEIER, D. D. Starch metabolism, respiration, and shoot formation in tobacco callus cultures. **Physiol. Plant**. **27**: 365-9, 1972.
- TILQUIN, J. P. Plant regeneration from stem callus of cassava. **Can. J. Bot.**, **57**: 1761-3, 1979.
- VÁLIO, I. F. M. Auxinas. In: FERRI, M. G. **Fisiologia Vegetal 2**, São Paulo, EPU/EDUSP, v. 2, cap. 2, 1979. p.39-72.
- VAZ, R. L. Cultura de tecidos: potencial e aplicação. In: **Simpósio Nacional de Cultura de Tecidos Vegetais 1**, Brasília, 1985. **Anais...** Distrito Federal, EMBRAPA, Departamento de Difusão de Tecnologia, 1986. p. 9-10.

WETHERELL, D. F. **Introduction to in vitro propagation**. New Jersey, Avery Publishing Group Inc., 1982. 87 p.

WETTER, L. R. & CONSTABEL, F. **Plant tissue culture methods**. 2 ed. Ottawa, Canadá, National Research Council of Canadá, 1982. 145 p.

YEOMAN, M. M. Early development in callus cultures. **International Review of Cytology**, **29**: 383-409, 1970.

_____. & FORCHE, E. Proliferação e crescimento de células em cultivo de calos. **International Review of Cytology**, Chapter 1: 1-24, 1980.



EFEITOS DE REGULADORES DO CRESCIMENTO NA REGENERAÇÃO DE PLÂNTULAS DE MANDIOCA *IN VITRO*¹

José Carlos Durans Pinheiro²; Raimundo Gladstone Monte Aragão³; Francisco Célio Guedes Almeida⁴; Jaqueline Leite Almeida⁵

RESUMO

A propagação da mandioca através da cultura de tecidos, constitui-se uma alternativa promissora na obtenção de muitas plantas uniformes e livres de patógenos, em pouco tempo. Este estudo objetivou verificar o comportamento de reguladores do crescimento e suas combinações na regeneração de plântulas de mandioca. O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Citogenética do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, utilizando-se os seguintes tratamentos: benziladenina, nos níveis 0,1; 0,5 e 0,9 μM combinados com os níveis de ácido naftaleno acético (0,1; 0,5 e 0,9 μM). A regeneração de plântulas completas foi obtida quando se combinou a concentração 0,1 μM de BA com todos os níveis de ANA e 0,5 μM de BA com 0,1 e 0,5 μM de ANA. Houve predominância na dediferenciação do calo, quando a concentração 0,5 μM de BA interagiu com todos os níveis de ANA.

Palavras chave: *Manihot esculenta*, reguladores de crescimento, calo, cultura de tecidos;

1 Trabalho apresentado no V Congresso Brasileiro de Mandioca, Fortaleza. A versão original foi publicada na Revista Bras. Mandioca, Cruz das Almas (BA), 8(1):73-78, jun. 1989.

2 Eng^o Agrônomo, M. Sc., Pesquisador.

3 Eng^o Agrônomo, Ph.D., Professor na UFC, Campus do Pici, Fortaleza, CE.

4 Eng^o Agrônomo, Ph.D., Professor na UFC, Campus do Pici, Fortaleza, CE.

5 Eng^a Agrônoma, UFC, Campus do Pici, Fortaleza, CE.

ABSTRACT

Cassava propagation through tissue culture is a promising alternative for obtaining a many uniform plants, free of pathogens, in a relative short period of time. This study attempted to verify the behaviour of growth regulators and their combination in the regeneration of cassava seedlings. It was carried out in the Cytogenetic Laboratory of the Department of Phytotechnology of the Agrarian Sciences Centre of the Federal University of Ceará. The following treatments were used: benziladenine with 0,1; 0,5 and 0,9 μM levels. The regeneration of complete seedlings was obtained with the level of 0,1 μM of BA and all levels of ANA, and also with 0,5 μM of BA and 0,1 and 0,5 μM of ANA. Callus dedifferentiation was prevailed when 0,5 μM of BA interacted with all levels of ANA.

Keywords: *Manihot esculenta*, growth regulators, callus, tissue culture.

INTRODUÇÃO

A micropropagação é uma técnica de cultivo de tecidos, que consiste na multiplicação rápida de plantas, que cultivadas sob condições controladas, produzirão muitas plantas idênticas à planta original.

A micropropagação de plantas através da cultura de tecidos de gemas apicais e laterais, é uma técnica usada na reprodução de genótipos com reflexo no melhoramento genético, seja através da multiplicação rápida ou pela obtenção de plantas livres de patógenos. Plantas de propagação assexuada como exemplo, alho, batata-doce, mandioca, plantas ornamentais e frutíferas, têm recebido especial interesse nessa área, além do aparecimento de genótipos com características agrônômicas superiores, que se estabelecerão assexualmente.

O cultivo de tecidos compreende o cultivo "in vitro" de qualquer parte da planta, seja uma célula, tecido ou órgão que serão cultivados em meio asséptico, contendo micro e macronutrientes, carboidratos, vitaminas e reguladores do crescimento. A categoria e concentração hormonal variam por espécie e tipo de tecido e, o crescimento que se produzirá, seja diferenciação de calo ou plântulas completas, dependerá dos nutrientes e concentrações hormonais aplicadas. Outros fatores como temperatura, umidade, intensidade e duração da luz, devem ser adequadamente fornecidos.

MURASHIGE (1974) estabeleceu as técnicas de micropropagação definindo os seguintes estágios de desenvolvimento: estabelecimento do explante, multiplicação do propágulo e enraizamento e brotação para o plantio definitivo. Segundo KARTHA et al. (1974), plântulas oriundas de meristemas de broto apical de mandioca, foram obtidas sobre o meio MS suplementado com BA (0,5 μM), ANA (1,0 μM) e Ag3 (0,1 μM). Os resultados mostraram que Ag3 em combinação com ANA resultou em formação de raízes, enquanto BA com ANA produziu somente calo com



numerosas raízes.

ROCA et al. (1978) usando 38 variedades de batata, regeneraram "in vitro" aproximadamente 50 plântulas, a partir de um só ápice isolado. Utilizaram o meio basal MS, suplementando-o com várias concentrações e combinações de ANA, Ag3 e BAP.

MENDES et.al. (1980) afirmaram que a regeneração de plântulas por cultura de tecidos tem obtido sucesso quando as espécies estudadas são herbáceas e seus propágulos são capazes de enraizar sem dificuldades. De acordo com SMITH et al. (1986), a micropropagação oferece a vantagem adicional de reunir muitas plantas em uma instalação simples, sob condições controladas que mantenham as plantas livres de doenças.

Futuramente, os custos e riscos de manutenção dos recursos genéticos da mandioca no campo, poderão ser minimizados com a utilização dessa técnica.

O objetivo desse estudo foi verificar o comportamento de reguladores do crescimento e suas combinações ideais para a regeneração de plântulas de mandioca "in vitro".

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Citogenética do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

O meio de cultura consistiu do meio básico B5, idealizado por GAMBORG et al. (1986), suplementado por reguladores do crescimento, água destilada e autoclavada, sacarose (20g/l) e ágar (8g/l). Os reguladores do crescimento utilizados foram: benziladenina (BA), nos níveis 0,1; 0,5 e 0,9 μM e ácido naftalenoacético (ANA), nos níveis 0,1; 0,5 e 0,9 μM . As combinações resultaram nos seguintes tratamentos:

1. BA (0,1 μM) + ANA (0,1 μM)
2. BA (0,1 μM) + ANA (0,5 μM)
3. BA (0,1 μM) + ANA (0,9 μM)
4. BA (0,5 μM) + ANA (0,1 μM)
5. BA (0,5 μM) + ANA (0,5 μM)

6. BA (0,5 μ M) + ANA (0,9 μ M)

7. BA (0,9 μ M) + ANA (0,1 μ M)

8. BA (0,9 μ M) + ANA (0,5 μ M)

9. BA (0,9 μ M) + ANA (0,9 μ M)

Como fonte de material vegetativo para retirada dos explantes, foram utilizadas plantas com 10 meses de idade, da cultivar Água Morna, em condições de campo.

Os explantes passaram por um processo de esterilização, que consistiu em sua lavagem com água destilada e autoclavada e em seguida mergulhados em álcool (70%) por 20 segundos; foram lavados novamente por três vezes com água destilada e autoclavada, para em seguida serem esterilizados em uma solução de hipoclorito de sódio (1% de cloro livre), contendo Nipagin (1%) e Tween 20 (2 gotas), por 15 minutos e depois enxaguados por três vezes com água destilada e autoclavada.

Foi utilizado somente um tipo de explante, gemas laterais apicais. Ajustou-se o pH para 5,5 usando para isto NaOH (0,5N) e/ou HCl (1N). Os explantes foram inoculados na câmara asséptica, em tubos contendo 20ml de meio de cultura, para em seguida serem incubados na câmara de crescimento (Foto 1) sob as seguintes condições: intensidade de luz de 1000 lux; fotoperíodo de 16/8 horas; temperatura 24 a 26°C e umidade relativa em torno 74%.

Nessas condições foram realizadas as seguintes observações: número de folhas e abscisão foliar; indução de calo; regeneração de plântulas completas e incompletas e sobrevivência dos explantes. Todos os tratamentos foram repicados, utilizando-se o mesmo meio básico inicial.

Foto 1 – Câmara de crescimento para incubação dos explantes.



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (1989)



RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os dados referentes ao número de plântulas, folhas e abscisão foliar, estão apresentados na Tabela 1, onde se verifica que o número de plântulas e de folhas é maior inicialmente do que após a repicagem. Essa expressão inicial foi devido ao fenômeno chamado topófase, que significa a preservação do ciclo da planta, a partir da fase em que se retira o material vegetativo para ser utilizado em propagação assexuada.

Após um mês de cultivo, houve um desbalanceamento do meio, devido ao seu esgotamento, causando abscisão foliar e necrosamento dos explantes. Para contornar essa condição desfavorável ao ensaio, foi necessário repicar todos os tratamentos, utilizando-se o mesmo meio básico inicial, suplementando-o com os mesmos reguladores e concentrações. Dessa forma, evidencia-se na Tabela 1, que após a repicagem, houve diminuição no número de plântulas, para a maioria dos tratamentos.

A abscisão foliar foi intensa, após a repicagem, nos tratamentos onde $0,1\mu\text{M}$ de BA foi combinado com $0,1$ e $0,5\mu\text{M}$ de ANA, conseqüentemente, causando decréscimo no número de folhas permanentes. O surgimento de folhas novas foi mínimo para a maioria dos tratamentos. A exceção a essa diminuição no desenvolvimento das plântulas foi presenciada no tratamento BA ($0,9\mu\text{M}$) + (ANA ($0,9\mu\text{M}$)), que apresentou acréscimo quanto ao número de plântulas induzidas e conseqüentemente uma maior quantidade de folhas novas.

Observou-se também, que os tratamentos, cujas combinações, $0,5\mu\text{M}$ de BA, com $0,1$ e $0,5\mu\text{M}$ de ANA e $0,9\mu\text{M}$ de BA com $0,5\mu\text{M}$ de ANA, apresentaram um maior número de folhas finais, como também, folhas permanentes, depois da repicagem, consideradas plântulas vigorosas, após dois meses de cultivo.

Tabela 1- Observações referentes ao nº de plântulas, folhas e abscisão foliar, a partir de gemas laterais de mandioca cultivadas "in vitro".

TRATAMENTOS	ANTES DA REPICAGEM				APÓS REPICAGEM				
	Nº de Plântulas	Nº de folhas iniciais	Abscisão foliar	Folhas permanentes	Nº de plântulas	Folhas permanentes	Folhas novas	Abscisão foliar total	Nº de folhas finais
BA (0,1 µM) + ANA (0,1µM)	7	20	6	14	4	6	2	16	6
BA (0,1 µM) + ANA (0,5µM)	7	14	3	11	3	4	2	10	6
BA (0,1 µM) + ANA (0,9µM)	4	7	-	7	3	6	1	2	6
BA (0,5 µM) + ANA (0,1µM)	7	11	1	10	5	10	1	2	10
BA (0,5 µM) + ANA (0,5µM)	3	8	-	8	3	7	-	1	7
BA (0,5 µM) + ANA (0,9µM)	-	-	-	-	-	-	-	-	-
BA (0,9 µM) + ANA (0,1µM)	1	1	-	1	1	1	1	-	2
BA (0,9 µM) + ANA (0,5µM)	7	12	2	10	3	10	1	3	10
BA (0,9 µM) + ANA (0,9µM)	4	8	1	7	6	7	4	8	4

Na Tabela 2, estão os dados referentes aos tratamentos que induziram plântulas completas e incompletas (sem raízes) (Foto 2), além de observações com respeito à sobrevivência dos explantes. Verifica-se que o tratamento BA (0,5µM) + ANA (0,1µM) apresentou respostas satisfatórias quanto a indução de plântulas, obviamente favorecido por não ter apresentado necrose e contaminações, também, o tratamento BA (0,9µM) + ANA (0,9µM), obteve comportamento semelhante. Livre desses problemas é provável que o ensaio apresentasse outras combinações favoráveis, pois, conforme NAIR et al. (1979) há uma tendência da benziladenina em intensificar a regeneração de plântulas mais do que cinetina e que os níveis de ácido naftalenoacético acima de 1,0 µM inibe o desenvolvimento das brotações.

Com referência à indução de calo, ouve predominância quando o nível 0,5 µM de BA foi combinado com todos os níveis de ANA. Quanto à sobrevivência dos explantes, tabularam-se os dados referentes às necroses e contaminações, onde os tratamentos BA (0,5 µM) + ANA (0,1µM) e BA (0,9 µM) + ANA (0,9 µM), obtiveram altos percentuais de sobrevivência, 100 e 80%, respectivamente, seguidos pelos tratamentos BA (0,1 µM) + ANA (0,9 µM) e BA (0,5 µM) + ANA (0,5 µM) que al-

cançaram 70%.

Tabela 2 - Observações referentes à sobrevivência dos explantes, indução de calo e plântulas, a partir de gemas laterais de mandioca cultivadas "in vitro".

TRATAMENTOS	Explan-tes Inoculados	Explan-tes com indução de calo	Plântulas incom-pletas (s/raí-zes)	Plân-tulas comple-tas	Explan-tes ne-crosa-dos	Explan-tes con-tamina-dos
BA (0,1 μ M) + ANA (0,1 μ M)	10	-	2	2	5	1
BA (0,1 μ M) + ANA (0,5 μ M)	10	-	2	1	2	5
BA (0,1 μ M) + ANA (0,9 μ M)	10	4	2	1	1	2
BA (0,5 μ M) + ANA (0,1 μ M)	10	5	3	2	-	-
BA (0,5 μ M) + ANA (0,5 μ M)	10	4	2	1	-	3
BA (0,5 μ M) + ANA (0,9 μ M)	10	4	-	-	-	6
BA (0,9 μ M) + ANA (0,1 μ M)	10	4	1	-	2	3
BA (0,9 μ M) + ANA (0,5 μ M)	10	2	3	-	1	4
BA (0,9 μ M) + ANA (0,9 μ M)	10	2	6	-	1	1

Como foi comentado anteriormente, as necroses foram consequência do meio exaurido. No entanto, as contaminações foram em grande parte oriundas do material obtido a partir de plantas cultivadas no campo, onde segundo ROCA (1980) existe uma maior concentração de microrganismos contaminantes sobre o tecido, logo, recomenda o uso de plantas cultivadas em casa de vegetação ou câmara de crescimento controlado.

Foto 2-Tipos de plântulas obtidas, completas e incompletas



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (1989)

As contaminações foram causadas por bactérias e fungos. Os fungos foram classificados e os agentes foram: *Aspergillus niger*, *Penicillium sp.*, *Clasdoporium sp.*, *Pestalozia sp.* e Levedura. Os agentes bacterianos não foram classificados.

CONCLUSÃO

- a) a regeneração de plantas completas e incompletas foi obtida satisfatoriamente quando se combinou BA (0,5 μ M) + ANA (0,1 μ M) e BA (0,9 μ M) + ANA (0,9 μ M);
- b) houve predominância na indução de calo quando a concentração BA (0,5 μ M) foi combinada com todos os níveis de ANA;
- c) um maior número de folhas e de plântulas vigorosas, ocorreu, quando se combinou BA (0,5 μ M) com 0,1 e 0,5 μ M de ANA e BA (0,9 μ M) + ANA (0,5 μ M);
- d) os tratamentos BA (0,5 μ M) + ANA (0,1 μ M) e BA (0,9 μ M) + ANA (0,9 μ M), apresentaram maiores índices de sobrevivência dos explantes, 100 e 80%, respectivamente.

REFERÊNCIAS

GAMBORG, O.L.; MILLER, R.A. & OJIMA, K. Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells. **Exp. Cell Resp.**, 50: 151-8, 1968.

KARTHA, K.K.; GAMBORG, O.L.; CONSTABEL, F. & SHYLUK, J.P. Regeneration of cassava plants from apical meristems. *Plant Sci. Lett.*, 2: 107-13, 1974.

MENDES, R.A., SILVA, S. de O. e; PAZ, O.P. da & MEDINA, V. Cultura de tecidos em plantas. Cruz das Almas, BA, EMBRAPA/CNPMPF, 1980. 11p. (Apostila).

MURASHIGE, T. Plant propagation through tissue cultures. **Am. Rev. Plant. Physiol.**, 25:135-66, 1974.

NAIR, N.G.; KARTHA, K. K. & GAMBORG, O.L. Effect growth regulators on plant regeneration from shoot apical meristems of cassava (*Manihot esculenta* Crantz) and on the culture of internodes in vitro. **Z. Pflanzenphysiol.**, 95(1): 51-6, 1979.

ROCA, W.M.; ESPINOZA, N. O.; ROCA, M.R. & BRYAN, J.E. A tissue method for the rapid propagation of potatoes. **American Potato Journal**, 55: 691-701, 1978.

ROCA, W.M. **El cultivo de meristemas de yuca**. Cali, Colômbia, CIAT, 1980. 40p.

SMITH, M.K.; BIGGS, B.J. & SCOOT, K.J. investigación en cultivo de tecido de yuca en Austrália. **Yuca Bol. Inf.**; 10 (1):6-7, 1986.



INFLUÊNCIA DE REGULADORES DO CRESCIMENTO NO GANHO DE PESO DE MATÉRIA FRESCA DE EXPLANTES DE MANDIOCA CULTIVADOS *IN VITRO*¹

José Carlos Durans Pinheiro²; Francisco Célio Guedes Almeida³; Francisco Ivaldo Oliveira Melo⁴; Romildo Albuquerque dos Santos⁵

RESUMO

O ganho de peso de matéria fresca de explantes de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) foi observado sob condições controladas e assépticas, durante 90 dias, quando se verificou o comportamento simultâneo de reguladores do crescimento em diferentes níveis na indução de calo em gemas laterais. O ensaio foi conduzido no laboratório de Citogenética do Departamento de Fitotecnia do Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará, empregando-se o meio B5, suplementado com 2,4-D (0; 1 e 2 mg/l) e benziladenina (BA) (0,1 e 2 mg/l), na ausência e presença de 0,03 mg/l de ácido giberélico (AG₃). Foi utilizado o delineamento inteiramente casualizado em fatorial 3 x 3 x 2 com 10 repetições. Após a introdução e crescimento dos calos, verificou-se que os tratamentos de maior ganho de peso de matéria fresca dos explantes foram: na ausência do AG₃, 1 mg/l de BA + 2 mg/l de 2,4-D e 1 mg/l de BA + 1 mg/l de 2,4-D; ao nível de 0,03 mg/l de AG₃, 2 mg/l de BA + 1 mg/l de 2,4-D.

Palavras chave: *Manihot esculenta*, calo cultura de tecidos.

ABSTRACT

The weight gain in fresh material from cassava (*Manihot esculenta* Crantz) explants was observed under controlled and aseptic conditions during 90 days when was verified the effects of the growth regulators in levels different on callus induction in lateral buds. The experiment was conducted at the Cytogenetic Laboratory of the Phytotechnology Department in the State of Ceará Federal Uni-

1 A versão original foi publicada na Revista Bras. Mandioca, Cruz das Almas (BA), 10 (1/2):95-101, jun. 1991.

2 Engº Agrônomo, M.Sc., Pesquisador.

3 Engº Agrônomo, Ph.D., Professor da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza, CE.

4 Engº Agrônomo, Ph.D., Professor da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza, CE.

5 Engº Agrônomo, Ph.D., Professor da Universidade Federal do Ceará, Campus do Pici, Fortaleza, CE.

iversity and it was utilized the B5 culture media supplemented with 2,4-D (0; 1 and 2 mg/l) and benzyladenine (BA) (0; 1 and 2 mg/l) in the absence and presence of 0,03 mg/l of gibberellic acid (GA_3). Thus experiment followed a 3 x 3 x 2 completely randomized design with 10 replications. After the induction and growth of the callus it was observed that the treatments with the best gain in the absence of GA_3 , 1 mg/l of BA + 2 mg/l of 2,4-D and 1 mg/l of BA + 1 mg/l of 2,4-D; at the level of 0,03 mg/l of GA_3 , 2 mg/l of BA + 1 mg/l of 2,4-D.

Keywords: *Manihot esculenta*, callus, tissue culture.

INTRODUÇÃO

A cultura de tecidos como um método de propagação viável está sendo amplamente aplicada na ciência vegetal, quando esforços são desprendidos não somente na micropropagação clonal, como também no melhoramento genético e patologia de plantas, e onde a expressão de totipotência de células e tecidos forma a base dessa técnica.

Para HUSSEY (1978), a produção de calo em larga escala para propósitos de propagação e melhoramento de plantas está restrito a poucas espécies, mesmo considerando que sua indução tem sido alcançada em muitas espécies testadas, e que gemas têm sido regeneradas de somente uma proporção destas. Quanto ao êxito no estabelecimento do calo YEOMAN & FORCHE (1980) acreditam que depende do uso do fator crítico de crescimento e da composição nutritiva do meio, onde as substâncias são requeridas para induzir e estabelecer rápida divisão celular.

REY et al. (1980) pesquisando a indução de calo e raízes em explantes de seis cultivares de mandioca, concluíram que os melhores resultados foram os conseguidos em segmentos de caule e pecíolo, sendo os de lâmina foliar menos efetivos.

DODDS & ROBERTS (1982) concluíram que as auxinas sintéticas podem ser empregadas em baixas concentrações (0,1 a 2,0 mg/l), porque são biologicamente mais ativas do que as naturais; entre as auxinas sintéticas, o 2,4-D é mais potente do que o ácido naftalenoacético ou o ácido indolacético. Segundo HARTMAN & KESTER (1983), concentrações acima de 1 mg/l de auxinas, são suficientes para produção de calo. LUZ (1988) afirmou que dentre as citocininas, as mais usadas no meio de cultura são cinetina e benziladenina, devido à comprovada efetividade nas respostas morfogênicas dos tecidos vegetais cultivados in vitro.

Conforme SHERIDAN (1975), a interação de ácido giberélico, cinetina e 2,4-D, produziu efeitos sobre o crescimento de calo de milho, sendo que, a adição de 0,3 a 30 mg/l de ácido giberélico no meio de cultura não teve influência estimulatória e pouco ou nenhuma influência inibitória.



Conduziu-se este estudo com o objetivo de verificar o comportamento de reguladores do crescimento sobre o ganho de peso de matéria fresca de explantes obtidos a partir de gemas laterais de mandioca.

MATERIAL E MÉTODOS

O estudo foi desenvolvido no Laboratório de Citogenética do Departamento de Fitotecnia de Centro de Ciências Agrárias da Universidade Federal do Ceará.

Como fonte de material vegetativo, estacas-sementes de 20 cm de comprimento, da cultivar Aipim Baiano, tratadas em solução de hipoclorito de sódio (5%) e álcool etílico a 70% por dois minutos, foram plantadas em vasos, cujos solos haviam sido esterilizados em estufa a uma temperatura de 110°C por 12 horas. Após o plantio, os vasos foram transferidos para a câmara de crescimento, onde as condições de assepsia foram controladas.

Os explantes consistiram de gemas laterais, localizadas na inserção das folhas dos ápices caulinares que brotaram. Os ápices foram trazidos para o laboratório imersos em água destilada e autoclavada, com as folhas seccionadas, para serem dissecados os explantes, cujo peso de matéria fresca inicial foi imediatamente tomado, utilizando-se balança analítica.

