



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E BIODIVERSIDADE



**QUEBRA DE DORMÊNCIA EM TÚBERAS E INDUÇÃO DE  
TUBERIZAÇÃO EM ESTACAS CAULINARES DE INHAME  
(*Dioscorea* sp.)**

**CRISLAINE ALVES DOS SANTOS**

**2020**



**MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE  
PRÓ-REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM AGRICULTURA E BIODIVERSIDADE**



**CRISLAINE ALVES DOS SANTOS**

**QUEBRA DE DORMÊNCIA EM TÚBERAS E INDUÇÃO DE TUBERIZAÇÃO EM  
ESTACAS CAULINARES DE INHAME (*Dioscorea* sp.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agricultura e Biodiversidade, área de concentração em Agricultura e Biodiversidade, para obtenção do título de “Mestra em Ciências”.

Orientador  
Prof. Dra. Maria de Fátima Arrigoni-Blank

SÃO CRISTÓVÃO  
SERGIPE – BRASIL  
2020

**FICHA CATALOGRÁFICA ELABORADA PELA BIBLIOTECA CENTRAL  
UNIVERSIDADE FEDERAL DE SERGIPE**

S237q Santos, Crislaine Alves  
Quebra de dormência em túberas e indução de tuberização em estacas caulinares de inhame (*Dioscorea sp.*) / Crislaine Alves dos Santos; orientador Maria de Fátima Arrigoni-Blank. – São Cristóvão, 2020.  
44 f. : il.

Dissertação (mestrado em Agricultura e Biodiversidade) – Universidade Federal de Sergipe, 2020.

1. Propagação vegetativa. 2. Inhame – Propagação por estaquia. 3. Mudanças - Produção. 4. Brotação induzida. 5. Regulador de crescimento. I. Arrigoni-Blank, Maria de Fátima, orient. II. Título.

CDU 631.535

**CRISLAINE ALVES DOS SANTOS**

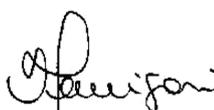
**QUEBRA DE DORMÊNCIA EM TÚBERAS E INDUÇÃO DE TUBERIZAÇÃO EM  
ESTACAS CAULINARES DE INHAME (*Dioscorea* sp.)**

Dissertação apresentada à Universidade Federal de Sergipe, como parte das exigências do Curso de Mestrado em Agricultura e Biodiversidade, área de concentração em Agricultura e Biodiversidade, para obtenção do título de “Mestra em Ciências”.

APROVADA em 07 de fevereiro de 2020.

Prof.<sup>a</sup> Dra. Ana Catarina Lima de Oliveira  
IFS

Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria Aparecida Moreira  
UFS



Prof.<sup>a</sup> Dra. Maria de Fátima Arrigoni-Blank  
UFS  
(Orientadora)

SÃO CRISTÓVÃO  
SERGIPE – BRASIL

*A minha família, por todo apoio e por sempre  
acreditarem em mim*  
***Dedico***

## AGRADECIMENTOS

Agradeço, primeiramente, a Deus por ter me dado saúde, inteligência, discernimento e por ter me dado força nos momentos que mais precisei, pois os que confiam no senhor sempre revigoram suas forças.

À Universidade Federal de Sergipe e ao Programa de Pós-graduação em Agricultura e Biodiversidade pela oportunidade de realização do mestrado.

À CAPES pela concessão de bolsa.

Aos meus pais Leonardo e Josefa, pelos conselhos, paciência, carinho e por sempre acreditarem no meu potencial.

As minhas irmãs Gizélia, Cristiana, Lidiane e Lucélia, pelo incentivo e apoio durante momentos difíceis. Agradeço por me estimular a tornar esse sonho realidade.

As minhas sobrinhas Vitória Gabriella e Monalisa, pelos momentos de descontração que sempre tenho com vocês.

À professora Dr.<sup>a</sup> Maria de Fátima Arrigoni Blank, pela orientação, apoio, paciência, dedicação e por todas as contribuições para o meu crescimento profissional. Muito obrigada pela oportunidade!

À professora Dr.<sup>a</sup> Maria Aparecida pelos ensinamentos, conselhos e pela disponibilidade de ajudar. Muito obrigada por tudo!

Ao professor Dr. Arie Fitzgerald Blank por toda contribuição com seu conhecimento durante a realização deste trabalho. Muito obrigada por tudo!

Ao produtor Clodoaldo por sempre está de portas abertas para nos receber em sua propriedade e por compartilhar toda sua experiência com o cultivo de inhame.

Aos meus colegas do LCT Caroline, Sara, Jéssika, Itamara, Taíse, Larissa, Leonardo, Lucas, Bryan, por toda ajuda durante a realização da pesquisa, pelas conversas e trocas de experiências.

À Andréa por todo o suporte e orientações durante a realização dos experimentos.

As minhas amigas Joelma, Naiara, Paloma e Verônica pela constante motivação, ajuda e amizade.

Aos colegas da UFS Emile, Ana Paula, Luiz Fernando, Carlos, William, Vanderson, pelas brincadeiras, conversas e por sempre estarem disponíveis para ajudar.

A todos os professores do PPGAGRI que contribuíram para minha formação.

Enfim, agradeço a todos que direta ou indiretamente fizeram parte da minha formação.

## SUMÁRIO

	Página
LISTA DE FIGURAS .....	i
LISTA DE TABELAS .....	ii
LISTA DE ABREVIATURAS, SÍMBOLOS E SIGLAS .....	iii
RESUMO .....	iv
ABSTRACT .....	v
1. INTRODUÇÃO GERAL .....	1
2. REVISÃO DE LITERATURA .....	2
3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....	7
4. ARTIGO 1: QUEBRA DE DORMÊNCIA EM TÚBERA DE INHAME ( <i>Dioscorea</i> sp.).....	10
Resumo .....	10
Abstract.....	11
4.1. Introdução .....	12
4.2. Material e Métodos .....	12
4.3. Resultados e Discussão .....	13
4.4. Conclusões .....	18
4.5. Referências Bibliográficas .....	19
5. ARTIGO 2: TUBERIZAÇÃO DE ESTACAS CAULINARES DE INHAME EM FUNÇÃO DE DIFERENTES POSIÇÕES E SUBSTRATO .....	21
Resumo .....	21
Abstract.....	22
5.1. Introdução .....	23
5.2. Material e Métodos .....	23
5.3. Resultados e Discussão .....	25
5.4. Conclusões .....	30
5.5. Referências Bibliográficas .....	30
ANEXOS .....	32

## LISTA DE FIGURAS

### REVISÃO DE LITERATURA

Figura		Página
1	Morfologia da túbera de inhame .....	4
2	Diagrama mostrando as fases de dormência em <i>Dioscorea Rotundata</i> TDr 131 .....	4

### ARTIGO 1

Figura		Página
1	Tempo médio de brotação do inhame comercial em diferentes posições, repouso fisiológico e concentração de Ethrel® .....	15
2	Tempo médio para a brotação atingir tamanho ideal para plantio, de inhame comercial em diferentes posições, repouso fisiológico e concentração de Ethrel®.....	17
3	Tempo médio (dias) de brotação e para plantio de túbera-semente em função do repouso fisiológico e concentração de Ethrel®. ....	18

### ARTIGO 2

Figura		Página
1	Minitúberas formadas nos diferentes tratamentos .....	27
2	Alterações nas estacas de inhame durante a formação das minitúberas .....	28
3	Seção transversal da região nodal do caule de inhame .....	29

**LISTA DE TABELAS**

ARTIGO 1		
Tabela		Página
1	Tempo médio de brotação (TMB) em túberas de inhame utilizando diferentes posições, concentrações de Ethrel® e período de repouso fisiológico .....	14
2	Tempo médio para atingir tamanho de plantio (TMP) em túberas de inhame comercial utilizando diferentes posições, concentrações de Ethrel® e período de repouso fisiológico.....	16
ARTIGO 2		
Tabela		Página
1	Resultado da análise química dos substratos .....	24
2	Valores médios de número de minitúberas por estaca, comprimento (mm), diâmetro (mm), massa fresca (g) e estacas com duas minitúberas (%) de inhame ( <i>Dioscorea</i> sp.) aos 100 dias após o plantio, em função do tipo de estaca.....	26

**LISTA DE ABREVIATURAS, SIGLAS E SÍMBOLOS**

FAO	Organização das Nações unidas para a Alimentação e a Agricultura
AIB	Ácido indolbutírico
g	Gramma
mL	Mililitro
L	Litro
TMB	Tempo médio de brotação
TMP	Tempo médio para atingir tamanho de plantio
mg	Miligramas
NPK	Nitrogênio, Fósforo e Potássio
μL	Microlitro
μm	Micrometro
mm	Milímetro
dm <sup>3</sup>	Decímetro cúbico
TF	Tropstrato Florestal
TH	Tropstrato Hortaliças
TF:TH	Mistura Tropstrato Florestal e Tropstrato Hortaliça (1:1)

**RESUMO**

SANTOS, Crislaine Alves dos. **Quebra de dormência em túberas e indução de tuberação em estacas caulinares de inhame (*Dioscorea* sp.)**. São Cristóvão: UFS, 2020, 44p. (Dissertação – Mestrado em Agricultura e Biodiversidade)\*.

O inhame, pertencente à família Dioscoreaceae, é uma cultura cuja produção está relacionada à agricultura familiar e seu consumo no Brasil está associado à cultura Nordestina. É uma hortaliça tuberosa de propagação vegetativa por meio de túberas-semente obtidas, principalmente, por meio do processo de capação. No entanto, este método adotado pelos produtores apresenta limitações como o alto custo de aquisição e a desuniformidade de brotação, o que contribui para a baixa produtividade da cultura. Desta forma, essa pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar a quebra de dormência do inhame comercial e da túbera-semente submetidas a diferentes concentrações de etileno e avaliar a produção de minitúberas a partir de estacas caulinares. Para a quebra de dormência do inhame comercial, foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial 4x2x3, sendo quatro concentrações de Ethrel® (0, 10, 20 e 40 mL.L<sup>-1</sup>), dois períodos de repouso (com e sem repouso) e três posições na túbera (cabeça, meio e cauda), com cinco repetições. Para a túbera-semente, foi utilizado o delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, sendo quatro concentrações de Ethrel® (0, 10, 20 e 40 mL.L<sup>-1</sup>) e dois períodos de repouso (com e sem repouso fisiológico). Para a estaquia, o delineamento experimental utilizado foi o bloco casualizado em esquema fatorial 3x3, sendo três regiões da planta para obtenção da estaca (apical, mediana e basal) e três substratos comerciais (Tropstrato florestal, Tropstrato hortaliças e a mistura dos dois substratos na proporção 1:1). Adicionalmente, foi feito o acompanhamento do desenvolvimento da minitúbera por meio de cortes histológicos. As diferentes posições, concentração do Ethrel® e período de repouso influenciaram no tempo médio de brotação do inhame comercial, enquanto para a túbera-semente os fatores estudados não influenciaram a brotação. As estacas medianas apresentaram maior diâmetro e massa fresca de minitúberas, e 75% destas produziram duas minitúberas ao utilizar o substrato Tropstrato florestal. Observou-se, por meio do estudo anatômico, que sete dias após o plantio da estaca iniciou-se o processo de divisão celular e acúmulo de amido na região nodal, e com 21 dias foi possível visualizar o surgimento da minitúbera.

