INSTITUTO NACIONAL DE PESQUISAS DA AMAZÔNIA – INPA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA NO TRÓPICO ÚMIDO – PPG ATU

PROPAGAÇÃO DE *Dioscorea trifida* L.f. A PARTIR DE MINI-TUBÉRCULO, ESTAQUIA E CULTIVO *IN VITRO*

VERENA MAKAREM SOARES

Manaus, Amazonas

Novembro, 2018

VERENA MAKAREM SOARES

PROPAGAÇÃO DE *Dioscorea trifida* L.f. A PARTIR DE MINI-TUBÉRCULO, ESTAQUIA E CULTIVO *IN VITRO*

Orientador: Dr. Sidney Alberto do Nascimento Ferreira

Co-orientador: Dr. Eduardo Ossamu Nagao

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre em Agricultura no Trópico Úmido.

Manaus, Amazonas

Novembro, 2018

BANCA EXAMINADORA:

Nome	Parecer		Assinatura
EVA MARIA A. CAVALCANTE ATROCH	( ) Aprovado	( ) Reprovado	
ALBEJAMERE PEREIRA DE CASTRO	(X) Aprovado	( ) Reprovado	
MARIA OLIVIA DE A. RIBEIRO SIMÃO	(X) Aprovado	( ) Reprovado	

( ) com *"Distinção"* ( ) com *"Distinção e Louvor"*

Manaus (AM), 09 de novembro de 2018.

S676 Soares, Verena Makarem
Propagação de Dioscorea trifida L.f a partir de mini-tubérculo, estaquia e cultivo in vitro / Verena Makarem Soares. --- Manaus : [s. n.], 2018.
51 f. : il. color.

Dissertação (Mestrado) --- INPA, Manaus, 2018.
Orientador : Sidney Alberto do Nascimento Ferreira.
Co-Orientador: Eduardo Ossamu Nagao
Área de concentração : Agricultura no Trópico Úmido.

1. Cará. 2. Propagação vegetativa. 3. Estacas. 4. Propagação in vitro. I. Título.

CDD 664.23

Sinopse: Estudou-se a produção de mudas de *Dioscorea trifida* por meio das técnicas de mini-tubérculo-semente, estaquia e cultivo *in vitro*. Na propagação por mini-tubérculos, foram avaliadas diferentes classes baseadas nas massas dos tubérculos, enquanto na estaquia, avaliou-se o desempenho de estacas originadas de diferentes variedades/cruzamentos, com apenas um segmento nodal. Na propagação vegetativa por meio do cultivo *in vitro*, avaliaram-se respostas dos explantes a adição de 6-benzilaminopurina (BAP).

Palavras-chave: 1. Cará. 2. Propagação vegetativa. 3. Regulador de crescimento. 4. Estacas. 5. Propagação *in vitro*. 6. Segmento nodal. 7. Tuberização.

AGRADECIMENTOS

A Deus pelo presente maravilhoso que é a vida, por sempre honrar a minha fé e sempre mostrar um caminho em meio às dificuldades.

Aos meus pais, Luiz (*in memoriam*) e Lúcia, pelo amor, dedicação e por nunca terem medido esforços pra oferecer o melhor que podiam.

À minha avó, Vera (*in memoriam)* e ao meu tio Junior, que acompanharam esse período e entenderam todos os momentos de ausência.

Ao meu irmão, Uriel, que sempre esteve disposto a ajudar e foi de grande importância em várias etapas do trabalho.

Ao prof. Dr. Sidney Ferreira por todo o conhecimento dividido, por ter me recebido tão bem, ter confiado e contornado todas as adversidades junto comigo e por ter entendido as ausências.

Ao prof. Dr. Eduardo Nagao, meu co-orientador, que sempre esteve disposto a ajudar, pelos ensinamentos e por ter sido calmaria em momentos de dificuldade.

Ao Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA) pela oportunidade de estudo e formação no Programa de Pós-Graduação em Agricultura no Trópico Úmido.

Ao Instituto de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Amazonas pela infraestrutura concedida para realização do experimento sobre cultivo *in vitro*.

Á Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Amazonas pela concessão de bolsa de estudos durante o período do mestrado.

Ao prof. Dr. Daniel Gentil pelo fornecimento do material propagativo (sementes e tubérculos) oriundo da Fazenda Experimental da UFAM.

À professora e amiga, Ana Claudia Maquiné, por todo o apoio, amizade, torcida e incentivo.

A todos os amigos, colegas e parceiros que, direta ou indiretamente, colaboraram para execução deste trabalho com tanta dedicação e companheirismo.

A todos os envolvidos nessa conquista, a minha gratidão.

RESUMO

Os carás (*Dioscorea* spp.) são monocotiledôneas pertencentes à família Dioscoreaceae, sendo popularmente conhecidos como inhame, *yam, ñame* ou igname. As espécies mais cultivadas são aquelas que servem para alimentação, a exemplo de *Dioscorea trifida*. Possuem excelentes propriedades nutricionais e energéticas quando comparados com outros tubérculos, além de ser uma olerícola rústica pouco exigente quando se trata de solo, adubação e uso de defensivos agrícolas. Apesar das vantagens a cultura ainda apresenta baixa produtividade, principalmente pela baixa oferta de material propagativo de qualidade e ao seu elevado custo de aquisição. Desta forma, este trabalho teve como objetivo avaliar a reprodução de *D. trifida* através de três métodos de propagação vegetativa que otimizem o uso desses tubérculos e garantam qualidade fitossanitária às mudas, a saber: mini-tubérculo, estaquia e cultivo *in vitro*. Mini-tubérculos oriundos de plantas com oito meses de idade foram divididos em cinco classes conforme sua massa e avaliados em experimento em delineamento inteiramente casualizado (DIC), com cinco tratamentos e quatro repetições. Foram avaliadas as características brotação, índice de velocidade de brotação, tempo médio de brotação, número de brotos tubérculos^{-1}, percentual de tubérculos com dominância apical, número de folhas, comprimento de parte aérea e percentual de tuberização. Mini-tubérculos com massa acima de 18,45 g se mostraram promissores como material propagativo de *D. trifida*. Com a técnica da estaquia, avaliou-se a produção de mudas com apenas um segmento nodal, sem o uso de reguladores de crescimento, através de um experimento em DIC, com seis variedades/cruzamentos, sendo avaliados os percentuais de sobrevivência, brotação, enraizamento e tuberização, além do índice de velocidade de brotação e número de brotos e raízes estaca^{-1}. Estacas de todas as variedades/cruzamentos com apenas um segmento nodal e sem o uso de auxina exógena mostraram viabilidade na produção de mudas. No experimento com cultivo *in vitro*, foi avaliada a influência da benzilaminopurina (BAP) na indução de brotações *in vitro* de segmentos nodais de *D. trifida*, por meio de experimento em DIC, com quatro concentrações do regulador de crescimento, sendo analisadas a altura das plantas, os números de folhas, raízes e brotos, o percentual de sobrevivência e a formação de calo. Não houve diferença estatística significativa para o percentual de explantes brotados e número de brotos, demonstrando a possibilidade de multiplicação de *D. trifida* sem adição de BAP. Os três métodos se apresentaram promissores para propagação da espécie. Deve-se atentar para algumas características que garantiram a propagação, a saber: mini-tubérculos com massa acima de 18,45 g; e estacas e explantes para micropopagação devem conter um segmento nodal e não necessitam de adição de regulador de crescimento.

Palavras-chave: Cará, propagação vegetativa, regulador de crescimento, estacas, micropropagação, segmento nodal, tuberização.

ABSTRACT

The carás (*Dioscorea* spp.) are monocotyledonous belonging to the Dioscoreaceae family, being popularly known as yam, ñame, or igname. The most cultivated species are those that serve for food, as *Dioscorea trifida*. They have excellent nutritional and energetic properties when compared with other tubers, besides being a rustic vegetable crop that little demanding when it comes to soil, fertilization and the use of pesticides. Despite the advantages, the crop still presents low productivity, mainly due to the low supply of quality propagation material and its high acquisition cost. So, the objective of this work was to evaluate the propagation of *D. trifida* through mini-seed tubers, cuttings and *in vitro* culture. Mini tubers from plants at eight months of age were divided into five classes according to their mass and evaluated in a completely randomized design (CRD) experiment with five treatments and four replications. The sprouting, sprout velocity index, shoot sprouting time, number of shoots tubers^{-1}, percentage of tubers with apical dominance, number of leaves, shoot length and percentage of tuberization were evaluated. Mini tubers with mass above 18.45 g were promising as propagating material of *D. trifida*. With the cutting technique, the production of seedlings with only one nodal segment, without the use of growth regulators, was evaluated through a CRD experiment with six varieties / crosses. The percentages of survival, sprouting, rooting and tuberization were evaluated , besides the rate of sprouting speed and number of shoots and stalk roots $^{-1}$. Cuttings of all varieties / crosses with only one nodal segment and without the use of exogenous auxin showed viability in the production of seedlings. In the experiment with *in vitro* culture, the influence of benzylaminopurine (BAP) on the induction of in vitro budding of nodal segments of *D. trifida* was evaluated by means of a CRD experiment with four concentrations of the growth regulator, and the plant height, number of leaves, roots and shoots, percentage of survival and callus formation. There wasn't statistically significant difference for the percentage of bud explants and number of shoots, demonstrating the possibility of multiplication of *D. trifida* without addition of BAP. The three methods were promising for propagation of the species and should be attentive to some characteristics such as: mini tubers with mass above 18.45 g; cutings and explants for micropopagation must contain a nodal segment and don't require addition of growth regulator.

Keywords: cará, vegetative propagation, growth regulator, cuttings, micropropagation, nodal segments, tuberization.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO 1
OBJETIVOS 3
Objetivo Geral 3
Objetivos específicos 3
REVISÃO DE LITERATURA 4
1. O cará (*Dioscorea* spp.) 4
1.1. Origem e distribuição 4
1.2. Aspectos botânicos do gênero *Dioscorea* 4
1.3. Importância socioeconômica e nutricional 6
2. O cultivo do cará 7
3. Aspectos reprodutivos de *Dioscorea* sp. 8
4. Produção de mudas a partir de mini túberas 10
5. Produção de mudas a partir de estacas 11
6. Micropropagação para produção de mudas de cará 12
CAPÍTULO I
PROPAGAÇÃO DE *Dioscorea trifida* A PARTIR DE MINI TUBÉRCULOS-SEMENTE 14
RESUMO 14
ABCTRACT 15
INTRODUÇÃO 16
MATERIAL E MÉTODOS 17
RESULTADOS E DISCUSSÃO 19
CAPÍTULO II
PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Dioscorea trifida* A PARTIR DE ESTAQUIA 24
RESUMO 24
ABSTRACT 25
INTRODUÇÃO 26
MATERIAL E MÉTODOS 27
RESULTADOS E DISCUSSÃO 31
CAPÍTULO III
MULTIPLICAÇÃO IN VITRO DE *Dioscorea trifida* 36
RESUMO 36
ABSTRACT 37
INTRODUÇÃO 38
MATERIAL E MÉTODOS 39
RESULTADOS E DISCUSSÃO 41
SÍNTESE 45
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS 46

LISTA DE FIGURAS

CAPITULO I

Figura 1 - Vista das plantas de *D. trifida* que serviram como fonte de mini-tubérculos. Foto: Sidney Ferreira (2016) 17

Figura 2 - Plantas de *D. trifida* originadas de mini-tubérculos da classe III com um (A) e dois (B) brotos. Foto: Verena Makarem (2017) 21

Figura 3 - Aspecto visual do início da tuberização em muda de *D. trifida* originada de mini-tubérculo. Foto: Verena Makarem (2017) 23

CAPÍTULO II

Figura 1 - Plantio em vaso das variedades/cruzamentos de *Dioscorea trifida* a fim de fornecimento das estacas. Foto: Verena Makarem (2017) 28

Figura 2 - Aspecto visual da estaca de *D. trifida*, contendo um segmento nodal, corte em bisel na parte superior e base e a lâmina foliar reduzida a 1/4 de tamanho original. Foto: Verena Makarem (2017) 29

Figura 3 - Estacas de *D. trifida* plantadas em bandejas de poliestireno preenchidas com substrato comercial Vivatto Plus®. Foto: Verena Makarem (2017) 30

Figura 4 - Detalhes do processo debrotação. (A) Brotação oriunda de estaca de *D. trifida* cruzamento OCxAC aos 45 dias após o plantio; (B) Aspecto visual de broto e raízes oriundos de estacas de D. trifida aos 60 dias após o plantio. Foto: Verena Makarem (2017)..... 33

Figura 5 - Aspecto visual de uma estaca de *D. trifida* com início de tuberização, indicada pela seta. Foto: Verena Makarem (2017) 35

CAPÍTULO III

Figura 1 - Frascos de vidro contendo meio MS completo (A) onde as sementes de *D. trifida* foram semeadas e (B) plântula aos 70 dias após germinação. Foto: Verena Makarem (2017) 40

Figura 2 – Explante de cará desenvolvido *in vitro* contendo uma folha e um segmento nodal. Foto: Verena Makarem (2017) 40

Figura 3 - Aspecto visual de brotações formadas em explantes de *D. trifida* inoculados em meio de cultura MS suplementado com (da esquerda para a direita) 0,0 mg l^{-1}, 1,0 mg l^{-1}, 1,5 mg l^{-1} e 3,0 mg l^{-1} de BAP. Foto: Verena Makarem (2018) 42

Figura 4 – Presença ou ausência de raízes e calos em brotações formadas em explantes de *D. trifida* inoculados em meio MS suplementado com (A) 0,0 mg l^{-1}, (B) 1,0 mg l^{-1}, (C) 1,5 mg l^{-1} e (D) 3,0 mg l^{-1} de BAP. Foto: Verena Makarem (2018) 43

INTRODUÇÃO

Cultivado mundialmente, o cará (*Dioscorea* spp.) sustenta a geração de renda e a oferta de nutrientes para diversas populações de baixa renda das regiões tropicais e subtropicais. Apesar de sua importância para essas sociedades e uma alternativa viável para a agricultura familiar, ainda é uma cultura negligenciada com baixa produtividade que não se encaixa nas políticas públicas de incentivo agrícola em muitos países.