A assepsia dos explantes foi individual e constou das seguintes etapas: imersão em álcool (70%) por 20 segundos; lavagem por três vezes, em água destilada e autoclavada; imersão em solução de hipoclorito de sódio (1% de cloro livre), contendo Nipagin (1%), contendo Nipagin (1%) e duas gotas de Tween 20, por 15 minutos; lavagem por três vezes com água destilada e autoclavada. Após a assepsia, os explantes foram inoculados em tubos de ensaio (15 cm de comprimento por 2,5 cm de diâmetro), contendo 20 ml de meio B5, desenvolvido por GAMBORG et al. (1968), suplementado com sacarose (20g/l) e reguladores do crescimento, de acordo com os seguintes tratamentos, na ausência e presença de 0,03 mg/l de Ag3:

BA (0,0mg/l) + 2,4-D (0,0mg/l)

BA (0,0mg/l) + 2,4-D (1,0mg/l)

BA (0,0mg/l) + 2,4-D (2,0mg/l)

BA (1,0mg/l) + 2,4-D (0,0mg/l)

BA (1,0mg/l) + 2,4-D (1,0mg/l)



BA (1,0mg/l) + 2,4-D (2,0mg/l)

BA (2,0mg/l) + 2,4-D (0,0mg/l)

BA (2,0mg/l) + 2,4-D (1,0mg/l)

BA (2,0mg/l) + 2,4-D (2,0mg/l)

Como modelo experimental, utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado em esquema fatorial 3x3x2 com 10 repetições.

O pH do meio foi reajustado para 5,5, mediante o uso do ácido clorídrico e/ou hidróxido de sódio, adicionando-se posteriormente ágar (8,0 g/l). Os meios foram aquecidos até uma perfeita mistura do solidificador e em seguida distribuídos com chumaços de algodão e autoclavados a 1,5 Kg/cm² durante 20 minutos.

Após a inoculação os explantes foram incubados em câmara de crescimento, durante 90 dias, para formação e crescimento do calo, sob as seguintes condições: fotoperíodo de 16/8 horas (luz/escuro); temperatura de 25±2°C e umidade relativa de 74%. A fonte de luz constituída de lâmpadas fluorescentes e incandescentes, forneceram uma intensidade luminosa de 1000 lux.

Para se obter uma estimativa do efeito do crescimento do explante, mediante o ganho de peso de matéria fresca aos 90 dias, foi utilizado o método de Klein, usado por LUZ (1988), que consistiu da fórmula:

$$GP = \frac{PF_f - PF_i}{PF_i}$$

GP= ganho de peso de matéria fresca

PF_i = peso de matéria fresca inicial

PF_f = peso de matéria fresca final

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A velocidade de crescimento do calo é frequentemente expressa pelo incremento do peso de matéria fresca, como parâmetro indicativo do aumento na massa de tecido (DODDS & ROBERTS 1982). O ganho de peso da matéria fresca que



indica a razão do aumento de peso em relação a cada miligrama de peso de matéria fresca inoculado no meio de cultura, está contido na Tabela 1.

Tabela 1 - Dados em mg/l para ganho de peso de matéria fresca dos explantes, obtidos pelo método de Klein, na ausência e presença do ácido giberélico, em mandioca.

TRATAMENTO/REPETIÇÃO	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	Mé- dia
<u>SEM ÁCIDO GIBERÉLICO</u>											
BA (0,0mg/l) + 2,4-D (0,0mg/l)	0,00	0,00	0,54	0,00	0,71	0,00	0,00	0,25	1,00	0,24	0,27
BA (0,0mg/l) + 2,4-D (1,0mg/l)	0,86	0,00	0,00	0,00	0,00	0,33	0,20	7,71	0,00	0,00	0,91
BA (0,0mg/l) + 2,4-D (2,0mg/l)	0,00	2,73	0,00	0,00	0,23	7,39	0,00	3,58	0,00	6,26	2,02
BA (1,0mg/l) + 2,4-D (0,0mg/l)	8,83	5,86	0,00	0,00	23,20	35,19	1,55	46,67	1,93	0,00	12,32
BA (1,0mg/l) + 2,4-D (1,0mg/l)	32,95	0,00	52,00	89,83	20,00	45,83	67,17	63,75	35,00	3,56	41,01
BA (1,0mg/l) + 2,4-D (2,0mg/l)	53,00	106,0	35,88	25,07	41,88	29,87	16,00	18,83	34,81	49,09	41,04
BA (2,0mg/l) + 2,4-D (0,0mg/l)	46,29	0,75	0,00	0,00	0,00	33,00	12,85	36,64	0,00	11,79	14,13
BA (2,0mg/l) + 2,4-D (1,0mg/l)	20,34	53,00	37,43	22,40	21,67	26,67	0,00	0,00	34,23	17,23	23,30
BA (2,0mg/l) + 2,4-D (2,0mg/l)	21,74	0,00	0,00	47,22	16,33	27,89	0,00	1,32	0,00	0,00	11,45
<u>COM ÁCIDO GIGERÉLICO</u>											
BA (0,0mg/l) + 2,4-D (0,0mg/l)	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,50	0,00	1,25	0,00	0,00	0,18
BA (0,0mg/l) + 2,4-D (1,0mg/l)	1,00	0,00	0,00	2,14	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,31
BA (0,0mg/l) + 2,4-D (2,0mg/l)	0,00	0,00	0,50	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,05
BA (1,0mg/l) + 2,4-D (0,0mg/l)	10,95	0,00	0,00	2,09	21,24	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	3,43
BA (1,0mg/l) + 2,4-D (1,0mg/l)	0,00	0,00	43,88	0,75	0,00	0,00	34,94	54,38	20,45	0,00	15,44
BA (1,0mg/l) + 2,4-D (2,0mg/l)	0,00	0,00	17,73	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	1,77
BA (2,0mg/l) + 2,4-D (0,0mg/l)	0,00	1,23	44,25	0,00	0,00	0,00	0,00	39,75	0,25	111,8	19,72
BA (2,0mg/l) + 2,4-D (1,0mg/l)	48,18	42,30	46,58	87,67	91,00	112,2	44,08	85,60	84,00	113,5	75,51
BA (2,0mg/l) + 2,4-D (2,0mg/l)	26,85	27,40	71,60	23,11	45,00	57,67	37,45	42,63	79,75	59,83	47,13

A análise de variância para índice de ganho de peso de matéria fresca, encon-



tra-se na Tabela 2, evidenciando não haver diferença significativa, nos contrastes sem e com Ag₃. Este resultado está de acordo com METIVIER (1979), ao revelar que as giberelinas geralmente produzem efeitos em plantas intactas, e muito pouco em segmentos (explantes). A análise dos tratamentos mostra que a interação BA x 2,4-D é significativa na ausência e presença de 0,03mg/l de Ag₃, o que indica que um regulador de crescimento está sendo influenciado pela presença do outro. Esta interação reflete no aumento de ganho de peso de matéria fresca dos explantes, concordando com NARAYANASWAMY (1977), quando relatou que a combinação de uma citocinina com uma auxina intensifica a indução de calo. Como as interações foram significativas, conclui-se que os reguladores de crescimento não agiram independentemente.

Tabela 2 - Análise variância para os índices de ganho de peso de matéria fresca dos explantes, na ausência e presença do ácido giberélico, em mandioca.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
Total	179	127403,065	-	
Tratamentos	(17)	76229,323	-	
Sem/AG₃ x Com/AG₃	1	162,175	162,175	0,51
Sem/AG ₃	(8)	20133,996	-	
BA	2	13853,754	6926,877	21,93*
2,4-D	2	2631,11	1315,555	4,16*
BA x 2,4-D	4	3649,132	912,283	2,89*
Com/AG ₃	(8)	55933,152	-	
BA	2	39258,704	19629,352	62,14**
2,4-D	2	7846,904	3923,452	12,42**
BA x 2,4-D	4	8827,544	2206,886	6,98*
Resíduo	162	51173,742	315,887	

* significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

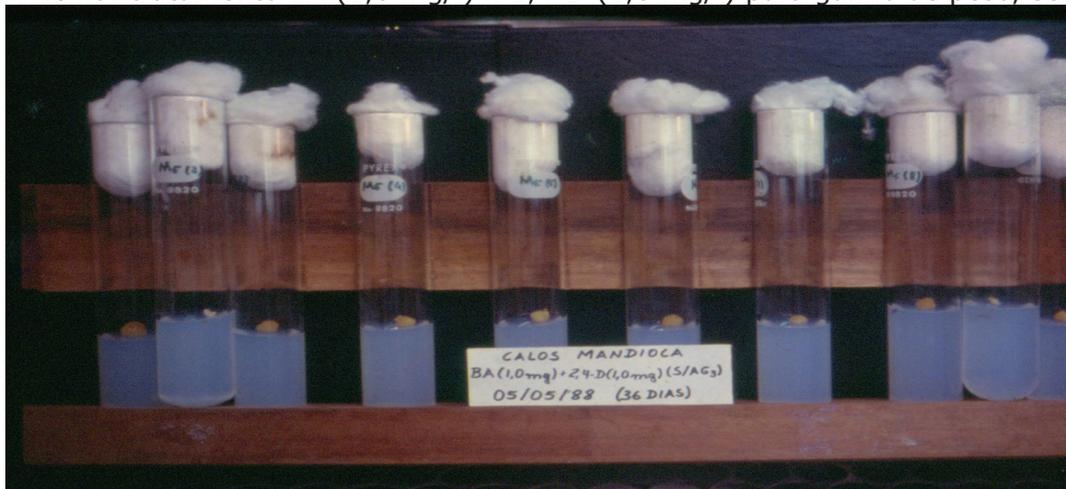
** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F

Evidencia-se na Tabela 3, que os tratamentos BA (1,0 mg/l) + 2,4-D (2,0 mg/l), assim como, BA (1,0 mg/l) + 2,4-D (1,0 mg/l) (Foto 1) foram os melhores tratamentos para o aumento de peso de matéria fresca dos explantes, pois alcançaram 41,04 e 41,01 mg/l, respectivamente, na ausência do ácido giberélico. Na presença do ácido giberélico, a resposta positiva quanto ao ganho de peso de matéria fresca foi proporcionada quando se combinou o nível 2 de BA (2,0 mg/l) com os níveis de 2,4-D, tendo como destaque o tratamento BA (2,0 mg/l) + 2,4-D (1,0 mg/l), que obteve o maior ganho de peso, 75,51 mg/l (Foto 2).

Tabela 3 - Médias de ganho de peso de matéria fresca dos explantes, de acordo com os tratamentos testados, na ausência e presença do ácido giberélico, em mandioca.

Tratamentos	Médias*	
	Sem AG ₃	Com AG ₃
BA (0,0 mg/l) + 2,4-D (0,0 mg/l)	0,27b	0,18c
BA (0,0 mg/l) + 2,4-D (1,0 mg/l)	0,91b	0,31c
BA (0,0 mg/l) + 2,4-D (2,0 mg/l)	2,02b	0,05c
BA (1,0 mg/l) + 2,4-D (0,0 mg/l)	12,32b	3,43c
BA (1,0 mg/l) + 2,4-D (1,0 mg/l)	41,01a	15,44c
BA (1,0 mg/l) + 2,4-D (2,0 mg/l)	41,04a	1,77c
BA (2,0 mg/l) + 2,4-D (0,0 mg/l)	14,13b	19,72c
BA (2,0 mg/l) + 2,4-D (1,0 mg/l)	23,30ab	75,51a
BA (2,0 mg/l) + 2,4-D (2,0 mg/l)	11,45b	47,13b

*Médias seguidas da mesma letra dentro de uma mesma coluna não diferem significativamente ao nível de 5% de probabilidade pelo teste de Tukey.

Foto 1 - Melhor tratamento BA (1,0 mg/l) x 2,4-D (1,0 mg/l) para ganho de peso, sem AG₃.

Fonte: Pinheiro, J.C.D. (1989)

Foto 2 - Melhor tratamento BA (2,0 mg/l) x 2,4-D (1,0 mg/l) para ganho de peso, com AG₃.

Fonte: Pinheiro, J.C.D. (1989)

Na Tabela 4 encontra-se a análise de variância para o desdobramento BA/2,-

4-D na presença do ácido giberélico. Objetiva-se com estes resultados demonstrar o efeito significativo de BA com todos os níveis de 2,4-D, evidenciando o potencial dessa citocinina junto a uma auxina para induzir divisão celular em tecido jovem, pois, segundo INOUE et al. (1979), este comportamento deve-se ao fato do 2,4-D agir inicialmente como uma auxina e secundariamente estimular a síntese de citocinina, hipótese confirmada trabalhando com tecido de calo de arroz. Esta afirmação reforça a eficácia com que o BA agiu sobre o ganho de peso de matéria fresca dos explantes na presença dos níveis de 2,4-D, favorecido, provavelmente pela produção de citocinina endógena pelos explantes.

Tabela 4 -Análise variância para o desdobramento BA/2,4-D, na presença do ácido giberélico, em mandioca.

Causas de variação	GL	SQ	QM	F
BA/nível 0 2,4-D	2	2194,155	1097,007	3,47*
Efeito Linear	1	1910,622	1910,622	6,04*
Efeito Quadrático	1	283,533	283,533	0,89
BA/nível 1 2,4-D	2	31636,843	15818,421	50,07*
Efeito Linear	1	28270,462	28270,462	89,49*
Efeito Quadrático	1	3366,381	3366,381	10,65*
BA/nível 2 2,4-D	2	14255,25	7127,625	22,56*
Efeito Linear	1	11082,114	11082,114	35,08*
Efeito Quadrático	1	3173,137	3173,137	10,04*
Resíduo	162	51173,742	315,887	

*significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F

CONCLUSÃO

Para ganho de peso de matéria fresca dos explantes, os melhores tratamentos na ausência do ácido giberélico foram BA (1,0 mg/l) + 2,4-D (2,0 mg/l) e BA (1,0 mg/l) + 2,4-D (1,0 mg/l);

- Para ganho de peso de matéria fresca dos explantes, o melhor tratamento na presença do ácido giberélico foi BA (2,0 mg/l) + 2,4-D (1,0 mg/l);
- As gemas laterais de plantas jovens de mandioca são apropriadas para indução de calo, sob condições controladas e assépticas;
- Na concentração utilizada, o ácido giberélico não necessita ser adicionado ao meio de cultivo para indução e crescimento de calo em mandioca.

REFERÊNCIAS

- DODDS, J. H.; ROBERTS, L. W. **Experiments in plant tissue culture**. New York: Cambridge University, 1982 171p.
- GAMBORG, O. L; MILLER, R. A.; OJIMA, K. Nutrient requirements of suspension cultures of soybean root cells. **Experimental Cell Research**, California, v. 50, p. 151-158, 1968.
- HARTMAN, H. T.; KESTER, D. E. **Plant propagation**. 4. ed. New Jersey: Prentice-Hall, 1983. 727p.
- HUSSEY, G. The application of tissue culture to the vegetative propagation of plants. **Science Progress**, Oxford, v. 65, p. 185-208, 1978.
- INOUE, M.; MAEDA, E.; YOSHIDA, R.; ORITANI, T. On the occurrence of a high content of cytokinins in rice callus tissues. **Plant & Cell Physiology**, Japan, v.20, n.5, p.917-924,1979.
- LUZ, F. J. de F. Benziladenina e 2,4-D no cultivo in vitro de explantes de batata-doce, *Ipomea batatas* (L.) Lam Fortaleza: Universidade Federal do Ceará, 1988. 63p. Tese Mestrado.
- METIVIER, J. R. Citocininas. In: FERRI, M. G. **Fisiologia Vegetal 2**, São Paulo: EPU/EDUSP, 1979. v.2, cap.5, p.129-161.
- NARAYANASWAMY, S. Regeneration of plants from tissue cultures. In: REINERT, J.; BAJAJ, Y. P. S. **Applied and fundamental aspects of plant cell, tissue and organ culture**. Berlin: Springer-Verlag, 1977. p.179-207.
- REY, H. Y.; MROGINKI, L. A.; FERNANDEZ, A. Inducción in vitro de callos y raíces en explantes de seis cultivos de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). **Phyton**, Argentina, v.39, p.161-170, 1980.
- SHERIDAN, W. F. Tissue culture of maize. I. Callus induction and growth. **Physiologia Plantarum**, Denmark, v.33, p.151-156, 1975.
- YEOMAN, M. M.; FORCHE, E. Cell proliferation and growth in callus cultures. **International Review of Cytology**, California, n.11, p.1-24, 1980. Supplement.



4

FISIOLOGIA DO CRESCIMENTO

ESTUDO DE PLANTIO DE SEMENTES BOTÂNICAS DE MANDIOCA¹

JOSÉ CARLOS DURANS PINHEIRO²

RESUMO

Este estudo teve como objetivos, avaliar fatores que poderiam influir na germinação de sementes sexuais e no vigor das plantas de mandioca, como também definir a tecnologia adequada para o plantio dessas sementes. Os tratamentos utilizados foram: Bandeja Plástica (T0), Bandeja de isopor (TI) e Bandeja de Cimento Amianto (T2), cada um dos quais contendo solo esterilizado, mistura solo e areia, com fertilizantes, plantio a 1cm de profundidade, semente tratada pelo calor e regime normal de irrigação. Os outros tratamentos foram estudados em bandejas plásticas apresentando uma alteração em comparação com T0, ou seja: Solo não esterilizado (T3), Solo sem Areia (T4), Semente não tratada pelo Calor (T5), plantio a 2cm de profundidade (T6) sem fertilizantes (T7) e Excesso de Irrigação (T8). Os resultados indicaram que o melhor recipiente para germinação de sementes sexuais foi a Bandeja Plástica que dada às suas características físicas, favoreceu um bom índice de germinação e vigor das plantas. O melhor método para obtenção de plantas vigorosas a partir de sementes sexuais sem afetar a germinação é o que foi reunido nos tratamentos T0 e T6.

Palavras chave: germinação, sementes, recipientes de germinação, métodos.

1 Trabalho apresentado no III Congresso Brasileiro de Mandioca, Brasília. A versão original foi publicada na Revista Brasileira de Mandioca, Cruz das Almas, 4(1): 73-78, jun. 1985.

2 Engº Agrônomo, M.Sc., Pesquisador.

ABSTRACT

The objective of this study was to evaluate factors that influence the germination of sexual seeds of cassava and plant vigor, as well as to define a proper technique for seed sowing. The treatments were: T0 (Plastic Tray), T1 (Styrofoam Tray) and T2 (Amianthus Tray), each of which contained sterile soil, a mixture of soil and sand, soil with fertilizer, seed sown 1 cm deep, and seeds treated with heat and with normal irrigation. Other treatments were conducted in plastic trays under the same set of conditions but with one change per tray: Non Sterile Soil (T3), Soil without Sand (T4), Seeds not Treated With Heat (T5), Seeds Sown at 2cm Deep (T6), Soil without Sand (T4), Seeds not Treated With Heat (T5), Seeds Sown at 2cm Deep (T6), Soil without Fertilizer (T7) And an Excess of Irrigation (T8). The results indicated that the best recipient for sexual seed germination we re obtained with use of Plastic tray, which because of its physical characteristics favored a high level of germination and plant vigor. The performance of the plants in treatments T0 and T6 indicated that they are the best methods for the production of vigorous plants from sexual seeds without affecting germination.

Keywords: germination, seed, germination recipient, methods.

INTRODUÇÃO

A semente é considerada no sentido agrônomo, instrumento de grande utilidade no sucesso de terminados cultivos. A distribuição de sementes selecionadas e melhoradas, para multiplicação e propagação de plantas, representa o nível de desenvolvimento da pesquisa agrônoma e a garantia de altas produtividades como fatores de relevada importância para a economia de um país.

Particularmente para a mandioca, a semente é um meio para obtenção de clones promissores, resultantes de cruzamentos controlados e não controlados. Após o estabelecimento desses clones, serão multiplicados vegetativamente.

CONCEIÇÃO et al (1973), sugerem que a casa-de-vegetação não é um ambiente muito adequado para a obtenção de mudas sexuadas de mandioca, e que o ripado talvez venha a constituir, o ambiente mais favorável à efetivação do processo, dado as suas características de dotar o embrião de melhores fatores extrínsecos.

KAWANO (1977), afirma que as plantas originadas de sementes sexuais possuem aparências muito distintas de plantas provenientes de estacas, durante os três primeiros meses após o plantio. Aparentemente há poucas enfermidades que se transmitem por sementes de mandioca, mas o agente causal da bacteriose pode transmitir-se por elas (HERSHEY, 1982).

MENDES (1981) concluiu que a exposição das sementes à luz vermelha por 24



horas seguida de imersão em solução de Ácido Giberélico (Ag_3) por igual período de tempo, apresentou uma melhoria na germinação das sementes de mandioca da ordem de 27,5% quando colocadas a germinação entre 30-35°C de temperatura, atingindo 82,5 % de sementes germinadas.

Segundo MONTEIRO et al. (1984) a obtenção de sementes, embora não seja muito difícil, quer por cruzamentos abertos, quer controlados artificialmente, há vários fatores envolvidos no florescimento, frutificação e produção de sementes, tais como: variedade, clima, solo e idade das plantas, que podem alterar substancialmente a quantidade a ser produzida.

MENDES (1981) cita que no IITA a germinação de 80% é conseguida pelo plantio de sementes a pouca profundidade, boa umidade no solo e temperatura entre 30 e 35°C.

Os objetivos deste trabalho foram:

- Identificar fatores que possam influir na germinação de sementes botânicas (Foto 1) e no vigor das plântulas de mandioca;
- Definir o método mais adequado para o plantio de sementes botânicas de mandioca;
- Determinar qual o tipo ideal de bandeja para melhor germinação de sementes botânicas de mandioca.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido em área experimental do CIAT, Colômbia e teve início em casa de tela com a preparação das bandejas plásticas para plantio das sementes botânicas de mandioca.

Foram utilizadas três tipos de Bandejas: Plásticas, Isopor e Cimento Amianto, as quais foram esterilizadas com uma solução a 5% de Hipoclorito de Sódio, antes do plantio.

Os tratamentos utilizados foram:

- Bandeja Plástica (T0), considerada como testemunha;
- Bandeja de isopor (T1);
- Bandeja de Cimento Amianto (T2);



Cada um dos quais contendo solo esterilizado, mistura solo e areia, com fertilizantes, plantio de 1cm de profundidade, semente tratada pelo calor e regime normal de irrigação.

Os outros tratamentos foram estudados em Bandejas Plásticas apresentando uma alteração em comparação com a testemunha (T0) ou seja:

- Solo não esterilizado (T3);
- Solo sem areia (T4);
- Semente não tratada pelo calor (T5);
- Plantio a 2cm de profundidade (T6);
- Sem fertilizantes (T7);
- Excesso de irrigação (T8).

As sementes foram semeadas nas Bandejas, em casa-de-tela, sendo plantadas 80 sementes por Bandeja (Foto 2). As sementes tratadas pelo calor ficaram sob esse tratamento durante 14 dias, entre 55 e 60°C, aproximadamente uma semana antes do plantio.

Foto 1-Sementes botânicas de mandioca



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (2018)

Foto 2-Sementes germinadas em bandejas



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (1982)

As plântulas foram transplantadas 5 semanas após o plantio nas bandejas (Foto 3), obedecendo o espaçamento 0,5 m x 1,0 m (Foto 4). O número de plantas por tratamento em campo, foi definido em função da percentagem de germinação.

Foto 3-Plântulas para transplântio



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (1982)

Foto 4-Transplântio na área experimental



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (1982)

As observações em campo foram realizadas até 49 dias após transplântio.

Os tratamentos adubados receberam a formulação NPK (10-30-10).

A mistura solo/areia foi de 3:1, sendo esterilizada por duas horas a vapor, a uma temperatura 180°C.

As sementes foram tratadas com fungicida na base de 70 a 75% de THIRAM.

Foram observados os seguintes parâmetros, em casa-de-tela:

- Percentagem de germinação a cada três dias;
- Percentagem de plântulas infectadas com fungos;
- Vigor: a) número de folhas por plântula (média de 20 plantas).
- b) altura (média de 20 plantas);
- Vigor no campo (cada duas semanas até dois meses): tomaram-se altura das plantas úteis e o vigor foi avaliado obedecendo a escala: 1 ótimo; 2 bom; 3 regular; 4 baixo.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Evidencia-se na Tabela 1, que os tratamentos T1, T2 e T4, obtiveram os maiores índices de germinação (91,3%), enquanto o tratamento T8 obteve o menor índice (53,1%), prejudicado pelo excesso de umidade durante o processo de germinação, tornando-se inadequado. Os outros tratamentos alcançaram índices de germinação, também significantes ressaltando-se a testemunha (T0) que com 13 dias após plantio alcançou 50% de germinação.

Tabela 1 - Percentagem média de germinação por tratamento, obtido do ensaio estudo de sistema de plantio de sementes botânicas de mandioca.

TRATAMENTOS									
DATA	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
10.09	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
13.09	50,0	29,4	32,5	47,5	33,1	28,1	36,3	46,3	21,9
16.09	78,1	80,6	75,0	73,1	71,9	79,4	77,5	81,9	45,6
19.09	81,3	88,8	85,6	80,0	83,8	82,5	82,5	83,8	50,6
22.09	81,9	90,0	86,9	81,3	88,8	85,6	84,4	85,0	51,9
25.09	82,5	91,3	89,4	81,3	90,0	88,1	84,4	85,0	52,5
28.09	82,5	91,3	89,4	81,9	90,6	88,1	85,0	85,0	53,1
01.10	82,5	91,3	91,3	82,5	91,3	88,1	85,0	85,0	53,1
04.10	82,5	91,3	91,3	83,1	91,3	88,1	85,0	85,0	53,1

Na Tabela 2, o tratamento T3 por não receber esterilização do solo, propiciou o desenvolvimento de fungos que causaram perda de 23,8% das plantas, que poderia ser mais prejudicial caso não fosse iniciado o transplântio. O tratamento T8 apresentou 1,3% de perdas causadas por fungos, favorecidas pelo excesso de umidade. Os tratamentos T1 e T4 apresentaram um índice não significativo de 0,6% de perdas por fungos, enquanto os outros tratamentos não evidenciaram o problema.