**Palavras-chave:** produção de mudas, regulador de crescimento, brotação, substrato, anatomia.

---

\* Comitê Orientador: Maria de Fátima Arrigoni Blank – UFS (Orientador).

## ABSTRACT

SANTOS, Crislaine Alves dos. **Dormancy break in tubers and induction of tuberization in yam (*Dioscorea* sp.) stem cuttings**. São Cristóvão: UFS, 2020, 44p. (Dissertation – Master of Science in Agriculture and Biodiversity)\*.

Yam, belonging to the Dioscoreaceae family, is a crop whose production is related to family farming and its consumption in Brazil is associated with the Northeastern culture. It is a tuberous vegetable of vegetative propagation through seed tubers, mainly obtained through the capping process. However, this method adopted by producers has limitations such as high acquisition cost and sprout unevenness, which contributes to low crop yield. Thus, this research was conducted with the objective of evaluating the dormancy break of commercial yam and seed tubers submitted to different ethylene concentrations and to evaluate the production of minitubers from stem cuttings. For breaking dormancy of commercial yam, a randomized block design in a 4x2x3 factorial scheme was used, with four concentrations of Ethrel® (0, 10, 20 and 40 mL.L<sup>-1</sup>), two rest periods (with and without rest) and three positions in the tuber (head, middle and tail), with five repetitions. For the seed tuber, a randomized block design in a 4x2 factorial scheme was used, with four concentrations of Ethrel® (0, 10, 20 and 40 mL.L<sup>-1</sup>) and two rest periods (with and without physiological rest). For the cuttings, the experimental design was completely randomized in a 3x3 factorial scheme, being three regions of the plant to obtain the cut (apical, median and basal) and three commercial substrates (Forest Tropstrato, Vegetables Tropstrato and the mixture of the two substrates in 1:1 ratio). Additionally, the development of the minituber was followed by histological sections. The different positions, concentration of Ethrel® and rest period influenced the average time of commercial yam sprouting, while for seed tubers the factors studied did not influence the sprouting. The median cuttings presented larger diameter and fresh mass of minitubers, and 75% of them produced two minitubers using the Forest Tropstrato substrate. It was observed, by anatomical study, that seven days after cut's planting the process of cell division began and starch accumulation in the nodal region, and with 21 days it was possible to visualize the rise of the minituber.

**Key words:** seedling production, growth regulator, budding, substrate, anatomy.

---

\* Supervising Committee: Maria de Fátima Arrigoni Blank – UFS (Advisor).

## 1. INTRODUÇÃO GERAL

O Inhame é uma hortaliça tuberosa cultivada no mundo todo que pode ser utilizada para alimentação, fabricação de medicamentos e que apresenta potencial uso industrial (ANDRES et al., 2017). No Brasil, apresenta importância social e econômica para a região Nordeste, sendo fonte de renda, emprego e alimento para a população (SANTOS et al., 2007). No entanto, a cultura é negligenciada, visto que não recebe investimentos para melhoria do sistema de produção (SIQUEIRA, 2011).

O Brasil se destaca como o segundo maior produtor da América do Sul (FAO, 2016), porém a produtividade é considerada baixa em função do manejo inadequado da cultura (SANTOS et al., 2007). O Nordeste é o maior produtor nacional onde cerca de 90% da produção nacional se concentra nos estados da Paraíba, Bahia, Alagoas, Sergipe, Maranhão e Pernambuco (SILVA et al., 2012).

Os produtores de inhame enfrentam durante o cultivo várias dificuldades, como o ataque de pragas e doenças, indisponibilidade de material propagativo de qualidade e alto custo de aquisição, comercialização, entre outros, o que está contribuindo para redução da área plantada na região Nordeste (OLIVEIRA et al., 2012).

Dentre estes fatores, a qualidade do material propagativo tem colaborado para o abandono do cultivo. A propagação do inhame é vegetativa por meio de inhames inteiros ou fragmentos do mesmo (BORGES-GARCÍA et al., 2018) e o processo de capação é a principal forma e a mais conhecida pelos produtores para obtenção do material propagativo. Para isso, a colheita do inhame destinado para comercialização é realizada aos 210 dias após o plantio permitindo que a planta produza a túbera-semente (SANTOS et al., 2007).

A túbera para ser utilizada como material propagativo deve passar por um período de repouso fisiológico, para superar a dormência das gemas (SANTOS, 2008). Porém, em situações de cultivo em sequeiro, estas são levadas para o campo antes do surgimento das brotações, o que gera desuniformidade de plantio e perdas causadas pela baixa brotação do material que ocorrem devido a longa exposição dos fragmentos de inhame ao ataque de pragas e doenças (SILVA NETO, 2014).

Neste sentido, a utilização de hormônios que reduzam o tempo de dormência pode contribuir para a produção de mudas de inhame com brotações na mesma época (ILE et al., 2006), possibilitando uma maior uniformidade de plantio e a redução de perdas, já que as mudas serão levadas para campo quando estiverem com brotações.

Outra forma de produção de mudas de inhame é por meio da estaquia. Esta se mostrou como uma alternativa promissora para *D. rotundata*, pois permitiu a obtenção de grande número de mudas em um curto período e em espaço físico reduzido, além de permitir que todo o inhame produzido seja destinado à comercialização (AIGHEWI et al., 2015).

Diante do exposto, observa-se que são necessários mais estudos para gerar informações que possam aumentar a eficiência produtiva do inhame, principalmente, no que se refere ao sistema de produção de mudas. Portanto, esta pesquisa foi realizada com o objetivo de avaliar a quebra de dormência de inhame comercial e da túbera-semente submetidos a diferentes concentrações de etileno e avaliar a produção de minitúberas a partir de estacas caulinares.

## 2. REVISÃO DE LITERATURA

### 2.1. Aspectos gerais da cultura do inhame

O inhame, conhecido no Brasil popularmente como cará, cará da costa, inhame-da-costa, inhame-de-são-tomé, pertence à família Dioscoreaceae e ao gênero *Dioscorea*. Este gênero possui mais de 600 espécies, muitas selvagens, que apresentam diferentes finalidades como a utilização na indústria farmacêutica e como fonte de alimento. No Brasil ocorrem cerca de 130 espécies desse gênero (SOUZA e LORENZI, 2012). Apenas cerca de 14 espécies produzem túberas comestíveis as quais são exploradas comercialmente (PEDRALLI, 2002). As espécies *Dioscorea alata*, *D. cayennensis*, *D. rotundata*, *D. esculenta* e *D. trifida* são as principais cultivadas no país, todas destinadas à alimentação humana (FERREIRA, 2011).

Quanto à distribuição e origem dos inhames, estes podem ser encontrados na África, Ásia, América do Sul, Caribe e as ilhas do Pacífico Sul, sendo identificados três possíveis centros de origem desse gênero: África Ocidental, Sudeste da Ásia e América tropical. Diferentes espécies do gênero *Dioscorea* podem ter diferentes regiões de origem (ANDRES et al., 2017). Acredita-se 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. cayennensis* e *D. rotundata* da África; e *D. trifida* das Américas Central e Sul (CARVALHO et al., 2009).

É uma planta monocotiledônea, herbácea, dióica e trepadeira (SANTOS et al., 2006). Em condições ideais ocorre o florescimento e os frutos são cápsulas deiscentes (MONTEIRO e PERESSIN, 2002). Possui raiz tuberosa, alongada, de cor castanho-clara; caule volúvel e cilíndrico (COELHO JÚNIOR, 2015).

A produção de inhame se destaca em países tropicais da África Ocidental, sendo os maiores produtores a Nigéria e Costa do Marfim, cuja produção representa 91% do total produzido no mundo com 39.897.327 t/ano e área plantada de 4.438.362 ha. O Brasil é o segundo maior produtor da América do Sul ficando atrás apenas da Colômbia, com uma produção aproximadamente de 250.000 t em 2016 (FAO, 2018). O Nordeste é o maior produtor nacional, onde cerca de 90% da produção se concentra nos Estados da Paraíba, Bahia, Alagoas, Sergipe, Maranhão e Pernambuco (SILVA et al., 2012).

Nessa região, o cultivo do inhame apresenta importância socioeconômica por gerar emprego, renda e alimento para os pequenos e médios agricultores (SANTOS et al., 2007), além de ser uma fonte de minerais, carboidratos e de teores de vitaminas B1, B2, A e C para quem o consome (OLIVEIRA et al., 2013).

Apesar da sua importância para a região Nordeste, ocorreu uma redução da área plantada, sendo as possíveis causas dessa redução a baixa oferta de túberas-semente de boa qualidade e o elevado custo de sua aquisição (SANTOS et al., 2007). De acordo com Andres e colaboradores (2017), este pode chegar a 50% do custo de produção do inhame.

Além disso, o inhame não é incluído nas estatísticas que priorizam as *commodities* agrícolas e por isso não é inserido em políticas agrícolas e em projetos governamentais, não havendo amparo em relação a linhas de financiamento para custeio da produção, bem como investimento para melhorar o cultivo (SIQUEIRA, 2011). Entretanto, a cultura do inhame é a quarta cultura de hortaliza tuberosa mais importante do mundo, ficando atrás apenas da batata (*Solanum tuberosum* L.), mandioca (*Manihote sculenta* Crantz) e batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) (FAO, 2016).

Portanto, apesar da sua importância para pequenos produtores e para a agricultura tradicional, a cultura do inhame ainda é negligenciada no Brasil, não tendo na literatura informações suficientes para este grupo de plantas (SIQUEIRA, 2011).

Em relação à colheita do inhame, esta pode ser realizada aos 210 dias após plantio, quando o objetivo é produzir túberas para a comercialização no período de entressafra e obter as túberas-semente pelo processo de capação, ou aos 270 dias, onde são produzidas apenas

túberas para a comercialização (Oliveira et al., 2011). Desta forma, a depender da época de colheita, cada planta de inhame pode produzir dois tipos de túberas: as que são destinadas para o comércio (inhame comercial) e as que são utilizadas como material propagativo (túberas-semente) (PEIXOTO NETO et al., 2000).

O ponto de colheita do inhame é indicado pelo amarelecimento das folhas e morte natural das ramas, que normalmente ocorre aos 300 dias após o plantio. Para maximizar o rendimento, a colheita deve ser realizada quando o inhame atinge a maturidade completa e antes que o solo se torne demasiadamente seco (ANDRES et al., 2017).

Quanto a sua comercialização no Brasil, este é vendido, principalmente, *in natura*, podendo também encontrar inhame minimamente processado. Normalmente a produção é destinada a feiras livres, supermercados e mercados atacadistas, através de atravessadores que dominam o mercado (MENDES et al., 2013).

No que se refere ao consumo, a utilização como alimento básico é o mais adotado, sendo preparado de diferentes formas de acordo com as tradições locais. Apresenta-se como uma alternativa relativamente saudável por possuir um baixo índice glicêmico. Apesar de não ser totalmente explorado, o inhame possui potencial uso industrial como fonte de amido, para produção de farinha de inhame e para produção de chips (ANDRES et al., 2017).

