

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS  
CURSO DE MESTRADO

PROPAGAÇÃO DE ACESSOS SILVESTRES DE *Manihot* MILL.  
(EUFORBIACEAE) DO BANCO ATIVO DE GERMOPLASMAS DA  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA

IZABEL NUNES DOS SANTOS

CRUZ DAS ALMAS – BAHIA  
NOVEMBRO-2016

PROPAGAÇÃO DE ACESSOS SILVESTRES DE *Manihot* MILL.  
(EUFORBIACEAE) DO BANCO ATIVO DE GERMOPLASMAS DA  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA

**IZABEL NUNES DOS SANTOS**

Engenheira Agrônoma  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia – 2014

Dissertação apresentada ao  
Programa de Pós – graduação em  
Recursos Genéticos Vegetais da  
Universidade Federal do Recôncavo  
da Bahia e Embrapa Mandioca e  
Fruticultura, como requisito parcial  
para obtenção do Grau de Mestre em  
Recursos Genéticos Vegetais.

**ORIENTADOR: PROF. Dr. CLOVIS PEREIRA PEIXOTO**

**COORIENTADOR: Dr. CARLOS ALBERTO DA SILVA LEDO**

**COORIENTADORA: Dr.<sup>a</sup> LÍVIA DE JESUS VIEIRA**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA  
MESTRADO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS  
CRUZ DAS ALMAS, BAHIA, 2016

## FICHA CATALOGRÁFICA

S237 Santos, Izabel Nunes dos.

Propagação de acessos silvestres de *Manihot* Mill. (Euforbiaceae) no banco ativo de germoplasmas da Embrapa Mandioca e Fruticultura / Izabel Nunes dos Santos. – Cruz das Almas, BA, 2016.  
77f. il.; 30 cm.

Orientadora: Prof. Dr. Clovis Pereira Peixoto.  
Coorientador: Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo.  
Coorientador: Dra. Dra. Lívia de Jesus Vieira.

Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos Vegetais)-  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, 2016.

1. Mandioca. 2. Recurso genético. I. Peixoto, Clovis Pereira. II. Ledo, Carlos Alberto da Silva Duarte. III. Vieira Dra. Lívia de Jesus. IV. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia V. Título.

CDD: 633.682

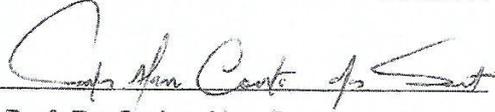
Ficha catalográfica elaborada por Lucidalva R. G. Pinheiro- Bibliotecária CRB51161 –  
Embrapa Mandioca e Fruticultura

UNIVERSIDADE FEDERAL DO RECÔNCAVO DA BAHIA  
CENTRO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS, AMBIENTAIS E BIOLÓGICAS  
EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM RECURSOS GENÉTICOS VEGETAIS  
CURSO DE MESTRADO

COMISSÃO EXAMINADORA DA DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE  
IZÁBEL NUNES DOS SANTOS



Prof. Dr. Clovis Pereira Peixoto.  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia  
Orientador



Prof. Dr. Carlos Alan Couto dos Santos  
Instituto Federal Baiano - Governador Mangabeira



Prof.ª Dr.ª Ana Cristina Vello Loyola Dantas  
Universidade Federal do Recôncavo da Bahia

Dissertação homologada pelo Colegiado do Curso de Mestrado em Recursos  
Genéticos Vegetais em.....  
conferindo o Grau de Mestre em Recursos Genéticos Vegetais em.....  
.....

## AGRADECIMENTOS

À Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, UFRB, ao Programa de Pós Graduação em Recursos Genéticos Vegetais e à Embrapa Mandioca e Fruticultura pela parceria e apoio e realização do mestrado.

À Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, pela parceria e apoio.

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado da Bahia – FAPESB pela concessão da bolsa de estudo.

A meu orientador, Professor Dr. Clovis Pereira Peixoto por todo apoio, paciência, e convívio harmonioso.

Ao meu coorientador Dr. Carlos Alberto da Silva Ledo pela atenção, paciência e apoio.

À minha coorientadora, Dr<sup>a</sup> Lívia de Jesus Vieira, pela paciência atenção, dedicação e constante disponibilidade oferecida.

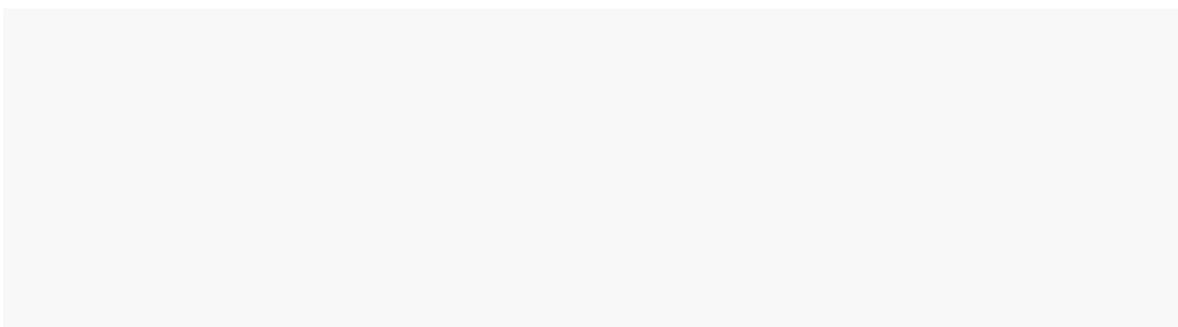
À ex-coordenadora do Programa, Dr.<sup>a</sup> Ana Cristina Vello Loyola Dantas pelo carinho, atenção e delicadeza que sempre dedica aos alunos.

Aos estagiários de Iniciação Científica Alisson e Victor, pelo apoio no desenvolvimento das atividades e aos colegas Willen, Malena, Emília e Mari, por todo o apoio no desenvolvimento das atividades, além da amizade oferecida.

A toda equipe MapENeo, em especial, Ana Maria, Ademir, Bruno, Fábio, e Jamile pelo apoio no desenvolvimento das pesquisas e pela união e companheirismo desses amigos.

A toda equipe de trabalhadores de campo da Embrapa, especialmente ao “Mestre” que sempre apresentava disposição para dar todo apoio no desenvolvimento das atividades no campo.

A toda turma do mestrado 2014.2 e 2015.1 pelo coleguismo, pelas reuniões de estudos sempre muito proveitosas e pela amizade.



<b>SUMÁRIO</b>	<b>Página</b>
RESUMO	i
ABSTRACT	ii
INTRODUÇÃO GERAL	9
<b>Artigo1</b>	
TIPOS DE SUBSTRATOS NA PROPAGAÇÃO POR ESTAQUIA ACESSOS DE <i>Manihot</i> MILL.....	25.
<b>Artigo2</b>	
TIPO DE SUBSTRATO E EFICIÊNCIA DA ALPORQUIA PARA PROPAGAÇÃO DE ACESSOS SILVESTRES DE <i>Manihot</i> MIL.....	41
<b>Artigo3</b>	
GERMINAÇÃO DE SEMENTES E VIGOR DE PLANTULAS DE <i>Manihot esculenta</i> Subsp. <i>flabellifolia</i> EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO GIBERELICO.....	62
CONSIDERAÇÕES FIINAIS.....	77

## PROPAGAÇÃO DE ACESSOS SILVESTRES DE *Manihot* MILL. (EUFORBIACEAE) NO BANCO ATIVO DE GERMOPLASMAS DA EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA

Autora: Izabel Nunes dos Santos

Orientador: Dr. Clovis Pereira Peixoto

**RESUMO:** As espécies silvestres do gênero *Manihot* são de extrema importância para o melhoramento da espécie cultivada, a *Manihot esculenta* Crant, uma vez que são fontes de genes de potencial uso para o desenvolvimento de variedades resistentes, devido à ampla variabilidade genética do gênero. A coleta e propagação das espécies silvestres não vêm obtendo sucesso, pois estas apresentam dificuldades no enraizamento e a regeneração da nova planta é bastante complicada. As espécies silvestres produzem poucas sementes e a germinação destas é desuniforme. O objetivo desse trabalho foi estudar metodologias de propagação vegetativa e sexuada para subsidiar protocolos para a propagação e conservação do germoplasma de *Manihot*. Para propagação vegetativa, foram desenvolvidos dois experimentos: o primeiro avaliou a propagação de 10 espécies de *Manihot* pelo método da estaquia sob efeito de três substratos (areia, terra e Vivatto Plus®). O segundo experimento avaliou o tipo de substrato e a eficiência do método da alporquia na propagação de 11 espécies silvestres, utilizando os mesmos substratos do primeiro experimento. No terceiro experimento, estudou-se a ação da giberelina, GA<sub>3</sub> na germinação das sementes da espécie silvestre *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia*. Concluiu-se que o substrato comercial Vivatto Plus® é o mais indicado para propagar espécies silvestres por meio da alporquia. A alporquia é um método eficiente na propagação de espécies silvestres de *Manihot* e o uso da giberelina aumenta a porcentagem de germinação e reduz a mortalidade de sementes em *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia*.

**Palavras-chave:** variabilidade genética, recursos genéticos vegetais, conservação.

**PROPAGATION OF WILD ACCESSES OF *Manihot* MILL. (EUPHORBIACEAE)  
AT THE GERMOPLASMA BANK OF EMBRAPA (MANDIOCA E  
FRUTICULTURA)**

Author: Izabel Nunes dos Santos

Advisor: Dr.Clovis Pereira Peixoto

**ABSTRACT:** Wild species of the genus *Manihot* are extremely important for the improvement of the cultivated species, *Manihot esculenta* Crant, being in turn, sources of potential use genes for the development of resistant varieties, due the wide genetic variability of this genus. The gathering and propagation of wild species are not successful, since they present difficulties for rooting and regeneration of the new plant is very complicated. Wild species produce few seeds and their germination is uneven. In this research, the aim was to study vegetative and sexual propagation methodologies to support protocols for the propagation and conservation of *Manihot* germplasm. In the vegetative propagation, two experiments were developed: the first one evaluated the propagation of 10 species of *Manihot* by the cutting method under the effect of three substrates (sand, soil and Vivatto Plus®). The second experiment evaluated the type of substrate and the efficiency of the air layering method in the propagation of 11 wild species, using the same substrates of the first experiment. In the third experiment, was study, in this research, the action of gibberellin, GA3 on the germination of the seeds of the wild species *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia*. It was concluded that the commercial substratum Vivatto Plus® is the most suitable for propagating wild species by the air layering method, and this was an efficient method in the propagation of wild species of *Manihot* e. The use of gibberellin increases the percentage of germination and reduces the seed mortality in *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia*.

**Keywords:** Genetic variability, plant genetic resources, conservation.

## **INTRODUÇÃO GERAL**

### **Importância dos recursos genéticos vegetais**

Compreende-se como recursos genéticos vegetais a porção da biodiversidade prevista tanto para o uso atual como potencial, enquadrando-se nesta as variedades tradicionais pouco influenciadas pelas variedades exóticas, variedades melhoradas, linhas avançadas e espécies nativas, abrangendo também os parentes selvagens de espécies cultivadas (GIACOMETTIC, 1992).

A sobrevivência da humanidade está intimamente ligada à disponibilidade dos recursos genéticos vegetais, pois esses são incumbidos de garantir a manutenção das necessidades básicas alimentares mundiais. No entanto, parte dos recursos genéticos vegetais vem sendo degradada ao longo do tempo, devido ao uso inapropriado e não sustentável, principalmente em decorrência da adoção da prática do cultivo intensivo e da monocultura, com a substituição de variedades nativas por culturas exóticas (SANTOS, 2001).

O estabelecimento de cultivos especializados e de limitada base genética desafia as leis da natureza, causando desequilíbrio quando o povoamento da diversidade é substituído por um estreito número de espécies. Quando se deixa de imitar o modelo da natureza empregando o modelo da agricultura atual, induz-se cada vez mais à utilização de insumos agrícolas resultando em constante ameaça à produção futura, o que compromete a lucratividade e sobrevivência do agricultor (SPEHAR, 2006).

A agricultura tradicional ainda é muito carente de diversidade e a América do Sul é o centro de origem das espécies utilizadas para agricultura mundial. Nesse continente, pode-se observar nas feiras comunitárias, grande variabilidade nos produtos comercializados. Apesar disso, observa-se um grande contraste,

com plantios cada vez mais homogêneos em grande parte das áreas agrícolas. No Cerrado, uma parte significativa da vegetação nativa foi substituída por cultivos de milho, feijão e soja, num período de 30 anos. Isso contribuiu para que o Brasil venha se destacando nos últimos anos como grande exportador de produtos agrícolas, porém maior parte da alimentação produzida provém de cultivos de origem exótica, tornando o país altamente dependente dos recursos genéticos estrangeiros (SPEHAR, 2006).

No empenho de se atingir altos índices de produção, as espécies silvestres são eliminadas afetando a diversidade com sistemas de plantio homogêneos trazendo ameaças biológicas e econômicas constantes.

A diversidade biológica representa o sustentáculo para a existência do planeta e sem ela a aplicação de práticas sustentáveis para a conservação do que ainda existe nos biomas torna-se ineficiente (COSTA et al., 2012).

Ao conservar os recursos genéticos vegetais, conserva-se a diversidade e a variabilidade das informações presentes no genoma dos indivíduos representantes de cada espécie, que por sua vez apresentam variedades com potencial para melhorar o desempenho da agricultura mundial.

Para garantir uma preservação eficiente do germoplasma é fundamental que o método de conservação assegure a viabilidade e estabilidade genética dos acessos, além da sanidade para uma segura multiplicação e uso (CIAT, 1984).

Existem dois sistemas básicos para a conservação dos germoplasmas vegetais, que são a conservação *in situ* e *ex situ* (MROGINSKI et al., 1991). A conservação *in situ* consiste em preservar as espécies vegetais, sobretudo aquelas com risco de extinção dentro de seus habitats naturais (MEDEIROS, 2003). Na conservação *ex situ*, mantém-se as espécies em locais distintos dos quais estão adaptadas, diferentes de seus habitats naturais (EIRA, 2001). No caso da conservação *ex situ*, a forma de conservar varia dependendo do tipo de material a ser conservado, como por exemplo, sementes, embriões, estruturas vegetais ou planta completa. Várias são as condições de conservação tais como câmaras com baixa umidade e temperatura, conservação *in vitro*, em meio de cultura com crescimento limitado, criopreservação, casas de vegetação e campo, como mostra a Figura 1.

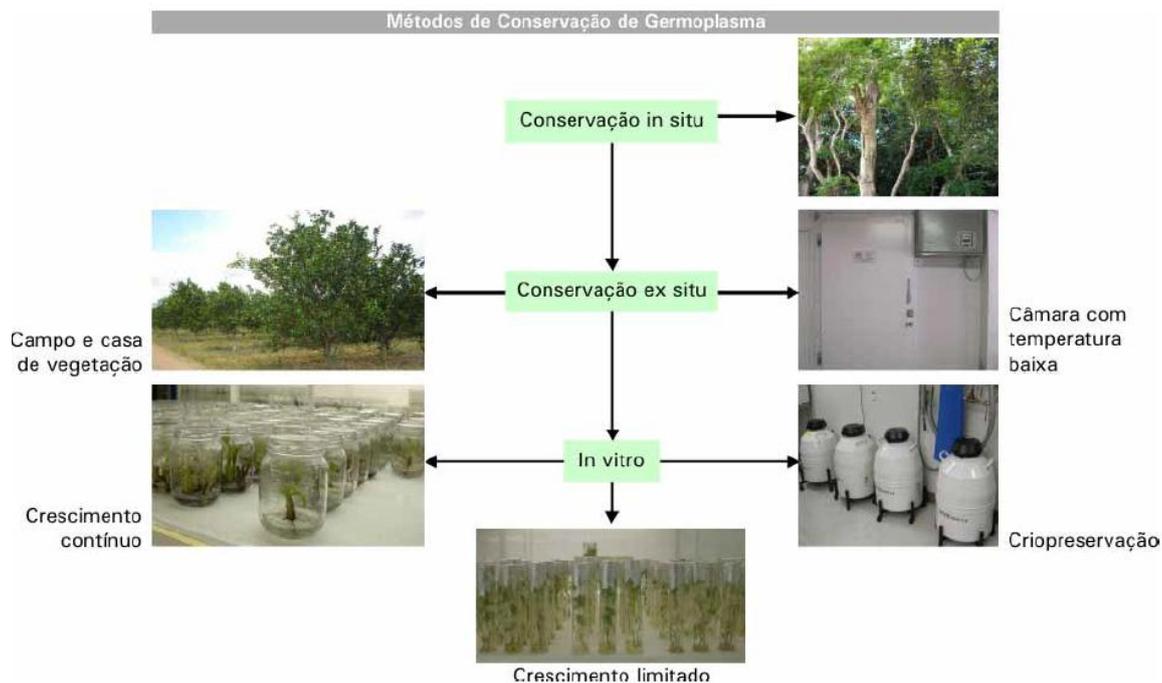


Figura 1. Métodos de conservação dos recursos genéticos vegetais. Foto: Antônio da Silva Souza e Fernanda Vidigal Duarte Souza. Fonte: <https://www.infoteca.cnptia.embrapa.br/bitstream/doc/711805/1/circular90.pdf>

A diversidade genética é de extrema importância para manutenção da capacidade de adaptação das espécies, pois essas respondem naturalmente às mudanças climáticas e a todos os tipos de estresses bióticos e abióticos. Todavia, observa-se a perda acentuada da diversidade genética, principalmente devido à ação humana (MACHADO, 2008).