Tabela 2 - Percentagem média de plântulas infectadas por fungos, obtido do ensaio estudo de sistema de plantio de sementes botânicas de mandioca.

TRATAMENTOS									
DATA	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
13.09	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
16.09	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
19.09	0,0	0,0	0,0	0,6	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
22.09	0,0	0,6	0,0	2,5	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0
25.09	0,0	0,6	0,0	5,0	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3
28.09	0,0	0,6	0,0	9,4	0,0	0,0	0,0	0,0	1,3
01.10	0,0	0,6	0,0	17,5	0,6	0,0	0,0	0,0	1,3
04.10	0,0	0,6	0,0	23,8	0,6	0,0	0,0	0,0	1,3

Os dados referentes ao vigor vegetativo estão evidenciados nas Tabelas 3 e 4.

Observa-se na Tabela 3, que os tratamentos T2 e T6 (15 a 14,5%, respectivamente) e T0 e T7 com 13,5%, foram os que obtiveram as plântulas com maiores alturas médias, enquanto que os tratamentos T4, T8 e T5 alcançaram as menores alturas médias (8; 8,5 e 9cm, respectivamente), produzindo plântulas de baixo vigor para resistir ao transplântio, o que ficou constatado em campo.

Tabela 3 - Altura média de plântulas. Dados de vigor obtido do ensaio estudo de sistema de plantio de sementes botânicas de mandioca, em casa de tela (cm).

TRATAMENTOS									
DATA	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
16.09	3,5	2,8	3,3	3,0	2,8	2,8	3,5	3,5	1,5
19.09	4,3	3,5	4,0	3,5	3,3	3,5	4,0	4,0	3,0
22.09	5,3	4,3	4,5	4,3	3,8	4,0	4,8	4,8	3,5
25.09	6,8	5,5	6,8	5,5	4,3	5,0	7,0	7,0	4,8
28.09	7,8	6,3	8,0	7,0	4,8	5,8	8,3	8,0	5,3
01.10	11,5	8,3	12,3	8,0	6,5	7,3	12,0	11,5	7,0
04.10	13,5	11,0	15,0	9,5	8,0	9,0	14,5	13,5	8,5

Quanto à Tabela 4 os tratamentos T0, T2 e T6 apresentaram maior número médio de folhas por planta e, portanto, considerados como os melhores quanto ao vigor vegetativo inicial, já que também alcançaram as maiores alturas médias. Na comparação de bandejas, a de isopor (T1) atingiu a menor altura e número médio de folhas por planta, em virtude das divisões para cada semente não comportarem um volume de substrato suficiente para desenvolver plantas vigorosas.

Tabela 4 - Número médio de folhas por plântulas. Dados de vigor obtido do ensaio estudo de sistema de plantio de sementes botânicas de mandioca, em casa de tela (cm).

TRATAMENTOS									
DATA	T0	T1	T2	T3	T4	T5	T6	T7	T8
16.09	3,0	3,0	3,0	3,0	2,0	3,0	3,0	3,0	2,0
19.09	4,0	4,0	4,0	4,0	3,0	4,0	4,0	4,0	3,0
22.09	4,5	4,0	4,5	4,5	3,5	4,5	4,5	4,5	4,0
25.09	5,0	4,5	5,0	5,0	4,0	5,0	5,0	5,0	4,5
28.09	6,0	5,0	5,0	5,5	4,5	5,5	5,5	5,5	5,0
01.10	6,0	5,5	6,0	6,0	5,0	6,0	6,0	6,0	6,0
04.10	7,0	6,0	7,0	6,0	6,0	6,0	7,0	6,0	6,0

Em campo, foram obtidos dados de vigor e altura média, até 49 dias após transplântio (Tabela 5), onde observou-se que o tratamento T0 atingiu maior altura média e um vigor vegetativo crescente; constatou-se também um bom comportamento para o tratamento T6 com bom vigor e crescimento médio. Convém atentar para o tratamento T2 que conseguiu plantas vigorosas em casa-de-tela, mas, em campo se tornaram amareladas e raquíticas, atribui-se esse aspecto à danificação do sistema radicular durante o transplântio, por encontrarem-se entrelaçadas, devido a Bandeja de Cimento Amianto não possuir divisões para cada semente. O tratamento T3 que não teve o solo esterilizado e que foi o mais prejudicado com a presença de fungos em casa de tela, também teve um comportamento apenas regular quanto ao vigor, em campo.

Tabela 5 – Altura média e vigor de plantas de mandioca procedentes de sementes botânicas, até 49 dias após transplântio.

TRATAMENTOS	ALTURA (cm)			VIGOR		
	03/11	22/11	19/12	03/11	22/11	19/12
T0	14,2	14,7	21,7	3	2	1
T1	13,3	14,3	20,7	3	2	2
T2	14,4	16,2	16,9	1	2	3
T3	10,6	11,7	14,1	3	3	3
T4	10,3	11,9	16,1	2	3	2
T5	12,7	14,5	18,8	2	3	2
T6	14,2	15,6	18,8	2	2	2
T7	14,4	16,0	18,6	3	3	3
T8	11,3	12,7	13,8	4	4	4
Estacas	-	-	-	2	1	1

Escala de vigor: 1. Ótimo; 2. Bom; 3. Regular; 4. Baixo.

Igualmente ocorreu com o tratamento T7, sem adubo, que após o transplântio manteve um vigor apenas regular, demonstrando que o não uso de fertilizantes no substrato, não favoreceu um crescimento vigoroso das plântulas em campo, pois, as sementes botânicas contêm reservas suficientes para a germinação, mas, como observado em outros tratamentos foi o substrato que condicionou um desenvolvimento viçoso nas plantas em campo.

CONCLUSÕES

- Comparando os tratamentos que compreendem as bandejas, T0, T1 e T2, a Bandeja Plástica (T0) foi o melhor recipiente para germinação de sementes botânicas de mandioca, pois, favorecida pelas suas características físicas, permitiu um bom índice de germinação e vigor das plantas. Este aspecto ficou evidenciado após o transplântio;
- A Bandeja de Cimento Amianto (T2) poderia ser considerada como a melhor, pelo desenvolvimento que propiciou às plantas em casa-de-tela, caso não apresentasse o seguinte inconveniente, não possuía divisões para cada semente plantada. Sendo assim, considerando-se que as sementes foram plantadas a pequenas profundidades, durante as irrigações diárias, correu-se o risco de haver deslocamento de sementes, misturando genótipos entre as progênies. Um outro problema apresentado foi quanto ao maior crescimento das raízes resultante da falta de divisões, fizeram com que elas se entrelaçassem, danificando-se no momento do transplântio, e, conseqüentemente, induzindo um vigor regular e um crescimento lento apresentado no campo;
- A Bandeja de Isopor (T1) que logrou um alto índice de germinação, também

apresentou um problema relacionado com a altura média, que foi a menor em comparação, com as outras bandejas em casa-de-tela, devido as divisões para as sementes não comportarem um volume de substrato suficiente para desenvolver um comportamento ótimo dentro da escala de avaliação do vigor em campo;

- O melhor método para obtenção de plantas vigorosas de mandioca a partir de sementes botânicas com elevado índice de germinação é o que foi reunido nos tratamentos T0 e T6, pois, segundo o comportamento de suas plantas em campo, demonstrou viabilidade.

REFERÊNCIAS

CONCEIÇÃO, A. J. da. **A Mandioca. Cruz das Almas**, J.F. BA/BNB BRASCAN NORDESTE/UFBA, 1979. 383p. HERSHEY, C. H. Germoplasma de Yuca en el CIAT. Cali, Colômbia, CIAT,1982. 21p.

KAWANO, K. **Hibridación en la Yuca**. CURSO SOBRE PRODUCCIÓN DE YUCA. Cali, Colômbia, CIAT, 1976. p. 144-5.

KAWANO, K. **Mejoramiento Genético de Yuca para Productividad**. Cali, Colômbia, Centro Internacional de Agricultura Tropical, 1977. 20p. (Série SE-06.77).

MENDES, R. A. Melhoramento na germinação de semente botânica da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1, Salvador, BA, 1979. **Anais**. Brasília, EMBRAPA-DID/Sociedade Brasileira de Mandioca, 1981. V. L., p.23-33.

MONTEIRO, D.A.; LORENZI, J.O.; VALLE, T.L.; PEREIRA, A.S.; SABINO, J.C. **Produção de Sementes de Mandioca em Plantas com Um e Dois Ciclos Vegetativos**. Bragantia, Campinas, 43(2):667-672, 1984.6p.

AGRADECIMENTO

O autor agradece ao Dr. CLAIR HERSHEY, Fitomelhorista do Centro Internacional de Agricultura Tropical - CIAT, pela orientação técnica e acompanhamento do referido estudo durante a sua execução.



FLUTUAÇÕES DO TEOR DE AMIDO DE TRÊS CULTIVARES DE MANDIOCA EM BACABAL DO MARANHÃO¹

José Carlos Durans Pinheiro²; Walbert Batista de Carvalho Filho³

RESUMO

O presente estudo teve como finalidade detectar as flutuações do teor de amido de três cultivares locais e de estabelecer a melhor época de colheita para obtenção máxima de amido. As cultivares foram amostradas de dois em dois meses a partir do 8^o ao 20^o mês. Em cada amostragem foram colhidas seis plantas úteis por parcela. A determinação de matéria seca foi efetuada após a colheita das raízes, pelo método da balança hidrostática. Os resultados revelaram que o estágio de maturação das cultivares Najá Boi/BGM 691 e Carga de Burro/BGM 665 ocorreu aos 12 meses de idade, enquanto a cultivar Najasinha/BGM 684 pode prolongar sua colheita além dessa época até aos 20 meses.

Palavras-chave: mandioca, cultivares, amido, época de colheita.

ABSTRACT

This study has the object to point out the fluctuation at the starch level, in three local cultivars of cassava as well as to establish the harvest time to obtain the maximum level of starch. The samples of cultivars were taken every two months from the 8th to 20th month. For each sampling six useful individuals were collected per parcel. The determination of dried matter was made using the balance hydrostatic method after the harvest of roots. The results showed that the maturation of the cultivars Najá Boi/BGM 691 and Carga de Burro/BGM 665 occurs when the plants are 12 months old while the cultivar Najasinha/BGM 684 can have its harvest much later, up to 20 months.

Keywords: cassava, cultivars, starch, harvest time.

1 Versão original publicada pela EMAPA (Boletim de Pesquisa, nº 2, abr/1987 – ISSN 0101-0778).
2 Eng^o Agrônomo, M.Sc., Pesquisador.
3 Eng^o Agrônomo, Pesquisador.

INTRODUÇÃO

A cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é de importância econômica para o Maranhão, não só pelo seu destaque como fonte alternativa de energia e emprego de mão-de-obra para as populações de baixa renda, como também, apresenta comprovada eficiência na bio conversão da energia solar em produto de alto valor energético, o amido, pois todos os seus derivados dependem do teor deste elemento nas raízes.

A mandioca é cultivada em todo o território maranhense caracterizado predominantemente em caráter de subsistência em pequenas explorações com o emprego de práticas agrícolas tradicionais. A área cultivada em 2018 foi de 81.116 ha, atingindo uma produção de 681.018 toneladas de raízes, que correspondeu a um rendimento médio de 8,4 t/ha.

As principais espécies consideradas com fontes comerciais de amido são o milho, trigo, arroz, batata e mandioca. O amido da mandioca pode ser agrupado em três classes principais: o amido comum (polvilho doce), o amido fermentado (polvilho azedo) e o amido modificado (processos físicos, químicos e enzimáticos) e os derivados propriamente ditos. CONCEIÇÃO (1979) relata que a mandioca contém cerca de 65% de água nas raízes com aproximadamente 35% de amido a ser extraído.

As indústrias exigem além de fornecimento periódico de matéria prima, um teor de amido, em cultivares de mandioca, igual ou superior a 30% que possibilite um rendimento econômico no seu processamento. De acordo com PINHEIRO (2017), o amido é considerado nobre, devido o seu aproveitamento industrial ser largamente utilizado na indústria alimentícia, têxtil, papel e papelão, farmacêutica, panificação e confeitarias, cosmética e bebidas, dentre outras aplicações.

Os estudos realizados por ROSENTHAL et al. (1981) afirmam que algumas variedades de mandioca da Região Norte do Brasil, possuem amido com boas características para industrialização em menor período de maturação.

CORRÊA (1972) verificou que, nas condições de Sete Lagoas, MG, o maior incremento na produção de matéria seca foi obtido a partir de 12 meses, em local onde ocorre simultaneamente frio e seca. Segundo CONCEIÇÃO (1979), considerando-se a delimitação do ciclo da cultivar, geralmente a percentagem de amido nas raízes e a produção destas serão tanto menores quanto maior for a antecipação da colheita.

Tendo em vista esse apreciável valor da mandioca como armazenadora de amido em suas raízes, julgou-se conveniente conduzir o presente estudo com a finalidade de detectar as flutuações do teor de amido de três cultivares locais e de estabelecer a melhor época de colheita dessas cultivares para obtenção máxima de amido.



MATERIAL E MÉTODOS

Foram conduzidos dois experimentos nas localidades Piratininga e Santo Antônio, pertencentes ao município de Bacabal, sendo instalados em março e abril de 1978, respectivamente.

Selecionaram-se as cultivas locais: Najasinha/BGM 684, Najá Boi/BGM 691 e Carga de Burro/BGM 665 por se sobressaírem na produção de raízes e amido, em experimentos anteriormente realizados em Bacabal.

O município de Bacabal está situado na Região de Planejamento do Mearim, que segundo a classificação de Koppen, apresenta um clima tropical do tipo AW (clima quente e úmido com duas estações bem definidas inverno e verão). A temperatura não apresenta amplitudes acentuadas, sendo a máxima de 32°C, a média de 27,4 °C e mínima de 21,7 °C. A precipitação média anual, é de 1600 mm.

A amostragem foi realizada de dois em dois meses a partir do 8º até o 20º mês, período considerado economicamente viável para a Região, entretanto, no município de Bacabal, em função das condições climáticas, a colheita da mandioca é feita entre 10 e 20 meses, uma vez ultrapassada esta época, nota-se um decréscimo da produção, motivado em parte pela deterioração das raízes e pelo aumento do teor de fibras, em detrimento do teor de amido.

Em cada amostragem foram colhidas seis plantas úteis em duas parcelas ao acaso por cultivar. As amostras foram acondicionadas em sacos plásticos (5 kg), tomando-se o cuidado de amarrar a extremidade para evitar a perda de umidade. A determinação de matéria seca foi efetuada imediatamente após a colheita das raízes, pelo método da balança hidrostática (Foto 1).

Foto 1-Modelo utilizado na obtenção do teor de amido.

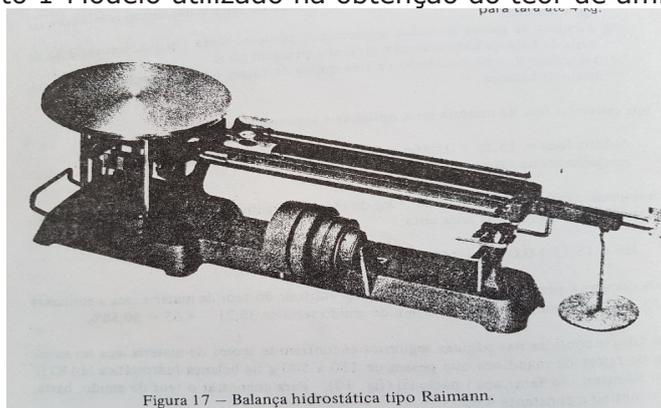


Figura 17 – Balança hidrostática tipo Raimann.

Fonte: CONCEIÇÃO, A.J. da (1979)

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados das determinações do teor de amido estão na Tabelas 1 e 2 onde estão apresentadas, respectivamente, as médias das amostras colhidas em duas parcelas ao acaso, por cultivar, de dois em dois meses até o vigésimo mês de colheita.

Verifica-se na Tabela 1 que na primeira colheita, ou seja, no 8º mês, as três cultivares, na localidade Piratininga, obtiveram os menores percentuais de amido, pois, em função da idade, as plantas ainda estavam na fase de armazenamento de amido em suas raízes. A partir da 3ª colheita (12º mês) até a 5ª colheita (16º mês), as três cultivares alcançaram percentuais significativos de amido. No entanto, constatou-se que a cultivar Najasinha/BGM 684 demonstrou características tardias de colheita ao manter percentuais de amido acima de 30% até a última colheita (20º mês).

Tabela 1 — Percentagem média de amido (%), ensaio no povoado Piratininga em Bacabal, MA, 1981.

Época de Colheita	CULTIVARES		
	Najasinha/BGM 684	Carga de Burro/BGM 665	Najá Boi/BGM 691
8º mês (Nov.)	29,23	29,52	25,51
10º mês (Jan)	31,97	30,82	29,66
12º mês (Mar.)	33,75	32,25	31,10
14º mês (Mai.)	31,63	32,56	32,39
16º mês (Jul.)	32,42	34,00	30,70
18º mês (Set)	31,18	27,42	26,76
20º mês (Nov.)	32,90	28,70	24,27
Média	31,86	30,75	28,62

Evidencia-se através da Figura 1, a curva do teor de amido, do 8º ao 20º mês, das cultivares, Najasinha/BGM 684, Najá Boi/BGM 691 e Carga de Burro/BGM 665, na localidade Piratininga. Pode-se observar pela análise das curvas que o percentual de amido atingiu valores mais altos aos 12 meses para Najasinha, 14 meses para Najá Boi e 16 meses para Carga de Burro. Contudo, Najá Boi e Carga de Burro apresentaram, também aos 12 meses, percentuais elevados. A cultivar Najasinha apresentou menor variação da curva de amido, mantendo um equilíbrio durante todo o ciclo observado, com valores médios acima de 30%, enquanto que as cultivares Najá Boi e Carga de Burro, após o maior percentual atingido, apresentaram declínio da curva muito acentuadamente, sugerindo precocidade de colheita em relação à cultivar Najasinha.



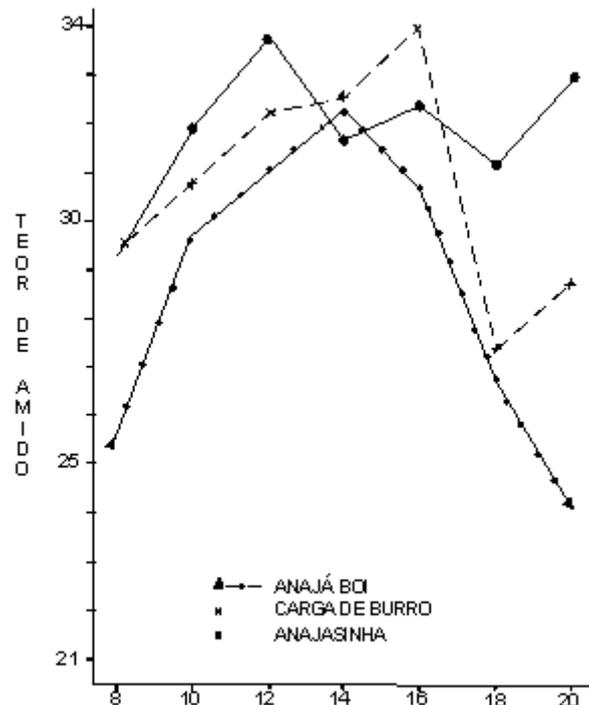


FIG.1 CURVA DO TEOR DE AMIDO DAS CULTIVARES ANAJÁ BOI, CARGA DE BURRO E ANAJASINHA, NO POVOADO PIRATININGA - BACABAL, MA.

Caracteriza-se na Tabela 2 que na primeira colheita, ou seja, no 8º mês, as três cultivares, na localidade Santo Antônio, também, obtiveram os menores percentuais de amido, já que, em função da idade, as plantas ainda estavam na fase de armazenamento de amido em suas raízes. Entretanto, na 3ª colheita (12º mês) obtiveram os maiores percentuais de amido em suas raízes e mantiveram valores significativos até a última colheita (20º mês), com destaque para a cultivar Najasinha/BGM 684 que igualmente ao ensaio da localidade Piratininga, repetiu o desempenho mantendo percentuais de amido acima de 30% até a última colheita (20º mês), indicando que é uma cultivar semi-precoce e que pode ser colhida com 18-20 meses após plantio.

Tabela 2 — Percentagem média de amido (%), ensaio no povoado Santo Antônio em Bacabal, MA, 1981.

Época de Colheita	CULTIVARES		
	Najasinha/BGM 684	Carga de Burro/BGM 665	Najá Boi/BGM 691
8º mês (Dez.)	26,19	27,01	28,47
10º mês (Fev.)	29,83	30,50	29,12
12º mês (Abr.)	32,02	31,60	31,83
14º mês (Jun.)	30,22	29,23	31,32
16º mês (Ago.)	30,98	29,04	28,81

18º mês (Out)	31,15	29,57	29,23
20º mês (Dez.)	33,21	29,60	28,70
Média	30,51	29,51	29,64

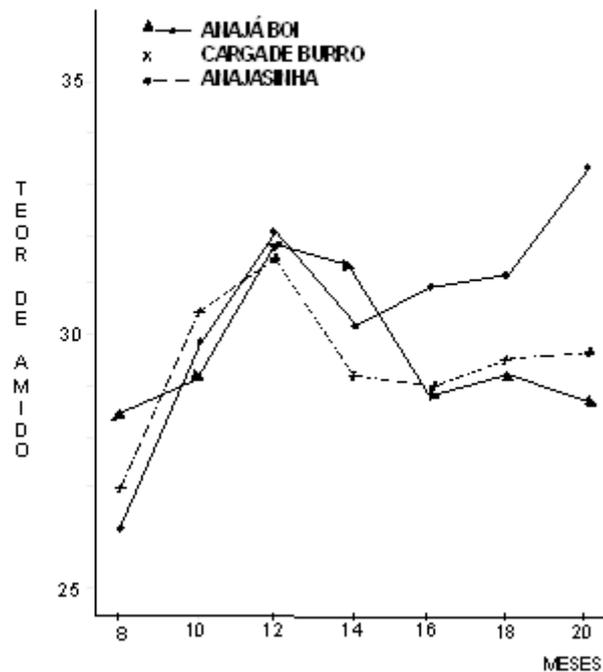


FIG.2 CURVA DO TEOR DE AMIDO DAS CULTIVARES ANAJÁ BOI, CARGA DE BURRO E ANAJASINHA, NO POVOADO SANTO ANTONIO - BACABAL, MA

Na Figura 2 nota-se a curva do teor de amido, do 8º ao 20º mês, das cultivares, Najasinha/BGM 684, Najá Boi/BGM 691 e Carga de Burro/BGM 665, na localidade Santo Antônio e percebe-se pela análise das curvas, que aos 12 meses houve maior concentração de amido para as cultivares estudadas e novamente Najasinha/BGM 684 proporcionou equilíbrio no percentual de amido, em todo o ciclo observado, com valores médios acima de 30%. Nas demais cultivares houve declínio da curva, após os 12 meses, embora sem demonstrarem reduções drásticas no teor de amido.

Estes resultados estão de acordo com CARVALHO FILHO et al. (1979), que ao realizarem experimentações em Bacabal com as mesmas cultivares, concluíram que o maior rendimento de amido ocorreu aos 12 meses, pois, Najá Boi/BGM 691 (11,16 t/ha, com adubo e 7,10 t/ha, sem adubo) e Carga de Burro/BGM 665 (11,07 t/ha, com adubo e 6,94 t/ha, sem adubo), devido à maior produção de raízes nesse período, já indicavam um comportamento precoce, ao superarem a cultivar Najasinha/BGM 684 que apresentou aos 12 meses um rendimento de amido, 7,76 t/ha com adubo e 4,86 t/ha sem adubo. No entanto, a cultivar Najasinha/BGM 684, aos

16 e 20 meses de colheita, mantendo uma regularidade no percentual de amido sempre acima de 30%, superou as cultivares Najá Boi/BGM 691 e Carga de Burro/BGM 665, outra vez se comportando como uma cultivar de ciclo mais tardio.

CONCLUSÃO

O peso seco representado pelo amido nas raízes das cultivares Naja Boi/BGM 691 e Carga de Burro/BGM 665, aumentou progressivamente nos 12 primeiros meses, onde atingiu valores de importância industrial, chegando a declinar após esse período, demonstrando que o estágio de maturação dessas cultivares ocorreu aos 12 meses após o plantio;

A cultivar Najasinha/BGM 684 devido à regularidade no teor de amido sempre acima de 30%, a partir dos 12 meses, após plantio, indicou que sua colheita pode prolongar-se além dessa época, desde que não ultrapasse 20 meses.