## 2.2. Propagação do inhame

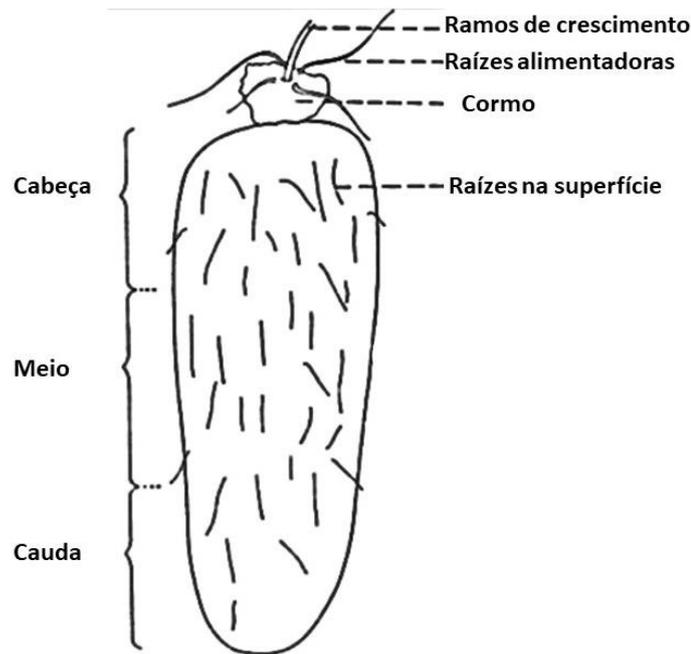
O inhame é uma planta de multiplicação vegetativa, cujo cultivo apresenta limitações, tais como uma baixa taxa de multiplicação e problemas fitossanitários, sendo necessária a busca por alternativas viáveis para aumentar a produção de material propagativo de boa qualidade (BORGES-GARCÍA et al., 2018).

A propagação do inhame é feita por meio de túberas-semente inteira ou por fragmentos da mesma. A utilização da túbera inteira proporciona uma brotação mais rápida e quando plantada possibilita uniformidade das plantas e aumento da produção de túberas comerciais (SILVA, 2002). A técnica da capaço é o método mais utilizado pelos agricultores para obter a túbera-semente, sendo realizado normalmente aos 210 dias após o plantio (SANTOS et al., 2007).

Essa técnica consiste em separar a túbera comercial da planta-mãe, através de corte no ponto de ligamento entre a protuberância e a túbera comercial, deixando no mínimo 3 a 4 raízes da planta (SANTOS, 2008). Depois de retirar o inhame comercial, cobrem-se as raízes com solo, para que a planta produza túberas menores e arredondadas, que poderão ser colhidas 90 dias após a ‘capaço’ (SANTOS et al., 2007). Após colhidas, as túberas-semente devem ser armazenadas em locais sombreados, livre de excesso de umidade, com temperatura entre 25°C a 30°C, para que possam ter uma boa conservação do material propagativo e repouso fisiológico (dormência) das mesmas, até a emergência das brotações, quando estarão aptas para serem levadas para o campo (SANTOS, 2008).

O período de dormência tende a desaparecer completamente ao redor dos 180 dias de colhidas. Isso é necessário, pois no momento da colheita a superfície da túbera não apresenta gemas. Estas se desenvolvem durante o período de repouso, preferencialmente na região da cabeça e na ausência desta nas outras regiões (Figura 1) (ONWUEME e CHARLES, 1994). Sendo assim, o início da brotação do fragmento da túbera depende da região que foi obtido. Normalmente, na região da cabeça as brotações antecedem as regiões do meio e da cauda. Quando se utiliza a túbera inteira, a brotação ocorrerá apenas na região da cabeça, sendo suprimidas as brotações nas outras partes da túbera (SILVA NETO, 2014).

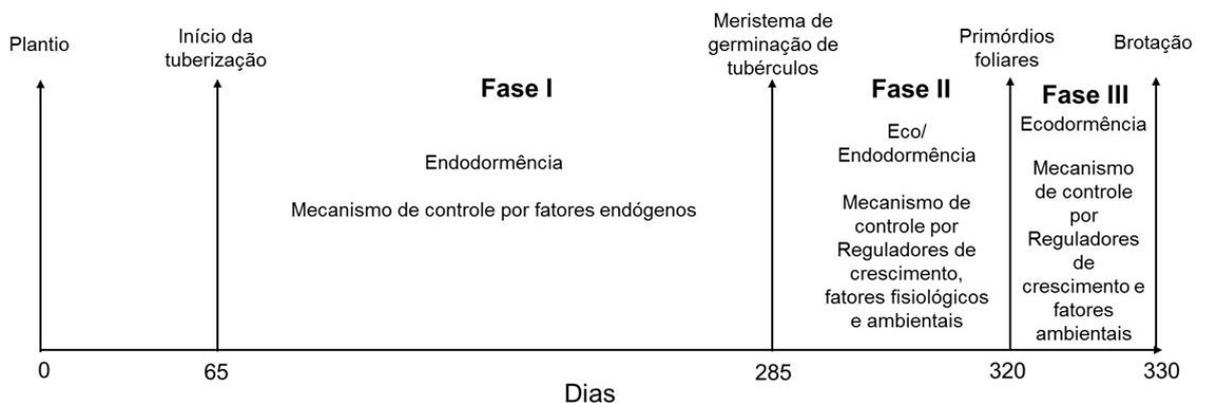
Avaliando brotações de diferentes partes do cará roxo (*Dioscorea trifida* L. f) verificou-se que para a produção de mudas, a túbera-semente inteira ou na região da cabeça foram as mais indicadas para serem utilizadas pelo produtor durante o plantio do inhame (RAMOS et al., 2014).



**Figura 1.** Morfologia da túbera de inhame (ONWUEME e CHARLES, 1994).

Esse é um dos problemas desse método de propagação do inhame visto que a depender da região da túbera-semente utilizada, esta pode brotar antes das outras partes, o que na época de plantio gera a desuniformidade em campo. Além disso, a propagação por meio da segmentação da túbera também pode ter contribuído para redução da fertilidade sexual, visto que os genótipos são clonados sucessivamente, o que resultou na baixa produção de flores visualizada nos cultivos atuais (CARVALHO, 2009).

A dormência do inhame começa quando este ainda está ligado a planta mãe, sendo caracterizada por três fases (Figura 2): I – nenhuma atividade meristemática está ativa com duração média de 220 dias após a tuberização; II – início do aparecimento do meristema germinativo com duração de 35 dias; III – desenvolvimento do broto apical até a emergência na superfície do tubérculo, com duração de 10 dias. A fase I não é afetada pela aplicação de reguladores de crescimento, já as fases II e III os reguladores de crescimento podem aumentar ou diminuir o tempo para o surgimento da brotação (ILE et al.; 2006).



**Figura 2.** Diagrama mostrando as fases de dormência em *Dioscorea rotundata* TDr 131. Fonte: ILE et al. (2006), modificado.

No entanto ainda existem controvérsias quanto ao início e fim da dormência do inhame. Alguns consideram que a dormência começa com a maturidade do tubérculo e senescência da planta mãe, e termina com o aparecimento do broto na superfície da túbera. Para outros, a dormência começa durante o desenvolvimento inicial dos tubérculos e termina com a brotação (HAMADINA, 2011).

A brotação depende das reservas da hortaliça tuberosa para o seu crescimento, sendo necessário retirar as brotações excessivas para evitar uma competição. No entanto, quando os órgãos de reservas são razoavelmente grandes este efeito não será perceptível, porém quando o pedaço é pequeno o crescimento pode ser prejudicado (MANI et al., 2014).

A qualidade das túberas-semente pode ser afetada pela infestação por patógenos como fungos, bactérias e principalmente nematóides, onde a presença destes reduz a produtividade. As espécies *Meloidogyne* spp. *Scutellonema bradys* e *Pratylenchus coffeae* são as que mais causam danos ao material propagativo (TESSON, 2004). A obtenção de material propagativo livre de patógenos é difícil, pois normalmente os produtores produzem seu próprio material para plantio sem selecionar plantas isentas de doenças ou na própria área com muita incidência de doenças. Sendo assim, a propagação é um fator importante dentro do sistema de produção de inhame, por estar associado ao estabelecimento da cultura podendo comprometer a produtividade (SANTOS, 2007).

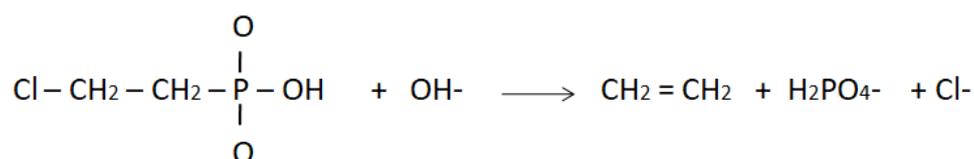
Existem estudos que buscam tecnologias para melhorar o sistema de produção de mudas de inhame, como a produção de túberas-semente por meio de sistema adensado (OLIVEIRA et al., 2012), cultivo *in vitro* (YAN et al., 2011; SUPRYA DAS et al., 2013; BORGES et al., 2015), propagação através do enraizamento de estacas caulinares (AGELE et al., 2010; SILVA et al., 2014; UYOH et al., 2016) e estabelecimento de metodologias de propagação avaliando o efeito do etileno na indução de brotação e no tempo de repouso fisiológico de túberas de ‘inhame da costa’ (SILVA NETO, 2014).

### 2.3. Utilização de etileno na quebra de dormência

Os fitohormônios desempenham papel importante e eficiente na regulação endógena da dormência e brotação de tubérculos, visto que pode alterar a duração da dormência favorecendo ou inibindo o surgimento de brotações (AKSENOVA et al., 2013). Quando a dormência é quebrada, a brotação apical surge suprimindo o surgimento de outras gemas. A brotação nas outras partes do tubérculo desenvolve-se à medida que a dominância apical diminui, sendo caracterizada pelo aparecimento de várias gemas (MANI et al., 2014).

O etileno é um hormônio vegetal gasoso que está envolvido em vários processos do desenvolvimento vegetal, tais como, crescimento, diferenciação e senescência, além de ser capaz de quebrar a dormência em algumas espécies vegetais (TAIZ et al., 2017). Este pode ser liberado por produtos como Ethephon ou Ethrel®, que são facilmente pulverizados nas plantas, absorvidos e transportados para os tecidos vegetais, sendo, portanto, um mecanismo eficiente de aplicação do etileno (KERBAUY, 2019).

O Ethrel® tem como princípio ativo o ácido 2-cloroetilfosfônico, uma substância inerte sob pH inferior a 4; no entanto, quando misturada em água e absorvida pela planta, libera o etileno em pH fisiológico. Essa liberação de etileno não envolve atividade enzimática da planta tratada, sendo o etileno produzido a partir do agrupamento CH<sub>2</sub>-CH<sub>2</sub> no centro da molécula reagindo com o íon hidróxido conforme o esquema abaixo (KERBAUY, 2019).



O seu papel no processo de quebra de dormência de tubérculos ainda não é completamente elucidado (AKSENOVA et al., 2013). No entanto existem pesquisas que

testaram o efeito desse hormônio na quebra de dormência de gemas de batata, onde aplicação de etileno junto com o ácido giberélico promoveu o surgimento de brotação sinalizando o fim da dormência (KULEM et al., 2010).

A avaliação do papel do etileno na indução de brotação, mostrou que as concentrações de Ethrel® testadas (0,0, 3,0, 6,0 e 9,0 mL.L<sup>-1</sup>) não influenciaram no tempo de brotação da túbera de inhame (SILVA NETO, 2014).

O efeito de diferentes reguladores de crescimento de plantas sobre a regulação da dormência foi avaliado em *D. rotundata*, onde observou-se que os análogos de etileno 2-cloroetanol (60 mL.L<sup>-1</sup>) e tioureia (20 g.L<sup>-1</sup>) ou ethephon (1000 mg.L<sup>-1</sup>), encurtaram em 32 dias o período de dormência, enquanto que o uso do ácido giberélico (1000 mg.L<sup>-1</sup>) prolongou o período de dormência por 24 dias (HAMADINA, 2015).