A erosão genética provoca perdas de genes importantes para a agricultura e para a natureza como um todo. Na maioria das vezes, os genes de resistência a uma determinada praga ou doença podem ser encontrados apenas em genótipos selvagens das espécies, que geralmente são pouco dispersos (PRIMACK; RODRIGUES, 2001). Nessas circunstâncias destaca-se a conservação de espécies silvestres que são de extrema relevância para a variabilidade genética, pois são fontes de genes que podem ser utilizadas no desenvolvimento de variedades melhoradas com características de interesse agrônomo.

### **A conservação de germoplasmas de *Manihot***

Atualmente, o gênero *Manihot* conta com aproximadamente 100 espécies relatadas (ORLANDIN e LIMA, 2014), destas 76 são encontradas no Brasil (CORDEIRO et al., 2016). Acredita-se que a domesticação da espécie cultivada (*Manihot. esculenta* subsp. *esculenta* Crantz) tenha ocorrido na América Latina, especificamente no sudoeste da Amazônia, pelos índios de onde foi levada para o continente africano através dos europeus e em seguida ao continente asiático (CEBALLOS et al., 2004).

A variabilidade genética das espécies de mandioca (*Manihot esculenta* subsp. *esculenta*), vem diminuindo paulatinamente e o potencial de risco de erosão genética, tanto do germoplasma de espécies cultivadas quanto espécies silvestres transcorrem-se em razão dos desmatamentos descontrolados, assim como a inserção da agricultura em áreas de diversidade genética, com a introdução de áreas industriais. As espécies silvestres de *Manihot* dispõem de muitas características que podem ser introduzidas nas espécies cultivadas por meio de hibridizações interespecíficas. Devido a isso, essas espécies estão recebendo uma crescente atenção por instituições de pesquisa (CABRAL et al., 2000).

Segundo Rogers e Appan (1973) o centro de diversidade do gênero *Manihot* encontra-se no Brasil, onde aproximadamente 80% das espécies desse gênero apresentam polimorfismo vegetativo, o que reúne um potencial para ser utilizados nos programas de melhoramento genético. Uma boa porção da diversidade genética de *Manihot* é preservada em coleções nos bancos de germoplasmas no Brasil, contando com mais de 4.200 acessos, além da América Latina, dispendo de mais de 7.500 acessos e também outros países como a Nigéria (REIFSCHNEIDER et al., 2015).

Segundo Reifschneider et al (2015), no Sistema global de pesquisa agrícola do Consultative Group on International Agricultural Research (CGIAR), a incumbência da coordenação das pesquisas em mandioca são divididas em diversas unidades sendo elas:

CIAT - Centro Internacional de Agricultura Tropical, que fica localizada em Cali, na Colômbia é responsável pela Ásia e América Latina. O CIAT detém a principal coleção de germoplasma de *Manihot*, contando com 75 % da diversidade genética deste gênero;

Bioversity International, Plant Genetic Resources Institute, sediada em Roma, Itália, com o propósito de conservação da diversidade genética para garantir o uso sustentável de raízes e tubérculos para a humanidade.

No Brasil, o Programa Brasileiro de Recursos Genéticos e Melhoramento de Plantas, dispõe de sete Bancos ativos de germoplasma, que são situados nos sete ecossistemas nos pais (REIFSCHNEIDER et al., 2015).

Em 2007 a coleção de espécies silvestres de *Manihot*, da Embrapa Mandioca e Fruticultura detinha 200 acessos distribuídos dentre 12 espécies. Varias expedições de coletas foram feitas no período entre 2007 até 2010 na Bahia, Minas Gerais, Piauí, Pernambuco, Goiás e Espírito Santo e em 2010 a coleção de trabalho contava com cerca de 600 acessos com 30 espécies (ALVES et al., 2010).

A dificuldade no estabelecimento das espécies silvestres de *Manihot* fora do seu ambiente natural apresenta-se como um dos principais obstáculos enfrentados pelos programas de melhoramento, pois a coleta e multiplicação de estacas dessas espécies são laboriosas, devido ao difícil enraizamento e regeneração das estacas coletadas. Algumas espécies produzem poucos frutos e a germinação das sementes é bastante variável, comprometendo o planejamento de conservação nos bancos de germoplasmas.

Em virtude da necessidade da realização da manutenção e multiplicação das diversas espécies silvestres, uma vez que estas apresentam potencial para utilização no melhoramento genético, estudo sobre metodologias de propagação dessas espécies é de extrema importância para a conservação dos recursos genéticos desse gênero a fim da disponibilização da variabilidade genética, que é a ferramenta básica para os programas de melhoramento.

### **Estaquia simples**

Em *Manihot*, a propagação vegetativa das espécies silvestres é extremamente desejável, pois entre muitas vantagens estão a manutenção das características genéticas da planta matriz, além da rápida produção de novas plantas, desta maneira o estudo de métodos de propagação vegetativa torna-se altamente relevante.

Hartmann et al. (2009) descreveram a estaquia como uma técnica de propagação vegetativa em que a nova planta formada, origina-se a partir de células ou tecidos vegetais de maneira assexuada, devido à capacidade de esses tecidos exercerem atividades meristemáticas por meio de desdiferenciação e consecutiva diferenciação celular. Sendo assim, uma única célula viva possui todas as informações para a regeneração de um novo indivíduo geneticamente idêntica a planta matriz, mediante a um processo chamado totipotência, sendo, porém essa característica mais acentuada em algumas células e/ou parte da planta do que em outras.

Para Pinto e Franco (2009), a estaquia é uma forma de se propagar plantas vegetativamente que se fundamenta no desenvolvimento de uma nova planta por meio da formação de gemas apicais e raízes adventícias, acarretando na produção de clones. Tem como principal vantagem a preservação das mesmas características genéticas da planta matriz além de promover precocidade de produção, redução do porte da planta e uniformidade das plantas (Hartmann e Kester, 1990; Fachinello et al., 1995; Meletti, 2000).

Neves et al (2006) relataram que em razão desse método se garante a seleção de genótipos superiores, além da possibilidade de produção de maior quantidade de mudas em um pequeno espaço de tempo.

A técnica da estaquia é influenciada por diversos fatores, como diâmetro das estacas, estado nutricional da planta, fenofase, época do ano e substrato. (SOUZA e LIMA, 2005).

O uso de alguns artifícios pode aperfeiçoar o processo de propagação das plantas por estaquia, um deles é a utilização do substrato adequado. O substrato exerce influência na emissão de raízes adventícias e também no desenvolvimento das estacas. Para um bom desenvolvimento do sistema radicular é essencial que o substrato para a propagação possua uma apropriada capacidade de reter água e uma boa aeração (JABUR; MARTINS, 2002). Para Santos et al. (2000), o substrato para o desenvolvimento da planta deve apresentar um baixo custo, estar livre da presença de pragas e patógenos, possuir uma boa porosidade, uma boa CTC, além de ser de fácil acesso.

Os substratos mais comuns utilizados para propagação de plantas são vermiculita, areia, casca de arroz carbonizada, húmus, terra, dentre vários outros, além da mistura deles (LUZ et al., 2007).

Em espécies silvestres de *Manihot*, raros são os estudos sobre qual tipo de substrato pode ser utilizado para sua propagação, o que abre várias possibilidades de estudos de substratos que podem ser utilizados para a propagação dessas espécies.

## **Alporquia**

Pio et al. (2007b) e Daneluz et al. (2009), citado por Silva (2012), descreveram a alporquia como uma técnica de propagação vegetativa que concilia o processo do enraizamento de uma parte do ramo que se encontra ainda em contato com a planta matriz, o que irá tornar favorável as condições da rizogênese.

As vantagens da utilização deste método de propagação vegetativa estão no alto potencial de enraizamento, principalmente em espécies de difícil propagação, na alta viabilidade de propagação, da prévia adaptação das plantas a condições ambientais e deste modo, independência de infraestruturas de adaptação (CASTRO e SILVEIRA, 2003).

Mantovani et al. (2007) relataram que ao longo do tempo trabalhos vem mostrando viabilidade no uso da alporquia para o resgate de matrizes destinado à produção de plantas para o fornecimento de explantes para utilização em processos de microestaquia e miniestaquia, o que elucida cada vez mais a importância da alporquia.

Muitas são as espécies que vem obtendo efeitos benéficos na propagação por alporquia, como é o caso de *Prunus persica* L. (CASTRO e SILVEIRA, 2003), *Hibiscus* (PIZZATTO et al., 2011) e *Ginkgo biloba* L. (BITENCOURT et al., 2007), dentre outras.

Ainda que muitas pesquisas venham sendo feitas em torno da propagação vegetativa utilizando a alporquia, é escasso na literatura referências sobre esse tipo de propagação em *Manihot*, o que faz com que a utilização deste método seja um estudo precursor para a propagação das espécies silvestres de *Manihot*.

## **Formação de raízes adventícias em estacas**

Raízes adventícias são aquelas que são formadas a partir de parte aérea da planta, caule subterrâneo, e regiões da própria raiz. São encontradas na maioria das plantas vasculares, podendo ser formadas em vários pontos, como por meio de nos associados a gemas de ramos axilares ou de maneira independente a gemas e entrenós. A formação das raízes adventícias é endógena, ocorrendo junto aos tecidos vasculares e cresce por meio de tecidos localizados ao redor de seu ponto de origem. (HARTMANN et al., 2002). Segundo esses autores o processo de formação das raízes adventícias ocorre mediante à três estágios. O primeiro é a desdiferenciação em células meristemáticas, o segundo é a diferenciação dessas células em primórdios radiculares e o terceiro é a emergência de novas raízes, que inclui o desenvolvimento de tecidos da estaca e formação de tecidos vasculares entre esses primórdios de raízes e o tecido vascular.

Os primórdios radiculares ocorrem por meio de divisões celulares dos parênquimas ou células de calos. Antes de sua emergência ocorre diferenciação de um promeristema, uma coifa, início de cilindro vascular e córtex. Por meio da diferenciação dos elementos vasculares, células de calos ou parênquimas da parte próxima dos primórdios se diferenciam em elementos vasculares o que proporciona uma conexão com os elementos correspondentes aos órgãos de formação (RAVEN et al.,2001).

Diversos são os fatores que influenciam na formação de raízes, podendo ocorrer isoladamente ou em conjunto, como presença de carboidratos, substâncias nitrogenadas, aminoácidos, auxinas, compostos fenólicos e outras substâncias não identificadas. Tais substâncias são disponibilizadas pelas folhas e se acumulam na zona de regeneração de raízes.

As auxinas possui uma importante atuação no enraizamento das estacas, pois está relacionada com a divisão celular, na qual originam as raízes. As auxinas também induzem a síntese de RNA, que tem ação nos primórdios radiculares, agindo no metabolismo necessário ao desenvolvimento dos novos tecidos radiculares e estímulo do seu crescimento (Ono et al. ,1992.).Outro importante fator que influencia na capacidade de formação de raízes adventícias é a presença de barreiras anatômicas, que está relacionada com a estrutura do floema primário. Floemas de espécies de difícil enraizamento apresentam alto

grau de esclerificação. O aumento no teor de lignificação cria barreiras mecânicas e fisiológicas para o processo de enraizamento (HARTMANN et al., 2002).

### **O Ácido giberélico na germinação sementes**

Define-se como hormônio vegetal o composto orgânico, não nutriente, produzido pela própria planta e que em pequenas concentrações tem função de promoção, inibição, modificação e regulação qualitativamente de processos morfofisiológicos das plantas (CASTRO e VIEIRA, 2001). Formados em determinados locais das plantas, os hormônios são translocados para diversas estruturas, onde promovem respostas bioquímicas e morfofisiológicas no vegetal. Tem-se considerado o conhecimento de seis hormônios, as auxinas, giberelinas, citocininas, o etileno, retardadores e inibidores, no entanto foram descobertas outras moléculas, que são o ácido salicílico, ácido jasmônico, poliaminas e brassinosteróides (TAIZ E ZAIGER, 2009).

De ação semelhante aos fitohormônios, os reguladores vegetais são substâncias sintetizadas artificialmente que têm a capacidade de interferir no desenvolvimento vegetal podendo suplementar ou substituir a ação de hormônios naturais.

Para Cato (2006), o entendimento da biossíntese, local de produção dos hormônios, veículo de transporte, constituição química, modo de ação e efeitos fisiológicos, são de grande relevância para pesquisas que tenham o objetivo de interferência nas respostas fisiológicas de plantas por meio da manipulação desses compostos e aplicação de similares, uma vez que os processos de germinação e desenvolvimento das plantas são controlados por estes.

Em 1950, intensificaram-se os estudos sobre as giberelinas, caracterizando-as como hormônios, entretanto esses estudos já vinham sendo feitos desde a década de 30 (ECHER, 2006). O grupo das giberelinas está associado a vários processos fisiológicos, bem como, germinação de sementes, mobilização de reservas de armazenamento no endosperma, crescimento de parte aérea, frutificação e florescimento de plantas (Taiz e Zeiger, 2009). São integrados a esse grupo, mais de 137 giberelinas, sendo considerada a mais

importante a GA1, pois, maior parte dos outros ácidos giberélicos são provenientes dele, com exceção do GA3, GA5 e GA6.

As giberelinas são delimitadas pela sua estrutura química e não pela atividade biológica, visto que são biologicamente inativas. Deste grupo 73 tipos de giberelina foram reconhecidos em plantas superiores, 25 tipos em fungos e 14 comuns em ambos (RODRIGUES e LEITE, 2004). As giberelinas caracterizam-se como ácidos diterpenóides, tendo na constituição um número de 19 a 20 átomos de carbono, sendo que todas possuem uma mesma estruturação em anel básico ent-gitberelano (BARATA et al., 2002), diferindo-se entre elas no número e na posição das duplas ligações e das oxidrilas (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Esse hormônio pode ser encontrado em quase todos os órgãos da planta como em raízes, sementes, caule, folhas, pólen e embrião. Sua síntese acontece nos plastídios nas folhas em crescimento, caule, sementes e embrião, todavia, não acontecendo ao mesmo tempo e em mesmas taxas necessariamente.

Para Castro e Vieira (2006), os fitorreguladores têm interferência em vários processos fisiológicos das plantas, como formação de raízes, germinação e frutificação. No processo de germinação de sementes as giberelinas atuam induzindo a síntese de enzimas de lise por meio da ação gênica, ocasionando a mobilização e quebra das substâncias de reservas do endosperma das sementes (TAIZ e ZEIGER, 2009).

O uso de giberelinas sintéticas interfere no metabolismo protéico, aumentando em dobro a síntese de proteínas nas sementes. As giberelinas a níveis endógenos ativos regulam sua própria sintetização, inibindo ou estimulando a transcrição gênica para enzimas participantes da biossíntese ou degradação da giberelina (TAIZ e ZEIGER, 2009).

Para Bewley e Black (1994), o ácido giberélico é um bioativador enzimático, com ação de degradação de tegumentos, o que promove superação de dormência e germinação de sementes, que confere aumento da percentagem e velocidade de germinação. Taiz e Zeiger (2009) consideram que a GA1 é a giberelina biologicamente ativa. Já a GA3 é rara em plantas superiores. A GA4 apresenta-se em algumas espécies. Em bioensaios, tanto a GA3 quanto a GA4 são tão efetivas quanto a GA1. Esses autores (2009) reconhecem o uso de fitorreguladores como uma ferramenta química de potencial no manejo de plantas, podendo ser aplicados em pequenas concentrações para manipulação de seu

metabolismo, sendo que a resposta da planta em relação ao uso de fitorreguladores pode variar muito a depender da espécie, variedade, idade, meio ambiente e o estado nutricional da planta.

Em face do que foi exposto, a utilização do ácido giberélico na pré-embebição de sementes de *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* poderá promover a uniformização na germinação de sementes dessa espécie, além de promover também o aumento no vigor das plântulas, bem como proporcionar um melhor crescimento inicial, o que contribuirá de forma significativa para a resolução de impasses no estabelecimento de coleções de campo, que necessitam de plantas vigorosas para atender as necessidades dos melhoristas, contribuindo assim para a conservação dos bancos de germoplasmas das espécies silvestres de *Manihot*. Este trabalho também poderá servir como ponto de partida para estudos de aplicação do ácido giberélico para promover germinação de várias espécies silvestres de *Manihot*.

Assim, tendo em vista a importância que representa a conservação dos recursos genéticos das espécies silvestres desse gênero e a carência existente na literatura de informações disponíveis sobre a propagação tanto vegetativa quanto sexuada dessas espécies, objetiva-se com esse trabalho avaliar formas de propagação vegetativa e sexuada dessas espécies, para dessa forma, contribuir com a manutenção da variabilidade genética do gênero *Manihot*.

## REFERÊNCIAS

ALVES, A. A. C.; LEDO, C. A. da S.; COSTA, I. R. S.; MENDES, R. A.; CARVALHO, P. C. L. de.; SILVA, A.F. Situação atual e utilização do germoplasma de espécies silvestres de *Manihot* da Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical (CNPMPF). In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS; WORKSHOP EM BIOPROSPECÇÃO E CONSERVAÇÃO DE PLANTAS NATIVAS DO SEMIÁRIDO, 3.; WORKSHOP INTERNACIONAL SOBRE BIOENERGIA E MEIO AMBIENTE, 2010, Salvador. Bancos de germoplasma: descobrir a riqueza, garantir o futuro: **Anais....** Brasília, DF: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia, 2010. 1 CD-ROM (Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia. Documentos, 304). pdf 456.

BARATA, R. M.; CHABREGAS, S.M; KLUGE, R.A. Biossíntese de auxinas e giberelinas. In: **Introdução à Fisiologia do Desenvolvimento Vegetal**. Maringá: EDUEM, p.46-92, 2002.

BEWLEY, J.D.; BLACK, M. 1994. **Seeds**: physiology of development and germination. 2ed. Plenum Press, New York

BITENCOURT, J.; MAYER, J. L. S.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C. Propagação vegetativa de *Ginkgo biloba* por alporquia. **Revista Brasileira de Plantas medicinais**, Botucatu, v. 9, p. 71-74, 2007.