No Brasil, as regiões Norte e Nordeste são destaque na produção dessa olerícola. Por ser uma planta rústica, apresenta elevada adaptação às condições edafoclimáticas destas regiões, além de produção favorável, sendo uma alternativa viável de renda e trabalho para a agricultura familiar (Santos, 2002a).

No Amazonas o município com maior produção de cará é Caapiranga, localizado à margem esquerda no rio Solimões. Segundo Castro *et al*. (2012) a espécie mais plantada no local é *Dioscorea trifida* L.f., estando presente em 100% dos cultivos dos agricultores abrangidos por aquele levantamento. O cará além de apresentar lugar de destaque entre os cultivos anuais confere identidade cultural ao município.

Segundo Abramo (1990) a propagação do cará pode ser feita a partir de tubérculos-semente e mudas, e apesar da importância socioeconômica da cultura, sua produtividade ainda é baixa e isto se deve, principalmente, à baixa oferta de tubérculos-semente com boa qualidade agronômica e ao elevado custo de aquisição desse material. Dessa forma, faz-se necessário a utilização de técnicas de propagação que otimizem o uso desses tubérculos e garantam qualidade fitossanitária às mudas.

A propagação do cará pelo método convencional pode utilizar até 30% da produção como material propagativo, exigindo um grande volume de material e alto esforço no seu deslocamento (Simões, 2013). A técnica de propagação por meio de mini-túberas vem como uma alternativa para o aumento do rendimento dos tubérculos-semente, diminuindo assim os custos de produção.

O principal objetivo desta técnica é proporcionar o aumento da qualidade e quantidade do material propagativo, baseando-se no fato que qualquer porção do tubérculo, desde que tenha periderme, é capaz de brotar (Aighewi *et al*. 2015).

Assim como a propagação por meio de estacas, que além dessas vantagens pode-se citar, ainda, o incremento econômico na colheita, a sanidade do material e o grande número de mini-tubérculos apropriados ao intercâmbio de germoplasma e utilização como semente (Aighewi *et al*., 2015).

A micropropagação, apesar de exigir investimento elevado quando comparada com outros métodos de propagação, tem a vantagem da produção de grande número de plantas com alta qualidade em pouco espaço físico e de tempo, além da ótima qualidade fitossanitária das mudas.

Vários trabalhos já foram feitos com diferentes espécies do gênero *Dioscorea*, porém são poucas as informações para a produção nas condições brasileiras (Simões, 2013) e, em particular, para a região do Trópico Úmido. A partir desta contextualização este estudo traz um conjunto de informações resultantes de pesquisa experimental acerca da propagação de *Dioscorea trifida* vegetativamente através de mini-tubérculos, estaquia e cultivo *in vitro*.

Iniciamos com a apresentação dos objetivos seguidos de uma revisão de literatura. Os resultados obtidos durante essa investigação estão apresentados em três capítulos estruturados em formato de artigos para publicação em revista especializada. O primeiro capítulo trata da produção de mudas a partir de mini-tubérculos-semente de *D. trifida* divididos em cinco classes baseadas nas massas e dimensões dos mesmos. No segundo capítulo foram utilizadas estacas de *D. trifida* com apenas um segmento nodal, ¼ de folha e sem a utilização de auxina exógena para produção de mudas. E no terceiro capítulo, foram testadas quatro concentrações de 6-benzilaminopurina em explantes de *D. trifida* na indução de brotações *in vitro* de segmentos nodais.

OBJETIVOS

Objetivo Geral

Propagar *Dioscorea trifida* vegetativamente através de mini-tubérculo-semente, estaquia e cultivo *in vitro*.

Objetivos específicos

- Identificar a massa e/ou tamanho de mini-tubérculo-semente adequada para formação de mudas de *Dioscorea trifida*;
- Avaliar a produção de mudas de diferentes variedades/cruzamentos de *Dioscorea trifida* a partir de estacas com um segmento nodal;
- Analisar a proliferação de brotos em função da aplicação de 6-benzilaminopurina (BAP) em explante de *Dioscorea trifida*.

REVISÃO DE LITERATURA

1. O cará (*Dioscorea* spp.)

1.1. Origem e distribuição

O cará pertence à família Dioscoreaceae que possui cerca de 850 espécies, das quais 95% pertencem ao gênero *Dioscorea* (Mabberley, 1997). No Brasil ocorrem aproximadamente 130 espécies desse gênero (Souza e Lorenzi, 2012). Conforme Mabberley (1997), o cará é típico de regiões tropicais e tem sido domesticado por diferentes culturas, em diferentes partes do mundo. As principais espécies cultivadas são aquelas que servem para alimentação, podendo citar *Dioscorea cayennensis*, *D. alata*, *D. trifida*, *D. esculenta* e *D. rotundata* (Ferreira, 2011).

A origem e distribuição da família *Dioscoreaceae* ainda vem sendo discutida, e Carvalho *et al*. (2009) afirmam que a vasta distribuição mundial do gênero já existia antes da separação dos continentes americano e africano. Eles mencionam ainda que as espécies *D. alata* e *D. esculenta* são originárias da Índia Central; *D. hispida*, *D. pentaphylla* e *D. bulbifera* da região Indo Malaia; *D. dumentorum*, *D. cayenensis* e *D. rotundata* da África; e *D. trifida* das Américas Central e Sul. Abramo (1990) relata que muitas das variedades existentes no Brasil foram introduzidas pelos portugueses durante a época da colonização. Por outro lado, é também reconhecido que, quando estes colonizadores chegaram à América, os índios já cultivavam essa planta, e por isso a mesma é denominada cará, da linguagem Tupi, *ka rá* (Castro *et al*., 2012).

1.2. Aspectos botânicos do gênero *Dioscorea*

Dioscorea spp. são monocotiledôneas, frequentemente lianas que formam tubérculos subterrâneos (aéreos em *D. bulbifera*) e têm ciclo de vida anual. Suas folhas são simples, alternas, curvinérveas, pecioladas e frequentemente cordadas. São plantas dioicas com inflorescência em panículas, espigas, racemos ou cimos. As flores são pequenas, pouco vistosas, que vão da cor branca à verde-clara,

actinomorfas, diclamídeas e homoclamídeas, com cálice e corola trímeros e unidos entre si; estames em número de 3 ou 6, podendo ser unidos ou não, com anteras rimosas e 3, 6 ou nenhum estaminódio; o gineceu é gamocarpelar, com ovário ínfero, trilocular e placentação axial. O fruto é do tipo cápsula trilocular, com duas pequenas sementes aladas em cada loco (Silva, 1971; Souza e Lorenzi, 2012).

No gênero *Dioscorea,* as espécies de maior importância são: *D. esculenta* Lour., *D. cayenensis* Lam., *D. alata* L. (cará-são-tomé, cará-mandioca, cará-flórida), *D. opposita* Thunb., *D. mummularia* Lam., *D. rotundata* Poir. (cará-tabica, cará-negro, cará-da-costa, inhame-da-costa), *D. transversa* L., *D. trifida* L.f. (cará-roxo-comum, cará- branco, cará-pata-de-onça, cará-açaí ou roxão; cará-durão; cará-ovo-de-cavalo) e *D. bulbifera* L. (cará-do-ar) (Mesquita, 2001).

D. trifida é uma trepadeira que possui caule fino, volumoso, glabro, quadrangular e se enrola para o lado esquerdo, no sentido anti-horário (Castro *et al*., 2012). As folhas são alternas, palmadas e profundamente lobadas (Montaldo, 1991). É uma espécie dioica e as inflorescências surgem nas axilas dos ramos; essas possuem coloração esverdeada com 4 a 6 mm. As flores masculinas são dispostas em racimos formando uma inflorescência estaminada e as femininas em espigas. Os frutos são do tipo cápsula, trilocular, pubescentes e contém duas sementes orbiculares em cada loco. Os tubérculos produzidos são subterrâneos, ovoides, cilíndricos ou arredondados, com geralmente 15 cm de comprimento, peso variado e coloração da polpa que vai do branco à púrpura (Ferreira, 2011; Castro *et al*., 2012).

No município de Caapiranga, no estado do Amazonas, foram encontradas 11 etnovariedades sob cultivo e, destas, 10 pertencentes à *Dioscorea trifida* e uma a *D. bulbifera* (Castro *et al*. 2012). Nesse município, dentro da espécie *D. trifida*, destacam-se as etnovariedades cará-roxo-comum e cará-branco como as mais cultivadas, seguidas pelo cará-pata-de-onça, cará-roxão, cará-inhame e cará-rabo-de-mucura com cultivo intermediário, e cará-durão, cará-macaxeira, cará-ovo-de-cavalo e cará-miguel como as variedades menos cultivadas.

1.3. Importância socioeconômica e nutricional

Durante muito tempo, os nomes populares cará, inhame e taro causaram bastante confusão e informações técnicas e estatísticas foram afetadas neste contexto (Santos, 2002a). No Brasil, bem como nas localidades de origem, domesticação e cultivo as espécies do gênero *Dioscorea* são designadas inhame, *yam, ñame* ou *igname* (Pedralli *et al*. 2002, Bressan, 2005). Nas regiões Norte, Nordeste e Centro-Sul do Brasil, as Dioscoreáceas são popularmente conhecidas como “carás” (Pedralli *et al*., 2002). Após muita discussão, em 2001 no “I Simpósio sobre as Culturas do Inhame e do Cará”, ficou estabelecido que inhame (*Colocasia esculenta*) deveria ser denominado definitivamente de “taro” e as Dioscoreáceas (*Dioscorea* spp.), que são popularmente conhecidas como “inhame” ou “cará”, devem ser designadas decididamente de “inhame” (Pedralli *et al*., 2002).

A área cultivada com *Dioscorea* spp. no mundo no ano de 2012 foi 6.585.986 ha e a produção foi de 52.817.645 t, com aproximadamente 8 $t.ha^{-1}$. O Brasil possui 25.200 ha de área plantada e produtividade em torno de 9,76 $t.ha^{-1}$ (FAOSTAT, 2012). Todos esses valores de produtividade são relativamente baixos quando se considera o potencial que as espécies do gênero podem alcançar. Vale salientar que o cará ainda é considerado uma cultura negligenciada, que não se encaixa nas políticas públicas dos governos, que normalmente priorizam o monocultivo de exportação.

A maior produtividade de cará do Brasil se encontra na região Nordeste, principalmente nos estados Pernambuco, Bahia, Paraíba, Piauí e Alagoas, sendo *D. cayennensis* (cará-da-costa) a espécie mais plantada, seguida por *D. alata* (cará-são-tomé) (Silva *et al*., 2012).

A cultura do cará é de grande importância socioeconômica no Norte e Nordeste do país, principalmente por ser uma alternativa viável para a agricultura familiar uma vez que tem boa adaptação às condições edafoclimáticas destas regiões e produção favorável, gerando trabalho e renda no campo (Santos, 2002a). Na região amazônica se desenvolve muito bem nos agroecossistemas de terra-firme, sendo cultivado pelos agricultores tanto para consumo próprio quanto para geração de renda (Castro *et al*., 2012).

Além de sua importância socioeconômica, o cará possui alto valor nutritivo, sendo um alimento básico para algumas populações rurais, constituindo-se de extrema importância para a segurança alimentar. Do ponto de vista nutricional, o cará apresenta valores superiores aos de outros tubérculos e raízes (Brasil, 2010). É rico em carboidratos (23 g/100 g de parte comestível), cálcio (4 mg/100 g), fósforo (35 mg/100 g), ferro (0,2 mg/100 g) e vitamina B1 (0,11 mg/100 g) (ABRAMO, 1990; Anuário a Granja do Ano, 1994; TACO, 2011).

Apesar da grande importância socioeconômica para o país, ainda apresenta baixa produtividade. Isso se deve, principalmente, a baixa oferta de tubérculos-semente de boa qualidade agronômica e ao seu elevado custo de aquisição. Entre os principais problemas na qualidade destes podemos citar a desigualdade no tamanho e na maturação, a contaminação por fungos e nematoides e a presença de ferimentos que servem como porta de entrada para organismos oportunistas (SANTOS *et al*., 2007; SILVA NETO, 2014).