#### 2.4. Produção de minitúberas por meio de estacas caulinares

A utilização de estacas obtidas da rama de inhame pode ser uma forma de produzir minitúberas para serem utilizadas como material propagativo. Quando bem sucedido, este método proporciona uma alta taxa de multiplicação sem o uso da túbera, o que pode contribuir para diminuir o custo do material de plantio, além de ser uma tecnologia para os produtores produzirem inhame-semente com qualidade fitossanitária, quando utilizado substrato livre de patógenos (ANDRES et al., 2017).

Sendo assim, a vantagem desse método de propagação deve-se ao fato de que todo o inhame produzido em uma propriedade será destinado para a alimentação, já que parte da colheita não vai ser reservada para ser semente, melhorando assim o valor econômico da colheita. Além disso, a produção de grande quantidade de minitúberas poderá ser utilizada para intercâmbio internacional de germoplasma, caso seja pertinente (AIGHEWI et al., 2015).

Neste trabalho o uso de estacas visa a produção de minitúberas para serem utilizadas como material propagativo. Na literatura existem algumas pesquisas onde se utilizou estacas obtidas de ramos para enraizamento.

O enraizamento de estacas foi avaliado em *D. alata*, *D. hispida* e *D. oppositifolia*, obtendo-se resultados satisfatórios para todas as espécies. Verificou-se que as estacas podem ser coletadas em diferentes meses ao longo do ano. Além disso, observou-se que cada corte da rama de inhame deve ter no mínimo dois nós, onde um nó deve ficar coberto pelo substrato e o outro deve permanecer com a folha para manter a transpiração, fotossíntese e respiração (BEHERA et al., 2009).

Visando produzir mudas comerciais de *Dioscorea* spp. por estaquia, utilizando ramos de plantas com idade de 120 dias, observou-se que a utilização de AIB (ácido indolbutírico) não influencia no enraizamento das estacas e as estacas coletadas no terço basal das plantas na posição proximal dos ramos apresentaram maior porcentagem de enraizamento, número e comprimento de raízes, mostrando que os tecidos mais lignificados da rama facilitou a iniciação e crescimento das raízes em estacas de inhame (SILVA et al., 2014).

Em outro estudo com dois genótipos de *Dioscorea rotundata* Poir (TDr 335, TDr 97/00940), observou-se que as estacas, quando tratadas com substâncias promotoras de enraizamento (ácido indolbutírico) e colocadas em substrato de casca de arroz carbonizada, enraizaram e houve formação de tubérculos. O número médio de minitubérculos obtido a partir de TDr 335, TDr 97/00940 foi de 0,6 e 0,7 e peso de 1,30 e 1,44 g, respectivamente (AGELE et al., 2010).

Para o inhame (*Dioscorea* spp.) não existem relatos na literatura de estudos que mostrem como ocorre o processo de formação de minitúberas em estacas. Para a mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) isso foi possível através de estudos anatômicos de estacas cultivadas em substrato, onde observou-se que a formação de raízes a partir da região nodal enterrada no substrato, ocorreu com 5 a 10 dias após o plantio e que as raízes derivadas de tecidos mais profundos do caule são as precursoras dos órgãos de armazenamento (CHAWEEWAN e TAYLOR, 2015).

### 3. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGELE, S. O.; AYANKANMI, T. G.; KIKUNO, H. 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**, v.9, p.4714-4724, 2010.

AIGHEWI, B. A.; ASIEDU, R.; MAROYA, N. BALOGUN, M. Improved propagation methods to raise the productivity of yam (*Dioscorea rotundata* Poir.). **Food Security**, v.7, p. 823-834, 2015.

ANDRES, C.; ADEOLUWA, O. O.; BHULLAR, G. S. Yam (*Dioscorea* spp.). **Encyclopedia of Applied Plant Sciences**, p.435–441, 2017.

AKSENOVA, N. P.; SERGEEVAA L. I.; KONSTANTINOVA, T. N.; GOLYANOVSKAYAA, S. A.; KOLACHEVSKAYAA, O. O.; ROMANOVA, G. A. Regulation of potato tuber dormancy and sprouting. **Russian Journal of Plant Physiology**, v.60, n.3, p.301-312, 2013.

BEHERA, K. K.; SAHOO, S.; MAHARANA, T.; PANI, D. Response of vine cuttings to rooting in different months in three *Dioscorea* species. **Nature and Science**, v.7, 2009.

BORGES, M., R. GÓMEZ, E. ESTRADA, D. REYES, B. MALAURIE, Y R. DESTRA. Respuesta en campo de plantas *in vitro* de *Dioscorea alata* L. clon ‘Caraqueño’ en distintos momentos de plantación. **Biociencia Vegetal**, v.15, p.137-142, 2015.

BORGES-GARCÍA, M.; REYES-AVALOS, D. M.; LYVA-DOMÍNGUEZ, ÁVILA-MEDINA, U.; LAMBERT-GARCÍA, T. Producción de ñame clon Criollo a partir de bulbillos aéreos. **Agromía Mesoamericana**, v.29, n.1, p.75-84, 1 jan. 2018.

CARVALHO, P. C. L. de.; TEIXEIRA, C. A.; BORGES, A. de J. Diversidade Genética em *Dioscorea* spp. No Recôncavo da Bahia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, p.515-519, 2009.

CHAWEEWAN, Y.; TAYLOR, N. Anatomical assessment of root formation and tuberization in Cassava (*Manihot esculenta* Crantz). **Tropical Plant Biology**, v.8, p.1–8, 2015.

COELHO JÚNIOR, L. F. **Alterações no metabolismo oxidativo envolvido no escurecimento em raízes de inhame na pós-colheita**. 2015. 44f. Dissertação (Mestrado em Produção Vegetal) - Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRP, Serra Talhada-PE 2015.

FAO. FAOSTAT. Disponível em: < <http://www.fao.org/faostat/en/#data/QC> >. Acesso em 20 agosto 2018.

FERREIRA, A.B. **Sistemas de cultivo do cará *Dioscorea* spp. por pequenos agricultores da Baixada Cuiabana – MT**. 2011. 106f Dissertação (Mestrado em Agronomia), Universidade Estadual Paulista, Botucatu, São Paulo, 2011. 106p.

HAMADINA, E. L. **The control of yam tuber dormancy: a framework for manipulation**. International Institute of Tropical Agriculture (IITA), Ibadan, Nigéria. 2011. 60p.

HAMADINA, E. I.; CRAUFURD, P. Q. Duration of tuber dormancy in yam *Dioscorea rotundata*: effect of plant growth regulators and its relationship with tuber age. **Journal of Advances in Biology**, v.7, n.1, p.1230-1237, 2015.

ILE, E. I.; CRAUFURD, P. Q.; BATTEY, N. H.; ASIEDU, R. Phases of dormancy in yam tubers (*Dioscorea rotundata*). **Annals of Botany**, v.97, p.497-504, 2006.

KERBAUY, G. B. **Fisiologia Vegetal**. 3ª edição. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan, 2019, p. 430.

KÜLEN, O.; STUSHNOFF, C.; DAVIDSON, R. D., & HOLM, D. G. Gibberellic Acid and Ethephon Alter Potato Minituber Bud Dormancy and Improve Seed Tuber Yield. **American Journal of Potato Research**, v.88, n.2, p.167-174, 2010.

MANI, F., T. BETTAIEB, N. DOUDECH, AND C. HANNACHI. Physiological mechanisms for potato dormancy release and sprouting: A review. **African Crop Science Journal** v.22, p.155–174, 2014.

MENDES, L. N.; SILVA, J. A.; FAVERO, L. A. Panorama da produção e comercialização do inhame no mundo e no Brasil e sua importância para o mercado pernambucano: uma análise das cinco forças competitivas. **Convibra Business**. ISSN 2179-5967. 2013.

MONTEIRO, D. A.; PERESSIN, V. A. Cultura do inhame. In:\_. **Agricultura: tuberosas amiláceas Latino Americanas**. São Paulo: Fundação Cargil, 2002. p.511-522.

OLIVEIRA, A. N. P.; OLIVEIRA, F. A.; SOUSA, L. C.; OLIVEIRA, A. P.; SILVA, J. A.; SILVA, D. F.; SILVA, N. V.; SANTOS, R. R. Adubação fosfatada em inhame em duas épocas de colheita. **Horticultura Brasileira**, v.9, n.4, p.456-460, 2011.

OLIVEIRA, A. P.; SILVA, D. F.; SILVA, J. A.; OLIVEIRA, A. N. P.; SANTOS, R. R.; SILVA, N. V.; OLIVEIRA, F. J. M. Tecnologia alternativa para produção de túberas-semente de inhame e seus reflexos na produtividade. **Horticultura Brasileira**, v. 30, p. 553-556, 2012.

OLIVEIRA, A. P. de; BANDEIRA, N. V. da S.; DANTAS, D. F. da S.; SILVA, J. A. da; DANTAS, T. A. G. Produtividade máxima e econômica do inhame em função de doses de potássio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v. 26, n. 3, p. 110 – 1156, 2013.

ONWUEME, I. C.; CHARLES, W.B. **Tropical root and tuber crops - Production, perspectives and future prospects**. FAO Plant Production & Protection Paper 126, FAO, Rome. 228 p. 1994.

PEDRALLI G. *Dioscoreaceae e Araceae: Aspectos Taxonômicos, Etnobotânicos e Espécies Nativas com Potencial para Melhoramento Genético*. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE AS CULTURAS DO INHAME E DO TARO, 2002, João Pessoa. **Resumos...** João Pessoa: EMEBA, 2002. p.37-53.

PEIXOTO NETO, P. A. de S.; LOPES FILHO, J.; CAETANO, L. C.; ALENCAR, L. M. C. DE; LEMOS, E. E. P. de. **Inhame – O nordeste fértil**. Maceió, Alagoas: Editora UFAL. 2000. 88p.

RAMOS, A. da S.; CASTRO, A. P. de; MEDEIRO, C. M.; FRAXE, T. de J. P.; MELO, S. R. D. de. Avaliação da brotação para obtenção de mudas de diferentes partes do tubérculo de cará roxo (*Dioscorea trifida* L.f). **Revista Brasileira de Agroecologia**, 2014.

SANTOS, E. S. et al. Inhame e preservação ambiental. João Pessoa: EMBRAPA, EMEPA, 2006. 64 p.

SANTOS, E.S dos; FONTINELLI, I.S.C.; LACERDA, J.T. de; MATIAS, E.C.; BARBOSA, M.M. Sistema alternativo de produção de sementes de inhame (*Dioscorea* sp). **Tecnologia e Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v.1, n.2, p.19-24, 2007.

SANTOS, E. S; MACÊDO, L. S. **Tendências e Perspectivas da Cultura do Inhame (*Dioscorea* sp.) no Nordeste do Brasil. 2008.** Disponível em [http://www.emepa.org.br/revista/volumes/tca\\_v1\\_n2/tca03\\_inhame\\_sementes.pdf](http://www.emepa.org.br/revista/volumes/tca_v1_n2/tca03_inhame_sementes.pdf) Acesso em 26/06/2019

SILVA, D. A. Novas opções tecnológicas para o cultivo do inhame (*Dioscorea* sp) no nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE AS CULTURAS DE INHAME E TARO, 2., 2002, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA-PB. 2002. P. 80-81.