CABRAL, G. B.; CARVALHO, L. J. C. B; SCHAAL, B. A. Root induction of wild species of *Manihot* under *in vitro* culture. In: CARVALHO, L. J. C. B.; THRO, A. M.; VILARINHOS, A.D.(Ed.). INTERNATIONAL SCIENTIFIC MEETING CASSAVA BIOTECHNOLOGY, 4., 2000, Salvador. **Proceedings...** Brasília, DF: Embrapa-Cenargen, p. 383-387. 2000.

CASTRO, L. A. S., SILVEIRA, C. A. P. Propagação vegetativa do pessegueiro por alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal - SP, v. 25, n. 2, p. 368-370, 2003.

CASTRO, P. R. C.; VIEIRA, E. L. **Aplicação de reguladores vegetais na agricultura tropical**. Guaíba: Livraria e Editora Agropecuária Ltda., p.132. 2001.

CATO, S. C. **Ação de bioestimulante nas culturas do amendoimzeiro, sorgo e milho e interações hormonais entre auxina, giberelina e citocinina**. 2006. 73p. Tese (Doutorado). Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz - Universidade de São Paulo.

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

CIAT. **El cultivo de meristemas para la conservación de germoplasma de yuca *in vitro***; unidad audiotutorial. Cali, 1984. 44 p. (CIAT. Guia de Estudio. Serie 045C-05.03).

CORDEIRO, I.; SECCO, R.; SILVA, M.J.; SODRÉ, R.C.; MARTINS, M.L.L. ***Manihot*** in Lista de Espécies da Flora do Brasil. Jardim Botânico do Rio de Janeiro. Disponível em: <<http://floradobrasil.jbrj.gov.br/jabot/floradobrasil/FB17591>>. Acesso em: 19 Jan. 2016.

COSTA, A.M. SPEHAR, C.R.; SERENO, J.R.B. **Conservação de recursos genéticos no Brasil**. Brasília. Embrapa, 628p. 2012.

EIRA, M. T. S. Conservação de germoplasma na forma de sementes, *in vitro* e criopreservação. In: SIRGEALC-SIMPÓSIO DE RECURSOS GENÉTICOS PARA A AMÉRICA LATINA E CARIBE, 3.; REUNIÃO LATINO AMERICANA DE ESPECIALISTAS EM *Arachis*, 3.; REUNIÃO LATINO AMERICANA DE ESPECIALISTAS EM RECURSOS GENÉTICOS FLORESTAIS, 3., 2001, Londrina. **Anais...** Londrina: IAPAR, p. 30-32. 2001.

ERCHER, M. de M.; et. al. Uso de bioestimulante na formação de mudas de maracujazeiro amarelo. **Semina: Ciências Agrárias**, Londrina, v. 27, n. 3, p. 351-360, 2006.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J. C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: UFPel, 2. ed. 178p. 1995.

GIACOMETTIC, D.C. Recursos genéticos de fruteiras nativas do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE FRUTEIRAS NATIVAS, 1992, Cruz das Almas. **Anais...** Cruz das Almas: Embrapa-CNPFM, p. 13-27.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E. **Propagacion de plantas: principios y practicas**. México: Compañia Editorial Continental, 760p. 1990.

HARTMANN, H.T ; KESTER, D. E ; DAVIES JUNIOR, F. T.; GEVENE, R.L. **Plant Propagation: principles and practices**. 7. Ed. New Jersey: Prentice Hall, 880p. 2009.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JUNIOR, F.T.; GENEVE, R.L. **Plant propagation: principles and practices**. 7th. ed. New Jersey: Prentice Hall, 880 p. 2002.

JABUR, M. A.; MARTINS, A. B. G. Influência de substratos na formação dos porta-enxertos: Limoeiro-cravo (*Citrus limonia* Osbeck) e tangerineira-cleópatra (*Citrus reshni* Hort. Ex Tanaka) em ambiente protegido. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 24, n. 02, p. 514-518, 2002.

LUZ, P.B.; PAIVA, P.D.O.; CORRÊA, P. R. Influência de diferentes tipos de estacas e substratos na propagação assexuada de Hortênsia [*Hydrangea macrophylla* (Thunb.) Ser.]. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.31, n.3, maio/jun., 2007. Disponível em: <<http://www.scielo.br/pdf/cagro/v31n3/a15v31n3>>. Acesso em: 29 ago. 2016.

MACHADO, A. T. **Manejo da agrobiodiversidade, direito dos agricultores e propriedade intelectual**. Disponível em: [www.encontroagroecologia.org.br/files/Manejo\\_Agrobiodiversidade.rtf](http://www.encontroagroecologia.org.br/files/Manejo_Agrobiodiversidade.rtf)> Acesso em: 18 abr. 2008.

MANTOVANI, N. C.; OTONI, W. C.; GRANDO, M. F. Produção de explantes através da alporquia para o cultivo *in vitro* do urucum (*Bixa orellana* L). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v.5, n.2, p.597-599, 2007.

MEDEIROS, J. de D. A biotecnologia e a extinção das espécies. **Revista Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, DF, n. 30, p. 109-113. jan./jun. 2003.

MELETTI, L. M. M. **Propagação de frutíferas tropicais**. Guaíba: Agropecuária, 2000. 239p.

MROGINSKI, L. A.; ROCA, W. M.; KARTHA, K. K. Crioconservação del germoplasma. In: ROCA, W. M.; MROGINSKI, L. A. (Ed.). **Cultivo de tejidos en la agricultura: fundamentos y aplicaciones**. Cali: CIAT, p. 715-730. 1991.

NEVES, T. S.; CARPANEZZI, A. A.; ZUFFELLATO-RIBAS, K. C.; MARENCO, R. A. Enraizamento de corticeira-da-serra em função do tipo de estaca e variações sazonais. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 41, n. 12, p. 1699-1705, dez. 2006.

ORLANDIN, P.; LIMA, L. R. Sinopse do gênero *Manihot* Mill. (*Euphorbiaceae*) no Estado de São Paulo, Brasil. **Hoehnea**, v.41, p.51-60, 2014.

PINTO, F. A.; FRANCO, E. T. H. Propagação Vegetativa de *Lippia alba* (Mill.)N. E. Brown (*Verbenaceae*). **Caderno de Pesquisa Série Biologia**, Santa Cruz do Sul, v. 21, n. 2, p. 61-75, jun./ago. 2009.

PIZZATTO, M.; JÚNIOR, A. W.; LUCKMANN, D.; PIROLA, K.; CASSOL, D. A.; MAZARO, S. M. Influência do uso de AIB, época de coleta e tamanho de estaca na propagação vegetativa de hibisco por estaquia. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 58, n.4, p. 487-492, 2011.

PRIMACK, R. B; RODRIGUES, E. **Biologia da conservação**. Londrina: Planta, 327 p. 2001.

RAVEN, P.H.; EVERT, R.F.; EICHHORN, S.E. **Biologia vegetal**. 6 ed. Rio de Janeiro:Ed. Guanabara Koogan, 906p. 2001.

REIFSCHNEIDER, F.J. B.; NASS, L.L.; HENZ, G. P. **Uma pitada de biodiversidade na mesa dos brasileiros**. Brasília. 156p. 2015.

ROGERS, D.J.; APPAN, S.G. 1973. *Manihot* and Manihotoideas (Euphorbiaceae). A computer-assisted study. **Flora Neotropica, monograph**, n. 13, 272 p. New York, Hafner Press.

RODRIGUES, T.J.D.; LEITE, I.C. **Fisiologia vegetal: hormônios das plantas**. Jaboticabal: Funep, 78p. 2004.

SANTOS, C. B. et al. Efeito do volume de tubetes e tipos de substratos na qualidade de mudas de *Cryptomeria japonica* (L. F.) D. Don. **Ciência Florestal**, v. 10, n. 02, p. 1-15, 2000.

SANTOS, I. R. I. Criopreservação de germoplasma vegetal. **Biotecnologia Ciência e Desenvolvimento**, Brasília, DF, n. 20, p. 60-65, 2001.

SILVA, K.N.; PIO R.; TADEU, M.H.; ASSIS, C.N.; CURI, P.N.; MOURA, P.H.A.; PATTO, L.S. Produção de mudas de framboeseira negra por diferentes métodos de propagação vegetativa. **Ciência Rural**, Santa Maria, v.42, n.3, 2012.

SOUZA, F. X.; LIMA, R. N. Enraizamento de estacas de diferentes matrizes de cajazeira tratadas com ácido indolbutírico. **Revista Ciência Agronômica**, v. 36, n. 02, p. 189-194, 2005.

SOUZA, A. S.; SOUZA, F. V. D. ; SEREJO, J. A. S.; JUNGHANS, T. G.; PAZ, O. P.; MONTARROYOS, A. V. V.; SANTOS, V.S.; MORAIS, L. S. Preservação de Germoplasma Vegetal, com Ênfase na Conservação in Vitro de Variedades de Mandioca. Cruz das Almas – BA. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2009. Circular técnica 90.

SPEHAR, C.R. Conquista do Cerrado e consolidação da agropecuária. In: PATERNIANI, E. (Ed.). **Ciência, Agricultura e Sociedade**. Brasília DF: Embrapa Informação Tecnológica, p 195-226.2006.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 820 p. 2009.

## **ARTIGO 1**

### **TIPOS DE SUBSTRATOS NA PROPAGAÇÃO POR ESTAQUIA DE ACESSOS DE *Manihot* MILL**

## TIPOS DE SUBSTRATOS NA PROPAGAÇÃO POR ESTAQUIA DE ACESSOS DE *Manihot* MILL

Autor: Izabel Nunes dos Santos

Orientador: Prof. Dr. Clovis Pereira Peixoto

RESUMO: Este trabalho objetivou estudar substratos na propagação de acessos de mandioca silvestres por estaquia. O trabalho foi realizado na Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas/Bahia. O delineamento foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 10 x 3 em nove repetições, sendo 10 acessos de *Manihot* testadas em três substratos: Areia lavada; Terra, e Vivatto Plus®. As características analisadas foram massa fresca e seca de folhas, massa fresca e seca de raízes, número e comprimento de raiz. Concluiu-se que as estacas dos acessos *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* 002-02, *Manihot carthaginensis* 04 e *Manihot anomala* Pohl 089v não sobreviveram nos substratos testados. O acesso MD 05 não emitiu folhas no substrato areia, apenas no substrato terra e Vivatto Plus®. O Vivatto Plus® apresentou melhores resultados para massa fresca de folhas nos acessos Velho Lago 02 e *Manihot esculenta* cultivar BRS Verdinha x *Manihot esculenta* subsp. *flabelifolia* 01. O substrato areia apresentou melhores resultados nos acessos CMF 002PC e *Manihot esculenta* ssp *peruviana* 009 11v para massa seca de folhas. Os substratos areia e terra promoveram maiores comprimento de raízes no acesso *Manihot dichotoma* Ule 002p03-02. Indicam-se mais estudos dos mecanismos novos estudos sobre o enraizamento de espécies silvestres de *Manihot*.

**Palavras-chave:** Mandioca, enraizamento, recursos genéticos, conservação.

## TYPES OF SUBSTRATES ON THE SPREAD OF SPECIES *Manihot* MILL CUTTING

Author: Izabel Nunes dos Santos

Advisor: Prof. Dr. Clovis Pereira Peixoto

**ABSTRACT:** The aim of this work was to study different substrates in the propagation of wild cassava accesses by cuttings. The work was carried out at Embrapa Cassava and Fruit, Cruz das Almas / Bahia. The design was completely randomized in a 10 x 3 factorial scheme in nine replicates, with 10 *Manihot* accessions tested on three substrates: washed sand; soil, and Vivatto Plus®. The analyzed characteristics were fresh and dry mass of leaves, fresh and dry mass of roots, number and root length. It was observed that the cuttings of access *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* 002-02, *Manihot carthaginensis* 04 and *Manihot anomala* Pohl 089V did not survive on the substrates tested. MD 05 access did not emit sheets on the substrate washed sand, but emitted on the substrate soil and Vivatto Plus®. The Vivatto Plus® presented better results for fresh leaf mass in the Velho Lago accesses 02 and *Manihot esculenta* cultivar BRS Verdinha x *Manihot esculenta* subsp. *flabelifolia* 01. The washed sand substrate presented better results in the accesses CMF 002PC and *Manihot esculenta* subsp. *peruviana* 009 11V for leaf dry mass. The washed sand and soil substrates promoted greater root length in the access *Manihot dichotoma* Ule 002p03-02. Further studies of the mechanisms are further reported on the rooting of wild species of *Manihot*.

**Keywords:** Cassava, rooting, genetic resources conservation.

## INTRODUÇÃO

O gênero *Manihot*, ao qual pertence a espécie cultivada, *Manihot esculenta* Crantz, possui cerca de 100 espécies, incluindo as espécies silvestres e variedades crioulas tradicionais, que são as principais fontes de combinações genéticas para o desenvolvimento de novas variedades. Os programas de melhoramento têm utilizado diversos acessos nos bancos de germoplasma para o estudo e especificação de genes que controlam determinadas características para o desenvolvimento de novas variedades (FAO, 2015).

Apesar da grande importância, muitas destas espécies estão ameaçadas de extinção em muitos de seus habitats naturais, tornando-se cada vez mais vulneráveis às atividades relacionadas principalmente à expansão das fronteiras agrícolas para a produção de sacarose e biocombustíveis.

Tornam-se cada vez mais urgentes, ações necessárias para a criação de reservas *ex situ* para as espécies silvestres do gênero *Manihot* e este é o momento propício para se iniciar estudos sobre caracterização do genoma da mandioca e sobre sua diversidade genética, para o preenchimento das lacunas existentes nas coleções de germoplasma.

Dessa forma, devido ao potencial apresentado pelas espécies silvestres de *Manihot* para o melhoramento da cultura de mandioca, a diversidade de espécies registradas no Brasil e ao nível de ameaças a que estão submetidas, torna-se extremamente necessária a realização e continuação de um programa de multiplicação e manutenção do germoplasma dessas espécies em coleções de campo, para que os alelos úteis não se percam e possam ser incorporados no pool gênico da espécie cultivada. No entanto, de maneira oposta às espécies cultivadas, a propagação das espécies silvestres por estaquia não vem obtendo sucesso, pois estas apresentam dificuldades de enraizamento, o que faz com que a regeneração das estacas não aconteça, comprometendo o planejamento da conservação dessas espécies para utilização nos programas de melhoramento genético.

Estudos utilizando fitorreguladores como o ácido indolbutírico em algumas espécies silvestres de *Manihot* (*M. compositifolia*, *M. glaziovii*, *M. pentafila* e *M. pseudoglaziovii*), não obtiveram sucesso no processo do enraizamento (SILVEIRA et al., 2012)

A estaquia é uma técnica de propagação pela qual a planta formada origina-se a partir de células ou tecidos vegetais, devido à capacidade de esses tecidos exercerem atividades meristemáticas por meio de desdiferenciação e diferenciação celular. Uma única célula viva possui todas as informações para a regeneração de um novo indivíduo geneticamente idêntico a planta matriz, mediante a um processo chamado totipotência, sendo, porém essa característica mais acentuada em algumas células e/ou parte da planta do que em outras (Hartmann et al., 2009). Em *Manihot*, a estaquia não vem apresentando resultados promissores, devido à característica de difícil enraizamento, porém alguns fatores podem favorecer o processo do enraizamento em estacas dessas espécies, como o uso do substrato adequado.

O tipo de substrato utilizado na propagação das plantas exerce grande influência no sucesso do enraizamento das estacas. Lima et al. (2003) apontaram a qualidade do substrato utilizado como um dos fatores determinantes para obtenção de êxito na regeneração das estacas. O substrato adequado possibilita o aumento da percentagem do enraizamento das plantas (BIASI e COSTA, 2003). Para que o substrato esteja adequado, alguns aspectos devem ser considerados, como o enraizamento de plantas e a sustentação das estacas durante o processo de enraizamento (KÄMPF, 2001).

Para Lima et al. (2010), o substrato deve fornecer nutrientes, água e oxigênio para a planta, o que favorece o crescimento das raízes constituindo um suporte para estas. Para tanto, precisa se considerar suas características físicas e químicas, bem como homogeneidade, porosidade, baixa densidade, retenção de água, alta CTC e nutrientes. Assim, diante do exposto, objetivo desse trabalho foi avaliar a influência do tipo de substrato na propagação por estaquia de espécies de *Manihot*.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento, foi realizado no mês de setembro de 2015, no Banco Ativo de Germoplasmas (BAG) de mandiocas silvestres, na Embrapa Mandioca e Fruticultura, localizada em Cruz das Almas-BA à 12°40' 19" de latitude Sul; 39° 06' 22" de longitude Oeste de Greenwich, a 220 metros de altitude. O clima é tropical quente úmido, segundo a Classificação de Koppen, com pluviosidade

média anual de 1170 mm, com variações entre 900 e 1300 mm, sendo os meses de março a agosto mais chuvosos e de setembro a fevereiro os mais secos. A temperatura média anual é de 24,5°C e umidade relativa de 80% (REZENDE, 2004).

Como material genético, foram utilizados dez acessos de *Manihot* (Tabela 1).

Tabela 1. Acessos de *Manihot* utilizados para propagação por estaquia em diferentes substratos.

Acessos	
Velho Lago	2
<i>Manihot esculenta</i> cultivar BRS Verdinha x <i>Manihot esculenta</i> subsp. <i>flabellifolia</i>	1
MD	5
<i>Manihot dichotoma</i> Ule	002p03-02
<i>Manihot esculenta</i> subsp. <i>flabellifolia</i>	002-02
<i>Manihot carthaginensis</i>	4
CMF	002PC
<i>Manihot esculenta</i> ssp <i>peruviana</i>	009 11v
<i>Manihot anomala</i> Pohl	089v
<i>Manihot esculenta</i> cultivar BRS Cigana	116

Foram utilizados três substratos: 1- Areia lavada, 2- Terra (terra vegetal + areia lavada + Vivatto Plus®), 3- Vivatto Plus® (casca de pinus, vermiculita, carvão e espuma fenólica).