2. O cultivo do cará

O cará é uma olerícola bastante rústica, resistente à seca e pouco exigente com relação ao tipo de solo e à adubação, dispensa a aplicação de defensivos agrícolas e também a renovação do plantio por sementes (FERREIRA, 2011). A cultura apresenta bom desenvolvimento em solos bem drenados, férteis, ricos em matéria orgânica, de textura arenosa e com pH em torno de 5,5 - 6 (SANTOS *et al*., 2006). O ciclo completo pode durar de seis a doze meses e segundo Castro *et al*., (2012) sendo observadas quatro fases distintas:

a) Fase de dormência – o material de plantio apresenta dormência que varia de trinta a sessenta dias após a colheita, no município de Caapiranga. Em locais com temperaturas elevadas o plantio deve ser mais rápido, a fim de manter a viabilidade dos tubérculos-semente.
b) Fase vegetativa – é iniciada com o surgimento das primeiras brotações e se estende até a formação dos ramos primários e secundários. Há uma rápida expansão da área foliar, o alongamento do caule, o aumento do número de ramos, o crescimento do sistema radicular e começo da tuberização dos novos órgãos de reserva. Esta fase é encerrada com a indução floral.

c) Fase reprodutiva – inicia com a indução floral e termina com o secamento das ramas do inhame. Nesta fase, as folhas ficam com coloração amarelada e as flores com coloração cor de palha seca com pintas pretas, indicando o início da colheita dos tubérculos.
d) Fase de senescência e morte – sua principal característica é o secamento e morte da parte aérea da planta. Isto se dá por volta do sexto ao décimo segundo mês após o plantio.

O plantio do cará é feito em época que ofereça condições climáticas favoráveis para o desenvolvimento da planta, sendo o fator de maior importância a disponibilidade hídrica. Na região Nordeste, o plantio ocorre nos meses de setembro e outubro, quando irrigado, e de janeiro a março em regime de sequeiro (Santos *et al*., 2007). Nas comunidades produtoras de cará do município de Caapiranga (AM), o plantio é iniciado no fim do mês de maio e perdura até novembro (Castro *et al.,* 2012).

Entre os principais tratos culturais aplicados no cultivo do cará podemos citar o tutoramento e a capina. O tutoramento se faz necessário para orientar o crescimento e o desenvolvimento da planta. Pode ser realizado pelo método tradicional que consiste na colocação de varas de madeira ao lado da planta, para que o ramo principal se enrole evitando o quebramento e/ou contato direto com o solo; ou ainda pelo método do espaldeiramento que substitui as varas por estacas e fios de arame, nas linhas, onde as plantas são orientadas por barbantes até o arame (Santos *et al*., 2007). No Amazonas, o tutoramento também é feito em consórcio com a cultura da mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) que é plantada primeiramente e serve como tutor para as posteriores plantas de cará (Castro *et al*. 2012).

Como as outras culturas, o cará deve estar livre de concorrência com plantas espontâneas que competem por luz, espaço, nutrientes e ainda podem ser hospedeiras de doenças e pragas. Dessa forma, é recomendada a capina, que precisa ser cuidadosa para não causar ferimentos nas raízes e nos tubérculos que se apresentam mais próximos à superfície (Castro *et al*., 2012).

3. Aspectos reprodutivos de *Dioscorea* spp.

3.1. Propagação assexuada

A propagação do cará é feita a partir de tubérculos-semente e mudas (Abramo, 1990). O material utilizado para o plantio pode ser o tubérculo-semente inteiro ou fracionado. Castro *et al.* (2012), em seu estudo com agricultores de Caapiranga (AM), observaram que a propagação também é feita a partir de “touceira”, conhecida ainda como planta-mãe.

No método tradicional de plantio, o tubérculo é dividido em três partes: cabeça, região mediana e base. Geralmente são utilizados como semente aqueles tubérculos pequenos, que não tem boa comercialização (Castro *et al*., 2012). Onwueme *apud* Santos (2005) afirma que o melhor tipo de semente é o tubérculo inteiro ou partes advindas da região apical do mesmo, por apresentar mais rápida brotação e melhor produtividade. A região mediana e a basal, por apresentarem maior dormência, têm brotação e emergência mais lentas. Segundo Bressan (2005), a maioria das espécies apresenta dormência de três a quatro meses do tubérculo-semente após a colheita.

O método de produção de mudas em canteiros confere uma maior uniformidade ao posterior plantio, uma vez que são transferidas para o local definitivo em estádio de desenvolvimento semelhante (Ferreira, 2011). Segundo Castro *et al*. (2012), tubérculos colhidos após nove meses do plantio e acondicionados em ambiente protegido, após fase de repouso fisiológico, de 30 à 60 dias, iniciam a brotação formando mudas. Este tipo de plantio vem sendo realizado nos estados de Pernambuco e Bahia (Santos, 2002a).

A propagação do cará também é feita a partir da touceira ou planta-mãe. Segundo Castro *et al.* (2012) após a capação – colheita dos tubérculos para comercialização – restam na planta-mãe raízes que se deixadas no mesmo local de plantio darão origem a novos tubérculos-semente. Santos (2002a) também descreve esse processo em regiões produtoras do Nordeste do Brasil. Segundo o mesmo, a técnica consiste em 210 dias após o plantio, cavar lateralmente o local da planta e retirar cuidadosamente a terra que cobre os tubérculos e, posteriormente, fazer o corte ou capação dos mesmos, separando-os da planta-mãe. Esta é novamente enterrada e produzirá tubérculos, aproximadamente, noventa dias após o processo. Para utilização como semente os tubérculos de cará devem ser colhidos com doze

meses de idade, fase em que apresentam maior suberização da periderme, o que protege de danos mecânicos e patógenos (Castro *et al.,* 2012).

4. Produção de mudas a partir de mini-túberas

A propagação vegetativa do cará por meio de mini-túberas pode ser uma alternativa à uniformidade do estande, à escassez de material propagativo, ao tempo gasto na colheita e transporte do material, redução dos custos de produção e aumento no rendimento de tubérculos comerciais (Carvalho, 1991; Santos *et al*., 2007).

Este método de propagação foi desenvolvido no Instituto Nacional de Pesquisa com Raízes (National Root Crops Research Institute – NRCRI) na Nigéria, sendo testado e melhorado pelo Instituto Internacional de Agricultura Tropical (International Institute of Tropical Agriculture – IITA) e adotado, em seguida, por produtores de cará do Oeste da África (Beyl e Trigiano, 2008).

Esta técnica é uma modificação do método de propagação conhecido como “anambra” que consiste no seccionamento de tubérculos-mãe com peso entre 500 e 1.000 g em porções de 80 – 100 g que são plantadas diretamente no campo em meio a outros cultivos. Seu principal objetivo é o aumento da quantidade e qualidade do material propagativo aos agricultores e se baseia no fato que qualquer porção do tubérculo é capaz de brotar desde que tenha uma porção de periderme (Aighewi *et al*., 2015).

Segundo Santos *et al*. (2007) a produção de mini-túberas consiste no seccionamento do tubérculo-semente inteiro e de boa qualidade fitossanitária em três partes – região apical, mediana e distal – e em seguida, cada parte desta deve ser seccionada em porções de 50 a 70 g. Deve, então, ser feito o tratamento desse material com inseticidas e fungicidas e deixá-lo secar durante dois a três dias, a fim de diminuir os riscos de contaminação e aumentar a taxa de sobrevivência (Aighewi *et al*., 2015). Este material é plantado em sementeiras ou em canteiros e lá permanecem até serem formadas mudas com 20 a 30 cm de altura.

Vários experimentos vêm sendo realizados com este tipo de propágulo com o objetivo de produzir tubérculos-semente de cará. Segundo Oliveira *et al*. (2012)

porções de mini-túberas de 120 g resultaram em tubérculo-semente com peso próximo a 200 g que é indicado para plantio.

Castro *et al*. (2012) em suas entrevistas com agricultores do município de Caapiranga (AM) verificaram que 100% deles utilizam tubérculos inteiros como material propagativo, sendo que 20% deles também realizam o plantio do cará a partir de mini-túberas. Indicam também que porções oriundas da região apical são as melhores para propagação uma vez que apresentam maior capacidade de brotação, assim como os tubérculos inteiros. Este resultado também é confirmado por Ramos *et al*. (2014), porém novos experimentos devem ser realizados a fim de comprovar os resultados obtidos.

5. Produção de mudas a partir de estacas

Entre os principais problemas para a implantação de uma cultura está a aquisição de sementes de boa qualidade. A propagação do cará pelo método convencional, a capação, pode utilizar de 10 a 30% da produção como material propagativo (Simões, 2013).

Segundo Aighewi *et al*. (2015) pesquisadores da África Ocidental têm apostado no uso de estacas como material para propagação de cará, em substituição aos tubérculos-semente. No Instituto Internacional de Agricultura Tropical, na Nigéria, tem-se plantado estacas em posição vertical, em sacos de polietileno preto preenchidos com solo. Estas estacas após atingirem determinada altura são tutoradas até cabos localizados na parte superior do telado.

Acha *et al*. (2004) e Agele *et al*. (2010) retiraram estacas de plantas saudáveis de *D. rotundata* aos 77 e 160 dias após o plantio (DAP) do tubérculo, respectivamente. Como características destas estacas destaca-se a origem (devem ser retiradas da parte mediana dos ramos laterais), o comprimento de 20 cm e possuir 3 nós. Os pecíolos localizados nos nós inferiores foram retirados com lâmina de barbear e a base da estaca cortada em bisel, para aumento da superfície de contato.

Agele *et al.* (2010) testaram os tratamentos 1% de ácido indolbutírico (AIB); cinzas de palha de arroz, bambu, gliricídia (*Gliricidia sepium)* e nim (*Azadiracta*

indica); diluições de água de coco e; diluições de ácido pirolenhoso, oriundo do bambu seco, no enraizamento de estacas de *D. rotundata*. Obteve bons resultados com cinzas de palha de arroz e nim, sugerindo que as mesmas podem ser substitutas alternativas ao AIB. Bem como, a água de coco a 5%, que também promoveu o enraizamento. Os tratamentos em pó foram aplicados nos pontos de corte e as soluções nos mesmos pontos, por imersão durante 24 horas. Foi observada a formação de mini-tubérculos 3 meses após o tratamento. Uyoh *et al*. (2016) testaram o efeito de três concentrações de AIB, de 2,4-diclorofenoxiacético (2,4-D), de cinzas de nim e de água de coco como substitutos à hormônios sintéticos. As estacas tiveram o primeiro nó imerso por 24 horas nas soluções. As concentrações 1 e 3% de água de coco e 1% de cinzas de folhas de nim obtiveram 100% de enraizamento, enquanto 1% de AIB e 3% de 2,4-D não enraizaram totalmente. Dessa forma, novos testes devem ser feitos com esses possíveis substitutos a hormônios sintéticos.

Oyetunji *et al*. (2007) avaliaram sete clones de *D. rotundata* quanto à produção de mini-tubérculos a partir de plantas originadas de estacas. Estas foram retiradas de plantas-mãe com 127, 134 e 141 dias após o plantio e os nós foram polvilhados com 1% de AIB, a fim de promover o enraizamento. A taxa de sobrevivência das estacas ficou entre 31,1 e 77,1%. Aos 115 DAP foram colhidos mini-tubérculos que possuíam de 1,9 a 4,2 g, com número médio de 1,8 ± 0,8 tubérculos por planta, variando conforme a cultivar.

Como vantagens desse método de propagação vegetativa pode-se citar o incremento econômico na colheita, uma vez que tubérculos não serão utilizados como semente; tubérculos livres de patógenos e nematoides; grande número de mini-tubérculos, apropriados para o intercâmbio de germoplasma e para utilização como semente e; o baixo custo (Aighewi *et al*., 2015).

6. Micropropagação para produção de mudas de cará

A micropropagação é uma alternativa para o aumento da qualidade de mudas de cará, existindo poucas informações disponíveis para as condições brasileiras (Simões, 2013). Royero *et al.* (2007) verificaram que o sistema de regeneração *in vitro* de *Dioscorea alata* se mostrou altamente eficiente devido ao alto índice de

formação de brotos, viabilizando a obtenção de plantas sadias e aptas às condições de viveiro em aproximadamente cinco meses.

Segundo Santos (2002b) a propagação de *Dioscorea* sp. *in vitro* ocorreu nos meios MS (Murashige & Skoog, 1962), MS modificado e suplementado com cinetina + ácido indolbutírico (AIB), e benzilaminopurina (BAP) + cinetina. Em meios suplementados com cinetinas houve, entre 120 e 159 dias após inoculação dos explantes, a tuberização *in vitro*. Simões (2013) demonstrou que a redução em 1/3 da concentração de vitaminas e sais juntamente com a adição de 07 g L^{-1} de ágar no meio de cultura foram eficientes no desenvolvimento de plantas *in vitro* de *D. rotundata* aos 120 dias. O meio de cultura que se mostrou mais eficiente para a propagação de *D. multiflora* foi o MS suplementado com 0,1 mg L^{-1} de BAP e 2% de sacarose, obtendo-se grande quantidade de explantes com brotação. Esta quantidade satisfatória de brotações obtidas em concentrações relativamente baixas implica na redução dos custos de produção, sendo vantajosa quando se objetiva a produção de mudas em escala comercial. O enraizamento *in vitro* da espécie não foi satisfatório, mas a mesma apresentou raízes *ex vitro* três meses após a aclimatação o que também é requerido para a diminuição dos custos e tempo de produção (Souza *et al*., 2011).