SILVA, J. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, G. S.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. N. P.; ARAÚJO, M. A. M. Rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.253-257, 2012.

SILVA, L. E. R.; TRINDADE, R. C. P.; LEMOS, E. E. P. Enraizamento de estacas de inhame (*Dioscorea* spp.). **Comunicata Scientiae**, v.5, p.486-492, 2014.

SILA NETO, H. P. **Produção de mudas e indução de brotação em túberas de inhame submetido a defensivo e regulador de crescimento.** 2014. 82 p. Dissertação (Mestrado em Recursos Genéticos vegetais) - Universidade Federal do Recôncavo da Bahia e Embrapa Mandioca e Fruticultura, Cruz das Almas, Bahia, 2014.

SIQUEIRA, M. V. B. M. Yam: A neglected and underutilized crop in Brazil. **Horticultura Brasileira**, v.29, p.16-20, 2011.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas do Brasil, baseado em APG III.** 3ª edição. Instituto Plantarum, Nova Odessa, São Paulo, 2012.768p.

SUPRIYA DAS, M. D. C.; PRANAB, B. M. Micropropagation of *Dioscorea alata* L. through nodal segments. **African Journal of Biotechnology**, v.12, p.6611–6617, 2013.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal.** 6ª edição. Artmed, 2017.858p.

TESSON, R. **La culture des tubercules dans la mata atlantica: analyse des stratégies de production de l'igname au nord-Est du Brésil.** France: CNEARC/CIRAD, 2004. 132p.

UYOH, E. A.; ITA, E. E.; ESSIEN, M.; EWONA, E. A. F.; BINANG, M. Effect of synthetic hormone substitutes on rooting of vine cuttings in water yam (*Dioscorea alata* L.). **American Journal of Plant Sciences**, v.7, p.1372-1379, 2016.

YAN, H.; YANG, L, LI YANGRUI. Improved growth and quality of *Dioscorea fordii* Prain et Burk and *Dioscorea alata* plantlets using temporary immersion system. **African Journal of Biotechnology**, v.10, 2011.

#### 4. Artigo 1

### QUEBRA DE DORMÊNCIA EM TÚBERAS DE INHAME (*DIOSCOREA SP.*)

#### RESUMO

A propagação do inhame é vegetativa e o método mais adotado pelos produtores é a brotação de túberas-semente inteiras ou fragmentos da mesma. No entanto, este método apresenta limitações devido a dormência da túbera, o alto custo de aquisição, além da contaminação por patógenos. Sendo assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de concentrações de Ethrel® na quebra de dormência do inhame comercial e na túbera-semente e determinar a necessidade de repouso fisiológico dos inhames quando submetidos ao tratamento com Ethrel®. Para isso foram realizados dois experimentos. No primeiro, com o inhame comercial, foi adotado o delineamento experimental em bloco casualizados em esquema fatorial 4x2x3, sendo quatro concentrações de Ethrel® (0, 10, 20 e 40 mL.L<sup>-1</sup>), dois períodos de repouso (com e sem repouso) e três posições da túbera (cabeça, meio e cauda). No segundo, com a túbera-semente, foi adotado o delineamento experimental em blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, sendo quatro concentrações de Ethrel® (0, 10, 20 e 40 mL.L<sup>-1</sup>) e dois períodos de repouso (com e sem repouso fisiológico). Os dados referentes a posição e repouso fisiológico foram comparados pelo teste de tukey e as concentrações de Ethrel® ajustadas pelos modelos de regressão polinomial. Verificou-se que o tempo médio de brotação e o tempo para atingir o tamanho para plantio (15 cm) para o inhame comercial, foram influenciados pelos fatores testados. No entanto, para a túbera-semente os fatores estudados não influenciaram as variáveis analisadas.

**Palavras-chave:** propagação vegetativa, Ethrel®, inhame comercial, túbera-semente.

**ABSTRACT****BREAKING DORMANCY IN YAM TUBERS (*DIOSCOREA SP.*)**

Yam's propagation is vegetative and the most adopted method by the producers is the sprouting of whole seed tubers or fragments of the same. However, this method has limitations due to sprout unevenness, high acquisition cost, and contamination by pathogens. Thus, the objective of this study was to evaluate the effect of Ethrel® concentrations on dormancy break of commercial yam and seed tubers and to determine the need for physiological rest of yams when subjected to Ethrel® treatment. For this, two experiments were performed. In the first, with the commercial yam, a randomized block design in a 4x2x3 factorial scheme was adopted, with four concentrations of Ethrel® (0, 10, 20 and 40 mL.L<sup>-1</sup>), two rest periods (with and without rest) and three positions of the tuber (head, middle and tail). In the second, with the seed tuber, a randomized block design in a 4x2 factorial scheme was adopted, with four concentrations of Ethrel® (0, 10, 20 and 40 mL.L<sup>-1</sup>) and two rest periods (with and without physiological rest). It was verified that the average shoot time and the time to reach the planting size (15 cm) for the commercial yam were influenced by the factors tested. However, for seed tubers the factors studied did not influence the analyzed variables.

**Key words:** vegetative propagation, Ethrel®, commercial yam, tuber seed.

## 4.1. INTRODUÇÃO

O inhame é uma hortaliça tuberosa que pertence à família *Dioscoreaceae* e ao gênero *Dioscorea* (DANTAS et al., 2013). As espécies mais cultivadas são a *Dioscorea alata* e *Dioscorea caynnensis*, ambas destinadas a alimentação (RAMOS et al., 2014). O Nordeste é o maior produtor nacional, onde cerca de 90% da produção nacional se concentra nos Estados da Paraíba, Bahia, Alagoas, Sergipe, Maranhão e Pernambuco (SILVA et al., 2012). Nessa região apresenta importância social e econômica, como fonte de renda, emprego e alimento para os pequenos e médios produtores (SANTOS et al., 2007).

A sua propagação é vegetativa, por meio de túberas-semente inteira ou fragmento da mesma (SILVA, 2002). As túberas-semente são obtidas por meio do processo de capação, onde a colheita do inhame é antecipada, sendo realizada aos 210 dias após o plantio, produzindo o inhame para comercialização no período de entressafra e a túbera-semente para material de plantio (OLIVEIRA et al., 2011).

No entanto este método de propagação apresenta limitações decorrente da baixa taxa de multiplicação, problemas fitossanitários (BORGES-GARCÍA et al., 2018) e alto custo de aquisição da túbera-semente (ANDRES et al., 2017). Outro fator importante é a dormência da túbera no momento da colheita (ONWUEME e CHARLES, 1994). Isto dificulta a brotação uniforme, sendo necessário que passem por um período de repouso fisiológico. O período de dormência varia de 40 a 80 dias quando colhido com nove meses de idade (CASTRO et al., 2012).

Além disso, a depender da região da túbera-semente utilizada esta pode brotar antes das outras partes, o que na época de plantio gera a desuniformidade em campo (CARVALHO, 2009). Quando a dormência é quebrada, a brotação apical surge suprimindo o surgimento de outras gemas. A brotação nas outras partes do tubérculo desenvolve-se à medida que a dominância apical diminui, sendo caracterizada pelo aparecimento de várias gemas (MANI et al., 2014).

Os fitohormônios desempenham papel importante e eficiente na regulação endógena da dormência e brotação de tubérculos, visto que pode alterar a duração da dormência favorecendo ou inibindo o surgimento de brotações (AKSENOVA et al., 2013). O etileno é um hormônio vegetal gasoso que está envolvido em vários processos do desenvolvimento vegetal, sendo capaz de quebrar a dormência em algumas espécies vegetais (TAIZ et al., 2017). Este pode ser liberado por produtos como Ethephon ou Ethrel®, que são facilmente pulverizados nas plantas.

Diante do exposto, são necessários estudos que busquem aprimorar o sistema de produção de mudas de inhame, visando a uniformidade de plantio e conseqüentemente a produtividade da cultura. Assim, o objetivo do trabalho foi avaliar o efeito de concentrações de Ethrel® na quebra de dormência do inhame comercial e na túbera-semente e determinar a necessidade de repouso fisiológico dos inhames quando submetidos ao tratamento com Ethrel®.

## 4.2. MATERIAL E MÉTODOS

### 4.2.1. Coleta do material vegetal

Os inhames e as túberas-semente foram adquiridos em uma propriedade localizada no Povoado Saco Torto, município de Malhador/SE. Os inhames comerciais foram colhidos com 300 dias após o plantio e a túbera-semente com 90 dias após o processo de capação. Os experimentos foram mantidos em estufa agrícola localizada no Departamento de Engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Sergipe.

#### **4.2.2. Quebra de dormência em inhame comercial**

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial triplo 4x2x3, sendo quatro concentrações de Ethrel® (0, 10, 20 e 40 mL.L<sup>-1</sup>), dois períodos de repouso (com e sem repouso) e três posições na túbera (cabeça, meio e cauda), com cinco repetições.

Para os tratamentos com repouso fisiológico, os inhames foram colhidos e ficaram durante 30 dias armazenados em local seco e fresco. Os inhames com e sem repouso foram imersos em solução de Ethrel® conforme os tratamentos.

Antes da imersão em solução de Ethrel® (0, 10, 20 e 40 mL.L<sup>-1</sup>), os inhames foram cortados em três partes: cabeça, meio e cauda. O tempo de imersão foi de 15 minutos e em seguida foram mantidos em repouso para secagem dos cortes, e levados para plantio em vasos de polietileno de 2,8 L contendo solo, esterco bovino e pó de coco (1:1:1) e mantidos em estufa agrícola com nebulização intermitente.

As variáveis analisadas foram tempo médio para brotação (TMB) em dias e tempo (dias) em que as brotações atingiram o tamanho (15 cm – informação de produtores) para plantio (TMP).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias dos fatores, posição e repouso foram comparadas pelo teste de tukey a 5% de probabilidade e as médias das concentrações de Ethrel® foram ajustados pelos modelos de regressão polinomial. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

#### **4.2.3. Quebra de dormência em túbera-semente**

O delineamento experimental foi em blocos casualizados em esquema fatorial 4x2, sendo quatro concentrações de Ethrel® (0, 10, 20 e 40 mL.L<sup>-1</sup>) e dois períodos de repouso (com e sem repouso fisiológico), com cinco repetições, totalizando oito tratamentos e 40 parcelas.

Para os tratamentos com repouso fisiológico, os inhames foram colhidos e ficaram durante 30 dias armazenados em local seco e fresco. As túberas-semente inteiras com e sem repouso foram imersas em solução de Ethrel® conforme os tratamentos, e levados para plantio em vasos de polietileno de 2,8 L contendo solo, esterco e pó de coco (1:1:1) e mantidos em estufa agrícola com nebulização intermitente.

As variáveis analisadas foram tempo médio para brotação (TMB) em dias e tempo (dias) em que as brotações atingiram o tamanho ideal (15 cm) para plantio (TMP).

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância. As médias do fator repouso foram comparadas pelo teste de tukey a 5% de probabilidade e as médias das concentrações de Ethrel® foram ajustados pelos modelos de regressão polinomial. As análises estatísticas foram realizadas pelo programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011).

### **4.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO**

#### **4.3.1. Inhame comercial**

O inhame que é destinado para a comercialização também é utilizado pelos produtores como material de plantio. Normalmente, isso ocorre quando não é possível obter a túbera-semente e para o aproveitamento dos inhames que apresentam defeito e sem valor comercial. Geralmente, estes são colocados em local seco e fresco até o momento do plantio. Quando o inhame é muito grande é feito o corte e os segmentos obtidos são utilizados como material de plantio.