Das plantas dispostas no campo, foram retiradas partes do caule com diâmetros variando de 10 a 20 mm ou e em seguida foram segmentadas em estacas de 20 cm de comprimento. As estacas foram levadas para o telado, onde foram plantadas nos respectivos substratos, em sacos plásticos pretos perfurados de dimensões 32 x 22 cm (Figura 1A). As estacas coletadas passaram por um período de 60 dias no telado e as medições foram feitas a cada 15 dias. Ao final dos 60 dias (Figura 1 B), as estacas foram retiradas dos sacos e lavadas para a retirada dos substratos.

O delineamento foi o inteiramente ao casualizado em esquema fatorial 10 x 3, com nove repetições. A análise de variância foi obtida por meio do programa estatístico SAS, em que foi utilizado o teste F da Anava para significâncias, teste Tukey para comparação de médias em substratos e Scott - knott para comparação de médias em espécies. Alguns dados (número da maior raiz e

número de gemas) foram transformados para Raiz quadrada de  $Y + 0,5 - \text{SQRT}(Y + 0,5)$  para atender as pressuposições da análise da variância.



Figura1. Estacas de acessos de *Manihot* nos diferentes substratos. A - estacas plantadas nos substratos. B - Estacas após 60 dias.

As características analisadas foram: a produção de massa da matéria fresca (MFF) e seca (MSF) de folhas, a massa da matéria fresca (MFR) e seca (MSR) de raízes, o número de raízes (NR) emitidas e o comprimento das raízes (CR).

As medições das raízes foram realizadas com régua, tomando como padrão a raiz de maior comprimento da planta. Para quantificação de matéria seca e fresca de raízes e folhas, foram destacadas das estacas as raízes e folhas cuidadosamente, sendo pesadas e colocadas em saquinhos de papel, previamente tarados. Pesou-se todo o material fresco e seguidamente colocou-se em estufa a 60°C por um período, até peso constante, sendo retirados em seguida para pesagem imediata.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Não houve enraizamento de estacas nos acessos de *Manihot esculenta* subsp. *flabelifolia* 002-02, *Manihot cartaginensis* 04 e *Manihot anômala* Pohl 089 v, acarretando na morte de todas as estacas plantadas na areia, na terra e no substrato comercial Vivatto Plus®, o que permite afirmar que esses acessos

apresentam baixa capacidade de regeneração e enraizamento, em todos os substratos utilizados.

Esses resultados estão em conformidade com Santos et al. (2015), que observaram baixa potencialidade de propagação vegetativa em acessos das espécies de *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* e *Manihot anomala* Pohl, estudando a influência de substratos e tamanho de estacas.

Hartmann et al. (2002) relataram que a relação carboidrato/nitrogênio encontrada nos tecidos das estacas tem sido utilizada para elucidar a capacidade de o material enraizar, uma vez que quanto maior o valor da relação verificado no material de propagação, maior é o enraizamento obtido. Isto quer dizer que uma relação de maior quantidade de nitrogênio nos tecidos promove maior desenvolvimento de parte aérea, e em decorrência disto ocorre o consumo em detrimento das reservas para a rizogênese.

Para Fachinello et al. (1995), reservas em maiores quantidades de carboidratos nos tecidos estão correlacionadas com maiores percentagens de enraizamento, em razão do requerimento de fontes de carboidrato para biossíntese de ácidos nucleicos e proteínas destinadas ao processo de formação das raízes.

Estacas de espécies que enraízam facilmente como *Hibiscus rosa siensis* L. e *Crysanthemum* sp., possuem uma alta quantidade de amido, o que não ocorre em espécies que possuem um difícil enraizamento (HESS, 1969).

Ono e Rodrigues (1996) inferiram que o insucesso do enraizamento em certos casos pode estar relacionado à presença de barreiras anatômicas impedindo a emergência dos primórdios radiciais, como a existência de fibras e esclerídes no floema primário, que se apresenta na grande maioria das estacas provenientes de plantas adultas.

Essas informações evidenciam a necessidade de vários estudos, como por exemplo, em aspectos anatômicos que possam esclarecer a ocorrência do grande insucesso do enraizamento dos materiais propagativos dessas espécies silvestres de *Manihot*, uma vez que é muito provável que esta característica de difícil enraizamento pode estar relacionada com a presença de barreiras anatômicas, o que pode ser um caráter pertinente a essas espécies.

A Tabela 2 apresenta o resumo da análise de variância para as características analisadas nos tratamentos aplicados.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para a massa da matéria fresca (MFF), e seca de folhas (MSF), massa da matéria fresca de raiz (MFR) e seca de raiz (MSR), número de raízes (NR) e comprimento de maior raiz (CR) de estacas de *Manihot* em diferentes substratos.

		QM					
FV	G	MFF	MSF	MFR	MSR	NR	CR
ACESSOS	6	40,09 <sup>ns</sup>	4,16 <sup>ns</sup>	20,61*	1,37 <sup>ns</sup>	374,52 <sup>ns</sup>	10,76 <sup>ns</sup>
SUBSTRAT							
O	2	292,85**	9,96*	13,17 <sup>ns</sup>	0,05 <sup>ns</sup>	143,96 <sup>ns</sup>	3,46 <sup>ns</sup>
ACES*SUBS	11	99,09**	4,12*	17,19*	1,19 <sup>ns</sup>	81,94 <sup>ns</sup>	21,53*
ERRO	66	35,86	2,09	8,45	1,60	89,12	8,49
CV		44,17	22,44	32,73	25,90	55,67	32,61
MÉDIA		13,56	6,44	8,88	4,89	16,96	8,94

\*\* , \* , n s5% de probabilidade e não significativo pelo teste *F*, respectivamente. Cruz das Almas

Observa-se que ocorreu diferença altamente significativa para a característica massa da matéria fresca de folhas em relação ao substrato e em relação à interação entre acessos e substratos. No entanto, não houve diferença significativa na massa da matéria fresca no fator acesso.

Para a variável massa da matéria seca de folhas, os resultados apresentaram efeitos significativos no fator substratos e também na interação acesso x substrato, porém, não houve efeito significativo de acessos.

Para massa da matéria fresca de raízes, foi encontrada diferença significativa entre os acessos e na interação acesso x substratos. Já entre substratos não houve diferença significativa.

Não houve diferença significativa para massa da matéria seca de raízes nos fatores acessos, substratos e nem na interação entre ambos.

A ANAVA revelou que a variável número de raízes apresentou diferença significativa apenas para o fator acesso, não diferindo no substrato nem na interação acesso x substrato. Por sua vez, a característica comprimento de raízes apresentou diferença significativa na interação entre as espécies e substratos, no entanto, não diferiu significativamente nem entre as espécies e nem entre substratos.

A Tabela 3 apresenta o desdobramento da interação entre os fatores acessos e substratos, com os valores médios de massa de matéria fresca de

folhas. As melhores combinações dentre os tratamentos foram observadas entre os acessos: Velho Lago 02 (22,56 g) e *Manihot esculenta* cultivar BRS Verdinha x *Manihot esculenta* subsp. *flabelifolia* 01 (20,37 g) no substrato comercial Vivatto Plus®, provavelmente devido às características de retenção de nutrientes e elevada CTC que este substrato apresenta, fazendo com que as plantas apresentem melhor desenvolvimento.

No acesso MD 05, foi observada maior produção de massa de matéria fresca no substrato Vivatto Plus®, porém, não apresentou regeneração das estacas quando plantadas no substrato areia, indicando que este substrato não é o mais adequado para a propagação desse acesso.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre os fatores acessos e substratos, com os valores médios de massa fresca (g) de folhas em acessos de *Manihot*, propagadas por estaquia.

Matéria Fresca de Folhas			
Acessos	Substrato		
	Areia	Terra	Vivatto Plus®,
Velho Lago 02	10,60 aB	11,60 aB	22,56 aA
<i>Manihot esculenta</i> cultivar BRS Verdinha x <i>Manihot esculenta</i> subsp. <i>flabelifolia</i> 01	8,40 aB	10,70 aB	20,37 aA
MD 05	-	4,50 aB	15,00 aA
<i>Manihot dichotoma</i> Ule 002p03-02	8,70 aA	9,55 aA	11,45 bA
CMF 002PC	13,30 aA	12,20 aA	16,61 aA
<i>Manihot esculenta</i> ssp. <i>peruviana</i> 009 11v	18,20 aA	16,10 aA	3,40 bA
<i>Manihot esculenta</i> cultivar BRS Cigana 116	7,28 aB	17,06 aA	9,18 bAB
<i>Manihot esculenta</i> subsp. <i>flabellifolia</i> 002-02	-	-	-
<i>Manihot carthaginensis</i> 04	-	-	-
<i>Manihot anomala</i> Pohl 089v	-	-	-

Médias com letras minúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey; médias com letras maiúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Scott – Knott. Cruz das Almas

A Tabela 4 apresenta o desdobramento da interação entre os acessos e substratos para variável massa seca de folhas, em que se constata que o fator acesso não diferiu dentro do substrato Vivatto Plus®, apresentando produções médias de matéria seca de folhas entre 5,58 g e 7,58 g. Também não houve diferença estatística entre os acessos dentro do substrato terra, que apresentou produção de matéria seca de folhas semelhantes, com médias entre 3,8 g e 8,20 g. Dentro do substrato areia, os acessos CMF 002PC e *Manihot esculenta* ssp. *peruviana* 009 11v apresentaram as maiores médias, diferindo das demais, com produções de 6,97 g e 8,50 g, de matéria seca de folhas, respectivamente. Todavia, o acesso MD 05 não sobreviveu no substrato areia, apontando que este substrato não é o mais indicado pra a propagação desse acesso, uma vez que houve sobrevivência desse acesso nos demais substratos. O substrato areia possui menor capacidade de retenção de água em relação aos outros substratos e provavelmente este acesso deve apresentar uma maior necessidade hídrica em relação aos demais acessos.

Tabela 4. Desdobramento da interação entre os fatores acessos e substratos, com os valores médios de massa seca (g) de folhas em acessos se *Manihot*, propagadas por estaquia.

Matéria Seca de Folhas			
Acessos	Substratos		
	Areia	Terra	Vivatto Plus®.
Velho Lago 02	5,12 bB	5,47 aAB	7,58 aA
<i>Manihot esculenta</i> cultivar BRS Verdinha x <i>Manihot esculenta</i> spp <i>flabelifolia</i> 01	5,28 bB	5,88 aAB	7,84 aA
MD 05	-	3,8 aB	6,30 aA
<i>Manihot dichotoma</i> Ule	5,85 bA	5,27 aA	7,00 aA
CMF 002PC	6,97 aA	7,38 aA	6,76 aA
<i>Manihot esculenta</i> ssp <i>peruviana</i> 009 11v	8,50 aA	8,20 aA	6,80 aA
<i>Manihot esculenta</i> cultivar BRS Cigana 116	4,86	6,72	5,58 aA

	bA	aA	
<i>Manihot esculenta ssp. flabellifolia</i> 002-02	-	-	-
<i>Manihot carthaginensis</i> 04	-	-	-
<i>Manihot anomala</i> Pohl 089v	-	-	-

Médias com letras minúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey; médias com letras maiúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Scott – Knott. Cruz das Almas

Os valores apresentados na Tabela 5 referem-se ao desdobramento da interação entre os fatores acessos e substrato para a variável produção de matéria fresca de raízes. Observa-se que o acesso MD 05 não emitiu raízes nos substratos areia e terra, emitindo raízes apenas no substrato Vivatto Plus®.

Rosa (2012) relatou que a composição química do substrato Vivatto Plus® apresenta altos teores de N, P, K e Mg e que a utilização deste substrato promoveu características favoráveis para o desenvolvimento de mudas de pimentão Magaly R. Provavelmente estas características apresentadas por este substrato favoreceu o enraizamento do acesso MD 05 em relação à areia e a terra. Santos et al. (2012) observaram acúmulo de matéria fresca de raízes em *Passiflora cincinnata* Mast plantadas em tubetes.

Tabela 5. Desdobramento da interação acesso substrato para produção de matéria fresca de raízes (g) em acessos de *Manihot* em diferentes substratos propagados por estaquia simples.

Acessos	Matéria Fresca de Raízes		
	Substrato		
	Areia	Terra	Vivatto Plus®
Velho Iago 02	5,58aA	7,43aA	9,49aA
<i>Manihot esculenta</i> cultivar BRS Verdinha x <i>Manihot esculenta ssp flabellifolia</i> 01	9,71aA	10,44aA	11,21aA
MD 05	-	-	9,20aA
<i>Manihot dichotoma</i> Ule 05	6,70aA	8,45aA	5,45aA
CMF 002PC	9,82aA	7,09aA	8,82aA
<i>Manihot esculenta ssp peruviana</i> 009 11v	9,10aA	9,60aA	13,00aA
<i>Manihot esculenta</i> cultivar BRS Cigana 116	7,20aB	11,21aA	7,91aAB
<i>Manihot esculenta ssp. flabellifolia</i> 002-02	-	-	-
<i>Manihot carthaginensis</i> 04	-	-	-

*Manihot anomala* Pohl 089v - - -

Médias com letras minúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey; médias com letras maiúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Scott – Knott. Cruz das Almas

Na Tabela 6 estão apresentados os valores médios para a interação entre os fatores acesso e substratos para a característica comprimento de maior raiz. Observa-se que apenas os acessos *Manihot dichotoma* Ule 002p03-02 e MD 05 apresentaram diferença em relação aos substratos. O acesso *Manihot dichotoma* Ule 002p03-02 obteve menor média de comprimento de maior raiz no substrato Vivatto Plus®. As estacas do acesso MD 05, por sua vez, não obtiveram regeneração dentro do substrato areia e terra, porém emitiu raízes no substrato Vivatto Plus®. O substrato Vivatto Plus® não apresentou diferença entre as espécies, com comprimento médio de raízes entre 6,00 cm e 11,16 cm.

Tabela 6. Desdobramento da interação entre os fatores acessos e substratos para comprimento de raízes (cm) em *Manihot* propagadas por estaquia.

Acessos	Comprimento de maior Raiz		
	Areia	Terra	Vivatto Plus®,
Velho Lago 02	6,72bA	6,22bA	9,87bA
<i>Manihot esculenta</i> cultivar BRS Verdinha x <i>Manihot esculenta</i> spp flabelifolia 01	10,50bA	9,60bA	8,21bA
MD 05	-	-	8,50bA
<i>Manihot dichotoma</i> Ule 002p03-02	11,00bA	14,00bA	6,00bB
CMF 002PC	9,23bA	8,20bA	9,10bA
<i>Manihot esculenta</i> ssp <i>peruviana</i> 009 11v	7,20bA	8,00bA	8,45bA
<i>Manihot esculenta</i> cultivar BRS Cigana 116	9,86bA	8,71aA	11,16bA
<i>Manihot esculenta</i> ssp. <i>flabellifolia</i> 002-02	-	-	-
<i>Manihot carthaginensis</i> 04	-	-	-
<i>Manihot anomala</i> Pohl 089v	-	-	-

Médias com letras minúsculas distintas nas colunas diferem entre si pelo teste de Tukey; médias com letras maiúsculas distintas nas linhas diferem entre si pelo teste de Scott – Knott. Cruz das Almas

## CONCLUSÕES

As estacas dos acessos *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* 002-02, *Manihot carthaginensis* 04 e *Manihot anomala* Pohl 089v não sobreviveram

em nenhum dos substratos testados. O acesso MD 05 não emitiu folhas no substrato areia, apenas no substrato terra e Vivatto Plus®. O substrato Vivatto Plus® apresentou melhores resultados para produção de massa fresca de folhas, nos acessos Velho Lago 02 e *Manihot esculenta* cultivar BRS Verdinha x *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* 01.

O substrato areia apresentou melhores resultados nos acessos CMF 002PC e *Manihot esculenta* ssp *peruviana* 009 11v para produção de matéria seca de folhas. Para comprimento de maior raiz, os substratos areia e terra promoveram maiores médias no acesso *Manihot dichotoma* Ule 002p03-02.

Como os motivos do insucesso no enraizamento de muitas espécies silvestres de *Manihot* ainda são desconhecidos indicam-se novos estudos para o esclarecimento dos mecanismos que impossibilitam o enraizamento dessas espécies, bem como o estudo anatômico e citológico dos tecidos das plantas, além de estudos fisiológicos como utilização de fitorreguladores.

## REFERENCIAS

BIASI, L. A.; COSTA, G. Propagação vegetativa de *Lippia alba*. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 33, n. 3, p. 455-459, maio/jun. 2003.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E.; FORTES, G.R.L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: UFPEL, 179p.1995.

FAO. Food and Agriculture Organization of the United Nation. Disponível em: <<<http://faostat.fao.org/site/567/default.aspx#ancor>>>. Pesquisado em 30/04/2015.

HARTMANN, H.T.; KESTER, D.E.; DAVIES JÚNIOR., F.T.; GENEVE, R.L. **Plant Propagation: principles and practices**. 7. ed. New Jersey: Prentice Hall, 880p 2002.

HARTMANN, H.T ; KESTER, D. E ; DAVIES JUNIOR, F. T.; GEVENE, R.L. **Plant Propagation: principles and practices**. 7. Ed. New Jersey: Prentice Hall, 880p. 2009.

HESS, C.E. **Internal and external factors regulating root initiation: root growth**. London: Buttersworth, 1969.

KÄMPF, A.N. **Análise física de substratos para plantas**. Viçosa: SBCS, 2001. v.26, p.5-7. (Boletim Informativo).

LIMA, N. P.; BIASI, L. A.; ZANETTE, F.; NAKASHIMA, T. Produção de mudas por estaquia de duas espécies de guaco. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 106-109, jan./mar. 2003.