CAPÍTULO I

PROPAGAÇÃO DE *Dioscorea trifida* A PARTIR DE MINI-TUBÉRCULOS-SEMENTE

RESUMO

O cará (*Dioscorea trifida*) é uma olerícola rústica, pouco exigente com relação a solo e adubação e de excelente qualidade nutricional. Apesar das vantagens, ainda é uma cultura negligenciada e com baixa produtividade, principalmente pela má qualidade do material propagativo. O objetivo deste trabalho foi avaliar a propagação de cará a partir de mini-tubérculos-semente com diferentes massas. Foram utilizados mini-tubérculos de plantas com oito meses de idade, divididos em cinco classes conforme sua massa: I - < 6,45 g; II - 6,45 – 12,45 g; III - 13,45 – 18,45 g; IV - 19,45 – 30,45 g; e V - >30,45 g. Esses foram plantados em bandejas contendo terriço de mata peneirado e acompanhado o desenvolvimento da planta durante 45 dias. O delineamento experimental adotado foi o inteiramente ao acaso com cinco tratamentos (classes) e quatro repetições, cada uma contendo 10 mini-tubérculos. Avaliou-se emergência das brotações, número de brotos por tubérculo, índice de velocidade de brotação, tempo médio de brotação, percentual de tubérculos com dominância apical, número de folhas, comprimento da parte aérea e percentual de tuberização. Mini-tubérculos-sementes, com massa acima de 18,45 g, mostraram-se mais promissores como material propagativo de *D. trifida*.

Palavras-chave: cará, massa do tubérculo, brotação, tuberização.

ABCTRACT

The cará (*Dioscorea trifida*) is a rustic vegetable crop, not demanding in relation to soil and fertilization and excellent nutritional quality. Despite the advantages, it's still a neglected culture and with low productivity, mainly due to the poor quality of the propagating material. The objective of this work was to evaluate the propagation of cará from mini seed tubers with different masses. Were used mini tubers of plants with eightmonths old, divided into five classes according to their mass: I - <6.45 g; II - 6.45 - 12.45 g; III - 13.45 - 18.45 g; IV -19.45 - 30.45 g; and V - > 30.45 g. These were planted in trays containing the sifted forest humus and accompanied the development of the plant during 45 days. The experimental design adopted was a completely randomized design with five treatments (classes) and four replicates, each containing 10 mini tubers. It was evaluated emergence of sprouts, number of sprouts per tuber, sprout velocity index, average sprouting time, percentage of tubers with apical dominance, number of leaves, shoot length and percentage of tuberization. Mini seed tubers, with mass above 18.45 g, showed more promising as propagating material of *D. trifida*.

Keywords: cará, tuber mass, sprout, tuberization.

INTRODUÇÃO

Os carás (*Dioscorea* spp.), da linguagem Tupi *ka rá*, pertencem à família Dioscoreaceae e possuem distribuição em todo o mundo, sendo abundantes nas regiões tropicais e subtropicais. No Brasil ocorrem aproximadamente 130 espécies do gênero *Dioscorea* (Castro *et al*, 2012; Souza e Lorenzi, 2012).

O cará é uma olerícola rústica, pouco exigente quanto à adubação e tipo de solo, além de dispensar o uso de defensivos agrícolas e propagação sexuada (Santos *et al*., 2006). Entre as principais causas da baixa produtividade destaca-se a falta de material propagativo de qualidade e seu alto custo de aquisição (Santos *et al*., 2007; Silva Neto, 2014).

A propagação do cará é feita assexuadamente por meio de mudas e tubérculos-semente (Abramo, 1990). Geralmente, são utilizados como “semente” aqueles tubérculos que apresentam má apresentação para comercialização (Castro *et al*., 2012). Por meio do método tradicional, utiliza-se até 30% da produção como material propagativo sendo o uso de mini-tubérculos uma alternativa à uniformidade do estande, escassez de material propagativo, redução de custo, aumento do rendimento de tubérculos comerciais e diminuição do tempo gasto na colheita e transporte (Carvalho, 1991; Santos *et al*., 2007; Simões, 2013).

Alguns autores demonstraram a viabilidade do uso dos tubérculos como material propagativo de diferentes formas. Aighewi *et al*. (2015) sugerem a utilização de mini-tubérculos com peso entre 80 e 100 g. Santos *et al*. (2007) seccionaram tubérculos-inteiros em porções com 50 a 70 g. Enquanto Oliveira *et al*. (2012) obtiveram bons resultados utilizando mini-tubérculos com aproximadamente 120 g. Aighewi *et al*. (2015) afirmam que qualquer porção do tubérculo é capaz de brotar, enquanto coberta pela periderme.

O objetivo deste trabalho foi avaliar a propagação de *Dioscorea trifida* a partir de mini-tubérculos-sementes de diferentes classes de massa, ou tamanho.

MATERIAL E MÉTODOS

Inicialmente, tubérculos de *Dioscorea trifida* foram adquiridos no município de Caapiranga, Amazonas, localizado à margem esquerda do rio Solimões (3°10'15" S e 61°38'59" O). O clima local é do tipo Af (sem estação seca), segundo a classificação de Köppen (Alvares *et al*., 2013). A coleta foi realizada em julho de 2016 sendo selecionados os tubérculos que possuíam boa qualidade fitossanitária e tamanho médio de 278 ± 68 g, oriundos de plantas com nove meses de idade. Antes de serem utilizados, os tubérculos foram acondicionados em bandejas e armazenados em local arejado, com temperatura média variando entre 26 e 29º C, com umidade relativa de 80%, onde permaneceram em repouso fisiológico, por um período de 60 dias.

Os tubérculos foram plantados em sacos de polietileno pretos, medindo 29 cm de altura e 20 cm de largura, contendo 3 l de terriço de mata peneirado. Estes foram acomodados em viveiro de mudas, com 60% de sombreamento (3º5’29,66” S e 59º59’34,65” O). Foram realizadas regas periódicas, sempre que pareceu necessário, procurando manter a capacidade de campo.

No meio das fileiras de sacos foram esticados, a 2,5 m de altura, fios de arame de uma extremidade à outra do viveiro. Estes fios foram utilizados para o tutoramento do cará (Figura 1).

Figura 1 - Vista das plantas de *D. trifida* que serviram como fonte de mini-tubérculos. Foto: Sidney Ferreira (2016).

Após oito meses do plantio, foram colhidos os tubérculos produzidos nos sacos que, depois de lavados, foram divididos em cinco classes, conforme a massa e dimensões (Tabela 1).

Tabela 1 - Classificação dos mini-tubérculos-semente baseada na massa e dimensão dos mesmos.

Classe	**Comprimento (mm)**	**Diâmetro (mm)**	**Massa (g)**
I	27,36	14,31	< 6,45
II	45,57	20,37	6,45 – 12,45
III	64,87	23,50	12,46 – 18,45
IV	74,44	27,44	18,46 – 30,45
V	75,41	34,86	> 30,45

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com cinco tratamentos (classes de mini-tubérculos-sementes) e quatro repetições, cada uma contendo dez mini-tubérculos. As características avaliadas foram:

a) Brotações (BRO): valor em percentual, obtido a partir da contagem do número de mini-tubérculos com brotação em cada parcela experimental, a cada 10 dias. A partir dos dados de brotações periódicas foram calculados o índice de velocidade de brotação (IVB) e o tempo médio de brotação (TMB);
b) Número de brotos por tubérculo (NBR): número médio de brotos, obtido a partir da contagem do número de hastes de cada planta das parcelas, aos 45 dias;
c) Tubérculos com dominância apical (TDA): valor percentual, obtido a partir da contagem do número de tubérculos que tinha(m) a(s) haste(s) se originando da parte da “cabeça” até o meio do mini-tubérculo, aos 45 dias;
d) Número de folhas (NF): número médio de folhas, obtido a partir da contagem das folhas das hastes de cada planta, por parcela, aos 45 dias;
e) Comprimento da parte aérea (CPA): foram medidas, com auxílio de trena, as hastes de cada planta, por parcela, aos 45 dias;
f) Tuberização (TUB): valor em percentual, obtido a partir da contagem das plantas que haviam tuberizado (formado tubérculos), aos 45 dias.

Os dados obtidos, quando expressos em porcentagem, foram transformados em $arco - seno\sqrt{P/_{100}}$. Após análise de variância, com aplicação do teste F, as médias dos tratamentos com diferenças significativas foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa ASSISTAT (Silva e Azevedo, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os primeiros brotos foram observados aos 10 dias após o plantio, nos mini-tubérculos das classes III, IV e V. Aos 22 dias observaram-se brotações nas classes I e II. E com 27 dias após o plantio todas as repetições já apresentavam mini-tubérculos brotados. A classe II obteve menor percentual de brotação com 62,5%, seguida pelas classes III e I com 70 e 72,5%, respectivamente. As classes IV e V apresentaram 80% e 100% de brotação, respectivamente (Tabela 2). Segundo o teste de médias, o melhor resultado para a característica brotação foi obtido pelos mini-tubérculos da classe V, seguido pela classe IV que se comportou como intermediária. As classes I, II e II não diferiram estatisticamente (Tabela 2).

O índice de velocidade de brotação (IVB) apresentou diferenças significativas entre as classes de massa/tamanho de mini-tubérculos. Os mini-tubérculos de maior tamanho (classe V) apresentaram resultado superior (0,481 brotos dia^{-1}), enquanto as classes de menor massa, I e II com 0,248 e 0,238 brotos dia^{-1}, respectivamente, brotaram mais lentamente (Tabela 2). Esse resultado revela que tubérculos maiores apresentam um rápido potencial de brotação.

Quanto ao tempo médio de brotação (TMB) não foi observada diferença significativa entre as classes (Tabela 2). Apesar disto, nota-se uma tendência de distanciamento dos valores médios à medida que se aumenta ou diminui a massa dos mini-tubérculos: mini-tubérculos maiores apresentaram médias menores e vice versa. É possível que a não diferenciação significativa entre as médias tenha ocorrido em função do coeficiente de variação elevado para esta variável (26,39%).

Tabela 2-Brotação (BRO), índice de velocidade de brotação (IVB), tempo médio de brotação (TMB), número de brotos (NB), comprimento de parte aérea (CPA), número de folhas (NF), percentual de tubérculos com dominância apical (TDA) e de tuberização (TUB) referentes ao plantio de diferentes classes, por massa e tamanho, de mini tubérculos de *Dioscorea trifida* nas condições de Manaus, AM.

Classe	BRO (%)	IVB	TMB	NBR	CPA (cm)	NF	TDA (%)	TUB (%)
I	72,5 b	0,248 b	25,75 a	1,0 b	19,46 c	1,55 c	86,6 a	6 a
II	62,5 b	0,238 b	25,75 a	1,1 b	35,25 c	2,35 bc	92,2 a	7,5 a
III	70 b	0,311ab	19,00 a	1,2b	66,27 b	3,45 ab	86,1 a	10 a
IV	80 ab	0,381ab	19,00 a	1,5 ab	89,94 ab	4,08 a	85 a	5 a
V	100 a	0,481 a	17,25 a	1,9 a	98,09 a	4,33 a	90 a	27,5 a
$F_{tratamento}$	8.05 *	3,91 *	$2,10^{ns}$	5,75 **	25,07 **	20,49 **	$0,44^{ns}$	$2,09^{ns}$
CV (%)	16,24	30,83	26,39	22,43	21,98	16,48	18,87	78,18

Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.
* Significativo ao nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade pelo teste F; ^{ns} não significativo pelo teste F.

O número de brotos por tubérculo foi maior na classe de maior massa (V), com 1,9 brotos, que não diferenciou significativamente da classe logo abaixo (IV, com 1,5 brotos por tubérculo), mas superior as demais de menor massa (I, II e III) que foram aproximadamente 1 broto por tubérculo. Este resultado corrobora com o de Silva Neto (2014) que obteve entre 1,09 e 2,39 brotos em porções de tubérculos de *D. rotundata*, com aproximadamente 200 g.

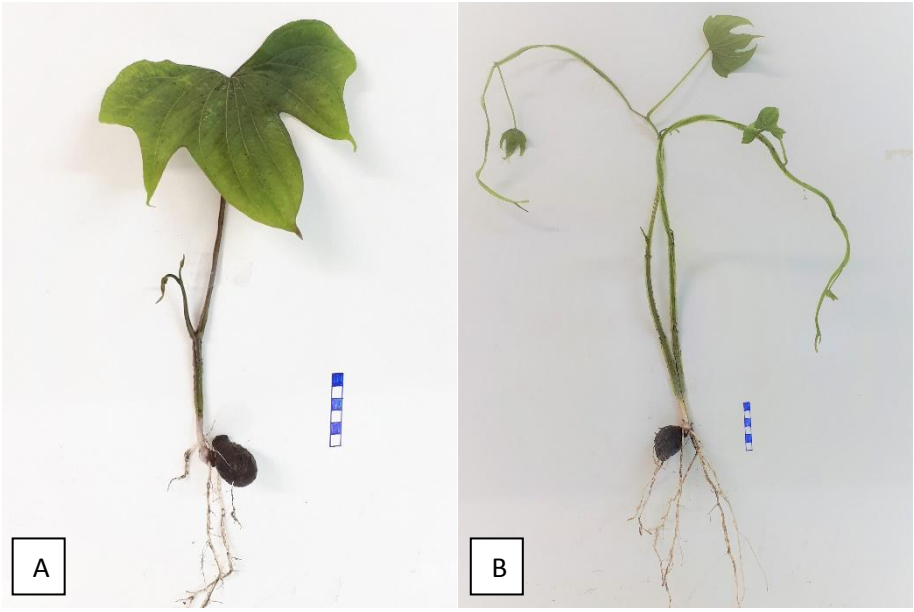

Figura 2 - Plantas de *D. trifida* originadas de mini-tubérculos semente da classe III com um (A) e dois (B) brotos. Foto: Verena Makarem (2017).