REFERÊNCIAS

CARVALHO FLHO, W. B. de; PINHEIRO, J.C.D.; SILVA, R.F. da. Projeto Mandioca. In: EMPRESA MARANHENSE DE PESQUISA AGROPECUÁRIA, São Luís, MA. **Relatório Técnico Anual 1979**. São Luís, 1979. p. 63-75.

CONCEIÇÃO, A. J. da. **A Mandioca**. Cruz das Almas, U.F. BA/EMBRAPA/BNB/BRASCAN/NORDESTE, 1979. 382 p.

CORREA, H. **Produção e composição química de raízes e ramos em diversas épocas de colheita e efeito da poda na produção de raízes**. Viçosa, imp. Univ., 1972. 49 p. (Tese em Mestrado).

PINHEIRO, J. C. D. **A Realidade da Mandioca no Maranhão, São Luís, MA**. SAGRIMA/AEAMA/INAGRO, 2017, 94p.

ROSENTHAL, F.R.T.; NAKAMURA, L.M.K.; GHIOTTI, A.M.T.; ESPINDOLA, L & NAKAMURA, T. Amido de mandioca; influência de maturação. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 1, Cruz das Almas, BA, 1979. **Anais do 1º Congresso Brasileiro de Mandioca**. Salvador, SBM, 1981. p. 459-82.

TERNES, M.; MONDARDO, E. & VIZZOTTO, V.S. **Variação do teor de amido na cultura da mandioca em Santa Catarina**. Florianópolis, EMPASC, 1978. 22p. (EMPASC, 1978. 22p. (EMPASC. Indicação de Pesquisa, 23).

5

TRATOS CULTURAIS

AVALIAÇÃO DE CULTIVARES DE MACAXEIRA EM DIFERENTES ÉPOCAS DE COLHEITA¹

José Carlos Durans Pinheiro²

1. INTRODUÇÃO

A mandioca é um dos principais cultivos agrícolas do Maranhão, onde é cultivada em todas as regiões, com uma conseqüente diversidade de variedades adaptadas. Sua capacidade produtiva e nutricional atrai a atenção dos produtores familiares que, também, têm nessa cultura uma certeza na geração de renda com a produção de seus derivados.

As mandiocas dividem-se basicamente em dois tipos: mandioca de mesa e mandioca-brava. A primeira é também conhecida como doce, macaxeira ou aipim e pode ser consumida das mais diversas formas, não exigindo processamento para o consumo. Já a mandioca brava, de sabor amargo, contém um alto nível de ácido cianídrico, substância altamente tóxica para o organismo humano, e, portanto, é consumida somente quando processada industrialmente sob a forma de farinha ou fécula.

É muito importante conhecer o período mais favorável para colheita da mandioca, pois é um cultivo de ciclo longo, que permite sua colheita ser realizada a partir do oitavo mês de produção e durar até dois anos. Segundo BENESI et al. (2008) quando as raízes são colhidas muito cedo, ocorre redução na sua produtividade, enquanto, se colhidas tardiamente, há perda de qualidade, com desenvolvimento de raízes fibrosas e redução da percentagem de amido.

Neste estudo foram testadas cultivares de macaxeira tradicionais do estado e introduzidas, com o objetivo de medir produtividade de raízes, parte aérea e amido e outras informações complementares sobre características organolépticas e qualidade das raízes.

1 Trabalho com resultados inéditos.

2 Eng^o Agrônomo, M.Sc., Pesquisador.

2. MATERIAL E MÉTODOS

Foram utilizadas 10 cultivares de macaxeira selecionadas da Coleção de Cultivares de Mandioca da unidade de pesquisa de Bacabal, cujos rendimentos foram avaliados aos 6, 8, 10 e 12 meses após plantio.

Foi utilizado o delineamento blocos ao acaso com parcelas subdivididas, em três repetições. As parcelas constituíram as cultivares (A. Tupim Branca; B. Peixe; C. Preta; D. Aipim Bahia; E. Uvar; F. Mão-de-Onça; G. Mineira; H. Aciolina; I. Pau Torto e J. Aipim Casca de Queijo) e as épocas de colheita (a. 6 meses; b. 8 meses; c. 10 meses e d. 12 meses) nas parcelas subdivididas. Durante as avaliações foram registrados os rendimentos de raízes, parte aérea e amido, além de conhecer melhor o processo do cozimento e dos fatores que afetam esta característica, tais como, facilidade de descascamento, sabor e textura (teor de fibras). Como estudo complementar foram observadas as raízes com conformação comercial, cujos resultados foram alcançados mediante a amostragem de cinco plantas por parcela nas três repetições.

Análise sensorial é uma metodologia destinada a avaliar a aceitação de produtos pelo consumidor mediante o controle da qualidade que visa manter as características comerciais do produto. A análise sensorial foi realizada por julgadores selecionados, aleatoriamente, para analisar as características sensoriais das macaxeiras após cozimento. Esses julgadores foram formados por funcionários da unidade de pesquisa onde o estudo foi desenvolvido. Logo após a degustação os julgadores escolhidos indicavam a nota de cada uma das preparações provadas na folha de análise sensorial.

As características observadas foram: tempo de cozimento, sabor, facilidade de descascamento e textura.

O procedimento utilizado para **tempo de cozimento** foi o uso de um recipiente de alumínio, contendo 1 litro de água onde procedeu-se a imersão dos segmentos das raízes descascadas, retirados o felema e também a entrecasca, com água em ebulição. Registrou-se o tempo máximo de 25' despendido para o cozimento. O tempo de cozimento foi determinado como aquele onde as raízes não apresentavam resistência à penetração de um garfo nos segmentos de raízes a cada cinco minutos.

Para a avaliação do parâmetro **facilidade de descascamento** precisa-se entender a anatomia da raiz que é composta de três tecidos principais: periderme (casca), o parênquima cortical (entrecasca) e o parênquima interior (polpa) que corresponde a 80% do peso fresco da raiz, aproximadamente, onde a planta armazena o amido (Foto 1). O descascamento compreende a retirada da casca e entrecasca. Para avaliação deste parâmetro foi utilizada a seguinte escala de intensidade: 1. Fácil; 2. Regular; 3. Difícil. Realizado em todas as épocas de colheita para correlacionar a facilidade de soltura da casca e entrecasca com o rápido cozimento.



Foto 1. Anatomia da raiz de macaxeira.



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (2020)

A principal característica de qualidade exigida pelo consumidor de macaxeira é a textura final, portanto, a análise sensorial referente à **textura**, neste trabalho, está direcionada para a determinação da maciez da polpa da macaxeira ou pela presença indesejável de fibras, comumente chamada de fiapos. A escala de intensidade utilizada foi: 1. Macia, sem fibras; 2. Poucas fibras; 3. Muitas fibras.

Outra característica observada foi o **sabor**, que é uma qualidade sensorial muito importante para consumidores de macaxeira, já que o sabor representa o somatório das percepções gustativas, olfativas e táteis durante a degustação. A escala utilizada nas avaliações foi a escala hedônica: 1. Gostei muito; 2. Gostei moderadamente; 3. Desgostei.

3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

3.1 Produtividade de raízes

Os resultados coletados durante o ensaio foram submetidos à análise de variância, segundo modelo em delineamento blocos ao acaso com parcelas subdivididas, em três repetições, conforme demonstrado na tabela 1.

Na tabela 1 constam os resultados da análise da variância para os parâmetros, cultivares e épocas de colheita, na produtividade de raízes. Houve efeitos significativos para os dois fatores em estudo, sendo sua interação não significativa. O CV para cultivares foi de 17,35 %, enquanto para época de colheita foi de 18,89 %.

Tabela 1 – Modelo de ANOVA e teste F da produtividade de raízes em função das cultivares e épocas de colheita.

CV	GL	SQ	QM	F
Parcelas	29	822,64	28,37	
Tratamento (A)	9	717,01	79,67	21,08*

Bloco	2	37,68	18,84	
Resíduo (a)	18	67,95	3,78	
Tratamento (B)	3	47,37	15,79	3,52*
Interação (A x B)	27	145,45	5,39	1,20 ^{NS}
Resíduo (b)	60	268,69	4,48	
Total	119	1284,15		

Na Tabela 2, demonstra-se que as cultivares de macaxeira Aipim Bahia (15,674 t/ha) e Tupim Branca (13,086 t/ha) alcançaram as maiores produtividades médias para raízes, enquanto que, as cultivares Mão-de-Onça e Pau Torto foram as que obtiveram os menores desempenhos para o mesmo parâmetro. A análise também revelou que as cultivares de macaxeira Aipim Bahia e Tupim Branca obtiveram aos 8 (oito) meses após plantio, a melhor época de colheita, pois, alcançaram nessa época as maiores produtividades de raízes.

Tabela 2 – Comparação das médias das cultivares de macaxeira, obtidas com a produtividade de raízes utilizando o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

$\Delta_p = 2,845$	D (15,674) A (13,086) J (12,043) H (12,024) B (11,961) G (11,607) C (11,174) E (10,011) F (7,913)									
I (6,528)	9,146*	6,558*	5,515*	5,496*	5,433*	5,079*	4,646*	3,483*	1,385 ^{NS}	Da
F (7,913)	7,761*	5,173*	4,130*	4,111*	4,048*	3,694*	3,261*	2,098 ^{NS}	-	A ab
E (10,011)	5,663*	3,075*	2,032 ^{NS}	2,013 ^{NS}	1,950 ^{NS}	1,596 ^{NS}	1,163 ^{NS}	-		J bc
C (11,174)	4,500*	1,912 ^{NS}	0,869 ^{NS}	0,850 ^{NS}	0,787 ^{NS}	0,433 ^{NS}	-			H bc
G (11,607)	4,067*	1,479 ^{NS}	0,436 ^{NS}	0,417 ^{NS}	0,354 ^{NS}	-				B bc
B (11,961)	3,713*	1,125 ^{NS}	0,082 ^{NS}	0,063 ^{NS}	-					G bc
H (12,024)	3,650*	1,062 ^{NS}	0,019 ^{NS}	-						C bc
J (12,043)	3,631*	1,043 ^{NS}	-							E cd
A (13,086)	2,588 ^{NS}	-								F de
										I e

A melhor época de colheita para raízes de macaxeira foi aos 8 (oito) meses após plantio conforme a comparação das médias na Tabela 3. A maior produtividade média alcançada, nessa época, foi de 12,112 t/ha, para produtividade de raízes. As cultivares de macaxeira Aipim Bahia e Tupim Branca foram as mais promissoras, nessa época.

Tabela 3 – Comparação das médias das épocas de colheita, obtidas com a produtividade de raízes utilizando o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

$\Delta_p = 1,445$	b (12,112)	d (11,265)	c (11,086)	
a (10,346)	1,766*	0,919 ^{NS}	0,740 ^{NS}	b a
c (11,086)	1,026 ^{NS}	0,179 ^{NS}	-	d ab
d (11,265)	0,847 ^{NS}	-		c ab
				a b

3.2 Produtividade de parte aérea

Os resultados coletados durante o ensaio foram submetidos à análise de variância, segundo modelo em delineamento blocos ao acaso com parcelas subdivididas, em três repetições, conforme demonstrado na tabela 4.

Na Tabela 4 constam os resultados da análise da variância para os parâmetros, cultivares e épocas de colheita, na produtividade de parte aérea. Houve efeitos significativos para os dois fatores em estudo, bem como para sua interação. O CV para cultivares foi de 27,06 %, enquanto que, para época de colheita foi de 20,26 %.

Tabela 4 – Modelo de ANOVA e teste F da produtividade de parte aérea em função das cultivares e épocas de colheita.

CV	GL	SQ	QM	F
Parcelas	29	675,440	23,291	
Tratamento (A)	9	481,262	53,474	6,38*
Bloco	2	43,387	21,694	
Resíduo (a)	18	150,791	8,377	
Tratamento (B)	3	591,994	197,331	42,02*
Interação (A x B)	27	225,338	8,346	1,78*
Resíduo (b)	60	281,751	4,696	
Total	119	1774,523		

As cultivares de macaxeira, Uvar, Tupim Branca, Mineira, Aipim Bahia, Preta, Aciolina e Peixe, de acordo com a Tabela 5, não diferiram estatisticamente na comparação de suas médias, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade, portanto, foram as melhores quanto a produção de parte aérea aos 12 meses, evidentemente, favorecidas pela reconstituição da parte aérea, em função dos prenúncios das primeiras chuvas. Em destaque, as cultivares, Uvar (13,443), Tupim Branca (13,095), Mineira (13,072) e Aipim Bahia (12,038), conforme Tabela 5, obtiveram,

respectivamente, as melhores produtividades médias para parte aérea em t/ha.

Tabela 5 - Comparação de médias das cultivares, obtidas com a produtividade de parte aérea utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

$\Delta_p = 4,236$	E (13,443)	A (13,095)	G (13,072)	D (12,038)	C (10,868)	H (9,968)	B (9,263)	F (9,190)	I (8,106)	E a
J (7,908)	5,535*	5,187*	5,164*	4,130 ^{NS}	2,960 ^{NS}	2,060 ^{NS}	1,355 ^{NS}	1,282 ^{NS}	0,198	A ab
I (8,106)	5,337*	4,989*	4,966*	3,932 ^{NS}	2,762 ^{NS}	1,862 ^{NS}	1,157 ^{NS}	1,084 ^{NS}	-	G abc
F (9,190)	4,253*	3,905 ^{NS}	3,882 ^{NS}	2,848 ^{NS}	1,678 ^{NS}	0,778 ^{NS}	0,073 ^{NS}	-	-	D abcd
B (9,263)	4,180 ^{NS}	3,832 ^{NS}	3,809 ^{NS}	2,775 ^{NS}	1,605 ^{NS}	0,705 ^{NS}	-	-	-	C abcd
H (9,968)	3,475 ^{NS}	3,127 ^{NS}	3,104 ^{NS}	2,070 ^{NS}	0,900 ^{NS}	-	-	-	-	H abcd
C (10,868)	2,575 ^{NS}	2,227 ^{NS}	2,204 ^{NS}	1,170 ^{NS}	-	-	-	-	-	B abcd
D (12,038)	1,405 ^{NS}	1,057 ^{NS}	1,034 ^{NS}	-	-	-	-	-	-	F bcd
G (13,072)	0,371 ^{NS}	0,023 ^{NS}	-	-	-	-	-	-	-	I cd
A (13,095)	0,348 ^{NS}	-	-	-	-	-	-	-	-	J d

Na Tabela 6, verifica-se que a melhor época para produção de parte aérea das macaxeiras correspondeu aos 12 meses após plantio (13,910 t/ha), em virtude desta época, ter sofrido influência das primeiras chuvas que induziu as cultivares de macaxeira à reconstituição da arquitetura foliar que se encontrava em repouso. A época de menor rendimento para produtividade de parte aérea foi aos 10 meses após plantio (7,823 t/ha) que coincidiu exatamente com o período de repouso da planta, ou seja, quando o número e tamanho das folhas estavam reduzidos.

Tabela 6 - Comparação das médias das épocas de colheita, obtidas com a produtividade de parte aérea utilizando o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

$\Delta_p = 1,48$	d (13,910)	b (11,262)	a (9,786)	da
c (7,823)	6,087*	3,439*	1,963*	bb
a (9,786)	4,124*	1,476 ^{NS}	-	ab
b (11,262)	2,648*	-	-	c

3.3 Produtividade de amido

Os resultados coletados durante o ensaio foram submetidos à análise de variância, segundo modelo em delineamento blocos ao acaso com parcelas subdivididas, em três repetições, conforme demonstrado na tabela 7.

Evidenciam-se na Tabela 7 os resultados da análise da variância para produtividade de amido, podemos observar efeitos significativos pelo teste F para os fatores cultivares e épocas de colheita e não significativo para a interação entre cultivares e épocas de colheita. O coeficiente de variação para cultivares foi de 19,30



%, enquanto que, para época de colheita foi de 23,43 %.

Tabela 7 – Modelo de ANOVA e teste F da produtividade de amido em função das cultivares e épocas de colheita.

CV	GL	SQ	QM	F
Parcelas	29	44,802	1,54	
Tratamento (A)	9	36,844	4,094	17,88*
Bloco	2	3,838	1,919	
Resíduo (a)	18	4,120	0,229	
Tratamento (B)	3	48,619	16,206	48,02*
Interação (A x B)	27	15,563	0,576	1,71 ^{NS}
Resíduo (b)	60	20,251	0,338	
Total	119	129,235		

Na Tabela 8, constata-se que as cultivares Tupim Branca (3,35 t/ha) e Aipim Bahia (3,27 t/h) não diferiram estatisticamente quanto a produtividade de amido, se comportando como as melhores e confirmando a análise referente à produtividade de raízes, onde coincidentemente, também, foram as melhores. As cultivares Mão-de-Onça (1,65 t/ha) e Pau Torto (1,51 t/ha), em relação à produtividade de amido foram as menos produtivas, assim como, quanto a análise referente à produtividade de raízes, quando tiveram, também, o mesmo desempenho. Podemos concluir que a produtividade de amido teve um comportamento diretamente proporcional à produtividade de raízes, neste estudo.

Tabela 8 - Comparação de médias das cultivares, obtidas com a produtividade de amido utilizando-se o teste de Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

$\Delta_p = 0,700$	A (3,35) D (3,27) B (2,64) H (2,58) J (2,54) C (2,46) E (2,44) G (2,36) F (1,65)									
I (1,51)	1,84*	1,76*	1,13*	1,07*	1,03*	0,95*	0,93*	0,85*	0,14 ^{NS}	A a
F (1,65)	1,70*	1,62*	0,99*	0,93*	0,89*	0,81*	0,79*	0,71*	-	D ab
G (2,36)	0,99*	0,91*	0,28 ^{NS}	0,22 ^{NS}	0,18 ^{NS}	0,10 ^{NS}	0,08 ^{NS}	-		B bc
E (2,44)	0,91*	0,83*	0,20 ^{NS}	0,14 ^{NS}	0,10 ^{NS}	0,02 ^{NS}	-			H bc
C (2,46)	0,89*	0,81*	0,18 ^{NS}	0,12 ^{NS}	0,08 ^{NS}	-				J c
J (2,54)	0,81*	0,73*	0,10 ^{NS}	0,04 ^{NS}	-					C c
H (2,58)	0,77*	0,69 ^{NS}	0,06 ^{NS}	-						E c
B (2,64)	0,71*	0,63 ^{NS}	-							G c
D (3,27)	0,08 ^{NS}	-								F d
										I d

Na Tabela 9, confirma-se que a melhor época de colheita para produtividade de amido foi aos 8 meses após plantio (3,17 t/ha), que também, coincidiu com a melhor época para produção de raízes de macaxeira. A análise dos dados demonstrou que a época considerada inadequada para produtividade de amido ocorreu aos 12 meses após plantio (1,55 t/ha), devido ao início da estação chuvosa, que favoreceu às cultivares de macaxeira reiniciarem a reconstituição da sua arquitetura foliar, para recompor o crescimento das plantas, isto é possível, mediante, a utilização imediata das reservas de amido concentrada nas suas raízes. Este fenômeno ocor-

re devido a hidrólise do amido, que ao ser catalisado por uma enzima é transformado em açúcares, causando diminuição no teor de matéria seca das raízes.

Tabela 9 – Comparação das médias das épocas de colheita, obtidas com a produtividade de amido utilizando o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

$\Delta_p = 0,397$	b (3,17)	a (2,96)	c (2,24)	
d (1,55)	1,62*	1,41*	0,69*	ba
c (2,24)	0,93*	0,72*	-	aa
a (2,96)	0,21 ^{NS}	-		c
				d

Encontram-se na Tabela 10 as avaliações complementares sobre as análises sensoriais referentes ao sabor, textura, facilidade de descascamento e tempo de cozimento, que aliado ao desempenho das cultivares quanto à produtividade de raízes, parte aérea e amido, pode-se determinar as cultivares de macaxeira que podem ser recomendadas.

O fácil descascamento é um indicador de um rápido cozimento de macaxeiras, por isso, associou-se a análise *fácil descascamento x tempo de cozimento* para facilitar a recomendação das cultivares em estudo. Os resultados indicaram que as cultivares Peixe, Aipim Bahia e Aipim Casca de Queijo, aos 6 e 8 meses de colheita, obtiveram uma correlação positiva entre esses fatores, ou seja, quando o descascamento seguiu a escala fácil a regular, o cozimento foi rápido, sempre abaixo de 20', porém, as demais cultivares não tiveram o mesmo comportamento, mas, ao seguir a escala que determina o descascamento fácil a difícil, considerando as 4 épocas de colheita, não obtiveram um cozimento rápido, no entanto, coadunam com as observações de LORENZI (1994), que o tempo de cozimento das raízes de mandioca apresenta variações em função do genótipo, das condições ambientais (tipo de solo) e do estado fisiológico das plantas (idade/época de colheita) e as considerações de VILPOUX (2003) quando afirma que os fatores que afetam o cozimento das raízes são variados e complexos, entretanto, sabe-se que variedade, época de colheita e influência ambiental são os principais determinantes. Os autores citados incluem as condições ambientais como um terceiro fator de influência nesses resultados.



Tabela 10 – Avaliações complementares referentes às análises sensoriais e tempo de cozimento das cultivares de macaxeira, do ensaio Competição de Macaxeira x Época de Colheita.

CULTIVARES	SABOR				TEXTURA				FACIL. DESCASC.				T. COZIMENTO			
	6	8	10	12	6	8	10	12	6	8	10	12	6	8	10	12
A. TUPIM BRANCA	3	3	3	2	2	2	2	2	1	2	3	3	21'*	20'	20'	23'
B. PEIXE	3	2	2	3	2	2	2	1	2	1	2	1	11'	15'	15'	24'
C. PRETA	2	2	3	2	2	2	3	2	2	1	1	1	11'	25'	20'*	19'
D. AIPIM BAHIA	1	2	2	2	2	2	3	3	1	1	1	1	17'	12'	20'*	22'
E. UVAR	3	2	3	2	2	2	3	2	3	2	2	1	20'*	11'	20'*	20'*
F. MÃO-DE-ONÇA	3	3	3	3	3	3	3	2	3	3	3	3	15'	18'*	20'*	14'
G. MINEIRA	3	3	2	3	3	2	2	2	1	2	1	1	21'	18'*	20'	23'*
H. ACIOLINA	2	3	3	2	2	3	3	2	2	1	3	3	25'	20'*	23'	25'*
I. PAU TORTO	2	1	3	3	3	3	3	2	1	3	3	1	23'	16'	22'	22'
J. AIPIM CASCA DE QUEIJO	3	3	1	1	2	2	1	2	1	2	1	1	18'	17'*	20'	22'
ESCALAS	1 - Gostei Muito 2 - Gostei Moderadamente 3 - Desgostei				1 - Macia, sem fibras 2 - Poucas fibras 3 - Muitas fibras				1 - Fácil 2 - Regular 3 - Difícil				*Não amoleceram Tempo Máximo de Cozimento (25')			

A melhor época observada para fácil descascamento foi aos 8 meses após plantio, onde apenas as cultivares Mão-de-Onça e Pau Torto tiveram difícil descascamento, porém, todas as demais foram avaliadas com conceito fácil a regular e vice-versa.

Para avaliar a *textura*, utilizou-se o recurso da mastigação das raízes de macaxeira após cozimento. O alimento ao ser ingerido envolveu vários aspectos na satisfação que ele proporcionou, ou seja, como cada alimento possui uma textura que facilita a percepção dele ser macio ou não, faz com que a degustação de um alimento não só contribua para determinar a maciez, como também, o sabor e a presença de fibras.

A maioria dos trabalhos encontrados na literatura afirma que o teor de fibras nas raízes de mandioca aumenta com a idade da planta, pois, na composição da raiz da mandioca, o teor de fibras (textura) é pouco considerado, embora a mandioca seja visivelmente fibrosa, segundo CEREDA (1994) o teor de fibra na raiz é de cerca de 2,0 %, no entanto, Pereira e Beléia (2004) observaram decréscimo no teor de fibra bruta das raízes com o aumento da idade das plantas de mandioca, dos sete aos 19 meses. Os resultados encontrados na Tabela 10 confirmam que o envelhecimento das plantas de mandioca favoreceu o decréscimo no teor de fibras, pois, com exceção da cultivar Aipim Bahia que contrariou essa afirmação, oito cultivares estudadas alcançaram aos 12 meses após plantio a avaliação 2. Poucas

Fibras e uma cultivar, a Peixe, obteve a avaliação 1. Macia, sem fibras. Independentemente do tempo de colheita, cultivares como Tupim Branca, Peixe e Aipim Casca de Queijo foram as bem avaliadas quanto ao critério poucas fibras, no entanto, as cultivares Mão-de-Onça e Pau Torto apresentaram muitas fibras segundo os avaliadores.

A característica mais marcante para uma macaxeira é o *sabor* que é uma propriedade organoléptica, extremamente subjetiva, que foi avaliada nas cultivares de macaxeiras estudadas para determinar a presença desta qualidade que venha despertar no consumidor a sua aceitação ou não.