LIMA, S. C. **Germinação de sementes e otimização de técnicas de micropropagação de umbuzeiro (Spondias tuberosa) - Anacardiaceae**. 2009. 96 f. Dissertação (Mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2009.

LIMA, J. F. et al. Avaliação de diferentes substratos na qualidade fisiológica de sementes de melão de caroá (*Sicana odorifera (Vell.) Naudim*). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, Botucatu, v. 12, n. 2, p. 163-167, 2010.

ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D. **Aspectos da fisiologia do enraizamento de estacas caulinares**. Jaboticabal: FUNEP, 83p. 1996.

REZENDE, J. O. **Solos Coesos de tabuleiros costeiros: Limitações agrícolas e manejo**. Salvador: SEAGRI-SPA, 117.p. 2004.

ROSA, j. Q.S. **Cultivo de pimentões sob telas fotosseletivas**. 2012. 61f. Dissertação (Mestrado em agronomia). Universidade Federal de Goiás. Goiânia. 2012.

SANTOS, J.L.; MATSUMOTO, S. N.; ARÊDE, L.O.; LUZ, I.S; VIANA, A. E. S. Propagação vegetativa de estacas de *Passiflora cincinnata* Mast. em diferentes recipientes e substratos comerciais. **Revista brasileira de fruticultura**, Jaboticabal- SP, v. 34, n. 2, p. 581-588, Junho 2012.

SANTOS, L.B.P.R.; Ledo, C.A.S.; VIEIRA, L.J.; SOUZA, F.V.D. Influência do substrato e tamanho de estaca na propagação vegetativa de espécies silvestres de *Manihot*. In: 9º JORNADA CIENTÍFICA DA EMBRAPA MANDIOCA E FRUTICULTURA, 2015. Cruz das Almas. **Resumos** Cruz das Almas. Embrapa Mandioca e Fruticultura, 2015. 1p.

SILVEIRA, T. C. da; SOUZA, A. da S.; ALMEIDA, G. M. de O. ; CARVALHO, M. de J. da S. de; LEDO, C. A. da S. Enraizamento de estacas de espécies silvestres de *Manihot* spp. utilizando ácido Indolbutírico. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE RECURSOS GENÉTICOS, 2., 2012, Belém, PA. **Anais...** Brasília, DF: Sociedade Brasileira de Recursos Genéticos, 2012. 1 CD-ROM.

**ARTIGO 2****TIPO DE SUBSTRATO E EFICIÊNCIA DA ALPORQUIA PARA  
PROPAGAÇÃO DE ACESSOS SILVESTRES DE *Manihot* MILL**

## TIPO DE SUBSTRATO E EFICIÊNCIA DA ALPORQUIA PARA PROPAGAÇÃO DE ACESSOS SILVESTRES DE *Manihot* MILL

Autor: Izabel Nunes dos Santos

Orientador: Prof. Dr. Clovis Pereira Peixoto

**RESUMO:** As espécies silvestres do gênero *Manihot* são de fundamental importância no melhoramento genético da espécie *Manihot esculenta* Crantz, no entanto, a coleta e multiplicação dessas espécies por estaquia não é promissora, devido ao seu difícil enraizamento. O objetivo deste trabalho foi avaliar o tipo de substrato e a eficiência da alporquia na propagação de espécies silvestres de *Manihot* Mill. O trabalho foi desenvolvido na Embrapa Mandioca e Fruticultura, em Cruz das Almas, Bahia, sendo composto por dois experimentos: O experimento 1 objetivou avaliar o melhor substrato para a propagação com alporques. Como material vegetal foi utilizado três acessos de *Manihot* (*M. esculenta* subsp. *flabelifolia*, *M. esculenta* subsp. *flabelifolia*, x *Manihot esculenta* cultivar BRS Formosa e *M. esculenta* subsp. *flabelifolia* x *Manihot esculenta* cultivar BRS Verdinha). Foram utilizados três substratos: areia lavada, terra e Vivatto Plus®. O substrato que apresentou um maior desempenho para o enraizamento dos alporques foi o Vivatto Plus®. O segundo experimento teve o objetivo de avaliar a eficiência da alporquia utilizando o substrato indicado no primeiro experimento na propagação vegetativa de 11 acessos silvestres de *Manihot*. A alporquia é um método eficiente para a propagação vegetativa de acessos silvestres de *Manihot*, nos acessos avaliados.

**Palavras-chave:** Germoplasma, melhoramento, enraizamento, mandioca

## TYPE SUBSTRATE and air layering EFFICIENCY TO SPREAD OF WILD SPECIES MANIHOT MILL

Author: Izabel Nunes dos Santos

Advisor: Prof. Dr. Clovis Pereira Peixoto

**ABSTRACT:** The wild species of the *Manihot* genus are of fundamental importance in the genetic improvement of the species *Manihot esculenta* Crantz, however, the collection and multiplication of these species by cutting is not promising due to its difficult rooting. The objective of this work was to evaluate the substrate type and the efficiency of the of air-layering in the propagation of wild species of *Manihot* Mill. The work was developed at Embrapa Cassava and Fruit, in Cruz das Almas, Bahia, and was composed of two experiments. In the first experiment we aimed to evaluate the best substrate for air-layering cuttings propagation. As a plant material, three accessions of *Manihot* (*M. esculenta* subsp. *flabelifolia*, *M. esculenta* subsp. *flabelifolia*, x *Manihot esculenta* cultivar BRS Formosa and *M. esculenta* subsp. *flabelifolia* x *Manihot esculenta* cultivar BRS Verdinha. Three substrates were used: washed sand, soil and Vivatto Plus®. The substrate that presented the highest performance for the rooting of the cuttings using air-layering was the Vivatto Plus®. In the second experiment the objective was to evaluate the efficiency of the air-layering using the substrate indicated in the first experiment for vegetative propagation of 11 wild accesses of *Manihot*. The air-layering is an efficient method for the vegetative propagation of wild accesses of *Manihot* in all t accesses evaluated.

**Keywords:** germplasm, breeding, rooting, cassava

## INTRODUÇÃO

O gênero *Manihot* conta com cerca de 100 espécies descritas atualmente. Este gênero abriga uma espécie de grande importância, a *Manihot esculenta* Crantz, ou mandioca cultivada, uma das culturas mais difundidas no mundo. Sua importância social é imensa, principalmente em países onde os índices de desnutrição são mais elevados. O Brasil ocupa a quarta posição mundial de produção de mandioca, ficando atrás da Nigéria, Tailândia e Indonésia (FAOSTAT, 2014).

A variabilidade genética do gênero *Manihot* é de extrema importância para garantir uma produção sustentável de mandioca e neste sentido, as espécies silvestres do gênero *Manihot* dispõem de genes que podem ser usados para a obtenção de novas variedades, por meio de cruzamentos interespecíficos. Hibridizações controladas e naturais ocorrem dentro do gênero *Manihot*, indicando que as barreiras que isolam as espécies são fracas devido à recente evolução do grupo (DUPUTIÉ et al., 2011). A fragilidade dessas barreiras tem conduzido a uma elevada heterozigidade no pool gênico dessas espécies.

Desta forma, espécies silvestres são fundamentais para o programa de melhoramento genético da mandioca cultivada por apresentarem grande variabilidade e amplo espectro de adaptação, entretanto, diferentemente da mandioca cultivada, a coleta de estacas de espécies silvestres de *Manihot* não tem se apresentado como uma metodologia promissora na sua propagação, visto que suas estacas possuem uma difícil regeneração, e quando plantadas raramente enraízam. Algumas espécies produzem poucos frutos e a germinação das sementes é bastante variável, o que compromete qualquer planejamento adequado de conservação e multiplicação de indivíduos para utilização em programas de melhoramento da cultura.

Cada vez mais se torna extremamente necessário a realização e continuação de um programa de multiplicação e manutenção do germoplasma dessas espécies em coleções de campo, para que os alelos úteis não se percam e possam ser incorporados no pool gênico da espécie cultivada. O estudo de métodos de propagação vegetativa em espécies silvestres é de extrema relevância para a manutenção dos bancos de

germoplasma, sobretudo coleções de campo. Assim sendo, a alporquia apresenta-se como uma alternativa para a propagação das espécies silvestres de *Manihot*, com vistas a favorecer o enraizamento.

Trata-se de uma metodologia propagativa assexuada no qual a planta que será formada só será desprendida da planta mãe depois da formação do seu próprio sistema radicular. Neste método faz-se um anelamento no ramo da planta que será alporqueado, retirando sua casca, revestindo este local com um substrato que deverá fornecer umidade, aeração e inexistência de luz, o que irá favorecer a formação de raízes neste local (FACHINELLO et al., 2005). Deste modo, o ramo alporqueado, que permanece em contato com a planta original durante o processo de formação de seu sistema radicular, fornecerá água, hormônios, carboidratos por meio do xilema da planta impedindo o estresse hídrico, principalmente em genótipos que apresentam dificuldades no processo de enraizamento.

Castro e Silveira (2003) apontaram como principais vantagens desse método a alta eficiência no enraizamento, principalmente em espécies de difícil propagação, a facilidade de propagação e desprendimento de custos de adaptação das plantas às condições ambientais, tornando dispensáveis infraestruturas de adaptação, uma vez que as plantas propagadas já estarão adaptadas no campo.

A alporquia pode ser utilizada em diversas espécies que apresentem dificuldades na propagação vegetativa. O sucesso desta técnica está relacionado com diversos fatores, um deles é a escolha do substrato adequado para sua realização.

A qualidade do substrato é um determinante para a obtenção do sucesso no processo de enraizamento de estacas (Lima et al., 2003), pois o crescimento radicular é altamente dependente das condições físicas e químicas do substrato além das substâncias de reserva que serão disponibilizadas para a planta para sua utilização no processo de divisão e alongação das células radiculares.

Tendo em vista a carência de informações disponíveis na literatura, objetiva-se com esse trabalho avaliar o tipo de substrato e a eficiência da alporquia na propagação de espécies silvestres de *Manihot*.

## MATERIAL E MÉTODOS

Foram realizados dois experimentos:

### *Experimento 1 – Tipo de substrato para alporquia em Manihot*

Avaliou-se o tipo de substrato no enraizamento dos alporques de três acessos de *Manihot*. (1 - *Manihot esculenta* subsp. *flabelifolia*, 2- *Manihot esculenta* subsp. *flabelifolia* x *Manihot esculenta* cultivar BRS Formosa, 3 - *Manihot esculenta* subsp. *flabelifolia* x *Manihot esculenta* cultivar BRS Verdinha).

O experimento foi realizado durante o período de junho a agosto de 2015, no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) de híbridos e *M. flabelifolia* da Embrapa Mandioca e Fruticultura, na cidade de Cruz das Almas - Bahia, situada a 12°40` 19” de latitude Sul; 39° 06` 22” de longitude Oeste de Greenwich, a 220 metros de altitude. O clima é tropical quente úmido, segundo a Classificação de Koppen, com pluviosidade média anual de 1170 mm, com variações entre 900 e 1300 mm, sendo os meses de março a agosto mais chuvoso e de setembro a fevereiro os mais secos. A temperatura média anual é de 24,5°C e umidade relativa de 80% (REZENDE, 2004).

Como material vegetal foram utilizados acessos de *M.esculenta* subsp.. *flabelifólia* e dois híbridos desta com espécie cultivada: *M. esculenta* subsp *flabelifolia* x *Manihot esculenta* cultivar BRS Formosa e *M. esculenta* subsp *flabelifolia* x *Manihot esculenta* cultivar BRS Verdinha.

Os substratos testados foram: areia lavada, terra (terra + areia lavada+ Vivatto Plus®, na proporção 1:1: 1) e o substrato comercial Vivatto Plus® (casca de pinus, vermiculita, carvão e espuma fenólica).

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado em esquema fatorial 3 x 3, com nove repetições. Os alporques foram realizados por meio de um corte formando um anelamento de aproximadamente 1,5 cm de largura e 0,5 de profundidade nos caules das plantas (Figura 1A). Após o anelamento, envolveu-se o caule da planta com uma pequena porção do substrato (Figura 1B) enrolando-os com um plástico transparente, tendo

suas extremidades amarradas para evitar a perda de umidade do substrato, formando desse modo uma espécie de “bombom” (Figura 1C).



Figura 1. Preparo de alporque em *Manihot* spp. A - Anelamento do caule. B - Adição do substrato. C - Envolvimento do plástico em forma de “bombom”.

Após 45 dias, os caules submetidos à alporquia foram destacados da planta matriz para avaliação (Figura 2).



Figura 2- Processo de enraizamento e retirada dos alporques. - A e B - alporque após 45 dias. C - destacamento do alporque da planta matriz. D - enraizamento das estacas.

As variáveis analisadas foram: número de raízes, número de brotações nos alporques, comprimento da maior raiz e número de folhas nos alporques. As análises estatísticas foram realizadas com o auxílio do

programa estatístico Sisvar, utilizando o teste F e, posteriormente, o teste de Tukey, para comparação de médias.

### *Experimento2* - Eficiência da alporquia em acessos de *Manihot*

De acordo com os resultados do Experimento 1 foi selecionado o melhor substrato para realização dos alporques (o substrato comercial Vivatto Plus®). O experimento foi iniciado no mês de outubro de 2015 no Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Mandioca e Fruticultura, na cidade de Cruz das Almas - Bahia. Como material vegetal foram utilizados 11 acessos de *Manihot*, descritos na Tabela 1.

Tabela 1. Acessos de *Manihot* utilizados para preparo de alporques.

Espécies	Acesso
CTM	05-CMPMF
<i>Manihot dichotoma</i> Ule	002-02
CMF	001p06
ADE	01CPMF
<i>Manihot esculenta subsp peruviana</i>	003-09
<i>Manihot esculenta subsp.flabellifolia</i>	005-19
<i>Manihot esculenta subsp flabellifolia</i>	005-11
<i>Manihot irwinii</i> ,	A27-10
Velho lago	Clone 02 pl 36
<i>Manihot anomala</i> Pohl	089v
<i>Manihot glaziovii</i>	2012-12

O delineamento experimental foi o inteiramente casualizado, com 11 acessos e nove repetições, sendo uma estaca por parcela. As variáveis avaliadas foram: número de folhas, número de brotos, comprimento de brotações, número de raízes, comprimento da maior raiz, massa fresca de folhas, massa seca de folhas, massa fresca de raízes, massa seca de raízes e área foliar. As variáveis foram analisadas com o auxílio do programa estatístico Sisvar, tendo alguns dados (número de folhas, número de brotos e número de raízes) foram transformados em raiz quadrada de  $Y + 0,5 - \text{SQRT}(Y + 0,5)$ , a fim de atender as pressuposições da análise de variância.

Utilizou-se do teste F para a análise de variância e como teste de comparação de médias utilizou-se Scott-knott.

Os alporques foram feitos da mesma maneira que no experimento 1. Após 45 dias, os alporques foram destacados da planta matriz e levados para o telado, sendo plantados em sacos plásticos pretos para mudas, perfurados, de dimensões 32 x 22 cm, para observar a sobrevivência destas estacas durante 30 dias. Após 30 dias em telado, as mudas foram retiradas dos sacos e lavadas para fazer as quantificações.

A medição do comprimento de brotações foi feita utilizando régua, tomando como padrão a brotação de maior comprimento no alporque. Para medição da área foliar foi utilizado a técnica de método dos pontos (Figura 3), desenvolvido por Bleasdale (1977), citado em Peixoto et al. (2011), que consiste na utilização de uma placa de vidro ou papel transparente (material utilizado em radiografias) com pontos distanciados de 1,0 cm. A placa deve ser colocada sobre a folha, sendo essencial usar pontos pequenos, atentando-se para que a visada seja feita em ângulo reto, para evitar erro de paralaxe.



Figura 3.- Medição da área foliar com o método dos pontos.

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

### Experimento 1

A Tabela 2 apresenta o resumo da análise de variância para as variáveis analisadas para os acessos de *Manihot*, em diferentes substratos.

Observa-se que houve efeito altamente significativo entre os acessos para as variáveis de comprimento e número de raízes. Para as variáveis número de broto e número de folhas não houve efeito significativo entre os acessos. Também houve efeito altamente significativo no fator substrato nas variáveis número de raízes, comprimento de raízes e número de brotos. Não houve efeito significativo de interação entre os fatores acessos e substratos dentro das características avaliadas.

Tabela 2. Resumo da análise de variância para comprimento (cm) da maior raiz (CR), número de raízes (NR), número de brotações (NB), número de folhas (NF) de alporques em acessos de *Manihot*, em diferentes substratos.

FV	GL	QUADRADO MÉDIO			
		CR	NR	NB	NF
ACESSOS	2	233,29**	3752,34**	0,79 <sup>ns</sup>	3,12 <sup>ns</sup>
SUBSTRATO	2	103,67**	2567,72**	4,50*	3,12 <sup>ns</sup>
GENÓTIPO*SUBSTRATO	4	11,53 <sup>ns</sup>	221,80 <sup>ns</sup>	0,97 <sup>ns</sup>	3,12 <sup>ns</sup>
Erro	63	12,47	98,32	1,14	1,98
CV (%)		50,21	53,56	171,49	675,79
Média Geral		7,03	18,51	0,63	0,21

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

Nas tabelas de valores médios para comprimento de raízes (Tabelas 3 e 4) estão os valores médios em centímetros para o efeito de acessos e o efeito de substratos isoladamente. Observa-se que os híbridos de *Manihot* apresentaram um maior comprimento médio de raízes, sendo que *M. esculenta* subsp. *flabellifolia* x *M. esculenta* cultivar BRS Formosa e *M. esculenta* subsp. *flabellifolia* x *M. esculenta* cultivar BRS Verdinha não diferiram estatisticamente entre si, enquanto que a *M. esculenta* subsp. *flabellifolia* apresentou a menor média. Observa-se que o cruzamento entre a *M. esculenta* subsp. *flabellifolia* com as espécies cultivadas *M. esculenta* cultivar BRS Formosa e *M. esculenta* cultivar BRS Verdinha promovem aumento no comprimento das raízes (Tabela 3) tornando menos acentuado

o efeito do acesso, visto que a *M. esculenta* subsp. *flabellifolia* apresenta a característica de difícil enraizamento, típico das espécies de flabellifolia

Tabela 3. Valores médios para comprimento de raízes (cm) para o efeito de acessos de *Manihot* submetidos à alporquia em diferentes substratos.