A variável comprimento da parte aérea, assim como a número de folhas, também apresentou diferenças significativas entre as classes, tendo os mini-tubérculos-semente das classes de maior massa se destacado (V e IV com 98,09 cm e 89,94 cm, respectivamente) em relação às de massas reduzidas (I, II e III). Independentemente das classes de massa, os valores de altura para *D. trifida* foram superiores aos obtidos por Oliveira *et al.* (2006) que utilizaram tubérculos maiores (250 g) de *D. cayennensis*. Silva Neto (2014) obteve altura de 163,47 cm de comprimento em plantas de *D. rotundata* oriundas da porção da região distal do tubérculo, com 200 g.

Observa-se que as maiores alturas da parte aérea e número de folhas foram obtidos de plantas oriundas de tubérculos-semente maiores, o que permite deduzir que a quantidade de reservas é um fator fundamental relacionado ao crescimento dos carás. Além de favorecer diretamente o crescimento e desenvolvimento de

ramos e folhas, os tubérculos maiores também favorecem a formação de novos tubérculos, o que igualmente foi constatado por Zárate *et al*. (2003), utilizando pedaços de rizomas de *D. alata*.

Em relação aos tubérculos com dominância apical, reafirmou-se esta característica, porém não foi observada diferença significativa entre as classes, que apresentou uma variação entre 58,6 e 68,3%. Este resultado foi semelhante ao obtido por Corrêa (2005) ao avaliar a produção de batatas-semente (*Solanum tuberosum*) pré-básicas em canteiro, vasos e sistema hidropônico. Ramos *et al.* (2014) obtiveram 95% de brotação na produção de mudas de *D. trifida* oriundas de tubérculos inteiros e da parte apical destes. Oliveira *et al*. (2005) chegaram ao resultado de 55% de brotação em tubérculos-semente de 250 g oriundos da parte apical destes. Para Hamadina (2011) a região da “cabeça” do tubérculo é preferida como material propagativo uma vez que a brotação ocorre mais rápida em relação às outras partes (mediana e distal) dos tubérculos. Segundo Silva Neto (2014) isso ocorre, pois durante a colheita a túbera é desprovida de botões meristemáticos, mas o rizoma, que pode estar presente ou não na parte superior do tubérculo, tem vários botões de onde surgirão brotações se o mesmo permanecer na túbera até o final da dormência. Quando esse rizoma é removido, a brotação ocorre a partir da extremidade da cabeça do tubérculo, próximo ao ponto de ligação do mesmo com o rizoma.

Não foram observadas diferenças significativas para a tuberização dos mini-tubérculos, o que provavelmente se deva ao elevado coeficiente de variação (78,18%) alcançado (Tabela 2). Os mini-tubérculos maiores (classe V) alcançaram 30,8%, enquanto os de tamanhos inferiores (classes I, II, III e IV) variaram entre aproximadamente 10 e 15% (Figura 3).

Figura 3 - Aspecto visual do início da tuberização em muda de *D. trifida* originada de mini-tubérculo-semente. Foto: Verena Makarem (2017).

A tuberização ocorrida em mini-tubérculos de todas as classes testadas demonstra a viabilidade do uso dos mesmos para formação de mudas. Segundo Aighewi *et al*. (2015) a utilização de mini-tubérculos como sementes aumenta o material de multiplicação, facilita o manuseio, além de diminuir os gastos. Vale destacar que o uso de tubérculos inteiros é preferível uma vez que diminui o risco de apodrecimento após o corte.

CONCLUSÃO

- Mini-tubérculos-sementes, com massa acima de 18,45 g, se mostraram mais promissores como material propagativo de *D. trifida*.

CAPÍTULO II

PRODUÇÃO DE MUDAS DE *Dioscorea trifida* A PARTIR DE ESTAQUIA COM UM SEGMENTO NODAL

RESUMO

O cultivo do cará (*Dioscorea* spp.) é uma alternativa para a agricultura familiar, seja para consumo próprio ou geração de emprego e renda. A baixa produtividade se dá pela falta de material propagativo de qualidade e pelo alto valor de aquisição. A técnica da estaquia proporciona grande número de mudas com genótipo conhecido em curto espaço de tempo, sendo mais uma opção para a propagação vegetativa do cará. O objetivo deste trabalho foi avaliar a produção de mudas de diferentes variedades/cruzamentos de *D. trifida* com apenas um segmento nodal, sem o uso de reguladores de crescimento. O experimento foi instalado em casa de vegetação, coberta com telha de fibra de vidro transparente, com temperatura média mínima e máxima de 25,7 ± 0,87 ºC e 39,1 ± 1,33 ºC, respectivamente. Foram utilizadas estacas de seis variedades ou cruzamentos de *D. trifida* que continham apenas um segmento nodal, com ¼ de folha e corte em bisel na base e parte superior da estaca. Estas foram plantadas em substrato comercial Vivatto Plus® e avaliadas semanalmente durante 90 dias. O delineamento utilizado foi o inteiramente casualizado com 6 tratamentos (variedades/cruzamentos), 3 repetições e 10 estacas por unidade experimental. Estacas de *D. trifida*, com apenas um segmento nodal, sem uso de auxina exógena e independente da variedade/cruzamento, mostraram-se viáveis na produção de mudas, possibilitando aumento do número de propágulos retirados por planta.

Palavras-chave: Cará, variedade, propagação vegetativa, estaca.

ABSTRACT

The cultivation of cará (*Dioscorea* spp.) is an alternative for family farming, either for own consumption or generation of employment and income. The low productivity is due to the lack of quality propagating material and the high acquisition value. The cutting technique provides a large number of seedlings with a known genotype in a short period of time, being one more option for the vegetative propagation of the cará. The objective of this work was to evaluate the production of seedlings of different varieties / crosses of *D. trifida* with only one nodal segment, without the use of growth regulators. The experiment was installed in a greenhouse, covered with transparent glass fiber tile, with a minimum and maximum average temperature of 25.7 ± 0.87 ºC and 39.1 ± 1.33 ºC, respectively. Stakes of six varieties or crosses of *D. trifida* were used which contained only one nodal segment, with ¼ of sheet and bevel cut at the base and top of the stake. These were planted on Vivatto Plus® commercial substrate and evaluated weekly for 90 days. The design was completely randomized with 6 treatments (varieties / crosses), 3 replicates and 10 stakes per experimental unit. *D. trifida* cuttings, with only one nodal segment, without the use of exogenous auxin and independent of the variety / crossing, were shown to be viable in the production of seedlings, allowing an increase in the number of propagules withdrawn per plant.

Keywords: Cará, varieties, vegetative propagation, stakes.

INTRODUÇÃO

Os carás (*Dioscorea* spp.), pertencentes à família Dioscoreaceae, são também conhecidos no Brasil e nas localidades de origem, domesticação e cultivo como inhame, *yam*, *ñame* ou igname (Pedralli *et al*. 2002; Bressan, 2005). Nas regiões norte, nordeste e centro-sul do país são mais conhecidos como “carás” (Pedralli *et al*., 2002). Segundo Ferreira (2001) as espécies mais cultivadas são aquelas que servem para alimentação, a exemplo de *Diocorea alata, D. trifida, D. cayennensis, D. rotundata* e *D. esculenta*.

A cultura se apresenta como uma alternativa viável para a agricultura familiar, sendo de grande importância socioeconômica nas regiões norte e nordeste do Brasil (Santos, 2002a). Na região norte é cultivado principalmente em agroecossistemas de terra-firme, para consumo próprio e geração de renda (Castro *et al*., 2012).

Um entrave para que a cultura tenha maior produtividade e, consequente, maior visibilidade é a falta de material propagativo de qualidade agronômica o que repercute no alto valor de aquisição desse material. Sua propagação é feita assexuadamente pelos tubérculos que possuem, em sua grande maioria, desigualdade no tamanho e maturação, contaminação e ferimentos que servem como porta de entrada para organismos oportunistas (Santos *et al*., 2007; Silva Neto, 2014).

Um dos métodos de propagação assexuada que merece destaque é a estaquia, que possibilita a obtenção de grande quantidade de mudas em um curto intervalo de tempo, dependendo da facilidade de enraizamento e qualidade do sistema radicular formado de cada espécie. Esse método tem como princípio a totipotencialidade das células vegetais, considerando que têm a capacidade de originar uma nova planta (Hartmann *et al*., 1997; Oliveira *et al*., 2001).

Algumas pesquisas foram realizadas com o intuito de avaliar a produção de mudas de *Dioscorea* spp. a partir de estacas. Behera *et al.* (2009) constataram o enraizamento de estacas de *D. alata* com o uso de reguladores de crescimento. Oyetunji *et al*. (2001) obtiveram valores satisfatórios de sobrevivência e

enraizamento de estacas de *D. rotundata*, assim como Shiwachi *et al*. (2003) e Agele *et al*. (2010). Esses autores também verificaram formação de mini-tubérculos depois de determinado tempo após o plantio das estacas. Uyoh *et al*. (2016) utilizaram fontes alternativas de reguladores de crescimento para auxiliar no enraizamento de estacas de *D. alata*. São conhecidos resultados satisfatórios com a técnica da estaquia principalmente para *D. rotundata* e *D. alata*, sendo insuficientes os estudos realizados com *D. trifida* e com estacas contendo menor número de segmentos nodais.

Este trabalho teve como objetivo avaliar a formação de mudas em diferentes variedades/cruzamentos de *D. trifida* a partir de estacas com apenas um segmento nodal, sem o uso de reguladores de crescimento.

MATERIAL E MÉTODOS

Foram coletados tubérculos de seis variedades e cruzamentos de *D. trifida* na coleção de germoplasma, da Fazenda Experimental (FaExp) da Universidade Federal do Amazonas (UFAM), situada na rodovia BR-174, km 38 (02º38’22” S; 06º03’22” O). Estes tubérculos foram levados ao Laboratório de Sementes do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia, onde foram selecionados aqueles que, aparentemente, apresentavam homogeneidade de massa e/ou tamanho, comum a todas as variedades/cruzamentos. As variedades/cruzamentos utilizados foram: barbudo (Barb.); branco comprido (Bcomp.); cruzamento pé de elefante X açaí comprido (PExAC); cruzamento ovo de cavalo X açaí comprido (OCxAC); cruzamento branco redondo X roxo comum (BRxRC); cruzamento branco casquinha roxa X branco comprido (BCRxBC).

Após a seleção e limpeza, os tubérculos foram plantados em vasos de polietileno, contendo 8 l de terriço de mata peneirado. Estes vasos foram acomodados em viveiro de mudas, com 60% de sombreamento, irrigados periodicamente a fim de manter a capacidade de campo.

Entre as fileiras de vasos foram esticados fios de arame, de uma extremidade à outra do viveiro, a 2,5 m de altura, que serviram como suporte para o tutoramento das plantas (Figura 1).

Figura 1 - Plantio em vaso das variedades/cruzamentos de *Dioscorea trifida* a fim de fornecimento das estacas. Foto: Verena Makarem, 2017.

Dois meses após o plantio dos tubérculos, foram selecionadas plantas que possuíam bom aspecto fitossanitário e grande número de ramos para que pudessem ser retiradas as estacas. Como características, estas estacas tinham a presença de um segmento nodal; o corte da haste em bisel a 1 cm do nó, tanto na base quanto na parte superior; lâmina foliar recortada/reduzida a ¼ do seu tamanho, para diminuir a transpiração (Figura 2).

Figura 2 - Aspecto visual da estaca de *D. trifida*, contendo um segmento nodal, corte em bisel na parte superior e base e a lâmina foliar reduzida a 1/4 de tamanho original. Foto: Verena Makarem, 2017.

Bandejas de poliestireno expandido, com 72 “células”, foram preenchidas com o substrato comercial Vivatto Plus® (Figura 3). Após o plantio das estacas, as bandejas foram mantidas em viveiro, coberto com telha de fibra de vidro transparente, com temperatura média mínima e máxima de 25,7 ± 0,87 ºC e 39,1 ± 1,33 ºC, respectivamente, onde permaneceram por 90 dias. A irrigação foi feita periodicamente para manter o substrato sempre úmido.

Figura 3 - Estacas de *D. trifida* plantadas em bandejas de poliestireno preenchidas com substrato comercial Vivatto Plus®. Foto: Verena Makarem, 2017.

O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com seis tratamentos (variedades/cruzamentos) e três repetições, com dez estacas por unidade experimental. Foram avaliados os percentuais de sobrevivência, brotação, enraizamento e tuberização, o número de brotos e raízes por estaca e o índice de velocidade de brotação, conforme expressão adaptada de Maguire (1962):

$$IVB = \left(\frac{N_1}{D_1} + \cdots + \frac{N_i}{D_i}\right)$$

Onde:

IVB = índice de velocidade de brotação;
N_1 = número de plantas brotadas na primeira contagem;
N_i = número de plantas brotadas na i-ésima contagem;
D_1 = dias transcorridos do plantio até a primeira contagem;
D_i = dias transcorridos do plantio até a i-ésima contagem.

Os dados obtidos no experimento, expressos em porcentagem, foram transformados para $arco - seno\sqrt{P/_{100}}$. Após análise de variância, com aplicação do teste F, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade. As análises estatísticas foram realizadas utilizando o programa ASSISTAT (Silva e Azevedo, 2016).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sobrevivência das estacas não apresentou diferença significativa entre as variedades/cruzamentos (Tabela 1), o que provavelmente foi devido ao coeficiente de variação elevado (28,36%). A sobrevivência, ao fim do experimento, variou entre 37,48 e 70,07%, valores estes referentes aos cruzamentos BRxRC e BCRxBC, respectivamente. Contudo, esses resultados não estão muito distantes dos obtidos por Shiwachi *et al*. (2003) que, testando estacas de duas cultivares de *D. rotundata*, obtiveram 46,7 e 60,0% de sobrevivência, 100 dias após o plantio.