A interação entre os fatores posição, concentração de Ethrel® e repouso fisiológico foi significativa para as variáveis Tempo Médio de Brotação (TMB) e Tempo Médio para atingir o tamanho para Plantio (TMP).

Observa-se que no controle com repouso fisiológico a posição cauda apresentou o maior TMB com uma média de 76 dias, enquanto a região da cabeça apresentou menor TMB com uma média de 32 dias (Tabela 1). Nessa mesma concentração, verifica-se que as diferentes posições sem repouso fisiológico foram estatisticamente iguais.

**Tabela 1.** Tempo médio de brotação (TMB) em túberas de inhame comercial utilizando diferentes posições, concentrações de Ethrel® e período de repouso fisiológico.

Posição	Repouso fisiológico (dias)	
	Com	Sem
	.....Ethrel® (0 mL.L <sup>-1</sup> ).....	
Cabeça	32,5 a A	25,0 a A
Meio	54,5 ab A	49,0 a A
Cauda	76,2 b A	47,7 a B
	.....Ethrel® (10 mL.L <sup>-1</sup> ).....	
Cabeça	55,5 a A	33,7 a A
Meio	64,2 a A	52,0 a A
Cauda	45,2 a A	50,5 a A
	.....Ethrel® (20 mL.L <sup>-1</sup> ).....	
Cabeça	25,0 a A	42,0 a A
Meio	62,0 b A	40,0 a A
Cauda	40,7 ab B	75,2 b A
	.....Ethrel® (40 mL.L <sup>-1</sup> ).....	
Cabeça	39,0 a B	73,2 b A
Meio	64,0 ab A	43,5 a A
Cauda	79,5 b A	72,0 b A
CV (%)	17,27	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

O menor tempo de brotação da cabeça da túbera foi observado, pois normalmente as gemas se desenvolvem durante o período de repouso, preferencialmente nesta e na ausência desta, nas outras regiões (ONWUEME e CHARLES, 1994).

O tempo para o surgimento da brotação é dependente de vários fatores como por exemplo a época de colheita, espécie e condição de armazenamento (HAMADINA e CRAUFURD, 2015). Para *Dioscorea rotundata* TDr 131, foram necessários 35 dias para o surgimento do primórdio foliar e mais 10 dias para a emergência do broto na superfície do inhame (ILE et al., 2006).

Ao utilizar a concentração 10 mL.L<sup>-1</sup> verificou-se que esta uniformizou a brotação das diferentes posições dos inhames com e sem repouso fisiológico. A aplicação de concentrações maiores (20 e 40 mL.L<sup>-1</sup>) geraram desuniformidade de brotação para as diferentes posições da túbera dentro de cada período de repouso fisiológico.

Estes resultados mostram que o Ethrel® influencia no surgimento de brotação de inhame. Em *Dioscorea rotundata* TDr131 as brotações aumentaram quando foram utilizadas as concentrações de 300 e 500 mg.L<sup>-1</sup> de Ethrel®, no mesmo dia em que o inhame foi colhido (REGIS e QUEVEDO, 2018).

Estes resultados confirmam que os fitohormônios desempenham papel importante e eficiente na regulação da dormência e brotação de tubérculos, a depender da espécie, visto que podem alterar a duração da dormência favorecendo ou inibindo o surgimento de brotações (AKSENOVA, et al.; 2013).

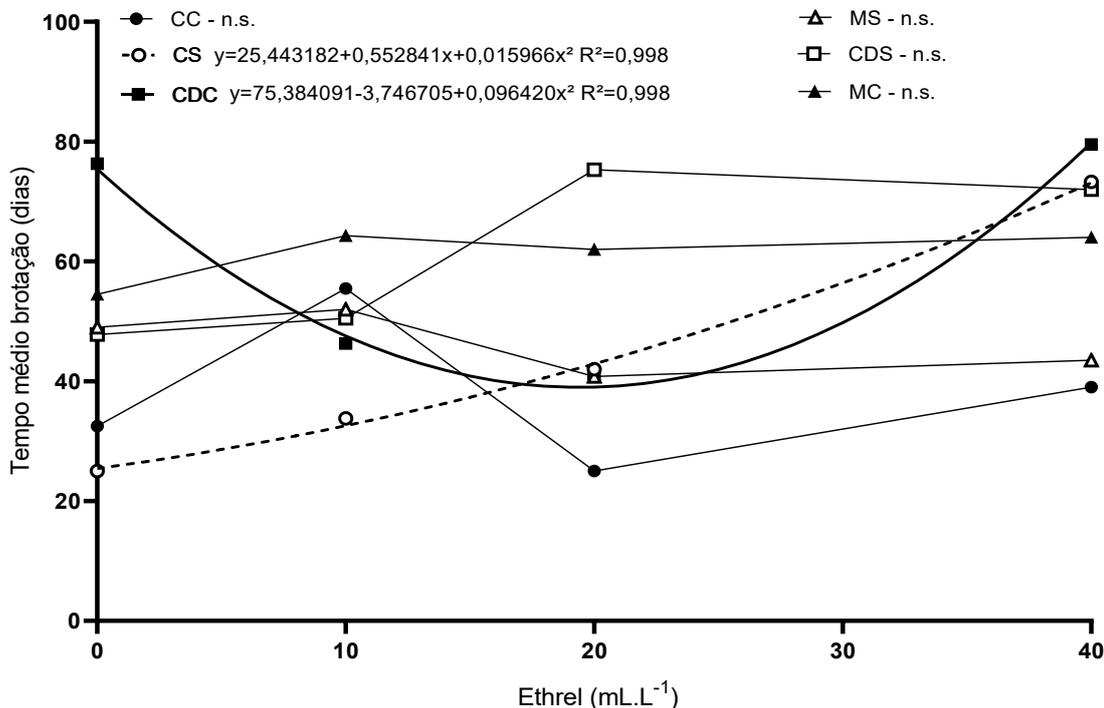
Quanto ao período de repouso fisiológico, apenas para a região da cabeça na concentração 40 mL.L<sup>-1</sup> e para a região da cauda no controle, houve diferença entre o período de repouso.

O período de repouso fisiológico é tido como necessário devido a dormência das gemas. Em *D. rotundata* sabe-se que esta condição começa ainda quando a túbera está ligada à planta mãe e é caracterizada por três fases: I – nenhuma atividade meristemática está ativa com duração média de 220 dias; II – início do aparecimento do meristema germinativo com duração de 35 dias; III – desenvolvimento do broto apical até a emergência na superfície do tubérculo, com duração de 10 dias (ILE et al.; 2006).

A dormência é um fator importante para evitar que os tubérculos brotem antes das condições ideais para o desenvolvimento da planta (BISOGNIN et al., 2018). No cultivo de inhame, em situações onde o produtor necessita atrasar o plantio por 10 a 20 dias, faz-se a retirada dos brotos que surgem durante o período de armazenamento (CASTRO et al., 2012).

Observa-se que as diferentes concentrações de Ethrel® foram significativas para a cabeça sem repouso fisiológico e para a cauda com repouso fisiológico, apresentando comportamento quadrático (Figura 1). O TMB para a cabeça sem repouso fisiológico foi menor para o controle com uma média de 25,4 dias para brotar. Neste caso, não seria necessário fazer o tratamento com o etileno para diminuir o tempo para o início da brotação.

Isso mostra que para a região da cabeça a dormência é quebrada sem a necessidade de repouso fisiológico e regulador de crescimento. Provavelmente as gemas se desenvolvem preferencialmente nesta região por possivelmente existir uma maior quantidade endógena de etileno na cabeça, encurtando o tempo de dormência. No entanto, como o produtor também utiliza as outras partes da túbera para o plantio (meio e cauda), este se torna um fator limitante para o estabelecimento do cultivo, visto que no momento do plantio o produtor vai ter fragmentos com brotações e outros sem a presença de brotação, gerando desuniformidade de plantio.



**Figura 1.** Tempo médio de brotação do inhame comercial em diferentes posições, repouso fisiológico e concentração de Ethrel®. CC – Cabeça com repouso; CS – Cabeça sem repouso; MC – Meio com repouso; MS – Meio sem repouso; CDC – Cauda com repouso; CDS – Cauda sem repouso. <sup>ns</sup> não significativo; \* significativo a 5% de probabilidade.

As diferentes concentrações de Ethrel® apresentaram efeito na quebra de dormência da cauda com repouso fisiológico, onde a aplicação de 19,5 mL.L<sup>-1</sup> de Ethrel® proporcionou a redução do tempo para o surgimento da brotação, com uma média de 38,9 dias para brotar.

Resultado semelhante foi observado em *D. rotundata* ao utilizar análogos de etileno, 2-cloroetanol (60 mL.L<sup>-1</sup>) e Tiuréia (20 g.L<sup>-1</sup>) ou Ethephon (1000 mL.L<sup>-1</sup>) observou-se a redução do tempo para o surgimento da brotação (HAMADINA e CRAUFURD, 2015).

O tamanho ideal para o plantio adotado pelos produtores é quando a brotação atinge aproximadamente 15 cm. Neste trabalho, observou-se que este tamanho é alcançado entre 5 a 10 dias depois do surgimento da brotação. Este é um fator importante para o planejamento do plantio, visando o plantio na época que proporcione melhor desenvolvimento da planta, principalmente em sistema de cultivo sequeiro.

Para o controle e a concentração 40 mL.L<sup>-1</sup> com repouso fisiológico, a cauda apresentou o maior TMP, enquanto a cabeça apresentou o menor TMP com média de 40,7 e 47 dias, respectivamente. A concentração 10 mL.L<sup>-1</sup> proporcionou uniformização dos tamanhos para o plantio, enquanto que 20 mL.L<sup>-1</sup> a posição mediana apresentou maior TMP e a apical menor TMP (Tabela 2).

**Tabela 2.** Tempo médio para atingir tamanho de plantio (TMP) em túberas de inhame comercial utilizando diferentes posições, concentrações de Ethrel® e período de repouso fisiológico.