Comprimento de Raiz	
Acessos	Médias
<i>M. esculenta</i> subsp. <i>flabellifolia</i>	3,44b
<i>M. esculenta</i> subsp. <i>flabellifolia</i> x <i>M. esculenta</i> cultivar BRS Formosa	8,71a
<i>M. esculenta</i> subsp. <i>flabellifolia</i> x <i>M. esculenta</i> cultivar BRS Verdinha	8,96a

Médias seguidas pela mesma letra em cada variável não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Cruz das Almas

A Tabela 4 indica que a areia lavada promoveu o menor desempenho entre os substratos para o comprimento de raízes, esse resultado deve estar relacionado com a menor capacidade de retenção de água que a areia possui. Os substratos terra e Vivatto Plus® promoveram um maior desempenho para o comprimento de raízes, provavelmente, devido à maior capacidade de retenção de água desses substratos, que contribuíram para o melhor desenvolvimento das raízes.

Tabela 4. Valores médios para comprimento de raízes (cm) para o efeito de substratos de *Manihot*. submetidos à alporquia em diferentes substratos.

Comprimento de Raízes	
Substrato	Médias
Areia	4,71b
Terra	7,69a
Vivatto Plus®	8,71a

Médias seguidas pela mesma letra em cada variável não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Cruz das Almas

Nas Tabelas 5 e 6 estão apresentados os valores médios para o número de raízes para os fatores acessos e substratos, isoladamente. É verificado na Tabela 5 que, os híbridos *M. esculenta* subsp. *flabellifolia* x *M. esculenta* cultivar BRS Formosa e *M. esculenta* subsp. *flabellifolia* x *M. esculenta* cultivar BRS Verdinha apresentaram maiores emissão de raízes obtendo as médias de 20 e 30 raízes por planta, respectivamente. O acesso

de *M. esculenta* subsp. *flabellifolia* apresentou desempenho estatístico inferior às demais, com média de 5,33 raízes por planta, constatando mais uma vez a característica acentuada nos acessos de *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* de difícil enraizamento, o que é reduzido, quando se cruza esses acessos com espécies cultivadas.

Tabela 5. Valores médios para número de raízes em acessos de *Manihot* submetidos à alporquia em diferentes substratos.

Número de Raiz	
Acessos	Médias
<i>M. esculenta</i> subsp. <i>flabellifolia</i>	5,33b
<i>M. esculenta</i> subsp. <i>flabellifolia</i> x <i>M. esculenta</i> cultivar BRS Formosa	20,00a
<i>M. esculenta</i> subsp. <i>flabellifolia</i> x <i>M. esculenta</i> cultivar BRS Verdinha	30,21a

Médias seguidas pela mesma letra em cada variável não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Cruz das Almas

A tabela de valores médios para o fator isolado de substratos (Tabela 6) indica que o Vivatto Plus® apresentou o melhor desempenho para a emissão de raízes, no entanto, não diferiu estatisticamente do substrato terra. Observam-se também, que o substrato areia apresentou médias inferiores aos demais substratos para emissão de raízes, fato, muito provavelmente relacionado com a capacidade de retenção de água dos substratos.

Tabela 6. Valores médios para número de raízes nos substratos utilizados no preparo de alporques de *Manihot*.

Número de Raízes	
Substrato	Médias
Areia	7,63b
Terra	19,71a
Vivatto Plus®	28,21a

Médias seguidas pela mesma letra em cada variável não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Cruz das Almas

Na Tabela 7 são apresentados os valores médios para número de brotações emitidas pelos alporques por meio do efeito de substrato. Nota-se que substrato comercial, o Vivatto Plus® e terra promoveram uma maior brotação nos alporques. O substrato areia apresentou o menor desempenho para o número de brotações emitidas.

Tabela 7. Valores médios para número de brotações para o efeito de substratos utilizados no preparo de alporques de *Manihot*.

Substrato	Número de Broto	
	Médias	
Areia		0,125b
Terra		0,875a
Vivatto Plus®		0,875a

Médias seguidas pela mesma letra em cada variável não diferem significativamente entre si pelo teste de Tukey a 5% de significância. Cruz das Almas

O substrato comercial Vivatto Plus® e o substrato terra vegetal apresentaram melhores desempenhos, pois promoveram aumento de enraizamento dos alporques, aumento em comprimento de raízes e aumento em número de brotações nos alporques dos acessos de *Manihot*. Os híbridos *M. subsp. flabellifolia* x *M. esculenta* cultivar BRS Formosa e *M. subsp. flabellifolia* x *M. esculenta* cultivar BRS Verdinha apresentaram um enraizamento superior ao acesso de *M. subsp. flabellifolia*, indicando que a hibridização com espécies cultivadas torna a característica de difícil enraizamento de *M. subsp. flabellifolia* menos acentuada, no entanto, a alporquia viabilizou o enraizamento em todos os acessos de *Manihot* avaliados.

## CONCLUSÃO

O substrato comercial Vivatto Plus® é o mais indicado para a propagação de acessos de *Manihot* por meio da alporquia.

## Experimento 2

Todas as estacas alporqueadas que foram plantadas em sacos plásticos sobreviveram durante um período de 30 dias em telado. Mantovani et al. (2007) também observaram 100% de sobrevivência em alporques de urucum após 30 dias de transplante para telado.

Castro et al. (2007) relataram que a alporquia apresenta vantagens em comparação a outros métodos propagativos, como uma elevada percentagem de enraizamento, além de tornar desprezível a utilização de

infraestruturas de casa de vegetação com sistemas de nebulização, como se faz necessário na propagação por estaquia simples.

A Tabela 8 apresenta o resumo da análise de variância para as variáveis analisadas. Observa-se que houve efeito significativo entre os acessos de *Manihot* para todas as características estudadas, provavelmente devido às diferenças intrínsecas de cada espécie, como porte, tipo de folha, número de ramificações entre outras.

Tabela 8 - Resumo da análise de variância para número de folhas (NF), número de brotos (NB), comprimento de brotos (CB), número de raízes (NR), comprimento de maior raiz, (CR), massa fresca de folhas (MFF), massa seca de folhas (MSF), massa fresca de raiz (MFR), massa seca de raiz (MSR) e área foliar (AF) em acessos de *Manihot* alporqueadas.

		QM									
FV	GL										
		NF	NB	CB (cm)	NR	CR (cm)	MFF (g)	MSF (g)	MFR (g)	MSR (g)	AF. (cm <sup>2</sup> )
Acessos	10	15,31**	1,40**	94,27**	2589,12**	49,87**	38,73**	10,40**	132,62**	80,88**	12890,61**
Erro	64	2,61	0,23	12,13	232,09	9,63	5,09	1,47	8,61	5,13	1653,94
Média		4,80	1,73	8,34	37,89	9,26	6,19	3,17	6,78	4,78	117,09
CV(%)		33,64	27,58	41,77	40,20	33,53	36,45	38,24	43,29	47,38	34,73

\*\* , \* , <sup>NS</sup> significativo a 1% Significativo a 5% de probabilidade e não significativo pelo teste F, respectivamente. Cruz das Almas

Na Tabela 9 encontram-se os valores médios das características analisadas. Observa-se que o teste de Scott-knott separou as espécies em até quatro grupos em cada característica avaliada.

Tabela 9 - Valores médios de número de folhas (NF), número de brotações (NB), comprimento de broto (CB), número de raízes (NR), comprimento de raiz (CR), matéria fresca de folha (MFF), matéria seca de folha (MSL), matéria fresca de raiz (MFR), matéria seca de raiz (MSR), área foliar (AF) em mudas de *Manihot* spp., obtidas por alporquia.

ACESSOS	NF	NB	CB (cm)	NRZ	CR (cm)	MFF(g)	MSF(g)	MFR (g)	MSR (g)	AF (cm <sup>2</sup> )
<i>CTM 05-CMPMF</i>	2,42a	1,72 a	10,22b	6,81 b	10,58 a	6,72 b	3,35 b	6,18b	4,61 b	149,00 a
<i>Manihot dichotoma</i> Ule 002-02	2,45 a	1,48 b	7,80 b	4,95 c	7,66 b	7,00 b	3,63 b	4,63 c	3,02 c	183,00 a
CMF 001p06	2,23 a	1,46 b	8,51 b	4,58 c	9,33 b	5,26 b	2,71 b	2,66 c	1,58 c	117,83 b
ADE 01CPMF	2,72 a	1,61 a	10,16b	7,85 a	11,68 a	10,77 a	5,53 a	8,01 b	5,36 b	142,22 a
<i>M. esculenta subsp. peruviana</i> 003-09	1,96 b	1,22 c	1,98 c	2,41 d	3,20 c	2,54 c	1,24 c	1,80 c	1,26 c	43,80 c
<i>M. esculenta subsp. flabelifolia</i> 005-19	2,12 b	1,31 c	15,18a	7,99 a	12,30 a	7,2125 b	3,65 b	16,70 a	12,72 a	116,25 b
<i>M. esculenta subsp. flabelifolia</i> 005-11	1,59 c	1,22 c	3,40 c	3,56 d	4,80 c	2,50 c	1,28 c	2,60 c	1,60 c	69,00 c
<i>Manihot irwinii</i> A27-10	1,68 c	1,45 b	5,51 c	4,22 c	8,86 b	3,60 c	1,80 c	2,58 c	1,55 c	45,16 c
Velho lago Clone 02 pl 36	2,53 a	1,53 b	4,75 c	6,85 b	8,42 b	6,27 b	3,32 b	9,38 b	5,71 b	146,62 a
<i>Manihot anomala</i> Pohl 089 v	2,39a	1,58 a	9,64 b	6,26 b	11,85 a	6,20 b	3,22 b	8,05 b	6,73 b	105,00 b
<i>Manihot glaziovii</i> 2012-12	2,03 b	1,4385 b	10,32 b	6,01 b	9,00 b	5,58 b	2,78 b	6,2400 b	4,04 b	93,20 c

Médias seguidas pela mesma letra em cada variável não diferem significativamente entre si pelo teste Scott- Knott a 5% de significância. Cruz das Almas

O número de folhas emitidas é uma importante característica, pois é uma medida que está relacionada com desenvolvimento vegetal (STRECK et al., 2003). As folhas exercem funções importantes destacando-se por ser um dos principais órgãos pelos quais as plantas competem pela luz solar, absorvendo-a e influenciando as taxas fotossintéticas e o crescimento da planta.

Os resultados revelam que os acessos CTM 05-CMPMF, *Manihot dichotoma* Ule 002-02, CMF 001p06, Velho lago Clone 02 pl 36 e *Manihot anomala* Pohl 089 v, ficaram agrupadas com as melhores médias para número de folhas obtendo médias respectivas de 2,42, 2,45, 2,23, 2,72, 2,53 e 2,39 folhas por planta. Os acessos *Manihot esculenta* ssp. *peruviana* 003-09, *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* 005-19 e *Manihot glaziovii* 2012-12, apresentaram emissão de folhas intermediárias com médias de 1,96, 2,12 e 2,03 folhas por planta, respectivamente. As espécies *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* 005-11 e *Manihot irwinii* A27-10 apresentaram as menores médias obtendo 1,59 e 1,68 folhas por planta, respectivamente.

Reuveni e Raviv (1981) observaram correlação direta entre o número de folhas e percentagem de enraizamento de alporques em abacateiros. A contribuição do número de folhas para o processo do enraizamento se dá devido à continuação da fotossíntese ocasionando em acumulação de carboidratos na parte basal da estaca.

Para a característica número de brotações, o teste de Scott Knott permitiu agrupar os acessos em três grupos, sendo o grupo que apresentou as melhores médias, composto pelas espécies CTM 05-CMPMF (1,72 brotos), ADE 01CPMF(1,61 brotos) e *Manihot anomala* Pohl 089 v (1,58 brotos). O agrupamento de médias intermediárias variou entre 1,48 e 1,53 brotos. Já os acessos que apresentaram as menores médias de produção de brotos foram *Manihot esculenta* ssp. *peruviana* 003-09 (1,22 brotos), *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* 005-19 (1,31 brotos) e *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* 005-11 (1,22 brotos), ficando assim no último grupo.

Quanto ao comprimento das brotações o acesso *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* 005-19 apresentou o maior comprimento de broto com uma média de 15,18 cm. Os acessos *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* 005-11 (3,40 cm), *Manihot irwinii* A27-10,(5,51cm) e Velho lago Clone 02 pl 36 (4,75 cm)

apresentaram as menores médias. As demais espécies apresentaram médias intermediárias, variando entre 10,32 e 7,80 cm.

De acordo com Lorenzi et al. (1995) e Ternes (2002), em mandioca (*Manihot esculenta* Cratz), a brotação das manivas constituem a primeira fase fisiológica das cinco fases descritas para a cultura. Em condições ambientais favoráveis, após o sétimo dia de plantio surgem as primeiras raízes fibrosas situadas próximo às gemas e nas extremidades das manivas. Esse fato implica que quanto maior a emissão de brotações, mais vigorosas estas plantas estarão e conseqüentemente, maior serão as chances de sucesso na sobrevivência das plantas.

Em relação ao número de raízes emitidas, os acessos ADE 01CPMF e *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* 005-19 apresentaram as maiores médias sendo 7,85 e 7,99 raízes por planta, respectivamente. No segundo agrupamento, a quantidade de raízes por plantas variaram de 6,85 a 6,01 raízes por planta. No último grupo, as médias ficaram entre 4,95 e 2,41, para os acessos *Manihot dichotoma* Ule 002-02 e *Manihot esculenta* ssp. *peruviana* 003-09, respectivamente.

Para o comprimento de raízes, foram separados três grupos. As maiores médias ficaram entre as espécies *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* (12,30 cm) e ADE 01CPMF (11,68cm). No segundo grupo as médias variaram de 7,66 a 9,33 cm. No último grupo, as espécies *Manihot esculenta* ssp. *peruviana* 003-09 e *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* 005-11 apresentaram as menores médias, com 3,20 cm e 4,80 cm, respectivamente.

O sistema radicular das plantas desempenha importante papel nas interações que ocorrem entre o solo, as plantas e atmosfera. A raiz é o órgão da planta que possui a função de fixação desta no solo além da absorção de água e sais minerais em solução no solo. Paiva e Gomes (2001) elucidaram que o meio pode interferir não só no número de raízes, mas também na qualidade do sistema radicular a ser formado. Esse fato justifica o aumento na produção de raízes principalmente nos acessos que apresentam enraizamento difícil, como o caso de *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* e *Manihot esculenta* ssp. *peruviana*. Assim, a indução do enraizamento através do anelamento, que retém no caule alporqueado as reservas que irão favorecer o processo de enraizamento, além

disto o substrato, fornecendo condições ideais para um bom crescimento radicular, como porosidade e capacidade de retenção de água, promoverá um sistema radicular mais desenvolvido, tanto em número, quanto em comprimento.

O acesso ADE 01CPMF apresentou a maior média para matéria fresca de folhas, com uma média de 10,77 g. No segundo grupo, as espécies apresentaram desempenho semelhante. Entretanto, o acesso que apresentou menor massa fresca acumulada foi *Manihot esculenta* ssp. *peruviana* 003-09 (2,54 g). Na quantificação de matéria seca de folhas observou-se que a espécie ADE 01CPMF apresentou a maior média (5,53 g). Os acessos do próximo grupo apresentaram médias de 2,78 a 3,63 g. Com as menores médias ficaram as espécies *Manihot esculenta* ssp. *peruviana* 003-09, *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* 005-11 e *Manihot irwinii* A27-10, com as médias de 1,24, 1,28 e, 1,80 g, respectivamente.

Para a característica área foliar, o teste de Scott-Knott agrupou os acessos CTM 05-CMPMF (149,00 cm<sup>2</sup>), *Manihot dichotoma* Ule 002-02 (183,00 cm<sup>2</sup>), ADE 01CPMF (142,22 cm<sup>2</sup>) e Velho lago Clone 02 pl 36 (146,62 cm<sup>2</sup>) como os acessos de maior produção de área foliar. O segundo grupo, de produção intermediária, os acessos CMF 001p06 (117,83 cm<sup>2</sup>), *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* 005-19 (116,25 cm<sup>2</sup>) e *Manihot anomala* Pohl 089 v (105,00 cm<sup>2</sup>), não diferiram. O grupo de menor produção de área foliar constituiu-se dos acessos *Manihot esculenta* ssp. *peruviana* 003-09 (43,80 cm<sup>2</sup>), *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* 005-11 (69,00 cm<sup>2</sup>), *Manihot irwinii* A27-10 (45,16 cm<sup>2</sup>) e *Manihot glaziovii* 2012-12 (93,20 cm<sup>2</sup>).

A área foliar é uma característica de suma importância, uma vez que está relacionada com a absorção da radiação luminosa, podendo resultar em fotossíntese e por consequência, em maior acúmulo de matéria seca, sendo um dos principais componentes para que uma espécie vegetal tenha maior eficiência fotossintética (PEIXOTO et al., 2011). Tchoundjeu et al. (2002) relacionaram o aumento da percentagem de enraizamento de estacas de *Prunus africana* com o incremento da área foliar, que resulta em diminuição na morte das estacas.