A variável brotação (%) apresentou diferença significativa entre as variedades/cruzamentos estudados e os valores médios oscilaram entre 3,84% (BRxRC) a 60,48% (PExAC) (Tabela 1). Verifica-se a viabilidade da propagação vegetativa de *D. trifida* por meio de estacas herbáceas com um segmento nodal e um quarto de folha. Os resultados aqui alcançados chegam a ser superiores aos obtidos por Uyoh *et al.* (2016), Agele *et al*. (2010), Shiwachi *et al*. (2003) e Rocha e Silva *et al.* (2014) que utilizaram estacas de *Dioscorea* spp. com três nós e 2-4 folhas. Os mesmos concordam com os obtidos por Viana e Felippe (1989) que trabalharam com estacas de *D. composita*, utilizando apenas um segmento nodal, diferentes tamanhos de folhas e diâmetros caulinares. O índice de velocidade de brotação (IVB) apresentou diferenças significativas entre as variedades/cruzamentos. A maior velocidade foi observada no cruzamento OCxAC (0,51 estacas brotadas dia^{-1}) (Figura 4A), que não diferiu das alcançadas pelos cruzamentos BCRxBC e PExAC (0,46 e 0,45 estacas brotas dia^{-1}, respectivamente). O cruzamento BRxRC e a variedade branco comprido apresentaram os índices mais baixos (ambas com 0,03 estacas brotadas dia $^{-1}$).

Tabela 1 - Efeito da variedade/cruzamento sobre o percentual de sobrevivência (SOB), brotação (BRO), índice de velocidade de brotação (IVB), número de brotos estaca^{-1} (BPE), percentual de enraizamento (ENR), número de raízes estaca^{-1} (RPE) e percentual de tuberização (TUB) em função da estaca de variedades/cruzamentos de *D. trifida* aos 60 dias após o plantio.

Variedades ou cruzamentos	SOB (%)	BRO (%)	IVB	BPE	ENR (%)	RPE	TUB (%)
Barb.	70 a	50 ab	0,18 bc	1,44 a	46,7 ab	2,87 ab	0 b
Bcomp.	83,3 a	13,3 b	0,03 c	1,86 a	30 ab	2,18 ab	6,7 ab
PExAC	90 a	86,7 a	0,45 ab	1,58 a	76,7 ab	4,41 a	10 ab
OCxAC	90 a	83,3 a	0,51 a	0,98 a	73,3 ab	3,01 ab	26,7 a
BRxRC	60 a	6,7 b	0,03 c	1,20 a	16,7 b	0,78 b	3,3 ab
BCRxBC	93,3 a	80 a	0,46 ab	1,25 a	80 a	3,53 a	3,3 ab
$F_{tratamento}$	1,86 ^{ns}	9,42**	12,59*	0,92 ^{ns}	4,57*	4,65*	3,17*
CV (%)	28,36	40,31	39,53	40,39	44,94	35,51	66,50

Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey ao nível de 5% de probabilidade.
* Significativo ao nível de 5% de probabilidade; ** significativo ao nível de 1% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

A B

Figura 4 – Detalhes do processo de brotação. (A) Brotação oriunda de estaca de *D. trifida* cruzamento OCxAC aos 45 dias após o plantio; (B) Aspecto visual de broto e raízes oriundos de estacas de *D. trifida* aos 60 dias após o plantio. Foto: Verena Makarem (2017).

Os cruzamentos BCRxBC e BRxRC diferiram significativamente quanto ao enraizamento, 58,68 e 9,77%, respectivamente (Tabela 2). As variedades barbudo e branco comprido, mais os cruzamentos OCxAC e PExAC, se comportaram como intermediários, não diferindo estatisticamente dos anteriores. Uyoh *et al*. (2016) obtiveram até 100% de enraizamento em duas variedades de *D. alata* ao utilizar água de coco (1 e 3%) e cinzas de folhas de nim (*Azadirachta indica*) (1%) diluídas em água destilada, como agentes promotores de enraizamento. Por outro lado, estacas tratadas com 1% de AIB e 3% de 2,4-D (2,4-diclorofenoxiacético) não formaram raízes. Shiwachi *et al*. (2003) alcançaram até 79,2% de enraizamento em estacas de dez cultivares de *D. rotundata*, sendo 20,8% o menor valor. Silva *et al*. (2014), observando o enraizamento de *Dioscorea* spp., verificaram que os melhores resultados foram obtidos quando do uso de estacas do terço basal da planta e posição proximal do ramo, independente do uso de regulador de crescimento (AIB).

Dentre os fatores que influenciam a formação de raízes podem ser citados o tipo de estaca, época de coleta, temperatura, luminosidade, umidade, o substrato

utilizado, além de balanço hormonal, potencial genético, idade e condição fisiológica a planta matriz (Hartmann *et al.*, 1997; Oliveira *et al*. 2001). A partir dos resultados obtidos neste trabalho, pode-se inferir que as estacas de *D. trifida* apresentam quantidade de auxina endógena suficiente ou ausência de inibidores endógenos para que ocorresse a formação de raízes sem a utilização de indutores de enraizamento (Figura 4B).

O número de raízes/estaca também apresentou diferença significativa (Tabela 1). Os cruzamentos PExAC e BCRxBC apresentaram os maiores número de raízes, 4,41 e 3,53, respectivamente. Já BRxRC teve o pior desempenho para essa variável (0,78 raízes/estaca). Em estudo realizado por Agele *et al*. (2010), avaliando dois genótipos de *D. rotundata* e diferentes alternativas de reguladores de crescimento, obteve-se até 7,7 raízes/estaca ao tratá-las com cinzas e AIB. Também em *D. rotundata*, Shiwachi *et al*. (2003) alcançaram a média de 4,3 a 13 raízes/estaca, sem e com a utilização de AIB, respectivamente. Silva *et al.* (2014) obtiveram até 2,76 raízes/estaca sem a utilização de AIB e 2,02 raízes/estaca com a utilização do mesmo.

A tuberização (Figura 5) também apresentou comportamento distinto em relação às variedade/cruzamentos (Tabela 1). O cruzamento OCxAC apresentou melhor resultado para essa característica, com 30% das estacas formando mini-tubérculos, após 60 dias de plantio das estacas. Shiwachi *et al*. (2003) obtiveram aproximadamente 64% de tuberização em estacas de *D. rotundata* tratada com AIB, sendo observada a formação de mini-tubérculos aos 100 dias após o transplante. Aos 21 dias após o plantio, Agele *et al*. (2010) verificaram em média 1,2 mini-tubérculos em formação em estacas de *D. rotundata* tratadas com cinzas de plantas, AIB ou extrato de folhas de nim. Oyetunji *et al*. (2007) verificaram formação de mini-tubérculos em até 82 estacas de clones de *D. rotundata*, tratadas com AIB.

Figura 5 - Aspecto visual de uma estaca de *D. trifida* com início de tuberização (indicação da seta).
Foto: Verena Makarem (2017).

CONCLUSÃO

Estacas de *D. trifida*, com apenas um seguimento nodal, sem aplicação de auxinas exógenas e independente da variedade/cruzamento, apresentam respostas positivas quanto à brotação e enraizamento, possibilitando aumento do número de propágulos retirados por planta.

CAPÍTULO III

MULTIPLICAÇÃO *IN VITRO* DE *Dioscorea trifida*

RESUMO

Espécies do gênero *Dioscorea* apresentam excelentes níveis nutricionais e energéticos, porém, sua produtividade no país ainda é baixa. Isso ocorre, principalmente, devido à baixa oferta de material propagativo de qualidade, o que pode ser melhorado por meio da micropropagação. O objetivo deste trabalho foi avaliar a influência do benzilaminapurina (BAP) na indução de brotações *in vitro* de segmentos nodais de *Dioscorea trifida*. O experimento foi instalado em delineamento inteiramente casualizado, com quatro tratamentos (concentrações de BAP: 0,0; 1,0; 1,5; 3,0 mg l^{-1}) e três repetições, com sete explantes por unidade experimental. Segmentos nodais subcultivados em meio MS foram transferidos para multiplicação em meio MS suplementado com BAP nas diferentes concentrações. Não houve diferença significativa para a brotação dos explantes e para o número de brotos por explante. Observou-se que com o aumento da concentração de BAP o número de raízes e folhas diminui progressivamente. É viável a multiplicação *in vitro* de *D. trifida* sem a adição de BAP, tornando o processo menos oneroso e trabalhoso.

Palavras-chave: micropropagação, regulador de crescimento, BAP, brotação, segmentos nodais.

ABSTRACT

Species of the *Dioscorea* genus have excellent nutritional and energy levels, but their productivity in the country is still low. This is mainly due to the low supply of quality propagative material, which can be improved through micropropagation. The objective of this work was to evaluate the influence of benzylaminapurine (BAP) on the induction of *in vitro* shoots of nodal segments of *Dioscorea trifida*. The experiment was carried out in a completely randomized design with four treatments (BAP concentrations: 0.0, 1.0, 1.5, 3.0 mg L^{-1}) and three replicates, with seven explants per experimental unit. Nodal segments subcultured in MS medium were transferred for multiplication in MS medium supplemented with BAP at different concentrations. There was no significant difference for budding of the explantes and for the of shoots per explant. It was observed that with increasing BAP concentration the number of roots and leaves decreases progressively. *In vitro* multiplication of *D. trifida* without the addition of BAP is feasible, making the process less costly and laborious.

Keywords: micropropagation, growth regulator, BAP, budding, nodal segments.

INTRODUÇÃO

O cará (*Dioscorea trifida*) é uma monocotiledônea, pertencente à família Dioscoreaceae, na qual, 95% de suas espécies são do gênero *Dioscorea* (Mabberley, 1997). Esta família possui distribuição predominantemente pantropical, com aproximadamente 130 espécies ocorrendo no Brasil (Souza e Lorenzi, 2012). Seus tubérculos apresentam excelentes níveis nutricionais e energéticos, propriedades medicinais e baixos níveis de gordura (Santos *et al*., 2007).

A produtividade de *Dioscorea* spp. ainda é relativamente baixa se considerarmos o seu potencial. Esse fato se deve, principalmente, à baixa oferta de material propagativo de boa qualidade agronômica e ao seu alto custo de aquisição (Santos *et al*., 2007). Faz-se necessário o emprego de técnicas de propagação que otimizem a multiplicação dessas espécies com qualidade, sanidade e em grande quantidade.

A micropropagação é uma técnica da propagação vegetativa por cultivo *in vitro* que vem sendo, a cada dia mais, empregada. Como vantagens dessa técnica pode-se citar a quantidade de plantas obtidas a partir de um único explante; a sanidade; a reprodução e manutenção de genótipos superiores; e a propagação de espécies de difícil reprodução (Erig e Schuch, 2005).

Os reguladores de crescimento são substâncias sintéticas com efeitos análogos aos hormônios produzidos pelos vegetais. Em quantidades adequadas, essas substâncias promovem o crescimento e o desenvolvimento vegetal. São cinco grupos de fitormônios: auxinas, giberelinas, citocininas, etileno e ácido abscísico (Taiz e Zeiger, 2004).

As citocininas desempenham várias funções no desenvolvimento vegetal, como a divisão celular, retardamento da senescência de folhas, quebra da dominância apical e indução do crescimento de gemas, promover a expansão dos cotilédones em dicotiledôneas e formação de parte aérea ou raízes em cultura de tecidos, quando associadas em proporções adequadas com auxinas, etc (Taiz e Zeiger, 2004).

Diversos autores demonstraram a viabilidade da propagação *in vitro* do gênero *Dioscorea*. Santos (2002b) verificou a multiplicação em meio MS (Murashige e Skoog, 1962) com e sem a adição de reguladores de crescimento. Royero *et al*. (2007) obtiveram alto índice de formação de brotos em *D. alata*. Souza et al. (2011)

obtiveram bons resultados na propagação de *D. multiflora* em meio suplementado com BAP e ácido indolbutírico (AIB). Simões (2013) obteve plantas de *D. rotundata*, bem desenvolvidas, aos 120 dias após a inoculação em meio com concentrações de sais e vitaminas reduzidas. Vários protocolos de regeneração *in vitro* para *Dioscorea* spp. já foram descritos mas resultados com *D. trifida* são escassos.

Objetivou-se, neste trabalho, avaliar a influência de 6-benzilaminopurina (BAP) na indução de brotações *in vitro* de *D. trifida* na fase de multiplicação de brotos para contribuir com o estabelecimento de um protocolo de micropropagação da espécie.

MATERIAL E MÉTODOS

O trabalho foi desenvolvido no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais da Universidade Federal do Amazonas, em Manaus, AM. Sementes de *Dioscorea trifida* foram colhidas na Fazenda Experimental da UFAM (Rodovia BR-174, km 38 – 02º 38’ 22” S 06º 03’ 22” O), armazenadas em embalagem plástica e transportadas para o laboratório.

As sementes passaram por desinfestação superficial seguindo as seguintes etapas: 1) lavagem em água corrente com detergente comercial; 2) imersão em álcool 70% durante um minuto; 3) lavagem com água destilada; 4) imersão em solução de hipoclorito de sódio 0,2% durante vinte minutos; e 5) tripla lavagem com água destilada autoclavada. A partir da segunda etapa as operações foram realizadas em câmara de fluxo laminar.