As cultivares Aipim Bahia, Preta e Aipim Casca de Queijo foram as que apresentaram resultados satisfatórios para o parâmetro sabor, enquanto que Tupim Branca, Uvar, Mineira, Peixe, Aciolina, Mão-de-Onça e Pau Torto foram as macaxeiras consideradas indesejáveis para essa característica. A época de colheita não foi um fator determinante de um modo geral, mesmo assim, algumas cultivares tiveram um destaque especial, a exemplo, Pau Torto, teve uma boa aceitação aos 6 e 8 meses, porém, inverteu a avaliação quando mais envelhecida. Contrariando esse comportamento, a cultivar Aipim Casca de Queijo foi mais degustável quando colhida e avaliada aos 10 e 12 meses, após plantio.

A macaxeira é vendida na forma *in natura* como uma hortaliça em feiras livres e supermercados, portanto, as observações encontradas na Tabela 11, com relação ao percentual de raízes comerciáveis do total de raízes obtidas das colheitas, por amostragem de 15 plantas, tem uma importância especial, pois, essa característica, raízes comerciáveis, por apresentar conformação e qualidade, no processo da venda, tem muita influência na escolha dos consumidores e também se faz muito importante ao produtor, pois, pode ocasionar maiores rendimentos econômicos (Foto 2).

Foto 2. Raízes comerciáveis de macaxeira.



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (2020)

A qualidade da produção é muito importante para a macaxeira, uma vez que grandes exigências podem ocorrer, prejudicando ou favorecendo sua comercialização. O mercado deste produto, cada vez mais organizado, preza principalmente pelas características organolépticas das raízes, assim como a uniformidade com relação a sua forma e tamanho.

Evidencia-se na Tabela 11 que a colheita aos 8 meses foi a melhor época para o total de raízes com significativo percentual de raízes comerciáveis, mas, foi a colheita aos 10 meses que alcançou um maior percentual de raízes comerciáveis, certamente, ocasionado pelo crescimento e aumento do diâmetro das raízes. Entretanto a colheita aos 8 meses, além de ser mais precoce, de um modo geral os resultados obtidos nessa época foram satisfatórios.

Tabela 11 – Avaliação de raízes com conformação comercial das cultivares de macaxeira, do ensaio Comparação de Macaxeira x Época de Colheita.

CULTIVARES	6 meses		8 meses		10 meses		12 meses	
	Total de % Raízes		Total de % Raízes		Total de % Raízes		Total de % Raízes	
	Raízes Comerc.		Raízes Comerc.		Raízes Comerc.		Raízes Comerc.	
A. TUPIM BRANCA	43	53,5	59	42,4	54	48,2	50	57,0
B. PEIXE	55	36,4	52	40,4	43	83,0	59	59,3
C. PRETA	50	16,0	54	33,3	52	40,4	55	47,3
D. AIPIM BAHIA	46	54,3	48	54,2	44	77,2	55	59,1
E. UVAR	40	35,0	47	49,0	45	60,7	40	55,0
F. MÃO-DE-ONÇA	42	33,3	53	30,2	55	50,9	50	30,0
G. MINEIRA	40	27,5	50	44,0	43	53,5	56	53,6
H. ACIOLINA	45	35,6	53	43,4	52	57,7	53	50,0
I. PAU TORTO	37	40,5	35	54,4	36	67,6	38	59,2
J. AIPIM CASCA DE QUEIJO	51	62,7	48	41,7	60	54,4	60	58,3

Observação: Resultados obtidos da amostragem de 5 (cinco) plantas por parcela em 3 (três) repetições.

Destacou-se nos resultados contidos na Tabela 11, a cultivar Aipim Bahia por apresentar um percentual de raízes acima de 50% do total de raízes, em todas as épocas de colheita, foi a que melhor se comportou nessas avaliações, enquanto que, a cultivar Mão-de-Onça, pelo contrário, foi a que obteve um menor desempenho, ao longo das colheitas, para esse parâmetro. As cultivares Pau Torto e Uvar também apresentaram resultados não significativos, ao obterem um total de raízes abaixo de todas as cultivares estudadas.

4. CONCLUSÃO

- As cultivares de macaxeira Aipim Bahia (15,674 t/ha) e Tupim Branca (13,086 t/ha) alcançaram as maiores produtividades médias para raízes aos 8 meses após plantio;
- A melhor época de colheita para raízes de macaxeira foi aos 8 (oito) meses após plantio. A maior produtividade média alcançada, nessa época, foi de 12,11 t/ha;
- As melhores produtividades médias para parte aérea foram obtidas pelas cultivares, Uvar (13,44), Tupim Branca (13,10), Mineira (13,07) e Aipim Bahia (12,04), respectivamente, em t/ha;
- A melhor época para produção de parte aérea das macaxeiras correspondeu aos 12 meses após plantio;
- Quanto à produtividade de amido, as melhores cultivares foram Tupim Branca (3,35 t/ha) e Aipim Bahia (3,27 t/ha) e não diferiram estatisticamente;
- A melhor época de colheita para produtividade de amido foi aos 8 meses após plantio;
- Na análise *fácil descascamento x tempo de cozimento*, os resultados indicaram que as cultivares Peixe, Aipim Bahia e Aipim Casca de Queijo, aos 6 e 8 meses de colheita, obtiveram uma correlação positiva entre esses fatores;
- A melhor época observada para fácil descascamento foi aos 8 meses após plantio;
- Independentemente do tempo de colheita, cultivares como Tupim Branca, Peixe e Aipim Casca de Queijo foram bem avaliadas quanto a textura;
- As cultivares Aipim Bahia, Preta e Aipim Casca de Queijo foram as que apresentaram resultados satisfatórios para o parâmetro sabor;
- A época de colheita não foi um fator determinante de um modo geral para o parâmetro sabor;
- A colheita aos 8 meses foi a melhor época para o total de raízes com significativo percentual de raízes comerciáveis;
- A cultivar Aipim Bahia por apresentar um percentual de raízes acima de 50% do total de raízes, em todas as épocas de colheita, foi a que melhor se comportou nas avaliações.



REFERÊNCIAS

BENESI, I. R. M.; LABUSCHAGNE, M. T.; HERSELMAN, L.; MAHUNGU, N. M.; SAKA, J. K. The effect of genotype, location and season on cassava starch extraction. **Euphytica**, v.160, p.59-74. 2008.

CEREDA, M. P. Caracterização dos resíduos da industrialização da mandioca. In: **Resíduos da industrialização da mandioca no Brasil**. São Paulo: Paulicéia, 1994.

LORENZI, J. O. Variação na qualidade culinária das raízes de mandioca. **Bragantia**, v.53, n.2, p.237-245, 1994.

PEREIRA, L. T. P.; BELÉIA, A. P. Isolamento, fracionamento e caracterização de paredes celulares de raízes de mandioca (*Manihot esculenta*, Crantz). **Ciência e Tecnologia de Alimentos**, Campinas, v. 24, 1: p 59-63, 2004.

VILPOUX, O. F.; CEREDA, M. P. Processamento de raízes e tubérculos para uso culinário minimamente processado, pré-cozidas, congeladas e fritas (french-fries). In: CEREDA, M. P., VILPOUX, O. F. (Coord.). **Tecnologia, usos e potencialidades de tuberosas amiláceas latino-americanas**. São Paulo: Fundação Cargill - Série culturas de tuberosas amiláceas latino-americanas, v 3. p. 81-131, 2003.



MANDIOCA EM ROTAÇÃO COM ARROZ E MILHO E FEIJÃO CAUPI EM SUCESSÃO¹

José Carlos Durans Pinheiro²

A rotação de culturas é uma prática agrícola que alterna em uma mesma área o plantio sequencial de diferentes culturas obedecendo um esquema sistematizado. É bastante indicada pelos efeitos benéficos que proporciona ao solo através de um maior controle da erosão e da exploração racional dos seus nutrientes.

Outras vantagens da rotação de culturas, além de proporcionar a produção diversificada de alimentos, essa prática melhora as características físicas, químicas e biológicas do solo; possibilita também, o controle fitossanitário de doenças, pragas e plantas daninhas, além de permitir o aproveitamento residual da adubação.

A mandioca destaca-se por sua habilidade em extrair nutrientes e dar bons rendimentos em solos ácidos e com baixa fertilidade natural, devido principalmente ao seu sistema radicular profundo, que exige um plano de rotação com culturas de sistema radicular mais superficial como arroz, milho, algodão e leguminosas, a fim de condicionar um aproveitamento mais equilibrado dos nutrientes disponíveis no solo e obter maior produtividade.

A exemplo, cita-se o sistema de cultivo da mandioca em fileiras duplas onde é possível a consorciação e a rotação no mesmo terreno. No plantio subsequente, as fileiras duplas de mandioca, ocuparão os espaços livres onde usou a cultura consorciada e vice-versa

O ensaio foi realizado na Unidade de Execução de Pesquisa de âmbito Regional de Bacabal (UEPAR-Bacabal), nos anos agrícolas de 1984/85 e 1985/86, objetivando obter informações sobre os efeitos da rotação com arroz, milho e feijão caupi em sucessão, sobre a produtividade de raízes, parte aérea e amido da mandioca.

1 Versão original publicada como Pesquisa em Andamento (EMAPA, Nº 36, dez/87, 5p. – ISSN 0101-6520)

2 Engº Agrônomo, M.Sc., Pesquisador.

O delineamento experimental foi de blocos ao acaso com três repetições, com 12 tratamentos, distribuídos conforme o plano de rotação a seguir:

PLANO DE ROTAÇÃO			
Nº	Primeiro Ano	Segundo Ano	Terceiro Ano
01	Mandioca adubada	Arroz/Feijão sucessão	Mandioca adubada
02	Mandioca adubada	Arroz/Feijão sucessão	Mandioca sem adubo
03	Mandioca sem adubo	Arroz/Feijão sucessão	Mandioca sem adubo
04	Mandioca sem adubo	Arroz/Feijão sucessão	Mandioca adubada
05	Mandioca adubada	Milho/Feijão sucessão	Mandioca adubada
05	Mandioca adubada	Milho/Feijão sucessão	Mandioca sem adubo
07	Mandioca sem adubo	Milho/Feijão sucessão	Mandioca sem adubo
08	Mandioca sem adubo	Milho/Feijão sucessão	Mandioca adubada
09	Mandioca adubada	Mandioca adubada	Mandioca adubada
10	Mandioca sem adubo	Mandioca sem adubo	Mandioca sem adubo
11	Mandioca adubada	Pousio	Mandioca sem adubo
12	Mandioca sem adubo	Pousio	Mandioca adubada

Esse plano de rotação seria efetuado durante três anos e seria acrescido de um tratamento adicional (4º ano) que consistiria em um local próximo ao ensaio com o dobro da área da parcela, em pousio constante desde o 1º ano, onde no quarto ano, metade seria ocupada com mandioca e cuja produção serviria de comparação com as produções dos tratamentos anualmente cultivados. Enquanto que, a outra metade continuaria em pousio a fim de se realizar os estudos de caracterização físico-química e microbiológica do solo, para avaliar a degradação físico-química, incidência de patógenos e a presença de bactérias nitrificantes no mesmo.

O plantio foi efetuado no início de janeiro, ocasião em que se fez a adubação de fundação (0-80-40 kg/ha), utilizando-se as seguintes fontes de fósforo e potássio, o superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente. Aos 45 dias após o plantio, realizou-se a adubação nitrogenada (40 kg/ha) em cobertura, empregando-se o sulfato de amônio. No primeiro ano o experimento foi instalado somente com mandioca no espaçamento 1,0 m x 0,60 m. A colheita deste ensaio foi realizada aos 12 meses. No ano seguinte, iniciou-se o plantio das culturas rotantes; arroz (IREM-16B) utilizando-se 60 sementes por metro linear em fileiras espaçadas de 0,40 m; milho (Centralmex), no espaçamento 1,0 m x 0,50 m e o feijão caupi (CNC-0434), plantado em sucessão ao arroz e milho na densidade de

0,50 m x 0,20 m. Foram implantados os tratamentos com mandioca sem rotação, obedecendo a metodologia de plantio do primeiro ensaio.

Na Tabela 1, os resultados apresentados são oriundos do experimento somente com mandioca, onde se verificou que os tratamentos adubados obtiveram produções maiores que os tratamentos não adubados, principalmente quando à produtividade de raízes, cuja variação foi de 13,60 a 17,94 t/ha com adubo e 10,46 a 17,46 t/ha sem adubo. Não houve muita diferença entre os tratamentos quando à produtividade de amido. No entanto, para parte aérea, todos os tratamentos adubados foram mais produtivos que os não adubados, indicando o quanto a mandioca é sensível a essa prática cultural.

No segundo ano, o experimento foi implantado com as culturas rotantes, arroz, milho e feijão caupi em sucessão, com destaque para os tratamentos adubados no ano anterior cujo efeito residual da adubação aumentou a produção das culturas em rotação e sucessão, quando comparada com os tratamentos não adubados, anteriormente. Esse feito ocorreu com as três culturas (Tabela 2).

As produções de arroz variaram de 2.762,0 a 3.652,67 kg/ha; enquanto que milho de 1.721,67 a 2.400,67 kg/ha e o feijão caupi em sucessão de 205,09 a 433,37 kg/ha.

A colheita aos 12 meses dos tratamentos com mandioca em cultivo sucessivo, obteve a produtividade média de raízes em 18,17 t/ha para tratamentos adubados e 15,24 t/ha para o não adubado. Comparando com o 1º ano (Tabela 1, tratamentos 9 e 10), verificou-se que a avaliação da mandioca plantada sucessivamente no mesmo local apresentou um acréscimo na produtividade do tratamento adubado no segundo ano em relação ao primeiro de 34,42%, enquanto que o tratamento não adubado manteve constante o rendimento de raízes, em torno de 15 t/ha. Resultados provisórios, pois, o plano de rotação não foi concluído.

Tabela 1 - Rendimentos médios da colheita aos 12 meses do ensaio Rotação de Cultura em Mandioca, Bacabal, 1985.

Tratamentos	Parte Aérea (t/ha)	Raízes (t/ha)	Amido (t/ha)
Mandioca adubada	14,50	16,55	5,11
Mandioca adubada	13,85	15,99	5,02
Mandioca sem adubo	11,30	11,77	3,70
Mandioca sem adubo	12,41	15,82	5,04
Mandioca adubada	15,91	17,94	5,60
Mandioca adubada	15,23	16,17	4,99
Mandioca sem adubo	13,18	17,46	5,69
Mandioca sem adubo	10,90	10,46	3,19
Mandioca adubada	14,67	13,60	4,31
Mandioca adubada	10,74	15,74	4,77



Mandioca adubada	17,07	15,05	4,76
Mandioca sem adubo	12,32	14,31	3,27

Tabela 2 - Rendimentos médios da colheita das culturas do ensaio Rotação de Culturas em Mandioca, Bacabal, 1986.

TRATAMENTOS	ARROZ (kg/ha)	MILHO (kg/ha)	FEIJÃO (kg/ha)	MANDIOCA (t/ha)
Arroz/Feijão sucessão	3.652,67	-	399,61	-
Arroz/Feijão sucessão	3.398,67	-	246,22	-
Arroz/Feijão sucessão	2.782,33	-	217,98	-
Arroz/Feijão sucessão	2.762,00	-	294,56	-
Milho/Feijão sucessão	-	2.400,67	423,19	-
Milho/Feijão sucessão	-	2.352,67	433,37	-
Milho/Feijão sucessão	-	1.838,67	228,51	-
Milho/Feijão sucessão	-	1.721,67	205,09	-
Mandioca adubada	-	-	-	18,17
Mandioca sem adubo	-	-	-	15,24
Pousio	-	-	-	-
Pousio	-	-	-	-

CONCLUSÃO

- No primeiro ano, os resultados com mandioca solteira indicaram que os tratamentos adubados foram superiores aos não adubados quanto à produtividade de raízes e parte aérea. Quanto à produtividade amido não houve diferença significativa entre os tratamentos;
- No segundo ano, as culturas rotantes, arroz, milho e feijão caupi em sucessão, tiveram aumento em suas produções, por benefício da adubação residual oriunda dos tratamentos adubados do ano anterior, em comparação com os tratamentos não adubados;
- O tratamento com mandioca em cultivo sucessivo, adubado, obteve uma produtividade média de raízes superior ao não adubado de 34,42%.

SISTEMA DE FILEIRAS DUPLAS DE MANDIOCA CONSORCIADA COM ARROZ NO MARANHÃO¹

Carlos Raimundo de Oliveira Pires²; José Carlos Durans Pinheiro³

1. INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) desempenha papel importante no estado do Maranhão, pois, além de ser uma das principais fontes de alimentos, é rica em carboidratos, servindo de subsistência a uma faixa significativa da população.

A maior parte de sua produção visa a alimentação humana através do consumo de suas raízes na forma "in natura" ou, após processadas, sob a forma de farinhas de mesa e fécula, importantes componentes da dieta alimentar, principalmente da população de baixa renda. Convém salientar, que alcança destaque na alimentação animal.

No Maranhão, a mandioca participa com outras culturas anuais, como arroz, milho e feijão caupi, do privilégio de estar entre os principais produtos alimentares da agricultura familiar. Entretanto, a produtividade média da cultura é baixa (8,0 t/ha), contribuindo para isso o uso inadequado de técnicas e práticas culturais.

O plantio consorciado da mandioca no Maranhão, é prática tradicional entre os produtores, principalmente com as culturas alimentares arroz, milho e feijão caupi. Pela peculiaridade da exploração, este sistema de plantio, que a primeira vista parece refletir o alcance de baixos rendimentos, tem ao longo de décadas, permitindo a este estrato de produtores, a diversificação de alimentos proteicos e energéticos, com reduzidos riscos na produção.

De acordo com SOUZA et al. (2003) as vantagens do consórcio mandioca em fileiras duplas em relação aos monocultivos, são: o de promover maior estabilidade da produção, melhorar a utilização da terra, melhorar a exploração de água e nutrientes, melhorar a utilização da força de trabalho, aumentar a eficiência no controle de ervas daninhas, aumentar a proteção do solo contra erosão e disponibilizar mais de uma fonte alimentar e de renda.

1 Versão original publicada como Comunicado Técnico (EMAPA, nº 17, abr/89, 5p./ISSN 0101-0069)

2 Engº Agrônomo, Pesquisador.

3 Engº Agrônomo, M.Sc., Pesquisador.

Outras vantagens são oferecidas pelo sistema, tais como: cultivo mínimo do solo; cultivo contínuo da mesma área, com a alternância das fileiras; redução da mão-de-obra diminuindo os custos de produção; crescimento de cobertura vegetal entre as fileiras diminuindo a erosão; enriquecimento do solo com material orgânico; utilização facilitada e maior desempenho de cultivo e colheita mecanizada; facilidade de inspeção e aplicação de defensivos; menor disseminação de pragas e doenças.

A utilização do sistema de fileiras duplas na cultura da mandioca é recomendada, porque facilita os tratos culturais, aumenta a eficiência produtiva da área cultivada, permite a consorciação com outras culturas nos espaçamentos maiores e a rotação de culturas na mesma área MATTOS et al. (1990).

Apesar da redução do número de plantas por área quando comparado com o sistema fileira simples, no sistema fileira duplas, a mandioca ainda se beneficia da maior exposição solar, visto que as plantas recebem maior luminosidade, é o que se denomina de "efeito bordadura".

O desenvolvimento de pesquisas com consórcios em fileiras duplas, com o objetivo de melhorar a eficiência técnica dos sistemas tradicionais em uso, foi testada e adaptada por meio de ensaios realizados na Unidade de Execução de Pesquisa de Âmbito Regional (Uepar Bacabal).

2. DESCRIÇÃO DO SISTEMA

O sistema caracterizou-se pelo plantio de mandioca em fileiras duplas espaçadas a uma maior distância que as fileiras simples, possibilitando o plantio intercalar de outras culturas, tais como: arroz (Foto 1), milho (Foto 2), feijão caupi, batata e amendoim.

A cultura consorte a ser plantada foi escolhida levando em consideração seu porte, ciclo, compatibilidade com a mandioca em relação a pragas e doenças. O porte da mandioca foi o ereto que é o mais indicado, pois, oferece menor sombreamento. Pode-se optar, também, pelo porte baixo e ramificado.

Foto 1 – Fileiras duplas mandioca x arroz



Fonte: Internet (2017)

Foto 2 – FD mandioca x milho (após colheita)



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (1986)

O destocamento ou limpeza da área foi essencial, para que não houvesse perdas nas covas de plantio, e com isto, a não redução do número de plantas. Primeiro, o plantio da mandioca e em seguida o do arroz, ocorrendo no início do período chuvoso (dezembro/janeiro).

Usou-se para o plantio da mandioca, manivas com 20 cm de comprimento, com 4 a 5 gemas, obtidas da parte mediana da planta com 10 a 12 meses.

O espaçamento da mandioca no sistema de fileiras duplas foi de 2,0 m x 0,50 m x 0,50 m, sendo 2,0 m entre fileiras duplas, 0,50 m entre fileiras simples e 0,50 m entre plantas na fileira, o que correspondeu a uma população de 16.000 plantas/ha ou 40 fileiras duplas/ha, densidade um pouco menor que no monocultivo (fileiras simples no espaçamento de 1,0 m x 0,60 m) com 16.666 plantas/ha. O arroz ocupou uma faixa de cerca de 1,20 m de largura entre as fileiras duplas de mandioca, foi plantado em sulcos com 50 a 60 sementes por metro linear ou no espaçamento de 0,30 m x 0,30 m, com 4 a 5 sementes por cova (Figura 1).

É recomendável, também, a utilização do espaçamento 2,0 m x 0,60 m x 0,60 m, sendo 2,0 m entre fileiras duplas, 0,60 m entre fileiras simples e 0,60 m entre plantas na fileira, o que corresponde a uma população de 12.820 plantas/ha ou 38 fileiras duplas/ha.

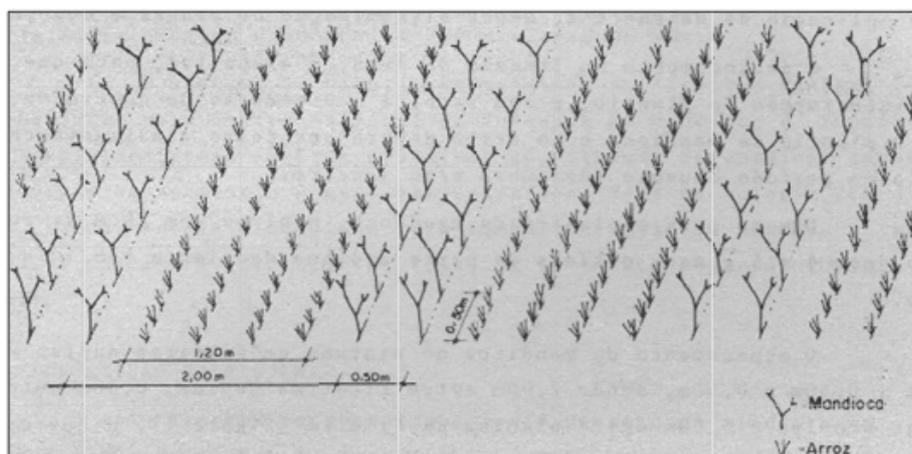


FIGURA 1 - Arranjo espacial do sistema de fileiras duplas de mandioca consorciada com arroz.

A adubação foi de acordo com a análise do solo. Por ocasião do plantio da mandioca e do arroz, na adubação de fundação foi aplicado todo o fósforo (superfosfato triplo) e potássio (cloreto de potássio). O nitrogênio, sob a forma de sulfato de amônio foi aplicado em cobertura, 45 dias após o plantio.

Efetou-se o controle de plantas invasoras, através de capinas manuais quando o nível de infestação indicou a necessidade, para evitar concorrência com as culturas em água e nutrientes. O controle de pragas e doenças com defensivos agrícolas, também foi necessário, para permitir um bom desenvolvimento cultural.

A colheita do arroz foi efetuada quando este atingiu o seu ponto de maturação, deixando-se os restos culturais entre as fileiras duplas de mandioca, para o enriquecimento do solo com a matéria orgânica e servir de cobertura morta protegendo-o das ervas invasoras e da erosão.

3. RESULTADOS OBTIDOS

A produtividade do sistema de fileiras duplas de mandioca consorciada com arroz sem adubação, conforme Tabela 1, foi maior que no consórcio tradicional, devido ao arranjo espacial e aos tratos culturais, tais como: seleção de manivas, profundidade de plantio e tamanho de manivas adequados, capinas e controle de pragas e doenças. Com a adubação há um incremento de 174% e 23% para a mandioca e arroz, respectivamente.

Tabela 1 - Produtividade média em kg/ha de mandioca e arroz solteiro, consórcio tradicional e em fileiras duplas.

SISTEMA DE PRODUÇÃO	SEM ADUBO		COM ADUBO	
	Mandioca	Arroz	Mandioca	Arroz
Mandioca solteira	15.000	-	40.900	-
Arroz solteiro	-	1.872	-	2.578
Consórcio tradicional	8.000	1.200	-	-
Fileiras Duplas	13.600	1.600	37.300	1.972

Com relação às culturas solteiras (Tabela 1), o sistema mandioca em fileiras duplas apresenta a vantagem de melhorar as propriedades físico químicas do solo, além de aumentar a renda e diversificar a dieta alimentar, por permitir o uso de outras culturas consortes.