## CONCLUSÕES

O substrato Vivatto Plus® é o mais eficiente para a propagação de espécies silvestres de *Manihot* por alporquia;

A alporquia é um método eficiente para a propagação vegetativa de espécies silvestres de *Manihot*, pois aumenta a capacidade de enraizamento nos acessos estudados.

## REFERÊNCIAS

BLEASDALE, J. K. A. A planta em estado vegetativo. In: BLEASDALE, J. K. A. **Fisiologia Vegetal**. EPU, Editora da Universidade de São Paulo. São Paulo. P.65-107. 1977.

CASTRO, L. A. S.; SILVEIRA, C. A. P. Propagação vegetativa do pessegueiro por alporquia. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v. 25, n. 2, p. 368 – 370, 2003

CASTRO, L.A.S. MEDEIROS, A.R.M. **Uso da Alporquia na Propagação da Ameixeira Européia cv. Stanley (*Prunus domestica*)**. Pelotas, RS: Embrapa - Clima Temperado, 2007. 20p (Embrapa Clima Temperado). *Boletim de Pesquisa e Desenvolvimento 60*).

DUPUTIÉ, A.; SALICK, J.; McKEY, D. Evolutionary biogeography of *Manihot* (Euphorbiaceae), a rapidly radiating Neotropical genus restricted to dry environments. **Journal of Biogeography**, v. 1, p.1–11. 2011.

FACHINELLO, J.C.; HOFFMANN, A.; NACHTIGAL, J.C.; KERSTEN, E.; FORTES, G. R. L. **Propagação de plantas frutíferas de clima temperado**. Pelotas: UFPEL, 2005, 178p.

Food and Agriculture Organization of the United Nations – FAOSTAT. (2014). Production, crops. Recuperado em 27 de agosto de 2014, de <http://faostat.fao.org/site/339/default.aspx>.

LIMA, N. P.; BIASI, L. A.; ZANETTE, F.; NAKASHIMA, T. Produção de mudas por estaquia de duas espécies de guaco. **Horticultura Brasileira**, Campinas, v. 21, n. 1, p. 106-109, jan./mar. 2003.

LORENZI, J. A.; VALLE, T. L.; OLIVEIRA, E. A. M de. Efeito do comprimento da maniva, em condições favoráveis de plantio, em algumas características agrônômicas da mandioca. **Revista Brasileira de Mandioca**. Volume XIII (Nº. 2), 1995. p. 161-165.

MANTOVANI, N.; OTONI, W.C.; GRANDO, M.F. Produção de explantes através da alporquia para o cultivo *in vitro* do urucum (*Bixa orellana* L). **Revista Brasileira de Geociências**, Porto Alegre, v.5, supl. 2, p. 597-599, jul.2007. Disponível em: <<http://www.ufrgs.br/seerbio/ojs/index.php/rbb/article/download/520/448> >. Acesso em 07 ago. 2016.

PAIVA, H. N.; GOMES, J. M. **Propagação Vegetativa de Espécies Florestais**, (Série cadernos didáticos, 83), Editora UFV, Viçosa, MG, 2001, 46 p.

PEITOTO, C. P.; CRUZ, T. V da.; PEIXOTO, M. F.da S. P. Análise quantitativa do crescimento de plantas: Conceitos e prática. **Enciclopédia biosfera**, Goiânia, vol.7, N.13; p. 59, 2011.

REUVENI, O.; RAVIV, M. Importance of leaf retention to rooting of avocado cuttings. Journal of the **American Society for Horticultural Science**. Alexandria, v.106, n.2 127-130, 1980.

REZENDE, J. de O. **Solos Coesos de tabuleiros costeiros**: Limitações agrícolas e manejo. Salvador: SEAGRI-SPA, 117.p. 2004.

STRECK, N.A. et al. Incorporating a chronology response into the prediction of leaf appearance rate in winter wheat. **Annals of Botany**, Oxford, v.92, n.2, p.181-190, 2003.

TCHOUNDJEU, Z. et al. Vegetative propagation of *Prinus Africana*: effects of rottings medium, auxin concentration and leaf area. **Agroforetry Systems**, Netherlands, v.54, p. 183-192, 2002.

TERNES, M. Produção, armazenamento e manejo do material de produção. In: CEREDA, M. P. (Ed.) **Agricultura: Tuberosas Amiláceas Latino Americanas**. Fundação Cargill. São Paulo. Vol 2, Cap. 4, p. 66 a 82. 2002.

**ARTIGO 3**

**GERMINAÇÃO DE SEMESTES E VIGOR DE PLANTULAS DE *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE  
ÁCIDO GIBERELICO**

## GERMINAÇÃO DE SEMESTES E VIGOR DE PLANTULAS DE *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* EM DIFERENTES CONCENTRAÇÕES DE ÁCIDO GIBERELICO

Autor: Izabel Nunes dos Santos

Orientador: Prof. Dr. Clovis Pereira Peixoto

RESUMO: O uso de sementes na preservação de espécies silvestres de *Manihot* apresenta vantagens consideráveis sobre outros métodos de conservação *ex situ*. O objetivo desse trabalho foi estudar a germinação de sementes de *Manihot esculenta flabellifolia* em diferentes concentrações de ácido giberélico. O experimento foi desenvolvido no laboratório de Fisiologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade federal do Recôncavo da Bahia, em Cruz das Almas/BA. O delineamento foi o Inteiramente casualizado composto de sete tratamentos (concentrações de ácido giberélico: solução controle, 75 mg GA<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>, 100 mg GA<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>, 125 mg GA<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>, 150 mg GA<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>, 175 mg GA<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> e 200 mg GA<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>) em quatro repetições. As variáveis analisadas foram: massa de matéria seca de raiz, plântulas normais na primeira contagem, sementes duras, plântulas anormais, massa da matéria seca de parte aérea, massa da matéria seca total, percentual de germinação, sementes mortas e índice de velocidade de emergência em areia. A adição de ácido giberélico, promoveu aumento no percentual de germinação, acúmulo de matéria seca e redução na mortalidade de sementes, entretanto, a concentração de 150 mg GA<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> não promove efeito significativo no índice de velocidade de emergência em *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia*.

**Palavras-chave:** mandioca silvestre, biodiversidade, giberelina, AG<sub>3</sub>.

SEED GERMINATION AND THE VIGOUR OF PLANTS OF *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia* IN DIFFERENT CONCENTRATIONS OF GIBBERELIC ACID

Author: Izabel Nunes dos Santos

Advisor: Prof. Dr.Clovis Pereira Peixoto

**ABSTRACT:** When using seeds in the preservation of wild species of *Manihot*, considerable advantages over other ex situ conservation methods are presented. The objective of this research was to study the germination of seeds of *Manihot esculenta flabellifolia* in different concentrations of gibberellic acid. The experiment was developed in the Laboratory of Plant Physiology of the Center of Agrarian, Environmental and Biological Sciences of the Bahia Recôncavo Federal University, in Cruz das Almas / BA. The design was a completely randomized design with seven treatments (concentrations of gibberellic acid: control solution, 75 mg GA3 L-1, 100 mg GA3 L-1, 125 mg GA3 L-1, 150 mg GA3 L-1, 175 mg GA3 L-1 and 200 mg GA3 L-1) in four replicates. The variables analyzed were: root dry mass, normal seedlings in the first count, hard seeds, abnormal seedlings, shoot dry matter mass, total dry matter mass, percentage of germination, dead seeds and emergency speed index In sand. With the addition of gibberellic acid, an increase in germination percentage, dry matter accumulation and reduction in seed mortality was achieved, however, the concentration of 150 mg GA3 L-1 did not promote a significant effect on the rate of emergence in *Manihot esculenta* Subsp. *flabellifolia*.

**Keywords:** wild cassava, biodiversity, gibberellin, AG3.

## INTRODUÇÃO

Por agregar uma ampla variabilidade genética, apesar de pouco explorada, o gênero *Manihot* estabelece um enorme interesse para a pesquisa, principalmente no que se refere às espécies silvestres, que são fontes de uso potencial para os programas de melhoramento genético e obtenção de novas variedades.

A conservação de germoplasma das espécies silvestres é de suma importância para o melhoramento genético da espécie cultivada, e assim sendo, o uso de sementes para a preservação desse material apresenta vantagens consideráveis sobre outros métodos de conservação *ex situ*, como o armazenamento em um menor espaço, estabelecendo um método com maior segurança e economia de conservação (FUKUDA, 1996).

O estudo da fisiologia das sementes de espécies silvestres de *Manihot*, sobretudo nos aspectos que envolvem a sua germinação, estabelecem mecanismos que possibilitam a conservação de coleções de campo, contribuindo com a preservação dos recursos genéticos vegetais.

Em condições ambientais apropriadas, o processo de germinação das sementes se dá pela retomada do crescimento embrionário, o que resulta na ruptura tegumentar através da radícula, originando assim uma plântula normal (NEVES et al., 2009). Entretanto, observa-se que algumas espécies apresentam baixo percentual de germinação em decorrência da dormência, que é um mecanismo natural de resistência para assegurar que a germinação aconteça somente em condições benéficas para a subsistência da plântula. Esta dormência pode ser tegumentar, embrionária ou por desequilíbrio de substâncias inibidoras de germinação.

A dormência de sementes torna-se inconveniente quando se objetiva produzir mudas, necessitando de uma germinação em um reduzido espaço de tempo, principalmente quando o intuito dessa produção de mudas é o da conservação de espécies que se encontram ameaçadas de extinção, como as espécies silvestres. A compreensão dos agentes causadores da dormência nas sementes é de crucial interesse, pois possibilita a intervenção nesses agentes de

modo a promover uma germinação maior, mais rápida e uniforme (DUTRA et al., 2010).

Pouco são os trabalhos relacionados ao processo de germinação de sementes de *Manihot*. Alguns trabalhos realizados pela equipe do CENARGEN propõem que a dormência em sementes de *Manihot* varia bastante em relação às espécies. Neste sentido, a utilização de substâncias fitorreguladoras pode reduzir ou até mesmo interromper a ação de fatores desfavoráveis no processo de germinação das sementes (KHAN et al., 1978).

Para Taiz e Zeiger (2009), o uso de fitorreguladores tornou-se uma ferramenta química de potencial no manejo de plantas, pois promovem a germinação e a superação de dormência das sementes e também de gemas. Souza et al. (2002) relataram que a ação do ácido giberélico promove a aceleração no processo de germinação das sementes além da uniformização destas. Este fitorregulador impulsiona a produção de enzimas hidrolíticas, que promovem a quebra do amido e outras substâncias, permitindo a retomada do crescimento do eixo embrionário (CASTRO et al., 2005). Atuando na raiz primária, a giberelina faz com que esta rompa os tecidos que inibem seu crescimento, como o tegumento da semente, superando assim os mecanismos de dormência fisiológica (BEVILAQUA et al., 1993).

A aplicação e eficiência de tratamentos para superação da dormência em sementes variam em função de diversos fatores, como a intensidade de dormência além do tipo de espécie e das procedências (ALBUQUERQUE et al., 2007).

Tendo em vista a escassez de estudos sobre a germinação de sementes de espécies silvestres de *Manihot*, objetivou-se com esse trabalho estudar a germinação de sementes e o vigor de plântulas da espécie silvestre *Manihot. esculenta* subsp *flabellifolia* utilizando diferentes concentrações do ácido giberélico (GA3) via pré embebição.

## **MATERIAL E MÉTODOS**

O experimento foi realizado no Laboratório de Fisiologia Vegetal do Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas da Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, localizado na cidade de Cruz das Almas/BA. Como material

de pesquisa foram utilizados sementes da espécie *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia*, provenientes do Banco Ativo de Germoplasma (BAG) da Embrapa Mandioca e Fruticultura.

As sementes foram submetidas à pré-embebição em concentrações do fitorregulador Ácido giberélico ( $GA_3$ ), composta por 32 %, nas seguintes proporções: solução controle,  $75\text{ mg } GA_3\text{ L}^{-1}$ ,  $100\text{ mg } GA_3\text{ L}^{-1}$ ,  $125\text{ mg } GA_3\text{ L}^{-1}$ ,  $150\text{ mg } GA_3\text{ L}^{-1}$ ,  $175\text{ mg } GA_3\text{ L}^{-1}$  e  $200\text{ mg } GA_3\text{ L}^{-1}$  (Tabela 1).

Tabela 1. Soluções de giberelina líquida ( $\text{mL L}^{-1}$ ) e suas concentrações de ácido giberélico ( $\text{mg L}^{-1}$ ), utilizadas na pré embebição de sementes da espécie *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia*.

$\text{mL L}^{-1}$ de Giberelina líquida (32% de $GA_3$ )	Concentrações de $GA_3$ nos tratamentos
Controle (água)	$0\text{ mg } GA_3\text{ L}^{-1}$
$2,34\text{ mL L}^{-1}$	$75\text{ mg } GA_3\text{ L}^{-1}$
$3,12\text{ mL L}^{-1}$	$100\text{ mg } GA_3\text{ L}^{-1}$
$3,90\text{ mL L}^{-1}$	$125\text{ mg } GA_3\text{ L}^{-1}$
$4,68\text{ mL L}^{-1}$	$150\text{ mg } GA_3\text{ L}^{-1}$
$5,46\text{ mL L}^{-1}$	$175\text{ mg } GA_3\text{ L}^{-1}$
$6,25\text{ mL L}^{-1}$	$200\text{ mg } GA_3\text{ L}^{-1}$

Para coleta das sementes, foram utilizados saquinhos de tecido para cobrir os frutos antes da maturação, a fim de evitar a dissipação destas no momento da abertura dos frutos, por se tratar de frutos deiscentes. Posteriormente, os frutos foram levados para o laboratório, onde foram retiradas as sementes. Realizou-se o teste de umidade de sementes, em que estas apresentaram 10,64% de umidade.

As sementes foram imersas em hipoclorito de sódio a 2% por três minutos, sendo lavadas em água corrente e em seguida imersas em álcool a 70% por um minuto, e seguidamente postas a secar. Por se tratar de sementes com tegumentos impermeáveis, foi necessário se fazer uma escarificação mecânica, para promover o sucesso na pré embebição destas nas soluções com o  $GA_3$ . A escarificação foi realizada fazendo-se pequenos cortes no tegumento na parte lateral das sementes, utilizando-se de um alicate do tipo para unhas (Figura 1), tendo o cuidado de não danificar o embrião.



Figura 1. Beneficiamento das sementes de *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia*. A. Sementes limpas. B. Escarificação mecânica das sementes com cortes nas laterais do tegumento com alicate tipo para unhas.

Após escarificadas, as sementes foram postas a pré embeber nas respectivas soluções dos tratamentos por um período de 3 horas.

Para o teste de germinação, utilizou-se como substrato o papel germitest, previamente umedecidos em bandejas com uma quantidade de água equivalente a 2,5 vezes o peso do papel. As sementes de *M. esculenta* subsp. *flabellifolia* foram distribuídas com o auxílio da placa contadora em número de 60 sementes por substrato sendo que as dez sementes da parte superior da placa contadora, foram destinadas ao teste de vigor. Foram utilizadas quatro repetições para cada tratamento. Os rolos de papel foram colocados no germinador, regulado á temperatura de 25°C. A primeira avaliação foi após oito dias e a segunda contagem aos 16º dia, como recomenda a Regra de análises de sementes (2009) para *Euphorbiaceae*.

As variáveis avaliadas foram: massa de matéria seca de raiz, massa de matéria seca de parte aérea, massa de matéria seca total, plântulas normais na primeira contagem, percentual de germinação, plântulas anormais, sementes duras e sementes mortas. Avaliou-se a percentagem total de plântulas normais baseando-se na RAS (2009), em que se considera como plântulas normais aquelas que apresentam características necessárias para o desenvolvimento de plantas saudias, quando colocadas em condições ambientais adequadas. Ao final do experimento, foram quantificadas as sementes firmes, sendo aquelas sementes capazes de absorver água, porém não germinaram nem apodreceram, mantendo-se firmes e resistentes ao tratamento; sementes mortas, ou seja,

aquelas sementes que não germinaram e mostravam-se amolecidas e com presença de micro organismos , plântulas anormais, sendo aquelas que apresentam as estruturas básicas danificadas e por fim, a porcentagem de germinação, sendo o somatório de plântulas normais na primeira e segunda contagem.

As análises de variância e regressão foram realizadas com o auxílio do programa estatístico Sisvar. Para as variáveis representadas em porcentagem, foram feitas as transformações de arco-seno da raiz ( $x/100$ ), a fim de atender as pressuposições da análise de variância.

O teste de emergência de plântulas foi realizado utilizando bandejas plásticas para semeadura das sementes. Utilizou-se de dois tratamentos, a dosagem controle e a dosagem na concentração de  $150 \text{ mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$ , por ter apresentado melhores resultados no teste de germinação. Nas bandejas foram dispostas 18 sementes por fileira, sendo cada fileira uma repetição, totalizando dez repetições. Após a semeadura, as sementes foram cobertas com uma camada de areia de dois centímetros de espessura. A areia foi umedecida até atingir uma saturação hídrica de 60%.

Para o cálculo do Índice de Velocidade de Emergência, o IVE, utilizou-se a formula descrita por Maguire, (1962), em que:  $IVE = E1/N1 + E2/N2 + \dots + En/Nn$ . Sendo, E1, E2, En = número de plântulas normais na primeira, segunda, até a última contagem e N1, N2, Nn = número de dias desde a primeira até a última contagem (no caso, 27 dias).

## RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 2 é apresentado o resumo da análise de variância, em que podem ser observados os quadrados médios das variáveis e suas significâncias. Observa-se que para o teste de germinação, as variáveis: massa de matéria seca de raiz, plântulas normais na primeira contagem, sementes duras e plântulas anormais não apresentaram diferenças estatísticas significativas em relação aos tratamentos aplicados com as diferentes concentrações de ácido giberélico. No entanto, as variáveis: massa de matéria seca de parte aérea, massa seca total, plantas germinadas e sementes mortas apresentaram diferenças altamente significativas ( $p < 0,01$ ).