As sementes desinfestadas em condições assépticas foram semeadas, individualmente em frascos de vidro contendo aproximadamente 20 mL de meio MS (Murashige e Skoog, 1962) sólido, acrescido de 3% de sacarose e pH ajustado para 5,7 ± 3 antes da esterilização. Os frascos foram mantidos em sala de crescimento com temperatura 25º C ± 2º C, umidade relativa aproximada 60% ± 5% e fotoperíodo de 16 horas (Figura 1).

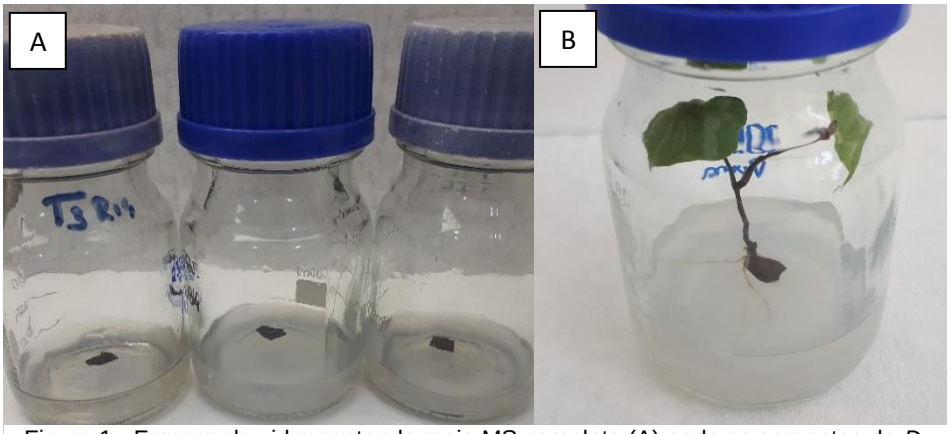

Figura 1 - Frascos de vidro contendo meio MS completo (A) onde as sementes de *D. trifida* foram semeadas e (B) plântula aos 70 dias após germinação. Foto: Verena Makarem (2017).

Efeito do 6-benzilaminopurina (BAP) para proliferação de brotos

Microestacas de cará com aproximadamente 2 cm, contendo um segmento nodal e uma folha, pré-estabelecidas *in vitro* (Figura 2), foram inoculadas em tubos de ensaio contendo meio MS com diferentes concentrações de BAP (0,0; 1,0; 1,5 e 3,0 mg L^{-1}) suplementado com 30 g L^{-1} de sacarose, solidificado com 8,0 g L^{-1} de ágar e pH ajustado para 5,7 ± 0,5 antes da autoclavagem. Os frascos foram mantidos em sala de crescimento com temperatura de 25º C ± 2º C, umidade relativa aproximada 60% ± 5% e fotoperíodo de 16 horas.

Figura 2 – Explante de cará desenvolvido *in vitro* contendo uma folha e um segmento nodal. Foto: Verena Makarem (2017)

Aos 90 dias após a inoculação, foram avaliados o número de folhas, de raízes e de brotos, a sobrevivência, a contaminação e a formação de calo. Aos 30, 60 e 90 dias após a inoculação foram avaliados a comprimento das plantas.

O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado com quatro tratamentos (concentrações de BAP), três repetições e cinco explantes por parcela.

Os resultados obtidos, quando expressos em porcentagem, foram transformados para $arco - seno\sqrt{P/_{100}}$. Após análise de variância, com aplicação do teste F, as médias dos tratamentos foram comparadas pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade, com o auxílio do programa SISVAR (Ferreira, 2011).

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A sobrevivência dos explantes foi de 100% ao final do experimento e o percentual de contaminação em média 3,6%, ou seja, 3 tubos de ensaio contaminados em 84, demonstrando a eficiência da desinfestação superficial.

Foram observadas, em todos os tratamentos, brotações ocorrendo antes do sétimo dia de avaliação do experimento. A maior porcentagem de brotação (90%) foi observada nos explantes inoculados em meio sem a adição de BAP, e a menor (72,8%) no meio com adição de 3,0 mg l^{-1} de BAP.

A utilização de BAP como indutor de brotação em segmentos nodais de *D. trifida* não resultou em diferença estatística significativa para o número de brotações. Porém, foi obtida maior porcentagem de explantes brotados em 0,0 mg l^{-1} de BAP (Tabela 1 e Figura 3). Souza *et al*. (2011) obtiveram multiplicação de explantes de *D. multiflora* satisfatória ao adicionar baixas concentrações de BAP (0,01 mg l^{-1}) ao meio MS, enquanto 3,0 mg l^{-1} paralisou o desenvolvimento das gemas. Poornima e Ravishankar (2007) conseguiram maior porcentagem de explantes brotados à medida que aumentaram a concentração de BAP (2,2 → 8,87 µM), chegando até 89,3 e 87,8%, em *D. oppositifolia* e *D. pentaphylla*, respectivamente. *D. hispida* respondeu com até seis brotos por explante e altura de 5,0 cm ao serem adicionados 2,0 mg l^{-1} BAP associados a 0,05 mg l^{-1} de ANA + 100 mg l^{-1} de ácido ascórbico (Behera *et al*., 2008). Chen *et al*. (2003), obtiveram, em *D. zingiberensis*, até 74,1% de brotação em explantes cultivados em meio MS sem adição de reguladores de crescimento e 88,9% em meio suplementado com 4,4 µM de BAP + 1,1 µM de ANA.

Tabela 1 – Brotação, enraizamento, número de brotos (NB), número de raízes (NR) e calo em função da concentração de BAP aplicada em explante de *D. trifida,* aos 60 dias de cultivo *in vitro*.

Concentração BAP (mg l^{-1})	Brotação (%)	ENR (%)	NB (unid.)	NR (unid.)	Calo (%)
0,0	90,0 a	90 a	1,33 a	3,95 a	0,0 a
1,0	81,1 a	43,6 b	1,38 a	1,28 ab	40,0 ab
1,5	77,7 a	25,8 b	1,67 a	0,62 b	59,0 b
3,0	72,8 a	25,6 b	1,43 a	0,24 b	79,1 b
$F_{tratamento}$	1,01 ^{ns}	19,33	1,08 ^{ns}	12,31 **	16,21 **
CV (%)	15,55	25,88	17,18	54,31	32,57

Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem significativamente entre si, pelo teste de Tukey em nível de 5% de probabilidade.
* Significativo em nível de 5% de probabilidade pelo teste F; ** significativo em nível de 1% de probabilidade pelo teste F; ^{ns} não significativo pelo teste F.

Figura 3 - Aspecto visual de brotações formadas em explantes de *D. trifida* inoculados em meio de cultura MS suplementado com (da esquerda para a direita) 0,0 mg l^{-1}, 1,0 mg l^{-1}, 1,5 mg l^{-1} e 3,0 mg l^{-1} de BAP. Foto: Verena Makarem (2018).

Raízes foram observadas sete dias após a inoculação dos explantes. A estabilização do enraizamento ocorreu no 52º dia exceto nas plantas que tiverem seu meio de cultivo acrescido de 1,0 mg l^{-1} de BAP. Maior percentagem de enraizamento foi obtida no tratamento 0,0 mg l^{-1} (90%) com diminuição progressiva deste à medida que se elevou a concentração do regulador de crescimento (Tabela 1). Citocininas e auxinas interagem de maneira balanceada durante a diferenciação celular (Taiz e Zeiger, 2004). Alta relação citocinina-auxina favorece o desenvolvimento de parte aérea enquanto a baixa relação citocinina-auxina favorece o desenvolvimento de sistema radicular. Quando esta relação está equilibrada a diferenciação celular é desfavorecida e ocorre a formação de calos (Taiz e Zeiger, 2004). A não utilização do BAP favoreceu a formação de raízes, provavelmente devido à alta concentração de auxina endógena nos explantes, cuja relação citoconinas/auxinas foi aumentando à medida que se elevou a concentração de

BAP, até chegar a um ponto de quase equilíbrio entre citocinina e auxina que resultou na formação de calos em até 79,1% dos explantes (Tabela 1 e Figura 4).

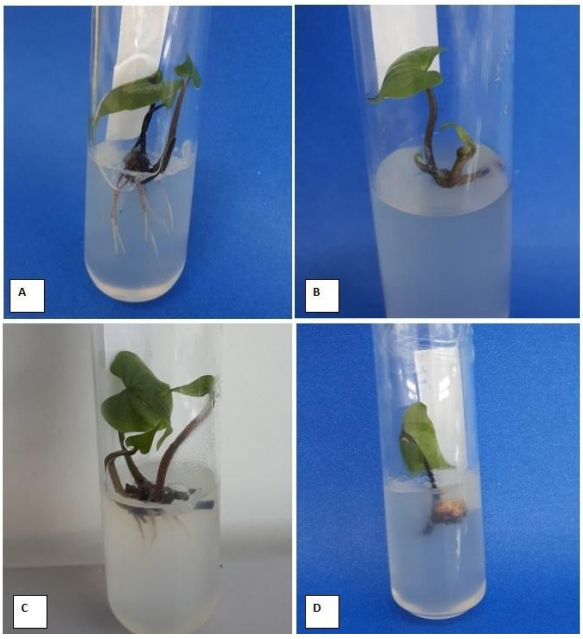

Figura 4 – Presença ou ausência de raízes e calos em brotações formadas em explantes de *D. trifida* inoculados em meio MS suplementado com (A) 0,0 mg l^{-1}, (B) 1,0 mg l^{-1}, (C) 1,5 mg l^{-1} e (D) 3,0 mg l^{-1} de BAP. Foto: Verena Makarem (2018).

Chen *et al*. (2003) observaram a formação de calos em todos os explantes inoculados de *D. zingiberensis* em meio MS suplementado com 4,4 µM de BAP + 1,1 µM de ANA. Em *D. rotundata*, Ezeibekwe *et al.* (2009) observaram a formação de 15,6 e 12,0 raízes por explante quando o meio foi suplementado com 0,2 mg l^{-1} BAP + 0,5 mg l^{-1} ANA e 0,0 mg l^{-1} BAP + 0,5 mg l^{-1} ANA, respectivamente.

A característica comprimento das plantas apresentou diferença significativa entre os tratamentos. Desde o princípio o meio que não continha BAP foi o que apresentou melhor resultado, com a altura das plantas diminuindo à medida que a concentração do regulador foi elevada (Tabela 2). Aos 60 dias após a inoculação, em explantes sem adição de BAP observou-se altura de 3,26 cm, seguida de 3,03 cm de explantes em meio acrescido de 1,0 mg l^{-1} de BAP. Grattapaglia e Machado (1998) indicam que brotações adequadas para etapa de enraizamento devem possuir comprimento mínimo de 1,0 cm, demonstrando que os explantes obtidos aos 30 dias após inoculação já estavam aptos, mesmo sem adição de regulador no meio.

Tabela 2–Efeito das diferentes concentrações de BAP sobre o comprimento de brotos de *Dioscorea trifida* cultivada *in vitro* aos 30, 45 e 60 dias.

Concentrações de BAP (mg l^{-1})	**Períodos de avaliação (dias)**		
	30	**45**	**60**
0,0	1,51 a	2,60 a	3,26 a
1,0	1,42 ab	2,40ab	3,03 a
1,5	1,25 bc	2,14 b	2,75 ab
3,0	1,17 c	1,45 c	2,09 b
$F_{tratamento}$	15,79 *	51,45 **	16,56 **
CV (%)	5,09	5,63	7,78

Médias seguidas por letras distintas, na mesma coluna, diferem significativamente entre si, pelo teste Tukey em nível de 5% de probabilidade.
* Significativo em nível de 5% de probabilidade; ** significativo em nível de 1% de probabilidade; ^{ns} não significativo.

As citocininas são uma classe de reguladores que tem como principal função o controle da divisão celular, fundamental para o crescimento e desenvolvimento vegetal. Os resultados de brotação mostrados anteriormente demonstram que os explantes de *D. trifida* possuem concentração endógena suficiente de reguladores de crescimento para que ocorra elevada brotação sem a necessidade do uso ou com adição de pouquíssima quantidade de BAP. Entre as funções das citocininas na fisiologia vegetal, podem-se citar altos níveis de clorofila nas folhas, plantas atrofiadas com entrenós mais curtos, dominância apical reduzida, bem como o enraizamento de estacas caulinares e a taxa de crescimento radicular (Taiz e Zeiger, 2004).

O fato de não haver diferença estatística significativa na formação de brotos com a adição de BAP no meio de cultivo, bem como rizogênese satisfatória na ausência do regulador demonstram a capacidade endógena que os explantes de *D. trifida* possuem para multiplicação *in vitro*. Assim, há diminuição dos custos de produção, tornando o processo menos oneroso e trabalhoso. Faz-se necessário investir em trabalhos envolvendo a regeneração e multiplicação de plantas adultas a fim de propagar genótipos superiores e gerar plantas com produção mais precoce, devido à idade fisiológica.

CONCLUSÃO

Segmentos nodais de *D. trifida* respondem bem à formação de brotos sem a adição de BAP, demonstrando a viabilidade da técnica de multiplicação ao serem usados tecidos jovens como fonte de explantes.