Posição	Repouso fisiológico (dias)	
	Com	Sem
	.....Ethrel® (0 mL.L <sup>-1</sup> ).....	
Cabeça	40,7 a A	33,5 a A
Meio	59,5 ab A	56,0 a A
Cauda	82,2 b B	52,2 a A
	.....Ethrel® (10 mL.L <sup>-1</sup> ).....	
Cabeça	61,7 a A	42,2 a A
Meio	73,0 a A	59,5 a A
Cauda	50,7 a A	55,0 a A
	.....Ethrel® (20 mL.L <sup>-1</sup> ).....	
Cabeça	34,0 a A	52,0 ab A
Meio	71,2 b A	48,7 a A
Cauda	46,2 ab A	82,2 b B
	.....Ethrel® (40 mL.L <sup>-1</sup> ).....	
Cabeça	47,0 a A	79,2 a B
Meio	70,2 ab A	53,5 a A
Cauda	87,0 b A	80,5 a A
CV (%)	15,31	

Médias seguidas de mesma letra minúscula, na coluna, e maiúscula, na linha, não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

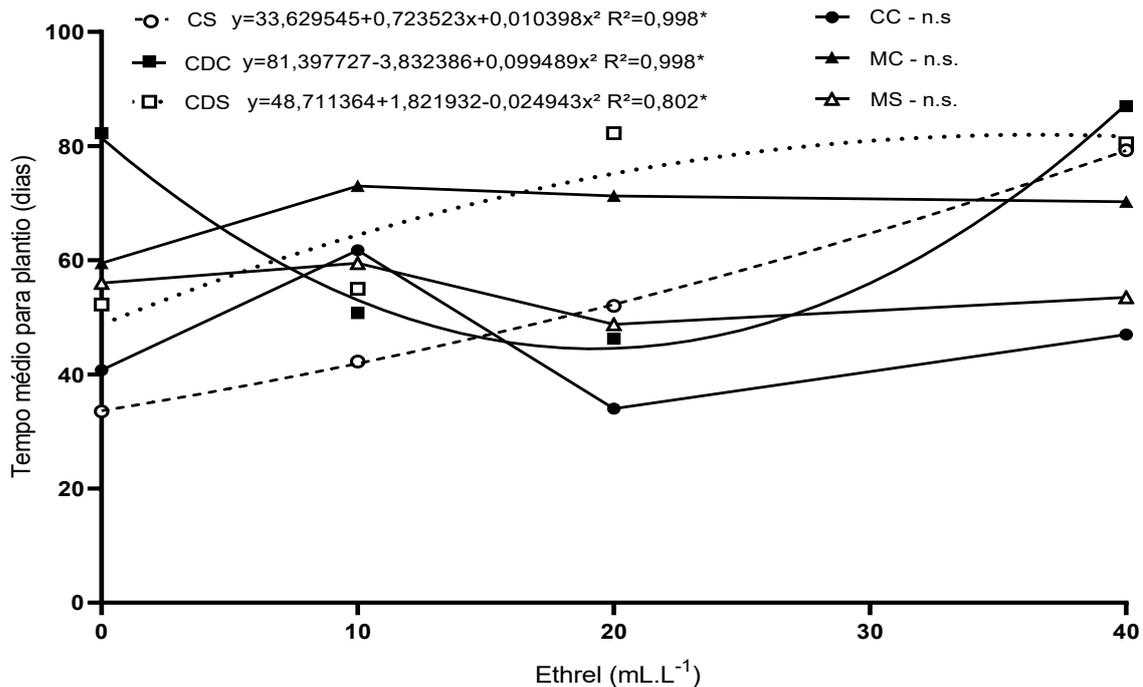
O menor tempo observado para a cabeça do inhame pode estar relacionado ao fato da brotação surgir primeiro nessa região. Quando a dormência é quebrada, a brotação na região da cabeça surge suprimindo as demais gemas. A brotação nas outras partes da túbera desenvolve-se à medida que a dominância apical diminui (MANI et al., 2014).

Pensando na qualidade da muda para plantio, as túberas inteiras e em seguida a muda obtida da região da cabeça, apresentam-se como melhor material para plantio, visto que apresentam brotação mais rápida e vigorosa (RAMOS et al., 2014).

Observa-se que o tratamento com os extremos de Etrhel® (0 e 40 mL.L<sup>-1</sup>) diminuiu o TMP para a cabeça com repouso fisiológico e aumentou o TMP da cauda com repouso fisiológico. Este resultado pode estar relacionado com o balanço hormonal nas diferentes posições do inhame comercial. No caso da cauda, pode ser que exista uma maior quantidade de ácido giberélico presente nesta região prolongando a dormência. Porém esta posição não responde ao tratamento com altas concentrações de etileno.

Para os inhames sem repouso fisiológico a utilização de 0, 10, 40 mL.L<sup>-1</sup> de Ethrel® nas diferentes posições não diferiram quanto ao TMP. Porém quando utilizou a concentração 20 mL.L<sup>-1</sup>, a posição da cauda apresentou maior TMP (Tabela 2).

A cabeça sem repouso fisiológico e a cauda com e sem repouso fisiológico em relação a aplicação de Ethrel® foram significativas, apresentando comportamento quadrático (Figura 2). A concentração máxima de Ethrel® para reduzir o TMP foi de 19,3 mL.L<sup>-1</sup> para a cauda com repouso fisiológico, com média de 44,60 dias para atingir 15 cm. Para a cauda sem repouso fisiológico a concentração de 36,5 mL.L<sup>-1</sup> levou maior tempo para atingir TMP. Para a cabeça sem repouso o controle apresentou o menor TMP.



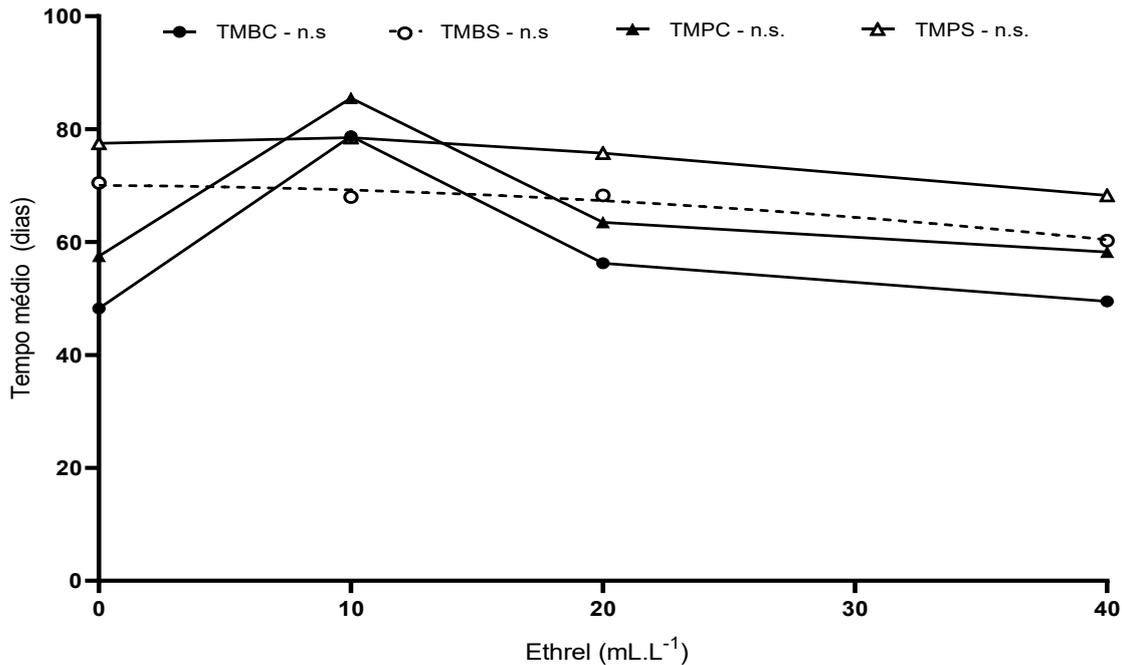
**Figura 2.** Tempo médio para brotação atingir tamanho ideal para plantio, de inhame comercial em diferentes posições, repouso fisiológico e concentração de Ethrel®. CC – Cabeça com repouso; CS – Cabeça sem repouso; MC – Meio com repouso; MS – Meio sem repouso; CDC – Cauda com repouso; CDS – Cauda sem repouso. <sup>ns</sup> não significativo; \* significativo a 5% de probabilidade.

#### 4.3.2. Túbera-semente

Observou-se que o período de repouso fisiológico e as diferentes concentrações de Ethrel® não apresentaram efeito significativo sobre o Tempo Médio de Brotação (TMB) e Tempo Médio para Atingir o tamanho para Plantio (TMP) (Figura 3).

O TMB observado em túberas-sementes com repouso fisiológico foi de 58 dias e as sem repouso fisiológico de 66 dias. Para o TMP, as submetidas a repouso fisiológico apresentaram média de 66 dias e sem repouso uma média de 75 dias para atingir 15 cm.

As túberas-semente, obtidas através do processo de capação, não foram segmentadas pois apresentavam tamanho ideal para o plantio. Normalmente, o tamanho do inhame obtido pelo processo de capação é menor do que do inhame comercial.



**Figura 3.** Tempo médio (dias) de brotação e para plantio de túbera-semente em função do repouso fisiológico e concentração de Ethrel®. TMBC-Tempo médio de brotação com repouso; TMBS-Tempo médio de brotação sem repouso; TMPC-Tempo médio para plantio com repouso; TMPS-Tempo médio para plantio sem repouso. n.s- não significativo.

A não segmentação da túbera-semente pode ter contribuído para o Ethrel® não ter apresentado efeito na quebra de dormência da mesma. Isto porque o fermento pode estimular a produção de etileno endógena e outras alterações metabólicas, que poderiam ter contribuído para a indução mais rápida da brotação.

Porém em cultivos comerciais prefere-se utilizar a túbera-semente inteira com peso médio de 200g, por proporcionar a uniformização do cultivo e por não ser necessária cortá-la antes do plantio (SANTOS, 2009). Este último é importante pois pode-se evitar a infestação por patógenos como fungos, bactérias e principalmente nematóides, onde a presença destes reduz a produtividade (TESSON, 2004).

Observou-se que as brotações surgiram preferencialmente na região onde o inhame ligava-se à planta, mostrando existir dominância apical suprimindo a brotação em outras regiões da túbera. As gemas se desenvolvem durante o período de repouso fisiológico, preferencialmente na região da cabeça e na ausência desta nas outras regiões (ONWUEME e CHARLES, 1994).

Ao comparar os resultados dos dois experimentos, observou-se que os valores médio do TMB e TPB da túbera-semente com e sem repouso fisiológico foi superior aos obtidos para o inhame comercial na maioria dos tratamentos, com exceção da cauda. Pode ser que o fermento decorrente da segmentação do inhame comercial tenha contribuído para indução mais rápida da brotação.

#### 4.4. CONCLUSÕES

O Ethrel® (10 mL.L<sup>-1</sup>) favoreceu a indução de brotação, pois uniformizou a brotação das diferentes posições do inhame comercial submetidos ao período de repouso fisiológico.

O período de repouso fisiológico e as concentrações de Ethrel® testadas não influenciam o TMB e o TMP de túberas-semente inteiras.

#### 4.5. REFERÊNCIA BIBLIOGRÁFICA

ANDRES, C.; ADEOLUWA, O. O.; BHULLAR, G. S. Yam (*Dioscorea* spp.). **Encyclopedia of Applied Plant Sciences**, p.435–441, 2017.

AKSENOVAA, N. P.; SERGEEVAA L. I.; KONSTANTINOVAA, T. N.; GOLYANOVSKAYAA, S. A.; KOLACHEVSKAYAA, O. O.; ROMANOVA, G. A. Regulation of potato tuber dormancy and sprouting. **Russian Journal of Plant Physiology**, v.60, n.3, p.301-312, 22 abr. 2013.

BISOGNIN, D. A.; MANRIQUE-CAPINTERO, N. C.; DOUCHES, D. S. QTL analysis of tuber dormancy and sprouting in potato. **American Journal of Potato Research**, 2018.

BORGES-GARCÍA, M.; REYES-AVALOS, D. M.; LYVA-DOMÍNGUEZ, ÁVILA-MEDINA, U.; LAMBERT-GARCÍA, T. Producción de ñame clon Criollo a partir de bulbillos aéreos. **Agronomía Mesoamericana**, v.29, n.1, p.75-84, 1 jan. 2018.

CARVALHO, P. C. L. de.; TEIXEIRA, C. A.; BORGES, A. de J. Diversidade Genética em *Dioscorea* spp. No Recôncavo da Bahia. **Revista Brasileira de Agroecologia**, v.4, n.2, p.515-519, 2009.