4. RECOMENDAÇÕES

- O sistema de fileiras duplas de mandioca consorciada com arroz é recomendado para os produtores familiares do estado do Maranhão, por propiciar o uso mais eficiente da terra e a estabilidade da produção, além de aumentar a renda e diversificar a dieta alimentar;
- O espaçamento da mandioca será de 2,0 m x 0,50 m x 0,50 m com uma população de 16.000 plantas/ha. A adubação será de acordo com a análise do solo. As variedades de mandioca de porte ereto são as mais indicadas para esse sistema.

REFERÊNCIAS

SOUZA, L. da S.; FIALHO, J. de F. Cultivo da Mandioca para a Região do Cerrado. Embrapa Mandioca e Fruticultura. **Sistemas de Produção 8**, jan/2003. Versão eletrônica (ISSN 1678-8796).

MATTOS, P.L.P. de; SOUZA, A. da S.; CALDAS, R.C. Consorciação de mandioca plantada em fileiras duplas com feijão. **Rev. Bras. Mandioca**, Cruz das Almas (BA), v. 9, n. 1/2, p.83-90, 1990.



6

FERTILIDADE DO SOLO

ADUBAÇÃO NPK EM MANDIOCA¹

José Carlos Durans Pinheiro²

INTRODUÇÃO

A obtenção de rendimentos máximos por unidade de área tornou-se a meta principal de todos os cultivos agrícolas, devido, principalmente à necessidade de se compatibilizar a produção de alimentos com o crescimento populacional, processo que somente será alcançado com o uso eficiente dos fertilizantes, mediante dosagens consideradas econômicas e acompanhadas de técnicas estabelecidas como incrementadoras da produção, sem negligenciar, o emprego de outros insumos indispensáveis à concretização dessa meta.

Segundo SOUZA et al. (2009) uma das causas para o baixo rendimento da mandioca é que seu cultivo geralmente ocorre em solos extremamente frágeis, de textura arenosa a média, com baixa capacidade de retenção de água e com teores muito baixo de matéria orgânica, fósforo, cálcio, magnésio e potássio.

Particularmente para a cultura da mandioca, o não uso de fertilizantes representa um elemento limitante da produtividade desde que aliado à errônea concepção de que a cultura produz em solos pobres, lhes reservam áreas marginais onde outras culturas anuais não produziriam satisfatoriamente, pelo contrário, a mandioca retira grandes quantidades de nutrientes do solo e exporta tudo que foi absorvido, daí a importância da adubação nesta cultura.

Sendo assim, partindo dessa premissa, foi conduzido em Bacabal, município do Maranhão, o presente trabalho, com o objetivo de verificar a reação da planta de mandioca aos efeitos de doses crescentes de nitrogênio, fósforo e potássio e estabelecer níveis de adubação NPK que atendam às exigências nutricionais da cultura nesse local.

1 Trabalho com resultados inéditos.

2 Engº Agrônomo, M.Sc., Pesquisador.

MATERIAL E MÉTODOS

Neste ensaio, utilizou-se o esquema fatorial 3³ com 27 tratamentos para nitrogênio, fósforo e potássio, em blocos de nove parcelas com confundimento da interação N x P x K, com uma repetição. Usou-se o grupo Z de Yates para fazer o confundimento. As parcelas tiveram cinco fileiras de dez plantas no espaçamento de 1,0 m x 0,60 m, efetuando-se as observações apenas na área útil composta das três fileiras centrais, correspondente a 14,40 m². Empregaram-se manivas-sementes de 20 cm, as quais foram plantadas na posição horizontal, da cultivar Goela de Jacu, cujas características morfológicas apresentadas, porte alto e ramificado, polpa de cor branca e utilizada para fins industriais.

O fósforo e o potássio sob a forma de superfosfato triplo e cloreto de potássio, respectivamente, foram aplicados nos sulcos de plantio a 10 cm de profundidade e cobertos com terra antes da colocação das manivas-sementes, o nitrogênio sob a forma de sulfato de amônio foi ministrado em cobertura, 45 dias após o plantio.

Os solos da região estão representados por Podzólico Vermelho-Amarelo, Plintossolos e Solos Aluviais (EMBRAPA, 2006).

Tabela 01 – Distribuição dos adubos conforme níveis e época de aplicação

Nome do adubo	Quantidade (kg/ha)		Níveis	Época de Aplicação
	Adubo	Nutrientes		
Sulfato de Amônio	200	40	1	Em cobertura 45 DAP
	400	80	2	
	600	120	3	
Superfosfato Triplo	89	40	1	Em fundação no plantio
	178	80	2	
	267	120	3	
Cloreto de Potássio	67	40	1	Em fundação no plantio
	133	80	2	
	200	120	3	

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na análise estatística quanto à produtividade de raízes, o coeficiente de variação foi de 20,84 % e não houve efeito significativo entre os elementos estudados. Evidencia-se na Tabela 02 que as produtividades médias de raízes obtidas sob o efeito dos níveis aplicados de NPK, os resultados não diferiram estatisticamente entre si, no entanto, a produtividade de raízes alcançada com o nível 2 de N (29,69 t/ha) e K (30,20 t/ha), destacaram-se com os maiores rendimentos para esse parâmetro. Enquanto que, a resposta ao fósforo foi inversamente proporcional aos níveis de aplicação no solo, ou seja, mesmo não havendo diferença significativa entre os três níveis, o nível 1 alcançou maior rendimento de raízes 29,43 t/ha. As interações lineares duplas NP, NK e PK não alcançaram significância.

Tabela 02 – Produtividade média dos vários efeitos da adubação no ensaio Adubação NPK em mandioca conduzido em Bacabal – MA.

Níveis dos Nutrientes	Produtividade (t/ha)		Amido (%)	
	Raízes	Ramas		
Nitrogênio	N ₁	28,46	45,76	28,58
	N ₂	29,69	44,92	28,09
	N ₃	28,38	51,11	28,89
Fósforo	P ₁	29,43	47,99	28,46
	P ₂	29,21	50,00	28,73
	P ₃	27,89	43,79	28,36
Potássio	K ₁	27,25	46,34	28,45
	K ₂	30,20	51,56	28,82
	K ₃	26,22	43,89	28,29
Coeficiente de Variação:		20,84 %	10,49 %	5,15 %

Quanto à produtividade da parte aérea, a análise revelou um coeficiente de variação de 10,49 %. Na tabela 02 verificou-se que dentre os níveis aplicados de nitrogênio foi o N₃ que favoreceu uma maior produção de parte aérea, 51,11 t/ha, como era esperado, pois, segundo Takahashi (2004) a aplicação de nitrogênio na cultura da mandioca não tem propiciado aumento na produtividade de raízes, somente o incremento da parte aérea. Quanto aos elementos fósforo e potássio, o nível 2 para ambos alcançou os melhores rendimentos, P₂ (50,00 t/ha) e K₂ (51,56 t/ha).

Observa-se na Tabela 02, que em relação ao percentual de amido todos os resultados obtidos, independentemente do elemento e dos níveis aplicados no solo, foram semelhantes, em torno de 28 %. A análise confirmou um CV de 5,15 %.

CONCLUSÃO

- a adubação da mandioca trará incremento na produtividade de raízes quando estiver associada a outras tecnologias de melhoria do manejo de cultivo;
- a produtividade alcançada com o nível 2 de N (29,69 t/ha) e K (30,20 t/ha), destacaram-se com os maiores rendimentos para raízes;
- dentre os níveis aplicados de nitrogênio foi o N₃ que favoreceu uma maior produção de parte aérea, 51,11 t/ha;
- em relação ao percentual de amido todos os resultados obtidos foram semelhantes, em torno de 28 %.

REFERÊNCIAS

EMBRAPA. **Solos do Nordeste**. Recife, 2006. Disponível em: <(www.uep.cnps.embrapa.br/solos/index.html) >. Acesso em: 11 jun. 2018.

SOUZA, L. da SILVA; SOUZA, L. D.; SANTOS, V. da SILVA. **Recomendação de Calagem e Adubação para a Cultivo da Mandioca no Maranhão**. Comunicado Técnico, 135, EMBRAPA/CNPMPF, Cruz das Almas, BA. 2009, 5p.

TAKAHASHI, M. **Adubação na Cultura da Mandioca**. Estação Experimental de Paranavaí, IAPAR, PR. 2004,3p.



7

PRAGAS E DOENÇAS

AVALIAÇÃO DE RESISTÊNCIA DE CULTIVARES DE MANDIOCA À INFESTAÇÃO POR *Neosilba perezii* (ROMERO & RUPPELL) (DIPTERA: LONCHAEIDAE)¹

José Carlos Durans Pinheiro², Evandro Ferreira das Chagas³, Antonio Lopes do Bonfim Neto²

RESUMO

A pesquisa teve como objetivo avaliar a resistência de 36 cultivares de mandioca ao ataque de *Neosilba perezii* (broca dos brotos), das quais 20 tradicionais e 16 introduzidas. As observações foram realizadas no ensaio "Teste Avançado de Produtividade", obedecendo ao delineamento de blocos ao acaso com 04 repetições e parcela com dimensões 6,0 m x 6,0 m, contendo 36 plantas distanciadas de 1,0 m x 1,0 m. Para avaliação dos rendimentos de raízes, parte aérea e amido, foram desconsideradas as linhas de plantas laterais e das extremidades de cada parcela, ficando a área útil com 16 m² (4 m x 4 m). As leituras foram efetuadas sob infestação natural durante os meses de julho a agosto, que correspondeu ao período de maior ocorrência da mosca. O parâmetro utilizado na avaliação foi o número de plantas atacadas por parcelas. Para avaliação do grau de resistência, adaptou-se uma escala visual de notas, conforme discriminação a seguir: 0=altamente resistente; 1=resistente; 2=tolerante; 3=suscetível; 4=altamente suscetível. Os resultados indicaram que das 36 cultivares estudadas, 2 foram consideradas altamente resistentes, 25 resistentes e 9 tolerantes. As cultivares Najasinha do Olho Roxo/BGM 664 e Tumazinha/BGM 700, indicadas como altamente resistentes, não sofreram ataque das moscas em qualquer das repetições do experimento, enquanto que as cultivares Variedade 77/BGM 141, Jaburu/BGM 187 e Aipim Bravo/BGM 001, consideradas tolerantes, obtiveram promissoras produtividades de raízes. A análise estatística revelou diferença entre os tratamentos pelo teste F e a comparação de médias, utilizando o teste Tukey, indicou que as cultivares numeradas de 1 a 27 foram iguais para resistência à mosca dos brotos. Entre as cultivares testadas nenhuma recebeu o grau de suscetível ou altamente suscetível. Conclui-se que há potencialidade à resistência à *Neosilba perezii* nos materiais estudados.

1 Trabalho apresentado no 14º Congresso Brasileiro de Entomologia, Piracicaba, SP.

2 Engº Agrônomo, M. Sc., Pesquisador.

3 Engº Agrônomo, PhD, Pesquisador.

INTRODUÇÃO

Diversas são as espécies de insetos e ácaros que atacam a mandioca causando danos de importância econômica, no entanto, a maioria, não prejudicam as raízes, considerado o produto nobre da planta, mas, prejudicam a folhagem causando perdas no rendimento devido à diminuição da taxa fotossintética, enquanto outras pragas atacam o caule, ramos e brotos terminais, impedindo a translocação normal de nutrientes, além de inutilizar o material de propagação.

A mosca adulta de *Neosilba perezi* (Romero & Ruppell, 1973) (Diptera, Lonchaeidae) de cor azul metálico escuro (foto 1), é uma praga que utiliza em seu estágio larval, os brotos de mandioca como recurso alimentar. Ataca os brotos apicais de plantas de mandioca, causando seca e morte dos ponteiros e quebra da dominância apical. As plantas atacadas são estimuladas a emitirem brotações laterais, que são passíveis de novos ataques. Altas populações da praga atacando plantas jovens podem ocasionar sintomas de nanismo, além de perdas de material propagativo. O dano é detectado pela presença de um exsudado de cor marrom que flui dos pontos de crescimento e que a protege do ataque de parasitas e inseticidas (foto 2). Esse exsudado é resultante da atividade alimentar das larvas nos brotos terminais, os quais morrem, retardando o crescimento da planta, devido a eliminação da dominância apical, que ocasiona a emissão de brotos laterais, os quais podem também ser atacados.

Foto 1-Inseto adulto *Neosilba perezi*



Fonte: internet (2020)

Foto 2-Dano causado pela praga



Fonte: internet (2020)

A *Neosilba perezi* é caracterizada por apresentar larvas que infestam particularmente brotos da mandioca sendo conhecida como mosca-dos-brotos. Segundo DE LORENZI et al (2016) a taxonomia da *Neosilba perezi* foi bastante controversa, provavelmente, devido à difícil caracterização da espécie, baseada na morfologia do aparelho reprodutor do macho. De fato, segundo OLIVEIRA (1987), a dificuldade taxonômica em distinguir as espécies da família Lonchaeidae se mostra válida também para *N. perezi*, e muitos trabalhos a citam como *Silba pendula*, (Bezzi, 1919).

Atualmente vem ocorrendo um aumento no ataque da mosca do broto em plantações de mandioca, causando danos a esta cultura, principalmente quan-

to à redução da qualidade e quantidade de manivas-ementes. Essa mosca vem ganhando destaque nos últimos anos como praga primária nas principais regiões produtoras do país. A sua incidência é variável de acordo com a região e época do ano. Segundo DE LORENZI et al (2016) a mosca-do-broto já foi descrita atacando lavouras de mandioca em todos os estados do Nordeste e do Sudeste do Brasil.

Muitos estudos são necessários para conhecer a dinâmica da praga mosca dos brotos e estabelecer os níveis de danos na cultura da mandioca. Recomenda-se para controle desta praga a destruição e queima dos brotos atacados e a utilização de variedades resistentes. Além disso, segundo FUKUDA et al. (2005), vários problemas de pragas e doenças podem ser solucionados pelo uso de variedades resistentes, sendo que em alguns casos, variedades resistentes de mandioca constitui a única alternativa viável na solução de alguns problemas.

Considerando a importância da cultura da mandioca como fonte alimentar humana e animal e levando em conta os efeitos adversos do uso de agrotóxicos, este estudo teve como objetivo determinar a época de maior incidência da mosca dos brotos e o grau de resistência em cultivares de mandioca em Bacabal.

MATERIAL E MÉTODOS

As observações foram realizadas no ensaio Teste Avançado de Produtividade, composto de 36 cultivares de mandioca, sendo 20 tradicionais e 16 originárias do CNPMF/EMBRAPA, instalado na Unidade Experimental da Uepar Bacabal, após constatação que populações de mosca dos brotos estavam se estabelecendo em várias cultivares de forma preocupante, onde oportunamente decidiu-se analisar os danos causados pela praga.

O ensaio Teste Avançado de Produtividade foi implantado obedecendo ao delineamento blocos ao acaso com quatro repetições. Nas parcelas com dimensões 6,0 m x 6,0 m, continham 36 plantas distanciadas no espaçamento de 1,0 m x 1,0 m.

As leituras foram efetuadas sob infestação natural durante todo o período de ocorrência da praga, que correspondeu aos meses de julho a agosto, início da estação seca em Bacabal e demonstrando que a duração do ataque foi relativamente curta. Para melhor dimensionar a população de moscas, o parâmetro utilizado nas avaliações foi direcionado para o número de plantas atacadas por parcela.

Para avaliação dos rendimentos de raízes, parte aérea e amido, foram desconsideradas as linhas de plantas laterais e das extremidades de cada parcela, ficando a área útil com 16 m² (4 m x 4 m).

Para classificar as cultivares quanto a percentagem de plantas atacadas nos brotos, adotou-se a avaliação de pragas em experimentos com mandioca por

BELLOTTI (1978) citado por SILVA (1981) e específico para mosca dos brotos, assim compreendido:

- a) Não há broto atacado.
- b) Até 25% de plantas atacadas nos brotos.
- c) 26-50% de plantas atacadas nos brotos.
- d) 51-75% de plantas atacadas nos brotos. Retardamento do crescimento da planta.
- e) 76-100% de plantas atacadas nos brotos. Retardamento do crescimento da planta.

A partir dessa avaliação, adaptou-se o grau de resistência, adotando-se uma escala visual de notas, conforme discriminação a seguir:

- Altamente Resistente.
- Resistente.
- Tolerante.
- Suscetível.
- Altamente suscetível.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 1, verifica-se a ordenação das cultivares em função da ocorrência da mosca sobre o número de plantas atacadas nas parcelas experimentais, destacando-se as cultivares Najasinha do Olho Roxo/BGM 664 e Tumazinha/BGM 700 que não sofreram ataques da mosca, nas 4 repetições, em quaisquer das parcelas casualizadas. Enquanto 18 cultivares sofreram baixa incidência, em torno de 2 a 13 plantas, o que reuniu um expressivo número de cultivares com grande potencial para resistência à mosca dos brotos. No entanto, cultivares como Najá Boi/BGM 691, Aciolina e Aipim Bahia/BGM 246, no outro extremo, foram bastantes infestadas pela praga, ao serem atacadas por quase metade do total de suas plantas no ensaio.



Tabela 1 – Ocorrência de mosca dos brotos em cultivares de mandioca em Bacabal.

Cultivares	Nº de plantas atacadas nos brotos					
	RI	RII	RIII	RIV	total	x (média)
1.Najasinha do Olho Roxo/BGM 664	0	0	0	0	0	0,0
2.Tumazinha/BGM 700	0	0	0	0	0	0,0
3.Mucuruna	1	0	1	0	2	0,5
4.Seis Meses II	0	0	0	2	2	0,5
5.Branca/BGM 692	1	0	1	0	2	0,5
6.Cangussu/BGM 675	0	1	0	1	2	0,5
7.Aparecida	0	0	2	1	3	0,75
8.Branquinha III	0	0	2	1	3	0,75
9.Flor do Brasil/BGM 680	0	0	3	0	3	0,75
10.Goela de Jacu/BGM 694	0	2	0	2	4	1,0
11.Cultivar 322	0	0	4	0	4	1,0
12.Paroara/BGM 662	0	1	3	1	5	1,25
13.Carga de Burro/BGM 665	1	2	1	2	6	1,5
14.Clone EAB-83/BGM 233	3	0	3	2	8	2,0
15.Mangue I/BGM 197	1	0	5	2	8	2,0
16.Tupim Branca/BGM 242	2	2	2	2	8	2,0
17.Jatobá	1	3	2	4	10	2,5
18.Variedade 15-I/BGM 124	0	0	3	7	10	2,5
19.São João I/BGM 195	0	4	2	5	11	2,75
20.Salangor Preta/BGM 072	1	5	2	5	13	3,25
21.Urubu II	3	5	3	5	16	4,0
22.Aipim Casca de Queijo/BGM 248	3	2	5	6	16	4,0
23.Girau	6	2	7	4	19	4,75
24.Vermelhinha II/BGM 696	8	2	11	3	24	6,0
25.Branquinha I	8	4	8	7	27	6,75
26.Arizoninha Preta/BGM 689	1	3	15	9	28	7,0
27.Peixe	12	2	12	3	29	7,25
28.Preta	14	3	18	5	40	10,0
29.Unha/BGM 682	12	1	20	10	43	10,75
30.Pretinha I/BGM 096	1	16	12	18	47	11,75
31.Aipim Bravo/BGM 001	14	6	20	12	52	13,0
32.Jaburu/BGM 187	15	5	21	15	56	14,0
33.Variedade 77/BGM 141	7	14	8	30	59	14,75
34.Najá Boi/BGM 691	17	6	28	9	60	15,0
35.Aciolina	20	7	20	16	63	15,75
36.Aipim Bahia/BGM 246	16	11	21	16	64	16,0
Total	168	109	265	205	747	

Os resultados alcançados durante o ensaio foram submetidos à análise de variância, segundo modelo em delineamento blocos ao acaso, em quatro repetições, conforme demonstrado na tabela 2. A análise de variância indicou que houve dife-

rença entre os tratamentos (cultivares) ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F.

Tabela 2 – Modelo de ANOVA e teste F para comparação de cultivares de mandioca quanto ao nível de resistência à mosca dos brotos.

Causas de Variação	GL	SQ	QM	F
TOTAL	143	5903,9375	-	
TRATAMENTOS	35	3941,1875	112,60535	7,3633*
BLOCOS	3	357,0208	119,00693	
RESÍDUO	105	1605,7292	15,29266	

*Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo Teste F.

Na Tabela 3, na comparação das médias entre os tratamentos, utilizando o teste Tukey, a análise revelou que as cultivares numeradas de 1 a 27, não diferiram estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, portanto, foram consideradas resistentes.

Verifica-se na Tabela 4 que das 36 cultivares testadas 20 são tradicionais do nosso estado e 16 são introduzidas e quanto ao princípio tóxico, 33 são bravas e 3 são mansas, que após avaliação, apresentaram um intervalo de percentagem de dano de 0 a 47,41%, o que permitiu a seguinte classificação, 2 altamente resistentes, 25 resistentes e 9 tolerantes. Destacaram-se as cultivares Najasinha do Olho Roxo/BGM 664 e Tumazinha/BGM 700 que não sofreram ataques da praga em quaisquer das parcelas experimentais, foram consideradas como altamente resistentes, enquanto que, as cultivares Najá Boi/BGM 691, Aciolina e Aipim Bahia/BGM 246, evidenciaram um percentual de plantas atacadas de 45,10%; 47,01% e 47,41%, respectivamente. Em função desse comportamento e baseado na escala de notas, foram enquadradas como tolerantes. Mesmo assim, essas cultivares não tiveram comprometidos os seus rendimentos de raízes, parte aérea e amido com o grau de infestação apresentado, justifica-se esse desempenho, devido à reconstrução imediata da parte aérea, após completado o ciclo da praga. Entre as cultivares avaliadas, nenhuma recebeu o grau de suscetível ou altamente suscetível.

Na Tabela 4, verifica-se, também, informações a respeito da época de ocorrência da praga, cuja infestação iniciou em julho, completando seu ciclo em agosto, onde apresentou maior incidência, indicando um comportamento ativo em dias quentes, já que o período de ocorrência, compreenderam os meses de início da estação seca em Bacabal. A época de ocorrência teve no mês de agosto uma população mais significativa, 470 plantas atacadas nos brotos, de um total de 4.740, que resultou num percentual de 9,92%, enquanto que, no mês de julho foi de 277 plantas, com uma incidência de 5,84%. Essas observações estão de acordo com BELLOTTI et al. (1982) ao relatarem que no CIAT, Colômbia, o período seco favoreceu o estabelecimento de altas populações de mosca dos brotos, confirmado por RODRIGUES et al.(1991) quando realizaram levantamentos das espécies pragas que ocorrem nas principais microrregiões produtoras de mandioca do Maranhão, na época seca e chuvosa, e detectaram a ocorrência da mosca dos brotos somente na época seca, em uma percentagem média de incidência de 31,27 % no Alto Mearim e 5,53 % no Médio Mearim.



Tabela 3 – Comparação das médias das cultivares avaliadas para resistência à mosca dos brotos, utilizando o teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.