SÍNTESE

Os resultados obtidos na pesquisa mostraram que os três métodos de propagação vegetativa apresentam resultados promissores para que haja o aumento da quantidade e qualidade do material propagativo de *Dioscorea trifida*. Todas as classes de mini-tubérculos testadas demonstraram capacidade de tuberização, sendo que mini-tubérculos-semente com massa superior a 18,45 g são os mais indicados por terem apresentado melhores resultados nas características número de brotos, comprimento da parte aérea e número de folhas. As estacas de *D. trifida* podem ser utilizadas com apenas um segmento nodal e sem aplicação de auxina exógena, o que aumenta o número de propágulos retirados por planta, com resposta positiva quanto à brotação e enraizamento. A multiplicação através de micropropagação é viável, principalmente pelo fato dos explantes de *D. trifida* possuírem concentração endógena de reguladores de crescimento ou ausência de inibidores endógenos suficientes para que ocorra formação de brotos e rizogênese satisfatórias, sem adição de BAP.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Abramo, M. A. 1990. *Taioba, cará e inhame: o grande potencial inexplorado*. Editora ícone, São Paulo. 80p.

Acha, I.A.; Shiwachi, H.; Asiedu, R.; Akoroda, M.O. 2004. Effect of auxins on root development in yam (*Dioscorea rotundata*) vine. *Tropical Science*, 44: 80-84.

Agele, S.O.; Ayankanmi, T.G.; Kikuno, H. 2010. Effects of synthetic hormone substitutes and genotypes on rooting and mini tuber production of vines cuttings obtained from white yam (*Dioscorea rotundata*, Poir). *African Journal of Biotechnology*, 9(30): 4714-4724.

Aighewi, B.A.; Asiedu, R.; Maroya, N.; Balogun, M. 2015. Improved propagation methods to raise the productivity of yam (*Dioscorea rotundata* Poir.). *Food Security*, 7(4): 823-834.

Alvares, C.A.; Stape, J.L.; Sentelhas, P.C.; Gonçalves, J.L.M.; Sparovek, G. 2013. Köppen's climate classification map for Brazil. *Meteorologische Zeitschrift*, 22 (6): 711-728.

Anuário a Granja do Ano. 1994. *Cará e inhame*. Editora Centaurus, São Paulo. p. 30-35.

Behera, K.K.; Sahoo, S.; Maharana, T.; Prusti, A. 2009. Performance of pre-winter planted rooted cuttings of greater yam (*Dioscorea alata* L.). *Nature and Science*, 7 (12): 44 – 47.

Beyl, C.A., Trigiano, R.N. 2008. *Plant propagation. Concepts and laboratory exercises*. CRS Press. 480p.

Brasil. 2010. *Manual de hortaliças não-convencionais*. Secretaria de Desenvolvimento Agropecuário e Cooperativismo do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, Brasília, DF. 92p.

Bressan, E.A. 2005. *Diversidade isoenzimática e morfológica de inhame (Dioscorea spp.) coletados em roças de agricultura tradicional do Vale do Ribeira – SP*. Dissertação de Mestrado, Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Piracicaba, São Paulo. 172pp.

Carvalho, E.F. 1991. Propagação de inhame (*Colocasia esculenta* (L.) Schott.) pelo método de divisão de rizomas. *Ciência Agronômica*, 22 (1/2): 61-66.

Carvalho, P.C.L., Teixeira, C.A., Borges, A.J. 2009. Diversidade genética em Dioscorea spp. no Recôncavo da Bahia. *Revista Brasileira de Agroecologia*, 4 (2): 4104-4106.

Castro, A.P.; Fraxe, T.J.P.; Pereira, H.S.; Kinupp, V.F. 2012. Etnobotânica das variedades locais de cará (*Dioscorea* spp.) cultivados em comunidades no município de Caapiranga, estado do Amazonas. *Acta Botanica Brasilica*, 26 (3): 658-667.

Chen, Y.; Fan, J.; Yi, F.; Luo, Z.; Fu, Y. 2003. Rapid clonal propagation of Dioscorea zingiberensis. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture*, 78: 75 – 80.

Corrêa, R.M. 2005. *Produção de batata-semente pré-básica em canteiros, vasos e hidroponia.* Dissertação de Mestrado, Universidade Federal de Lavras, MG. 123p.

Erig, A.C.; Schuch, M.W. 2005. Micropropagação fotoautotrópica e uso da luz natural. *Ciência Rural*, 35 (4): 961-965.

Ezeibekwe, I.O.; Ezenwaka, C.L.; Mbagwu, F.N.; Unamba, C.I.N. 2009. Effects of combination of diferente levels of auxin (NAA) and cytokinin (BAP)on in vitro propagation of Dioscorea rotundata L. (White Yam). *Journal of Molecular Genetics*, 1 (2-4): 18 – 22.

FAOSTAT. 2012. Food and Agriculture Organization of the United Nations – Statistics Database.(http://faostat3.fao.org/download/Q/*/S) Acesso: 18/05/2016.

Ferreira, A.B. 2011. *Sistemas de cultivo do cará dioscorea spp. por pequenos agricultores da Baixada Cuiabana – MT*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo. 106pp.

Ferreira, A.B. 2011. *Sistemas de cultivo do cará dioscorea spp. por pequenos agricultores da Baixada Cuiabana – MT*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo. 106pp.

Ferreira, A.B. 2011. *Sistemas de cultivo do cará dioscorea spp. por pequenos agricultores da Baixada Cuiabana – MT*. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo. 106pp.

Grattapaglia, D.; Machado, M.A. 1998. Micropropagação. In: TORRES, A.C.; CALDAS, L.S.; BUSO, J.A. *Cultura de tecidos e transformação genética de plantas*. Embrapa-SPI/Embrapa-CNPH – Brasília, 1: 43-76.

Hamadina, E.I. 2011. *The control of yam tuber dormancy: a framework for manipulation*. IITA, Ibadan, Nigeria. 60 pp.

Hartmann, H.T.; Kester, D.E.; Davies, F.T.; Geneve, R.L. 1997. *Plant propagation: principles and practices*. 6. ed. Prentice Hall International, New Jersey, 770p.

Mabberley, D.J. 1997. *The plant-book. A portable dictionary of the vascular plants.* Cambridge University Press, 2 ed. p. 231-232.

Maguire, J.D. 1962. Speed of germination – aid in selection and evaluation for seedling emergence and vigor. *Crop Science*, 2 (2): 176 – 177.

Mesquita, A.S. Inhame na Bahia: a produção no caminho da produtividade. 2001. *Revista Bahia Agrícola*, 4 (2): 39-48.

Montaldo, A. 1991. *Cultivo de raíces y tubérculos tropicales*. Instituto Interamericano de Cooperación para la Agricultura, San José, Costa Rica. p. 131-230.

Murashige, T., Skoog, F.A. 1962. A revised medium for a rapid growth and bioassays with tobacco tissues cultures. *Physiologia Plantarum*, 15: 473-479.

Oliveira, A.P.; Moura, M.F.; Bruno, R.L.A.; Alves, E.U.; Alves, A.U.; Oliveira, A.N.P.; Leonardo, F.A.P.; Cruz, I.S.2006. Brotação e rendimento do inhame pelo uso do etileno. In: 46 Congresso Brasileiro de Olericultura, Goiânia. *Horticultura Brasileira*. Brasília-DF: ABH,. v. 24.

Oliveira, A.P.; Silva, D.F.; Silva, J.A.; Oliveira, A.N.P.; Santos, R.R.; Silva, N.V.; Oliveira, F.J.M. 2012. Tecnologia alternativa para produção de túberas-semente de inhame e seus reflexos na produtividade. *Horticultura Brasileira* 30 (3): 553-556.

Oliveira, A.P.; Moura, M.F.; Bruno, R.L.A.; Alves, A.U.; Oliveira, A.N.P.; Cruz, I.S. 2005. Emergência em campo do inhame em função do tratamento de rizóforos-semente com carbureto de cálcio. In: 45 Congresso Brasileiro de Olericultura, 2005, Fortaleza-CE. *Horticultura Brasileira*. Brasília-DF: ABH, v. 23.

Oliveira, M.C.; Ribeiro, J.F.; Rios, M.N.S.; Rezende, M.E. 2001. *Enraizamento de estacas para produção de mudas de espécies nativas de matas de galerias.* Recomendação técnica n. 41, EMBRAPA - Brasília, 04p.

Oyetunji, O.J.; Kabeya, M.; Shiwachi, H. 2007. Production of mini-tubers from vine cutings of white yam (*Dioscorea rotundata*). *Journal of Applied Horticulture*, 9 (2): 167-172.

Pedralli, G.; Carmo, C.A.S.; Cereda, M.; Puiatti, M. 2002. Uso de nomes populares para as espécies de Araceae e Dioscoreaceae no Brasil. *Horticultura Brasileira*, 20 (4): 530-532.

Poornima, G.M.; Ravishankar, R.V. 2007. In vitro propagation of wilds yams, Dioscorea oppositifolia (Linn) and Dioscorea pentaphylla. *African Journal of Biotechnology*, 6 (20): 2348 – 2352.

Ramos, A.S.; Castro, A.P.; Medeiros, C.M.; Fraxe, T.J.P.; Melo, S.R.D. 2014. Avaliação da brotação para obtenção de mudas de diferentes partes do tubérculo de cará roxo (*Dioscorea trifida* L.f).*Revista Brasileira de Agroecologia*, 9(1): 170-175.

Rocha e Silva, L.E.; Trindade, R.C.P.; Lemos, E.E.P. 2014. Enraizamento de estacas de inhame (*Dioscorea* spp.). *Comunicata Scientiae*, 5 (4): 486 -492.

Royero, M., Vargas, T. E., Oropeza, M. 2007. Micropropagación y organogénesis de *Dioscorea alata* (ñame). *Interciencia*, 32 (4): 247-252.

Santos, A. H. 2005. *O vale do rio Taia-Hy- levantamento de Aráceas e Dioscoreáceas comestíveis no litoral norte catarinense*. Dissertação de Mestrado,

Centro de Ciências Agrárias, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, Santa Catarina. 135p.

Santos, E.S. 2002a. Esclarecimentos sobre as denominações dos gêneros *Dioscorea* e *Colocasia*. In: *Anais do II Simpósio Nacional sobre as Culturas do Inhame e do Taro*. EMAPA-PB, João Pessoa, PB. p. 303-305.

Santos, E.S. 2002b. Manejo Sustentável da cultura do inhame (*Dioscorea* sp.) no nordeste do Brasil. In: *Anais do II Simpósio Nacional sobre as Culturas de Inhame e Taro*. EMAPA –PB, João Pessoa, PB. p. 181-195.

Santos, E.S.; Casé Filho, J.; Lacerda, J.T.; Carvalho, R.A. 2007. Inhame (*Dioscorea* sp.) tecnologia de produção e preservação ambiental. *Tecnologia & Ciência Agropecuária*, 1 (1): 31-36.

Santos, E.S.; Cazé Filho, J.; Lacerda, J.T.; Carvalho, R A.; Fontinélli, I S C.; Silva, J.B.; Barbosa, M.M.; Cassimiro, C.M. 2006. *Inhame e preservação ambiental*. EMAPA/Embrapa, João Pessoa, PB. 6p.

Shiwachi, H., Acha, I.A. e Asiedu, R. 2003. Mini tuber production using yam (*Dioscorearotundata*) vine. *Japanese Journal of Tropical Agriculture*, 47 (1): 29-30.

Silva Neto, H.P. 2014. *Produção de mudas e indução de brotação em túberas de inhame submetido a defensivo e regulador de crescimento*. Dissertação de Mestrado, Universidade Federal do Recôncavo Baiano, Cruz das Almas, BA. 82 p.

Silva, A.A. 1971. *A cultura do cará da costa*. Banco do Nordeste do Brasil, Fortaleza, CE. 66p.

Silva, F.A.S.; Azevedo, C.A.V. 2016. The Assistat Software Versiona 7.7 and its use in the analysis of experimental data. *African Journal of Agricultural Research*, 11 (39): 3733-3740.

Silva, O.S.; Carvalho, P.C.L.; Moreira, R.F.C.; Carneiro, J.L.S. 2012. *Orientações técnicas para o cultivo do inhame*. Embrapa, Cruz das Almas, BA. 40p.

Simões, K.S. 2013. *Ajuste de protocolo para produção de mudas e inhame (Dioscorea rotundata Poir.) in vitro.* Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Cruz das Almas, BA. 111p.

Souza, A.V.; Bertoni, B.W.; França, S.C.; Pereira, A.M.S. 2011. Micropropagação de *Dioscorea multiflora* Grised.*Ciência e Agrotecnologia*, 35 (1): 92-98.

Souza, V.C.; Lorenzi, H. 2012. *Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas do Brasil, baseado em APG III*. 3ª ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP. 768p.

TACO. 2011. Tabela Brasileira de Composição de Alimentos. (http://www.unicamp.br/nepa/taco/contar/taco_4_edicao_ampliada_e_revisada.pdf?arquivo=ta co_4_versao_ampliada_e_revisada.pdf). Acesso: 16/11/2016.

Taiz, L; Zeiger, E. 2004. *Fisiologia vegetal*. Artmed, Porto Alegre, RS. 722 p.

Uyoh, E.; Ita, E.E.; Essien, M.; Ewona, E.A.F.; Binang, M. 2016. Effect of synthetic hormone substitutes on rooting of vine cuttings in water yam (*Dioscorea alata* L.). *American Journal of Plant Sciences*, 7: 1372-1379.

Viana, A.M.; Felippe, G.M. 1989. Reprodução de *Dioscorea composita*. *Pesquisa Agropecuária Brasileira*, 24(5): 573-578.

Zárate, N.A.H.; Vieira, M.C.; Facco, R.C. 2003. Produção de clones de inhame em função do tamanho das mudas. *Acta Scientiarum: Agronomy*, 25 (1): 183-186.