Tabela 2. Resumo da análise de variância para o teste de germinação de sementes de *Manihot. esculenta* subsp. *flabellifolia* para as variáveis massa de matéria seca de raiz (MSR), massa de matéria seca de parte aérea (MSPA), massa de matéria seca total (MST), plântulas normais na primeira contagem (PN1), percentual de germinação (PG), plântulas anormais (PAN), sementes duras (SD), e sementes mortas (SM).

FV	GL	QM							
		MSR	MSPA	MST	PN1	PG	PAN	SD	SM
DOSES	6	0,0028 <sup>ns</sup>	0,0127**	0,0193**	20,0660 <sup>ns</sup>	157,0833**	16,2844 <sup>ns</sup>	116,1428 <sup>ns</sup>	387,9532**
ERRO	21	0,0026	0,0025	0,0045	134,603	266,428	21,127	610,952	668,889
MÉDIA		11,411	12,611	24,018	76,189	21	118,811	349,286	320,475
CV (%)		4,44	3,97	2,81	48,15	24,58	38,69	22,38	25,52

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

Verificou-se um efeito altamente significativo das concentrações de ácido giberélico na produção de massa de matéria seca de parte aérea das plântulas. Por meio da análise de regressão, ajustou-se a equação para a função quadrática (Figura 2) onde foi encontrado o ponto máximo na concentração de 131,25 mg GA<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> em que foi obtido uma produção média de 1,29 g de massa de matéria seca da parte aérea, o que equivale a um aumento de 11, 20% em comparação ao tratamento controle, que apresentou uma produção média de 1,16 g de massa de matéria seca da parte aérea de plântulas.

O aumento verificado no acúmulo de matéria seca de parte aérea é justificado por meio do relato de Taiz e Zeiger (2009), em que discorreram sobre o aumento do comprimento e número de células, por meio da aplicação de giberelinas, como o ácido giberélico, que promovem o aumento, alongação e divisão celular. As giberelinas estão associadas ao crescimento da parte aérea, florescimento e frutificação.

Lima et al. (2007) obtiveram resultados análogos ao experimentarem diferentes concentrações de ácido giberélico na avaliação da qualidade fisiológica de sementes de mamona. Neste caso, averiguaram que concentrações em até 150 mg GA<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> promoveram aumento da produção de massa seca da parte aérea de plântulas, o que possivelmente segundo os autores, se deu por meio da propensão do direcionamento de assimilados para essa parte.

Observa-se, contudo, neste trabalho, que a utilização de uma concentração de ácido giberélico superior a 131, 25 mg GA<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> inviabiliza a produção de massa de matéria seca da parte aérea em *M. esculenta* subsp. *flabellifolia*.

Para a produção de massa de matéria seca total foi observada diferença altamente significativa entre as concentrações de ácido giberélico, e ao fazer o ajustamento da equação para a função quadrática, revelado pela análise de regressão, localiza-se o ponto máximo na concentração de 145 mg GA<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>, com uma produção total média de 2,48 g de massa seca, o que elevou a produção em 9,25% em relação ao tratamento controle, que produziu 2,27 g de massa de matéria seca total (Figura 2).

A curva da análise de regressão também indica que concentrações maiores que 145 mg GA<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>, provocam uma redução da produção total de massa de matéria seca. Esse resultado está relacionado com a produção de matéria seca da parte aérea, uma vez que a produção total de massa seca consiste no somatório da massa seca da raiz e a massa seca da parte aérea, e mesmo com a produção de massa seca de raiz não tendo demonstrado diferença significativa, a produção de massa seca de parte aérea influenciou na produção total de massa seca da plântula.

A utilização de ácido giberélico conferiu uma diferença altamente significativa na percentagem de germinação das sementes de *M. esculenta* subsp. *flabellifolia*. A análise de regressão apresentou ajuste da equação para o a função linear, indicando que concentrações de até 200 mg GA<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> promoveram um aumento crescente na percentagem de germinação das sementes (Figura 2). Por esse motivo, tornam-se necessários novos estudos a fim de testar maiores concentrações na germinação de *M. esculenta* subsp. *flabellifolia*.

Notou-se que ao se aplicar o tratamento de pré embebição das sementes na solução de concentração máxima (200 mg GA<sub>3</sub> L<sup>-1</sup>), obteve-se uma germinação de 27,49 % das sementes testadas, enquanto que no tratamento da solução controle, obteve-se apenas 11,69% de sementes germinadas, demonstrando assim que a dose máxima utilizada, elevou a germinação em 135,15% em relação ao controle. Esse resultado é condizente com Hopkins (1999), citado por Stenzel et al. (2003), que discorreram sobre a ação da giberelina no estímulo à síntese da enzima β – amilase, responsável pela digestão

das reservas armazenadas no endosperma. Em decorrência disso, formam-se os açúcares, aminoácidos e ácidos nucleicos, sequencialmente absorvidos e transportados até as regiões de crescimento embrionário, que irá estimular o alongamento celular, ocasionando o rompimento do tegumento da semente, que irá acelerar a germinação e uniformizá-la.

Observa-se também que os tratamentos com diferentes concentrações de ácido giberélico diferiram estatisticamente em relação à variante percentagem de sementes mortas. A análise de regressão ajustou a equação para função quadrática (Figura 2). Em virtude desta, calculou-se o ponto mínimo encontrando a concentração de  $155 \text{ mg GA}_3 \text{ L}^{-1}$ , que proporcionou uma percentagem de sementes mortas de 26,66%. Este valor corresponde a uma queda de 89,87% da mortalidade de sementes de *M. esculenta* subsp. *flabellifolia*, quando tratadas com a referida concentração, em relação às sementes controle, que apresentaram mortalidade de 50,62%. Efeitos semelhantes a este foram obtidos por Santos (2013) que verificou que a adição de ácido giberélico via pré embebição em sementes de maracujazeiro amarelo promoveu redução na mortalidade de sementes, evidenciando que a utilização do  $\text{GA}_3$  promove efeitos benéficos a esse aspecto.

Na Tabela 3 está apresentado o resumo da análise de variância para o teste de emergência na areia e para o índice de velocidade de emergência total (IVE), dias após emergência (D) em sementes de *M. esculenta* subsp. *flabellifolia*. Observa-se que não houve diferença estatística significativa no efeito da aplicação dos tratamentos. No entanto, como se trata de uma espécie silvestre e mantida no BAG da Embrapa Mandioca e Fruticultura, essas informações poderão subsidiar os programas de melhoramento da espécie, por meio da conservação dos recursos genéticos do gênero *Manihot*, intui-se que a informação obtida nesta pesquisa, constitui um ponto inicial que possibilite novos estudos sobre a espécie de *M. esculenta* subsp. *flabellifolia*, utilizando diferentes concentrações do ácido giberélico ( $\text{GA}_3$ ).

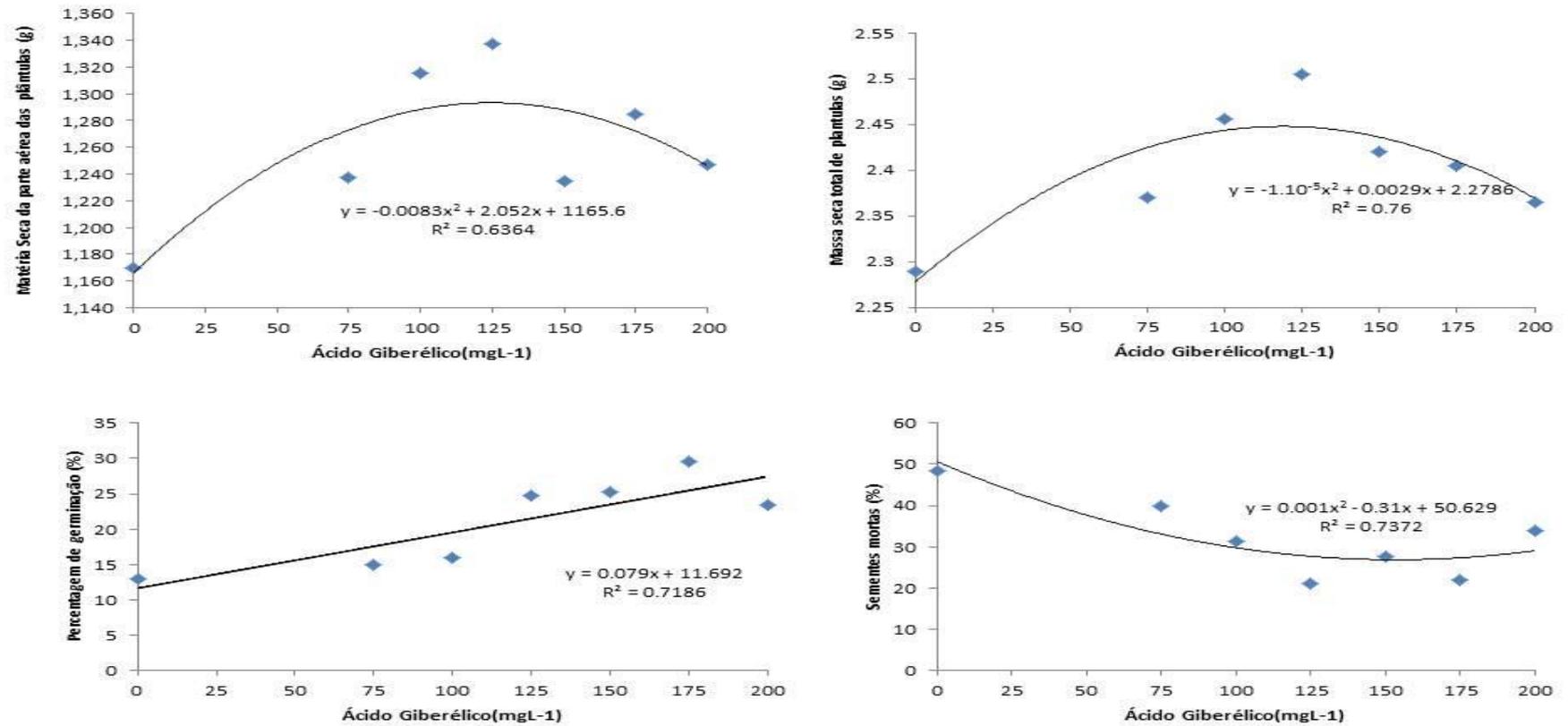


Figura 2. Gráficos da análise de regressão para massa de matéria seca de parte aérea, massa de matéria seca total, porcentagem de germinação e porcentagem de sementes mortas em *Manihot esculenta* subsp. flabellifolia em função da concentração de ácido giberélico..

Tabela 3. Resumo da análise de variância para o índice de velocidade de emergência diária(D) e total (IVT) em sementes de *Manihot. esculenta* subsp.. *flabellifolia*, submetidas a pré embebição em ácido giberélico.

FV	GL	QM															IVT
		13 D	14D	15D	16D	17D	18D	19D	20D	21D	22D	23D	24D	25D	26D	27D	
DOSE	1	0,00 <sup>ns</sup>	0,01 <sup>ns</sup>	0,06													
ERRO	18	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00	0,01	0,01	0,01	0,00	0,00	0,00	0,00	0,74
CV		246,31	212,78	152,20	137,81	124,12	116,25	95,85	85,83	89,19	77,71	77,69	75,99	77,85	77,32	77,97	85,79
MÉDIA		0,01	0,02	0,03	0,05	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,10	0,09	0,09	0,09	0,09	0,09	1,00

\*\* , \* , <sup>NS</sup>: significativo a 1% de probabilidade; Significativo a 5% de probabilidade e não significativo pelo teste *F*, respectivamente. Cruz das Almas

## CONCLUSÕES

A adição de ácido giberélico, em sementes via pré embebição possibilita aumento no percentual de germinação, acúmulo de matéria seca de plântulas e redução na mortalidade de sementes, entretanto, a concentração de 150 mg GA<sub>3</sub> L<sup>-1</sup> não promove efeito significativo no índice de velocidade de emergência na espécie *Manihot esculenta* subsp *flabellifolia*.

Devido à escassez de informação sobre a germinação de sementes e o vigor de plântulas da espécie mandioca silvestre *Manihot esculenta* subsp. *flabellifolia*, indica-se a necessidade novos estudos com a utilização de reguladores vegetais como o ácido giberélico (GA<sub>3</sub>).

## REFERÊNCIAS

ALBUQUERQUE, K.S.; GUIMARÃES, R.M.; ALMEIDA, Í.F. e CLEMENTE, A.C.S. - Métodos para a quebra da dormência em sementes de sucupira-preta (*Bowdichia virgilioides* KUNTH.). **Ciência e Agro tecnologia**, v. 31, n. 6, p. 1716-1721. 2007.

BEVILAQUA, G.A.P.; PESKE, S.T.; SANTOS; FILHO, B. G. e BAUDET, L. Desempenho de sementes de arroz irrigado tratadas com regulador de crescimento. II. Efeito na germinação. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 15, n. 1, p. 75-80. 1993.

Brasil. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Regras para análise de sementes / Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. Secretaria de Defesa Agropecuária. – Brasília: Mapa/ACS, 2009. 399 p.

CASTRO, P.R.C.; KLUGE, R.A. E PERES, L.E.P. (2005) - **Manual de fisiologia vegetal: teoria e pratica**. Piracicaba: Agronômica Ceres, 640 p.

DUTRA, A.S., TEÓFILO, E.M., MEDEIROS FILHO, S. Germinação de sementes de macambira (*Bromelia laciniosa* Mart. ex Schult). **Revista Caatinga**, v. 23, p.12-17. 2010

FUKUDA, W. M.G. **Banco de germoplasma de mandioca**: manejo, conservação e caracterização. Cruz das Almas, BA: 1996.103p. (EMBRAPA-CNPMPF. Documentos, 68).

KHAN, A.A.; TAO, K.L.; KNYPL, J.S.; BORKOWSKA, B.; POWELL, L.E. Osmotic conditioning of seeds: physiological and biochemical changes. **Acta Horticulturae, Wageningen**, v.83, p. 267-283. 1978.

LIMA, M.G.S.; MENDES, C.R.; MORAES, D.M. RODRIGUES, M.A.V. Qualidade fisiológica de sementes de mamona submetidas a diferentes concentrações de giberelina. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5.n 2, jul.2007. Disponível em: < <http://www.agrolink.com.br/downloads/80447.pdf> >. Acesso em: 13 de jul.2016.

NEVES, J.M.G., SILVA, H.P., BRANDÃO JUNIOR, D.S., MARTINS, E.R., NUNES, U.R. Padronização do teste de germinação para sementes de Pinhão Manso. **Revista Caatinga**, v. 22, p. 76-80, 2009.

SOUZA, H. U.; RAMOS, J. D.; PASQUAL, M.; FERREIRA, E. A. Efeito do ácido giberélico sobre a germinação de sementes de porta-enxertos cítricos. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.24, n.2, p.496-499, 2002.

SANTOS, C.A.C.; VIEIRA, E. L.; PEIXOTO, C. P.; LEDO, C. A. Germinação de sementes e vigor de plântulas de maracujazeiro amarelo submetidos à ação do ácido giberélico. **Bioscience Journal**. Uberlândia, v. 29, n. 2, p. 400-407, Mar./Abr. 2013

STENZEL, N. M. C.; MURATA, I. M.; NEVES, C. S. V. J. Superação da dormência em sementes de atemóia e fruta-do-conde. **Revista Brasileira de Fruticultura**, Jaboticabal, v.25, n.2, ago.2003. Disponível em: < <http://www.scielo.br/pdf/%0D/rbf/v25n2/a31v25n2.pdf> />. Acesso em: 03 ago. 2016.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. 4. ed. Porto Alegre: Artmed, 820 p. 2009.

## CONSIDERAÇÕES FINAIS

É cada vez maior a perda dos recursos genéticos vegetais. Gradativamente esses recursos tão preciosos vêm se perdendo ao longo do tempo, para dar espaço às áreas com monoculturas, e conseqüentemente, desvalorização das variedades crioulas, assim também como as espécies silvestres, o que faz com que ocorra estreitamento das bases genéticas e perda da variabilidade genética, que é o instrumento básico para qualquer programa de melhoramento genético. Desta forma, as espécies cultivadas tornam-se cada vez mais vulneráveis a problemas relacionados a pragas e doenças.

O que acontece no caso da cultura da mandioca também não é diferente. As variedades tradicionais são substituídas por espécies melhoradas, restringindo assim a variabilidade genética. A valorização das espécies silvestres é muito recente, e o conhecimento sobre essas espécies, principalmente no que diz respeito à sua propagação e reprodução ainda é escasso. Esse fato evidencia a extrema necessidade da multiplicação e conservação por meio dos bancos de germoplasmas.

Deste modo a contribuição desta pesquisa, sobre as formas de propagação, torna-se uma ferramenta valiosa para a conservação das espécies silvestres de *Manihot* nos bancos de germoplasma, servindo como base para a realização de outros estudos em relação à propagação desse material. Assim, por meio desse trabalho concluiu-se que é possível se propagar as espécies de difícil enraizamento por meio da técnica da alporquia, uma técnica que é pouco conhecida quando comparado à estaquia, mas que apresenta resultados promissores, que podem auxiliar o trabalho dos melhoristas de plantas.

Também foi constatado que por meio da utilização da Giberelina, pode-se otimizar a germinação das sementes das espécies silvestres, tornando mais rápido o processo reprodutivo, de forma sexuada, o que contribuirá com a conservação dos recursos genéticos desse gênero. Com isso, os programas de melhoramento terão à sua disposição fontes genéticas para utilização no desenvolvimento de novas variedades mais resistentes a pragas e doenças, que facilitará a vida do produtor, possibilitando a redução na utilização de insumos agrícolas que possam poluir o meio ambiente.