$\Delta_p = 10,95$	1(0,0)	2(0,0)	3(0,5)	4(0,5)	5(0,5)	6(0,5)	7(0,75)	8(0,75)	9(0,75)	10(1,0)	11(1,0)	12(1,25)	13(1,5)/	35(15,75)																									
36 (16,0)	16,0*	16,0*	15,5*	15,5*	15,5,0*	15,5*	15,25*	15,25*	15,25*	15,0*	15,0*	14,75*	14,5*	0,25 ^{NS}																									
35 (15,75)	15,75*	15,75*	15,25*	15,25*	15,25*	15,25*	15,0*	15,0*	15,0*	14,75*	14,75*	14,5*	14,25*	0,0																									
34 (15,0)	15,0*	15,0*	14,5*	14,5*	14,5*	14,5*	14,25*	14,25*	14,25*	14,0*	14,0*	13,75*	13,5*	-																									
33 (14,75)	14,75*	14,75*	14,25*	14,25*	14,25*	14,25*	14,0*	14,0*	14,0*	13,75*	13,75*	13,5*	13,25*	-																									
32 (14,0)	14,0*	14,0*	13,5*	13,5*	13,5*	13,5*	13,25*	13,25*	13,25*	13,0*	13,0*	12,75*	12,5*	-																									
31 (13,0)	13,0*	13,0*	12,5*	12,5*	12,5*	12,5*	12,25*	12,25*	12,25*	12,0*	12,0*	11,75*	11,5*	-																									
30 (11,75)	11,75*	11,75*	11,25*	11,25*	11,25*	11,25*	11,0*	11,0*	11,0*	10,75 ^{NS}	10,75 ^{NS}	10,5 ^{NS}	10,25 ^{NS}	-																									
29 (10,75)	10,75 ^{NS}	10,75 ^{NS}	10,25 ^{NS}	10,25 ^{NS}	10,25 ^{NS}	10,25 ^{NS}	10,0 ^{NS}	10,0 ^{NS}	10,0 ^{NS}	9,75 ^{NS}	9,75 ^{NS}	9,5 ^{NS}	-	-																									
28 (10,0)	10,0 ^{NS}	10,0 ^{NS}	9,5 ^{NS}	9,5 ^{NS}	9,5 ^{NS}	9,5 ^{NS}	9,25 ^{NS}	9,25 ^{NS}	9,25 ^{NS}	9,0 ^{NS}	9,0 ^{NS}	8,75 ^{NS}	-	-																									
27 (7,25)	7,25 ^{NS}	7,25 ^{NS}	6,75 ^{NS}	6,75 ^{NS}	6,75 ^{NS}	6,75 ^{NS}	6,5 ^{NS}	6,5 ^{NS}	6,5 ^{NS}	6,25 ^{NS}	6,25 ^{NS}	6,0 ^{NS}	-	-																									
26 (7,0)	7,0 ^{NS}	7,0 ^{NS}	6,5 ^{NS}	6,5 ^{NS}	6,5 ^{NS}	6,5 ^{NS}	6,25 ^{NS}	6,25 ^{NS}	6,25 ^{NS}	6,0 ^{NS}	6,0 ^{NS}	5,75 ^{NS}	-	-																									
25 (6,75)	6,75 ^{NS}	6,75 ^{NS}	6,25 ^{NS}	6,25 ^{NS}	6,25 ^{NS}	6,25 ^{NS}	6,0 ^{NS}	6,0 ^{NS}	6,0 ^{NS}	5,75 ^{NS}	5,75 ^{NS}	-	-	-																									
24 (6,0)	6,0 ^{NS}	6,0 ^{NS}	5,5 ^{NS}	5,5 ^{NS}	5,5 ^{NS}	5,5 ^{NS}	5,25 ^{NS}	5,25 ^{NS}	5,25 ^{NS}	5,0 ^{NS}	5,0 ^{NS}	-	-	-																									
23 (4,75)	4,75 ^{NS}	4,75 ^{NS}	4,25 ^{NS}	4,25 ^{NS}	4,25 ^{NS}	4,25 ^{NS}	4,0 ^{NS}	4,0 ^{NS}	4,0 ^{NS}	3,75 ^{NS}	3,75 ^{NS}	-	-	-																									
22 (4,0)	4,0 ^{NS}	4,0 ^{NS}	3,5 ^{NS}	3,5 ^{NS}	3,5 ^{NS}	3,5 ^{NS}	3,25 ^{NS}	3,25 ^{NS}	3,25 ^{NS}	3,0 ^{NS}	3,0 ^{NS}	-	-	-																									
21 (4,0)	4,0 ^{NS}	4,0 ^{NS}	3,5 ^{NS}	3,5 ^{NS}	3,5 ^{NS}	3,5 ^{NS}	3,25 ^{NS}	3,25 ^{NS}	3,25 ^{NS}	3,0 ^{NS}	-	-	-	-																									
20 (3,25)	3,25 ^{NS}	3,25 ^{NS}	2,75 ^{NS}	2,75 ^{NS}	2,75 ^{NS}	2,75 ^{NS}	2,5 ^{NS}	2,5 ^{NS}	2,5 ^{NS}	2,25 ^{NS}	-	-	-	-																									
19 (2,75)	2,75 ^{NS}	2,75 ^{NS}	2,25 ^{NS}	2,25 ^{NS}	2,25 ^{NS}	2,25 ^{NS}	2,0 ^{NS}	2,0 ^{NS}	2,0 ^{NS}	1,75 ^{NS}	-	-	-	-																									
18 (2,5)	2,5 ^{NS}	2,5 ^{NS}	2,0 ^{NS}	2,0 ^{NS}	2,0 ^{NS}	2,0 ^{NS}	1,75 ^{NS}	1,75 ^{NS}	1,75 ^{NS}	-	-	-	-	-																									
17 (2,5)	2,5 ^{NS}	2,5 ^{NS}	2,0 ^{NS}	2,0 ^{NS}	2,0 ^{NS}	2,0 ^{NS}	1,75 ^{NS}	1,75 ^{NS}	1,75 ^{NS}	-	-	-	-	-																									
16 (2,0)	2,0 ^{NS}	2,0 ^{NS}	1,5 ^{NS}	1,5 ^{NS}	1,5 ^{NS}	1,5 ^{NS}	1,25 ^{NS}	1,25 ^{NS}	1,25 ^{NS}	-	-	-	-	-																									
15 (2,0)	2,0 ^{NS}	2,0 ^{NS}	1,5 ^{NS}	1,5 ^{NS}	1,5 ^{NS}	1,5 ^{NS}	1,25 ^{NS}	1,25 ^{NS}	-	-	-	-	-	-																									
14 (2,0)	2,0 ^{NS}	2,0 ^{NS}	1,5 ^{NS}	1,5 ^{NS}	1,5 ^{NS}	1,5 ^{NS}	1,25 ^{NS}	1,25 ^{NS}	-	-	-	-	-	-																									
13 (1,5)	1,5 ^{NS}	1,5 ^{NS}	1,0 ^{NS}	1,0 ^{NS}	1,0 ^{NS}	1,0 ^{NS}	0,75 ^{NS}	-	-	-	-	-	-	-																									
12 (1,25)	1,25 ^{NS}	1,25 ^{NS}	0,75 ^{NS}	0,75 ^{NS}	0,75 ^{NS}	0,75 ^{NS}	0,50 ^{NS}	-	-	-	-	-	-	-																									
11 (1,0)	1,0 ^{NS}	1,0 ^{NS}	0,5 ^{NS}	0,5 ^{NS}	0,5 ^{NS}	0,5 ^{NS}	-	-	-	-	-	-	-	-																									
10 (1,0)	1,0 ^{NS}	1,0 ^{NS}	0,5 ^{NS}	0,5 ^{NS}	0,5 ^{NS}	0,5 ^{NS}	-	-	-	-	-	-	-	-																									
9 (0,75)	0,75 ^{NS}	0,75 ^{NS}	0,25 ^{NS}	0,25 ^{NS}	0,25 ^{NS}	-	-	-	-	-	-	-	-	-																									
8 (0,75)	0,75 ^{NS}	0,75 ^{NS}	0,25 ^{NS}	0,25 ^{NS}	0,25 ^{NS}	-	-	-	-	-	-	-	-	-																									
7 (0,75)	0,75 ^{NS}	0,75 ^{NS}	0,25 ^{NS}	0,25 ^{NS}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																									
6 (0,5)	0,5 ^{NS}	0,5 ^{NS}	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																									
5 (0,5)	0,5 ^{NS}	0,5 ^{NS}	0,0	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																									
4 (0,5)	0,5 ^{NS}	0,5 ^{NS}	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																									
3 (0,5)	0,5 ^{NS}	0,5 ^{NS}	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																									
2 (0,0)	0,0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-																									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36			
	a	a																																					
	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a	a		

Obs.: a representação numérica corresponde à ordem das cultivares na Tabela 1

Tabela 4 – Época de ocorrência da mosca dos brotos e grau de resistência em cultivares de mandioca em Bacabal.

Cultivares	% plantas				
	Julho	Agosto	Atacadas	Resistência	Stand
Najasinha do Olho Roxo/BGM 664	0	0	0	0	137
Tumazinha/BGM 700	0	0	0	0	125
Cangussu/BGM 675*	1	1	1,50	1	133
Seis Meses II	0	2	1,53	1	131
Mucuruna	1	1	1,59	1	126
Branca/BGM 692	1	1	1,92	1	104
Aparecida	0	3	2,65	1	113
Branquinha III	0	3	2,29	1	131
Flor do Brasil/BGM 680	0	3	2,29	1	131
Goela de Jacu/BGM 694	2	2	3,03	1	132
Cultivar 322*	0	4	3,36	1	119
Paroara/BGM 662	1	4	3,85	1	130
Carga de Burro/BGM 665	3	3	4,41	1	136
Clone EAB-83/BGM 233*	3	5	5,97	1	134
Mangue I/BGM 197*	1	7	8,99	1	089
Tupim Branca/BGM 242*	4	4	5,55	1	144
Jatobá	4	6	7,63	1	131
Variedade 15-I/BGM 124*	0	10	7,30	1	137
São João I/BGM 195*	4	7	7,80	1	141
Salangor Preta/BGM 072*	6	7	10,00	1	130
Urubu II	8	8	11,43	1	140
Aipim Casca de Queijo/BGM 248*	5	11	11,59	1	138
Girau	8	11	14,07	1	135
Vermelhinha II/BGM 696	10	14	17,27	1	139
Branquinha I	12	15	19,29	1	140
Arizoninha Preta/BGM 689*	04	24	21,37	1	131
Peixe**	14	15	20,42	1	142
Preta**	17	23	30,77	2	130
Unha/BGM 682*	13	30	30,07	2	143
Pretinha I/BGM 096*	17	30	35,88	2	131
Aipim Bravo/BGM 001*	20	32	37,96	2	137
Jaburu/BGM 187*	20	36	40,58	2	138
Variedade 77/BGM 141*	21	38	42,14	2	140
Najá Boi/BGM 691	23	37	45,11	2	133
Aciolina**	27	36	47,01	2	134
Aipim Bahia/BGM 246*	27	37	47,41	2	135
Total	277	470	-	-	4.740

*Cultivares introduzidas/**Cultivares mansas/Houve diferença estatística entre os tratamentos pelo Teste Tukey (5%) = 10,95

Verifica-se na Tabela 5 que a ocorrência da mosca dos brotos não influenciou no rendimento de raízes e teor de amido das cultivares testadas no ensaio, pois, cultivares consideradas tolerantes, a exemplo, Variedade 77/BGM 141, Jaburu/



BGM 187 e Aipim Bravo/BGM 001, obtiveram promissoras produtividades de raízes, ou seja, 43,23 t/ha, 33,34 t/ha e 32,30 t/ha, respectivamente, no entanto, a percentagem de incidência do ataque da praga sobre essas cultivares foi de 42,14%, 40,58% e 37,96%, considerado significativo, quando comparado com as cultivares Najasinha do Olho Roxo/BGM 664 e Tumazinha/BGM 700, classificadas como altamente resistentes, sem qualquer ocorrência da mosca, mas, alcançaram produtividades de raízes inferiores, 23,70 t/ha e 20,32 t/ha. Primeiro, infere-se que esses rendimentos obtidos foram em função das diferenças varietais, segundo, o ataque da praga induziu a emissão de brotações, que proporcionou uma arquitetura foliar mais vigorosa, conseqüentemente, um aumento da taxa fotossintética e um maior acúmulo de matéria seca, esses fatores, aliado ao período curto de ocorrência, dois meses, cuja idade das plantas, 7 a 8 meses, foram decisivos para a recuperação das mesmas, naturalmente, sob condições ambientais favoráveis. Estas observações concordam com BELLOTTI et al. (1982) ao concluírem que a retirada dos brotos, em ensaio simulado, aos 6-9 meses de idade não afetou o rendimento das cultivares estudadas. Observações confirmadas por LOZANO et al. (1983), ao concluírem que não foram registradas perdas no rendimento, causadas pelo dano desse inseto.

Tabela 5 – Rendimentos médios em t/ha, da colheita aos 12 meses das cultivares de mandioca atacadas por mosca dos brotos em Bacabal.

Cultivares	Raízes	Parte Aérea	Amido
Variedade 77/BGM 141	43,23	18,49	12,68
Carga de Burro/BGM 665	35,16	18,23	11,77
Jaburu/BGM 187	33,34	13,03	8,60
Aipim Bravo/BGM 001	32,30	13,29	9,90
Tupim Branca/BGM 242	31,51	15,99	8,57
Najá Boi/BGM 691	29,69	13,03	8,42
Clone EAB-83/BGM 233	29,17	11,21	8,59
Unha/BGM 682	28,39	14,33	8,33
Aciolina	28,13	17,19	8,56
Aipim Bahia/BGM 246	26,57	18,49	7,75
Preta	25,53	15,63	7,17
Najasinha do Olho Roxo/BGM 664	23,70	15,89	7,38
Jatobá	22,66	18,49	6,99
Aparecida	21,88	12,77	6,29
Vermelhinha II/BGM 696	21,88	17,72	6,09
São João I/BGM 195	21,36	10,16	5,78
Aipim Casca de Queijo/BGM 248	20,84	13,03	6,06
Arizoninha Preta/BGM 689	20,84	11,99	5,68
Tumazinha/BGM 700	20,32	10,94	6,03
Paroara/BGM 662	20,05	11,73	5,71
Salangor Preta/BGM 072	19,01	12,51	5,55
Variedade 15-I/BGM 124	18,23	16,93	6,05
Goela de Jacu/BGM 694	17,71	13,29	5,47
Peixe	17,45	19,54	5,15
Branquinha I	16,67	8,33	2,20

Cultivar 322	16,67	13,28	4,59
Branca/BGM 692	16,41	13,55	4,85
Urubu II	15,63	6,77	4,66
Seis Meses II	15,37	7,55	4,62
Flor do Brasil/BGM 680	15,11	7,40	4,61
Pretinha I/BGM 096	14,85	7,94	3,72
Branquinha III	14,07	5,86	4,18
Mucuruna	10,13	5,47	4,01
Girau	11,27	6,50	4,32
Cangussu/BGM 675	12,75	6,85	4,60
Mangue I/BGM 197	7,45	3,31	3,18

CONCLUSÃO

- A avaliação em função da porcentagem de plantas atacadas, indicaram que as cultivares Najasinha do Olho Roxo/BGM 664 e Tumazinha/BGM 700, foram altamente resistentes à praga mosca dos brotos da mandioca;
- Utilizando o teste Tukey, a análise revelou que as cultivares numeradas de 1 a 27, não diferiram estatisticamente ao nível de 5% de probabilidade, portanto, consideradas resistentes;
- Entre as cultivares testadas, nenhuma recebeu o grau de suscetível ou altamente suscetível, demonstrando que há potencialidade à resistência da *Neosilba perezii* nos materiais estudados;
- As cultivares, Variedade 77/BGM 141, Jaburu/BGM 187 e Aipim Bravo/BGM 001, consideradas tolerantes, obtiveram promissoras produtividades de raízes, mesmo com a porcentagem de incidência do ataque da praga sobre as mesmas tenha sido relevante;
- Ainda são necessários muitos estudos para conhecer melhor a dinâmica de atuação desse inseto, para estabelecer níveis de dano e desenvolver métodos de controle viáveis nas plantações de mandioca.



REFERÊNCIAS

- BELLOTTI, A. C. **Avaliação de pragas em experimento de mandioca**. Programa de Mandioca, CIAT, Cali, Colômbia, 1978.
- BELLOTTI, A. C.; REYES, J. A. Q.; ARIAS, B. V.; VARGAS, O. H. Insectos y ácaros de la yuca su control. In: **Yuca; investigación, producción y utilización**. Colômbia: CIAT, 1982. p. 367-391, 1982.
- DE LORENZI, E. F. P.; NORA, I. Danos e Manejo da Mosca-do-Broto da Mandioca. **Agropecuária Catarinense**, Florianópolis, v.29, n.3, p.38-41, set/dez. 2016.
- FUKUDA, W. M. G.; OLIVEIRA, R. P. de; FIALHO, J. F. de; CAVALCANTI, J.; CARDOSO, E. M. R.; BARRETO, F.; MARSHALEK, R.; COSTA, I. R. S. Germoplasma de Mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) no Brasil. **Revista Brasileira Mandioca**, Cruz das Almas (BA), v.18, n.1, p.7-12, out. 2005.
- LOZANO, J. C.; BELLOTTI, A. C.; REYES, J. A. Q.; HOWELER, R.; LEIHNER, D.; DOLL, J. **Problemas no cultivo da mandioca**. **Centro Internacional de Agricultura Tropical**, CIAT, Colômbia. Tradução Jairo Ribeiro da Silva, Brasília, EMBRATER, 1983.
- OLIVEIRA, F.N.S. (Ed). **Caracterização botânico-agronômica de cultivares de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em Porto Velho, Rondônia**. Porto Velho: EMBRAPA-UEPAE, 1987. 14p.
- RODRIGUES, F. J. de O.; SOUSA, I. S. de; CHAGAS, E. F. das. **Pragas da cultura da mandioca no Maranhão**. São Luís: EMAPA, 1991. 5p. (EMAPA. Pesquisa em Andamento, 63).
- ROMERO, J.L.; RUPPEL, R.F. A new species of *Silba* (Diptera, Lonchaeidae) from Puerto Rico. **The Journal of Agriculture of the University of Puerto Rico**, v.57, n.2, p.165-168, 1973.
- SILVA, S. de O. e. **Instalação e caracterização botânico-agronômica de coleção de mandioca**. Cruz das Almas: EMBRAPA/CNPMPF, 1981. (EMBRAPA/CNPMPF. Documentos, 7).

SELEÇÃO DE PLANTAS DE MANDIOCA RESISTENTES AO TRIPES ATRAVÉS DA PUBESCÊNCIA FOLIAR¹

José Carlos Durans Pinheiro², Clair Hershey³

RESUMO

Realizou-se esta pesquisa com os objetivos de identificar antes do transplante plantas suscetíveis ao trips e caracterizar que fatores foram responsáveis pelo desenvolvimento da pubescência foliar em plantas adultas de mandioca. Os tratamentos utilizados foram oriundos de onze cruzamentos controlados resultantes de várias combinações: Resistente x Resistente; Resistente x Suscetível; Suscetível x Resistente e Suscetível x Suscetível. A Identificação das plantas suscetíveis foi realizada em condição de casa-de-tela através da marcação das mesmas, considerando-se a ordem de emergência das folhas. Os resultados indicaram, principalmente, que os cruzamentos CG 910, CG 487, CG 487, CG 1119 e CG 1257 resultantes de combinações Resistente x Resistente, foram os que apresentaram progênies com maior desenvolvimento de pubescência e conseqüentemente maior potencial para resistência ao trips.

Palavras-chaves: mandioca, trips, cruzamento resistente, pubescência foliar.

ABSTRACT

The object of this study is the identification (before transplanting) of cassava individuals susceptible to thrips attack and characterization of factors responsible for development of leaf pubescence in adult plants. The treatments used in the study came from eleven controlled crossings which resulted from several combinations: Resistant x Resistant; Resistant; x Susceptible; Susceptible x Resistant; Susceptible x Susceptible. The identification of susceptible plants was made in a wire mesh house in which the individuals were marked according to the order of leaf emergence. The results indicated the crossings CG 910, CG 487, CG 1119 e CG 1257, obtained from combinations Resistant x Resistant, as those that showed the best development of pubescence and consequently, a higher potential of resistance to thrips.

Keywords: cassava, thrips, combination resistant, leaf pubescence.

1 Trabalho desenvolvido no CIAT, Colômbia.

2 Eng^o Agrônomo, M. Sc., Pesquisador.

3 Pesquisador, PhD, Fitomelhorista do CIAT.

INTRODUÇÃO

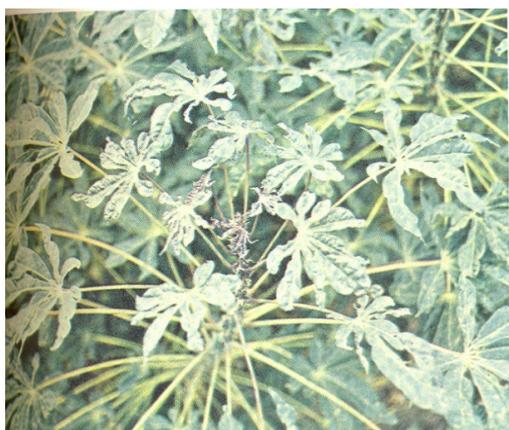
A mandioca é conhecida pela sua rusticidade em relação a pragas e doenças, quando comparada com outras espécies cultivadas. Apresenta um certo grau de suscetibilidade a seus inimigos em escala variável de região para região, contudo, é impressionante sua capacidade de recuperação aos danos sofridos, sob condições ambientais favoráveis.

Para Cook (1978) a mandioca pode ser mais tolerante ao ataque de pragas que outros cultivos, devido a falta de períodos críticos na produção e Bellotti et al. (1982) em pesquisas realizadas no Centro Internacional de Agricultura Tropical (CIAT), concluíram que as pragas reduzem o rendimento de raízes entre 5,6 e 28,4% dependendo da suscetibilidade da cultivar.

É por demais importante direcionar o programa de melhoramento de plantas para obtenção de cultivares promissoras adaptadas às condições ambientais em que apresentem resistência a pragas e doenças e que sejam portadoras de outras características agrônômicas relevantes, de acordo com a finalidade de produção.

Os tripses ocorrem mais frequentemente na época seca prolongada, atacando os brotos, causando deformações e manchas cloróticas irregulares nas folhas (Foto 1). Em ataques severos os brotos morrem e a dominância apical é eliminada, permitindo o desenvolvimento de gemas laterais que ao serem atacadas interrompem o crescimento da planta e dão à mesma uma aparência de vassoura de bruxa (Foto 2).

Foto 1 – Danos do tripses em mandioca



Fonte: CIAT (1982)

Foto 2-Cultivar suscetível x resistente



Fonte: CIAT (1982)

De acordo com Bellotti (1978), o controle do tripses é eficiente mediante o uso de cultivares resistentes. Essa resistência se baseia na presença de pubescência em abundância no broto terminal.

Nas plantas procedentes de estacas a pubescência começa a se desenvolver após a brotação, no entanto, àquelas oriundas de sementes botânicas o desenvol-

vimento da pubescência é normalmente retardado. Como a pubescência é o parâmetro usado na seleção de cruzamentos resistentes ao trips, realizou-se este trabalho com os objetivos de: identificar plantas suscetíveis antes do transplântio e caracterizar que fatores foram responsáveis pelo desenvolvimento da pubescência foliar em plantas adultas de mandioca.

MATERIAL E MÉTODOS

Este estudo foi desenvolvido em área experimental do CIAT, Colômbia e teve início em casa de tela com a preparação das bandejas plásticas para plantio das sementes dos cruzamentos escolhidos. As plântulas selecionadas foram transplantadas para o campo conforme o objetivo da pesquisa (Foto 3). O transplântio foi efetuado após 39 dias sem obedecer a um delineamento estatístico (Foto 4).

Foto 3-Plântulas para transplântio



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (1982)

Foto 4- Demarcação da área experimental



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (1982)

Foram selecionadas plântulas oriundas de sementes botânicas de onze cruzamentos controlados resultantes de várias combinações de progenitores: Resistente x Resistente (CG 910, CG 487, CG 1119 e CG 1257); Resistente x Suscetível (CG 1263); Suscetível x Resistente (CG 313 e CG 1250) e Suscetível x Suscetível (CG 150, CG 158, CG 202 e CG 1077).

As progênies foram caracterizadas quando ao desenvolvimento da pubescência inicial evidenciada no ponto de conexão entre o pecíolo e o limbo foliar.

A Identificação das plântulas em casa de tela foi realizada através da marcação das mesmas, considerando-se a ordem de emergência das folhas, atribuíram-se às plântulas a marcação correspondente que segue: As folhas cotiledonares foram chamadas de 1 e 2. A de nº 3 para as plântulas que iniciaram a pubescência a partir da 3ª folha; nº 4 quando correspondeu à 4ª folha, e, assim sucessivamente.

As progênies foram transplantadas para o campo obedecendo a identificação em casa de tela e agrupadas por cruzamento, onde se avaliou semanalmente a pubescência, dirigindo-se para o broto terminal, usando-se a seguinte escala de

avaliação: 1. Ausência da pubescência; 2. Pouco pubescente; 3. Intermediário; 4. Pubescente; 5. Muito pubescente.

Para melhor avaliar o estudo foram plantadas cinco estacas dos progenitores de cada cruzamento a fim de comparar o desenvolvimento da pubescência entre as descendências.

Foram necessárias duas aplicações preventivas de um inseticida sistêmico contra o ataque de tripses, como medida de proteção dos brotos das plantas para não prejudicar o andamento das observações.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

As plântulas que iniciaram o crescimento da pubescência a partir da 3ª e 4ª folha foram em número maior que as que apresentaram a partir da 5ª e 6ª folha, independentemente dos cruzamentos, também se desenvolveram com mais vigor, comportamento que não demonstrou influenciar no grau de pubescência desenvolvido pelos cruzamentos em campo (Tabela 1). A capacidade de crescimento da pubescência está claramente relacionada com o grau de resistência dos progenitores, como se pode observar na Tabela 2, em que os cruzamentos CG 910, CG 487, CG 1119 e CG 1257, oriundos de progenitores resistentes apresentaram uma maior concentração de plantas nos graus muito pubescentes e pubescentes. Por conseguinte, os cruzamentos resultantes de progenitores suscetíveis ou suscetíveis x resistente ou resistente x suscetível, não evidenciaram um bom desenvolvimento da pubescência em suas progênies, concentrando um maior número de plantas no grau pouco pubescente.

A um outro fator atribuiu-se como responsável pelo crescimento e distribuição normal da pubescência em plantas de mandioca, em campo, foi o vigor inicial, pois plantas que apresentaram aspecto raquítico e amarelecidas não desenvolveram a pubescência que evidenciaram inicialmente, em casa de tela. Concluiu-se, portanto, que plantas vigorosas para desenvolver um alto grau de pubescência, precisam também estar associadas às condições de resistência de seus progenitores, e, assim, apresentarem um grau satisfatório de desenvolvimento da pubescência e, conseqüentemente, resistência à praga.

Tabela 1 - Stand inicial em bandejas e do transplântio e distribuição das plântulas quanto à pubescência Inicial.

Cruzamentos	Nº de se- mentes plantadas	Nº de plântulas transplantadas	Pubescência inicial em casa de tela			
			3ª folha	4ª folha	5ª folha	6ª folha
CG 150 (SxS)	24	18	12	6	-	-
CG 158 (SxS)	29	29	12	13	3	1
CG 202 (SxS)	45	30	06	17	7	-
CG 1077 (SxS)	70	50	03	40	7	-
CG 313 (SxR)	90	33	06	24	-	3
CG 1250 (SxR)	37	32	11	16	5	-
CG 1263 (RxS)	77	66	22	35	9	-
CG 910 (RxR)	73	61	61	-	-	-
CG 487 (RxR)	141	116	82	30	3	1
CG 1119 (RxR)	54	50	12	32	5	1
CG 1257 (RxR)	40	32	12	18	2	-



Tabela 02 – Avaliações semanais em campo, referentes ao desenvolvimento da pubescência das plantas previamente marcadas quanto à pubescência inicial.

CRUZAMENTOS	Observ.	3ª FOLHA					4ª FOLHA					5ª FOLHA					T. de Plântulas				
		1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5	1	2	3	4	5*
CG 150 (SxS)	1ª	1	8	1	1	-	1	4	-	-	-	-	-	-	-	-	2	12	1	1	-
	2ª	-	10	-	1	-	-	5	-	-	-	-	-	-	-	-	-	15	-	1	-
	3ª	-	10	-	1	-	-	2	1	2	-	-	-	-	-	-	-	12	1	3	-
CG 158 (SxS)	1ª	-	12	-	-	-	2	6	5	-	-	3	1	-	-	-	5	19	5	-	-
	2ª	-	9	2	1	-	-	11	2	-	-	1	3	-	-	-	1	23	4	1	-
	3ª	-	5	5	2	-	-	9	2	2	-	1	3	-	-	-	1	14	10	4	-
CG 202 (SxS)	1ª	1	5	-	-	-	5	2	1	5	-	1	4	-	-	-	7	11	1	5	-
	2ª	-	6	-	-	-	1	7	3	1	-	-	4	-	-	-	1	17	3	1	-
	3ª	-	3	2	-	-	-	7	4	1	-	1	2	-	-	-	1	12	6	1	-
CG 1077 (SxS)	1ª	1	2	-	-	-	5	25	2	-	-	2	2	-	-	-	8	29	-	-	-
	2ª	-	3	-	-	-	-	31	-	1	-	-	2	-	-	-	-	36	-	1	-
	3ª	-	3	-	-	-	6	26	1	1	-	-	-	-	-	-	6	29	1	1	-
CG 313 (SxR)	1ª	1	-	1	-	-	-	13	3	2	-	-	-	-	-	-	1	13	4	2	-
	2ª	-	2	-	-	-	-	14	2	2	-	-	-	-	-	-	-	16	2	2	-
	3ª	-	-	1	-	-	-	11	2	3	-	-	-	-	-	-	-	11	3	3	-
CG 1250 (SxR)	1ª	-	9	-	-	-	-	13	1	-	-	1	2	-	-	-	1	24	1	-	-
	2ª	-	9	-	-	-	-	13	1	-	-	-	2	1	-	-	-	24	2	-	-
	3ª	-	5	-	4	-	-	7	3	2	2	-	1	1	1	-	-	13	4	7	2
CG 1263 (RtS)	1ª	2	15	-	-	-	4	21	-	-	-	-	4	-	-	-	6	40	-	-	-
	2ª	-	17	-	-	-	1	21	2	-	-	-	3	1	-	-	1	41	3	-	-
	3ª	-	14	3	-	-	-	15	7	1	-	-	2	2	-	-	-	31	12	1	-
CG 910 (RtR)	1ª	-	8	-	1	46	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	8	-	1	46
	2ª	-	9	6	9	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	9	6	9	31
	3ª	-	6	4	14	31	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	6	4	14	31
CG 487 (RtR)	1ª	1	59	7	2	8	2	22	-	1	-	1	6	-	-	-	4	87	7	3	8
	2ª	-	43	21	7	6	-	18	4	1	-	1	2	-	-	-	1	63	25	8	6
	3ª	-	12	19	23	18	-	5	9	8	1	-	-	1	1	1	-	17	29	32	20
CG 1119 (RtR)	1ª	-	6	-	3	3	-	20	3	4	1	-	2	-	-	-	-	28	3	7	4
	2ª	-	4	2	4	2	-	8	7	10	3	-	1	1	-	-	-	13	10	14	5
	3ª	-	-	2	5	5	-	1	4	8	13	-	-	1	1	-	-	1	7	14	18
CG 1257 (RtR)	1ª	-	5	2	2	1	-	9	2	2	1	-	1	-	1	-	-	15	4	5	2
	2ª	-	2	-	4	4	-	-	6	6	2	-	-	1	1	-	-	2	7	11	6
	3ª	-	-	2	2	6	-	-	3	4	7	-	-	-	1	1	-	-	5	7	14

*1. Sem pubescência; 2. Pouco pubescente; 3. Intermediário; 4. Pubescente; 5. Muito pubescente.

CONCLUSÕES

- As plantas que desenvolveram pubescência inicial a partir da 3ª e 4ª folha por ordem de emergência em casa de tela, apresentaram-se em campo com aspecto vegetativo mais vigoroso do que as que iniciaram a partir da 5ª e 6ª folha;
- O crescimento da pubescência em campo não se correlacionou com o desenvolvimento da pubescência inicial em casa de tela, portanto, essa caracterização não foi suficiente para diferenciar as plantas quanto ao grau de resistência ao tripes nos cruzamentos estudados;
- Os cruzamentos CG 910, CG 487, CG 1119 e CG 1257 advindos de progenitores Resistente x Resistente foram os que apresentaram progênies com maior desenvolvimento de pubescência e conseqüentemente maior potencial para resistência ao tripes.

REFERÊNCIAS

- BELLOTTI, A.C. Insetos e ácaros da mandioca e seu controle. **Informativo Mandioqueiro**, 26:1-32, 1978.
- BELLOTTI, A.C.; VARGAS, O; PEÑA, J. E. & ARIAS, B. Perdas em rendimento em Yuca causadas por insetos Y acaros. In: Congresso Brasileiro de Mandioca, 2, Vitória, ES. **Anais...** Vitória, 1981. p. 109-21.
- COOK, J.H. A physiological basis of yield loss in cassava due to pests. In: BREXELBAUM, T.; BELLOTTI, A & LOZANO, J.C. eds. **Cassava protection workshop Cali**, CIAT, 1978.p. 9-16.



OCORRÊNCIA DA GALHA DAS GEMAS DA MANDIOCA NO ESTADO DO MARANHÃO¹

Gilson Soares Silva²; José Carlos Durans Pinheiro³

RESUMO

Na Unidade de Pesquisa de Bacabal foi observado em plantios para quarentena de cultivares introduzidas de mandioca, uma nova doença caracterizada pelo aparecimento de galhas nas gemas, ao longo das manivas da cultivar Manjari, com 12 a 18 meses de idade. As galhas surgiram a partir de gemas mais próximas ao solo, apresentando diâmetro entre 0,5 a 7,0 cm, superfície de aspecto rugoso e coloração parda. Quando completamente desenvolvidas, as galhas se racham, desintegram-se, ficando ocas. Sobre as galhas surgem brotações que não se desenvolvem completamente. Dos tecidos de galhas desenvolvidas isolou-se uma bactéria cujas características indicaram tratar-se de *Agrobacterium sp.* Inoculada em tomateiros, a bactéria produziu galhas diminutas. A doença já foi relatada na Colômbia em 1978 e no estado do Pará em 1979. Estudos sobre a reação de cultivares locais de mandioca à bactéria serão iniciados, visando-se o controle da doença através de material resistente.

Foto 1-Galhas com várias brotações



Fonte: LOZANO, J. C. et al. (1982)

Foto 2-Galhas nas gemas ao longo da rama



Fonte: LOZANO, J. C. et al. (1982)

1 Resumo original apresentado no XV Congresso Brasileiro de Fitopatologia, São Paulo, SP e publicado na Fitopatologia Brasileira. 7(3):550, out. 1982.

2 Engº Agrônomo, PhD, Pesquisador.

3 Engº Agrônomo, M.Sc., Pesquisador.

REAÇÃO DE CULTIVARES DE MANDIOCA A ANTRACNOSE¹

Eliane Álvares dos Prazeres Sousa²; Amarilis Santos Dias³; José Carlos Durans Pinheiro⁴

RESUMO

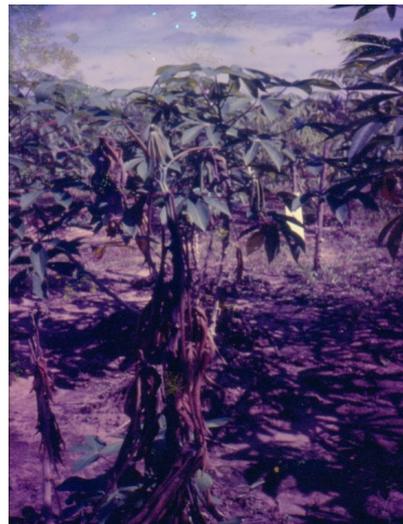
No Maranhão, a antracnose tem sido constatada em alguns municípios produtores de mandioca, sob a forma de ataque severo. Visando a obtenção de fontes de resistência, foram instalados em 1986, dois experimentos sob condição de infecção natural de campo, no município de Santa Rita. No experimento 1 foram testadas 41 cultivares. A parcela foi constituída por uma fileira de 6 plantas, num espaçamento de 1,0 m x 0,60 m. No experimento 2 foram testadas as melhores cultivares resultantes do ano anterior, num total de 15 cultivares. O delineamento experimental foi o de blocos ao acaso com 3 repetições. A parcela foi constituída de 4 fileiras de 5 plantas, no espaçamento 1,0 m x 1,0 m. Foram realizadas duas avaliações, aos 4 e 8 meses, após a emergência das plantas. Pelos resultados obtidos, concluiu-se que: a) das cultivares testadas no experimento 1, 15 destacaram-se como mais resistentes a antracnose; b) as cultivares JOÃO VELHO I e GIRAU, foram as que apresentaram maior e menor resistência à doença, respectivamente, no experimento 2.

Foto 1-Sintomas de antracnose



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (1985)

Foto 2-Em cultivares de mandioca



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (1985)

1 Resumo original apresentado no V Congresso Brasileiro de Mandioca, Fortaleza, CE e publicado na Fitopatologia Brasileira. 11(2):311, 1986.

2 Eng^a Agrônoma, Pesquisadora.

3 Eng^a Agrônoma, Doutora, Pesquisadora.

4 Eng^o Agrônomo, M. Sc., Pesquisador.

8

PÓS-COLHEITA

A TIQUIRA DE MANDIOCA¹

José Carlos Durans Pinheiro²

INTRODUÇÃO

A mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) é considerada como um dos principais produtos agrícolas no Maranhão. É cultivada em todas as regiões, segundo processos tradicionais, pela população de baixo nível cultural e econômico.

A mandioca complementa a dieta alimentar da população, sendo consumida sob forma de farinha; principal produto de sua agroindustrialização. É ainda largamente empregada na pecuária leiteira com consumo estimado da ordem de 20% sobre o total da produção do estado (EMBRAPA, 1976).

A agroindustrialização da mandioca pode fornecer diversos produtos e subprodutos de largo emprego. No Maranhão, fabrica-se a tiquira, a conhecida aguardente de mandioca, produzida através de um processo artesanal, onde a conversão do amido em açúcares fermentescíveis é feita por bolores nativos que surgem sobre os beijus da massa da mandioca. O processamento é lento e de baixo rendimento e realizado em precárias condições de higiene e de infraestrutura. O produto é processado sem padronização, portanto, sem competitividade com outras bebidas alcólicas no mercado (Foto 1).

Foto 1–Aspectos da fabricação tradicional da tiquira.



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (2007)

1 A versão original foi publicada na revista A Lavoura Arrozeira (Porto Alegre, 34 (331), set/out. 1981) e no informativo Mandi-Notícias (v.3 (2). p.8-10. jun. 1980)

2 Engº Agrônomo, M. Sc., Pesquisador.

O processo indígena de fazer aguardente de mandioca ou tiquira, constava das seguintes operações: As mulheres cozinhavam e mascavam a mandioca e a mastigavam com bastante saliva e cuspiam a pasta resultante numa gamela de madeira ou de barro, acrescentavam água, misturavam e a aqueciam de novo. A saliva sacarificava a pasta da mandioca devido à diástase (enzima salivar) que contém. Em seguida aquela mistura fermentava, pela fermentação espontânea, produzida pelo fungo selvagem que se encontrava por toda a parte, resultando numa bebida nutritiva e extasiante.

IMPORTÂNCIA DO PRODUTO

A tiquira se constitui em outra opção para agroindustrialização da mandioca. Convém ainda ressaltar que em determinados períodos alcança maiores preços que a farinha d'água (produto tradicional), nas regiões produtoras.

A tiquira é um destilado de mandioca muito popular e bastante apreciada na zona rural do Maranhão, produzida em diversas microrregiões, a exemplo, Lençóis Maranhenses, Baixo Parnaíba e Munim em pequenas fábricas que abastecem principalmente o comércio do centro histórico de São Luís.

Bebida tipicamente maranhense de origem indígena, cercada de estórias é bastante apreciada pelos maranhenses e pelos turistas.

PROCESSO DE OBTENÇÃO

Segundo CEREDA (2005) as raízes de mandioca apresentam predominantemente amido, com cerca de 2% de açúcares redutores, que poderiam também ser transformados em álcool. Para produzir álcool a partir do amido, são necessárias as etapas de gelificação do amido com a posterior dextrinização e sacarificação em açúcares, fermentação alcoólica e destilação. No processamento tradicional, a sacarificação é feita por bolores e a fermentação por leveduras, ambos da flora autóctone. O processo tradicional é muito demorado e o produto sem padrão.

Para facilitar o entendimento de como se produz uma boa aguardente de mandioca, dividimos o processo de obtenção em 5 etapas:

1ª ETAPA - TRATAMENTOS PRELIMINARES DA MATÉRIA-PRIMA: considerando a mandioca transportada para a destilaria, deve ser processada dentro de 24 horas após a colheita, ou seja, antes de iniciar o processo de deterioração

primária. Em seguida sofre as operações iniciais de limpeza, pesagem e eliminação das extremidades lenhosas, sem, entretanto, ser descascada. Após essa etapa, é levada ao ralador, onde é transformada em massa, em seguida, prensada e recolhida em um cocho. Essa massa prensada é esfarelada e serve para a confecção dos beijus. O esfarelamento da massa pode ser feito em peneira, mas, o objetivo não é separar crueiras, apenas soltar a massa prensada;

2ª ETAPA - PREPARO DOS BEIJUS: o beiju é uma placa que se consegue com a massa da mandioca ralada, peneirada e aquecida sobre chapa metálica quente.

Os beijus são torrados num forno alimentado a lenha, igual ao que se faz farinha (Foto 2). Após o seu preparo, são colocados em local adequado, tendo-se o cuidado de não amontoá-los enquanto estiverem quentes. Em seguida, à sombra, forra-se o chão ou jiraus com palha de palmeira, colocando-os em fileiras de modo que um sobreponha o outro em apenas uma terça parte (Foto 3). Logo após, cobrem-se todas as fileiras com palha. Sobrepõe-se outra camada de beijus e a operação será repetida até o máximo de camadas possíveis. Com 8 dias são virados e com 15 dias estarão totalmente mofados. Nessas condições os beijus podem ser guardados por um período de três a quatro meses, sem correr o risco de deterioração.

Foto 2 – Preparo dos beijus em forno de farinha



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (2010)

Foto 3 – Beijus armazenados com fungos nativos



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (2007)

Convém salientar que um maior rendimento de tiquira pode ser alcançado quando o beiju é produzido da farinha que é fabricada com cascas e entrecasas. Apresenta como vantagem, estar uniformemente torrada, o que proporciona uma maior presença de microrganismos (fungos) que serão os agentes da fermentação natural. Esta uniformidade pode não acontecer quando o beiju é obtido diretamente da massa de raízes frescas, já que esta operação depende da habilidade do operador.

Foto 4 – Farinha com resíduos para produção de tiquira.



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (2007)

3ª ETAPA – SACARIFICAÇÃO: é feita em dornas de madeira ou caixas de fibra, com capacidade variável, ou seja, de acordo com as dimensões da destilaria.

A necessidade de sacarificar os amiláceos decorre do fato de que os agentes de fermentação não possuem enzimas amilolíticas. A sacarificação é o processo de transformação do amido ou fécula in fermentescível em açúcares fermentescíveis. Realiza-se por via química ou biológica. A sacarificação biológica se faz por ação enzimática do malte ou pela ação de microorganismos de certos fungos, de acordo com SURMELY et al. (2003).

Na caixa de fibra ou na dorna de madeira, colocam-se os beijos quebrados, com água, até ficarem cobertos (Foto 5). Após 4 dias, os beijos são macerados até ficarem com aspecto pastoso, como a calda fica grossa, precisa-se colocar mais água (Foto 6).

Foto 5 – Adição de água aos beijos



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (2007)

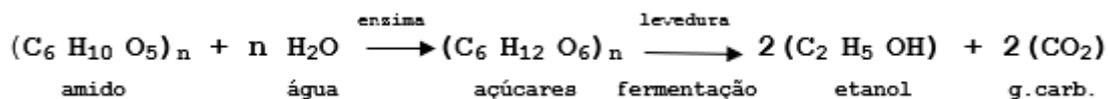
Foto 6 – Maceração manual dos beijos



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (2007)

Os fenômenos bioquímicos da sacarificação enzimática do amido para convertê-lo em açúcares, consiste na hidrólise do amido pela ação de enzimas, transfor-

mando-o em açúcares fermentescíveis. Diante de uma nova reação enzimática, à custa de leveduras, resulta em etanol e gás carbônico. Pode ser explicada pela equação hidrolítica seguinte:



A sacarificação também pode ser feita à base de malte de milho CONCEIÇÃO (1972).

4ª ETAPA - FERMENTAÇÃO: A fermentação natural em processo, dura 4 dias para se completar. Durante a fermentação, o mosto da mandioca sacarificado sofre a ação do sistema enzimático de leveduras (*Saccharomyces cerevisiae*) selecionadas, promovendo a conversão dos açúcares em etanol e dióxido de carbono. Na continuidade do processo, o mosto é transportado proporcionalmente para o alambique (alimentado a lenha) onde é iniciada a destilação.

Foto 7 – Fermentação do mosto com a presença de bolhas.



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (2007)

Na fermentação também ocorre a formação de compostos secundários em pequenas quantidades (aldeídos, ácidos orgânicos, álcoois superiores, ésteres, etc.) e resíduos sólidos (bagaços, fibras e outros). A presença de bolhas na fermentação é a liberação do dióxido de carbono (CO_2) na forma gasosa (Foto 7).

5ª ETAPA - DESTILAÇÃO: sabe-se que a destilação de mosto fermentado de mandioca deve obedecer às habilidades da arte, tornando-se assim indispensável um planejamento específico para que se obtenha uma tiquira de boa qualidade. Com a retirada dos resíduos da destilação (produtos iniciais e finais), obtém-se uma tiquira bastante uniforme.

A destilação por batelada (lambicada) consiste em encher o alambique e aquecer o mosto fermentado (Foto 8). O aquecimento é lento e, com o aumento da temperatura do mosto fermentado, inicia-se a separação da **cabeça** (cabilouro), que possui alto teor alcóolico com a presença de substâncias mais voláteis tais como

metanol, acetona, álcoois superiores, aldeídos etc. É retirado e descartado. Logo a seguir inicia-se a produção do **coração** (restilo), a parte rica em etanol e alguns congêneres agradáveis ao olfato e ao paladar. É a tiquira verdadeira. Em seguida vem o **tempero** (caxixi) que é utilizado para graduar o restilo. Esta fase é determinada com o final da espumação. Enfim, a última fase é a saída da **calda** (surrapa) resíduo com baixo teor alcóolico, quando apresenta só água é desprezada.

Foto 8 – Alambique de cobre para destilação da tiquira.



Fonte: imagem internet (2020).

Após a destilação, a tiquira apresenta graduação alcoólica entre 36° e 54° GL (MAPA, 2011). Com a ajuda de um areômetro (densímetro que se constitui num tubo graduado de vidro ou metal que flutua verticalmente em um líquido e que, ao fazê-lo, indica a grandeza a ser medida), mede-se a graduação final. A maioria dos destiladores obtêm a graduação final da tiquira por procedimentos práticos.

MUNICÍPIOS PRODUTORES E CULTIVARES UTILIZADAS

Contém observar que as cultivares com maior teor em amido propiciam um maior rendimento em tiquira.

- Em Santa Quitéria as cultivares mais empregadas para o fabrico de tiquira são: Tumazinha, Najasinha e Branquinha; Mata Roma: Branquinha e Najasinha, que são colhidas aos 18 meses, coincidindo com a época seca;
- Outras cultivares tradicionais são utilizadas nessa atividade, tais como: Pindaré, Boinha, Amarela, Olho Roxo, Praiana, Sutinga e Vermelha;
- Os municípios da microrregião do Baixo Parnaíba que produzem tiquira: Urbano Santos, Santa Quitéria, Santana do MA e São Bernardo; Lençóis Maranhenses: Humberto de Campos, Primeira Cruz, Santo Amaro e Barrei-

rinhas; Munim: Morros e Icatu.

TIPOS DE TIQUIRA

Existem três tipos de tiquira quanto à coloração: a tiquira branca, que é obtida naturalmente sem nenhum aditivo; a tiquira amarela, que é conseguida com a adição proporcional de ervas medicinais (embiriba, jucá, açoita cavalo, etc.) e a tiquira de coloração azulada, que se obtém colocando folhas de tangerina no alambique durante a destilação. (Foto 9). Segundo a Instrução Normativa MAPA nº 15, de 31.03.2011 é vedada a adição de qualquer substância ou ingrediente que altere as características sensoriais naturais do produto final, portanto, a tiquira incolor é a permitida pela legislação (Foto 10).

Foto 9 – Colorações obtidas na fabricação da tiquira



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (2020)

Foto 10 – Tiquira incolor



Fonte: Pinheiro, J.C.D. (2020)

RENDIMENTO

Uma carga de 120 kg de raízes de mandioca, com casca e entrecasca, proporciona a confecção de 40 beijos suficientes para produzir uma lata de tiquira (18 litros).

COMERCIALIZAÇÃO

No Maranhão, a comercialização dos produtos derivados da mandioca é realizada por produtores familiares, em pequena escala e de forma tradicional. Essa comercialização é praticada de modo informal dificultando o registro de dados importantes.

A comercialização também é prejudicada, em algumas localidades, pela dificuldade causada pelos acessos mal conservados e pela falta de transportes para escoamento dos produtos, principalmente durante a estação chuvosa. A consequência dessa situação tem repercussões bem amplas, onerando demasiadamente os custos dos produtos para o consumidor.

A comercialização de um produto regional em novos mercados exige cuidado e atenção, quanto ao padrão de qualidade desse produto que deve ser obtido em instalações e equipamentos de acordo com a legislação vigente; às exigências de paladar dos consumidores e pelo preço acessível.

REFERÊNCIAS

CEREDA, M.P. Tiquira e outras bebidas de mandioca. In: VENTURINI FILHO, W. **Tecnologia de bebidas**. São Paulo, Ed. Edgard Blücher, cap. 21, p.525-550, 2005.

CONCEIÇÃO, A. J. da. **A mandioca**. Cruz das Almas, UFBA/EMBRAPA/BNB/BRASCAN NORDESTE. 1979. 382p.

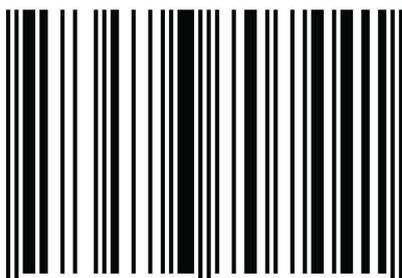
EMPRESA BRASILEIRA DE PESQUISA AGROPECUÁRIA. Centro Nacional de pesquisa de Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas. **I Curso Intensivo Nacional de Mandioca**: aspectos gerais, econômicos e industriais. Cruz das Almas, 1976. 446p.

MAPA. Ministério da Agricultura. **Instrução Normativa nº 15**, de 31.03.2011 – DOU 1 de 01.04.2011, 4p. 2011.

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.

ISBN: 978-65-86707-44-1

CRL



9 786586 707441



Pascal

Editora