CASTRO, A. P. de; FRAXE, T. J. P.; PEREIRA, H. S.; KINUPP, V. F. Etnobotânica das variedades locais do cará (*Dioscorea* spp.) cultivadas no município de Caapiranga, estado do Amazonas. **Acta Botânica Brasilica**, v.26, n.3, p.658-667, 2012.

DANTAS, T. A. G.; OLIVEIRA, A. P. de; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, D. F. da S.; BANDEIRA, N. V. da S.; DANTAS, S. A. G. Produção do inhame em solo adubado com fontes e doses de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n.10, p.1061-1065, 2013.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

HAMADINA, E. I.; CRAUFURD, P. Q. Duration of tuber dormancy in yam *Dioscorea rotundata*: effect of plant growth regulators and its relationship with tuber age. **Journal of Advances in Biology**, v.7, n.1, p.1230-1237, 2015.

ILE, E. I.; CRAUFURD, P. Q.; BATTEY, N. H.; ASIEDU, R. Phases of dormancy in yam tubers (*Dioscorea rotundata*). **Annals of Botany**, v.97, p.497-504, 2006.

MANI, F., T. BETTAIEB, N. DOUDECH, AND C. HANNACHI. Physiological mechanisms for potato dormancy release and sprouting: A review. **African Crop Science Journal** v.22, p.155–174, 2014.

OLIVEIRA, A. N. P.; OLIVEIRA, F. A.; SOUSA, L. C.; OLIVEIRA, A. P.; SILVA, J. A.; SILVA, D. F.; SILVA, N. V.; SANTOS, R. R. Adubação fosfatada em inhame em duas épocas de colheita. **Horticultura Brasileira**, v.9, n.4, p.456-460, 2011.

ONWUEME, I. C.; CHARLES, W.B. **Tropical root and tuber crops - Production, perspectives and future prospects**. FAO Plant Production & Protection Paper 126, FAO, Rome. 228p. 1994.

RAMOS, A. da S.; CASTRO, A. P. de; MEDEIRO, C. M.; FRAXE, T. de J. P.; MELO, S. R. D. de. Avaliação da brotação para obtenção de mudas de diferentes partes do tubérculo de cará roxo (*Dioscorea trifida* L.f). **Revista Brasileira de Agroecologia**, 2014.

REGIS, M. A. J. B.; QUEVEDO, M. A. Ethephon treatment for early sprouting of yam (*Dioscorea alata* L.) tubers var VU-2. **Innovative Tecnology and Management Journal**, v.1, n.1, p.44-53, 2018.

SANTOS, E.S dos; FONTINELLI, I.S.C.; LACERDA, J.T. de; MATIAS, E.C.; BARBOSA, M.M. Sistema alternativo de produção de sementes de inhame (*Dioscorea* sp.). **Tecnologia e Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v.1, n.2, p.19-24, 2007.

SANTOS, E. S.; MACÊDO, L. S.; MATIAS, E. C.; BARBOSA, M. M. Resposta da cultura do inhame à fertilização com macro e micronutrientes em um Argissolo Vermelho-Amarelo Distrófico arênico. **Tecnologia e Ciência Agropecuária**, João Pessoa, v.3, n.3, p.39-46, 2009.

SILVA, D. A. Novas opções tecnológicas para o cultivo do inhame (*Dioscorea* sp.) no nordeste do Brasil. In: SIMPÓSIO NACIONAL SOBRE AS CULTURAS DE INHAME E TARO, 2., 2002, João Pessoa. **Anais...** João Pessoa: EMEPA-PB. 2002. P. 80-81.

SILVA, J. A.; OLIVEIRA, A. P.; ALVES, G. S.; CAVALCANTE, L. F.; OLIVEIRA, A. N. P.; ARAÚJO, M. A. M. Rendimento do inhame adubado com esterco bovino e biofertilizante no solo e na folha. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, v.16, p.253-257, 2012.

TAIZ, L.; ZEIGER, E.; MOLLER, I. M.; MURPHY, A. **Fisiologia e Desenvolvimento Vegetal**. 6ª edição. Artmed, 2017.858p.

TESSON, R. **La culture des tubercules dans la mata atlantica: analyse des stratégies de production de l'igname au nord-Est du Brésil**. France: CNEARC/CIRAD, 2004. 132p.

## 5. Artigo 2

### TUBERIZAÇÃO DE ESTACAS CAULINARES DE INHAME EM FUNÇÃO DE DIFERENTES POSIÇÕES E SUBSTRATO

#### RESUMO

O cultivo do inhame (*Dioscorea* sp.) está relacionado a agricultura familiar e o seu consumo está ligado a tradição nordestina. A produtividade ainda é baixa devido à dificuldade de obtenção de material propagativo de qualidade e ao seu alto custo de aquisição. A técnica de estaquia se apresenta como uma nova alternativa para a propagação vegetativa do inhame. Desta forma, o presente estudo teve como objetivo avaliar a produção de minitúberas de inhame por meio de estacas, obtidas em diferentes posições de ramas e em diferentes substratos, além de acompanhar a formação das minitúberas. Para isso foram testadas diferentes posições da estaca na rama e diferentes substratos. O delineamento foi em blocos casualizados, em esquema fatorial 3x3, sendo três posições (Apical, Mediana e Basal) e três substratos (Tropstrato florestal (TF), Tropstrato hortaliça (TH) e a mistura TF:TH 1:1). Os dados obtidos foram comparados pelo teste de tukey. Observou-se que a posição das estacas influenciou na produção de minitúberas, sendo que a estaca Mediana apresentou maior diâmetro e massa fresca de minitúberas. A interação entre os fatores posição e substrato foi significativa para comprimento e estacas que formaram duas minitúberas, sendo que a estaca mediana apresentou resultados superiores as demais quando foi utilizado o substrato Tropstrato florestal. Foi observado, por meio da análise anatômica, que sete dias após o plantio da estaca começaram as divisões celulares e o acúmulo de amido na região nodal. Com 21 dias foi possível visualizar o surgimento da minitúbera.

**Palavras-chave:** *Dioscorea* sp, estaquia, propagação vegetativa, minitúbera, anatomia.

## ABSTRACT

### TUBERIZATION OF YAM STEM CUTTINGS AS A FUNCTION OF DIFFERENT POSITIONS AND SUBSTRATE

The cultivation of yam (*Dioscorea* sp.) is related to family farming and its consumption is linked to the northeastern tradition. Productivity is still low due to the hard process of difficulty of obtaining quality propagating material and its high cost of acquisition. The cutting technique is presented as a new alternative for yam's vegetative propagation. Thus, the present study aimed to evaluate the production of yam minitubers by cuttings, obtained in different positions of branches and in different substrates, besides monitoring the formation of the minitubers. For this, different positions of branches and different substrate were tested. The design was in randomized blocks, in a 3x3 factorial scheme, with three positions (Apical, Median and Basal) and three substrates (Forest Tropstrate, Vegetable Tropstrato and the 1:1 mixture). It was observed that the position of the cuttings influenced the production of minitubers, and the median cut had larger diameter and fresh mass of minitubers. The interaction between position and substrate factors was significant for length and cuttings that formed two minitubers, and the median cuttings showed superior results when the Forest Tropstrato substrate was used. It was observed by anatomical analysis that seven days after the planting of the cut the cell divisions and starch accumulation in the nodal region. With 21 days it was possible to visualize the rise of the minituber.

**Key words:** *Dioscorea* sp, cuttings, vegetative propagation, minituber, anatomy

## 5.1. INTRODUÇÃO

O Inhame pertence à família Dioscoreacea e ao gênero *Dioscorea*. Este gênero possui mais de 600 espécies, que apresentam diferentes finalidades como a utilização na indústria farmacêutica e como fonte de alimento (DANTAS et al., 2013). No Brasil ocorrem cerca de 130 espécies (SOUZA e LORENZI, 2012), dentre estas, as espécies *Dioscorea alata*, *D. cayennensis*, *D. rotundata*, *D. esculenta* e *D. trifida* sendo as principais cultivadas no Brasil, todas destinadas para fins alimentícios (SIQUEIRA, 2011).

No Nordeste brasileiro, a cultura do inhame apresenta importância socioeconômica expressiva, prestando enorme contribuição para o desenvolvimento rural (SANTOS et al., 2007). É uma tuberosa de expressivo potencial alimentício, por produzir túberas altamente energéticas e ricas em vitamina do complexo B (tiamina, riboflavina, niacina e piridoxina), carboidratos, amido e minerais e apresentar baixo teor de gorduras (OLIVEIRA et al., 2013).

É uma espécie de multiplicação vegetativa por meio da fragmentação do inhame comercial ou da túbera-semente, sendo este último o mais adotado pelos produtores. A propagação por meio de túberas-semente apresenta um alto custo que pode chegar a 50% do custo de produção do inhame. Nesse método o inhame que poderia ser apenas destinado para a comercialização é também utilizado para a propagação (ANDRES et al., 2017).

Adicionalmente, o cultivo de inhame apresenta limitações, tais como uma baixa taxa de multiplicação e problemas fitossanitários, sendo necessária a busca por alternativas viáveis para aumentar a produção de material propagativo de boa qualidade (BORGES-GARCÍA et al., 2018).

Pesquisas têm demonstrado que a produção de minitúberas a partir de estacas da rama de inhame pode ser uma alternativa para ser utilizada como material propagativo em cultivos comerciais (AGELE et al., 2010; AIGHEWI et al., 2015; UYOH et al., 2016). Quando bem sucedido, este método proporciona uma alta taxa de multiplicação sem o uso de tubérculo, o que pode contribuir para diminuir o custo do material de plantio, além de ser uma tecnologia para os produtores produzirem inhame-semente com qualidade fitossanitária, quando utilizado substrato livre de patógenos (ANDRES et al., 2017).

Diante do exposto, este trabalho foi realizado com o objetivo de avaliar a produção de minitúberas de inhame em estacas caulinares e verificar a tuberização através de estudo anatômico.

## 5.2. MATERIAL E MÉTODOS

### 5.2.1. Material vegetal

O material vegetal utilizado foi obtido de cultivo no Espaço de Vivência Agroecológica da Universidade Federal de Sergipe, de inhames adquiridos na região de Malhador-SE. As estacas foram retidas de plantas com idade de 120 dias.

### 5.2.2. Produção de minitúbera a partir de estacas

O experimento foi conduzido em estufa agrícola localizada no Departamento de Engenharia Agrônômica (DEA) da Universidade Federal de Sergipe (UFS).

O delineamento experimental utilizado foi o bloco casualizado em esquema fatorial 3x3, com quatro repetições compostas por quatro estacas. Os tratamentos foram constituídos por três regiões da rama para obtenção da estaca (apical, mediana e basal) e três substratos (Tropstrato florestal, Tropstrato hortaliças e a mistura dos dois substratos na proporção 1:1). A análise química dos substratos está apresentada na Tabela 1.

**Tabela 1.** Resultado da análise química dos substratos.

Ensaio	Unidade	Tropstrato florestal (TF)	Tropstrato hortaliça (TH)	Mistura TF:TH (1:1)
pH em água		6,07	5,75	5,98
Cálcio+magnésio	cmolc.dm <sup>-3</sup>	12,60	12,70	13,10
Cálcio	cmolc.dm <sup>-3</sup>	9,44	8,75	9,21
Alumínio	cmolc.dm <sup>-3</sup>	< 0,08	< 0,08	< 0,08
Sódio	mg.dm <sup>-3</sup>	29,50	62,30	47,00
Potássio	mg.dm <sup>-3</sup>	433,00	400,00	333,00
Fosforo	mg.dm <sup>-3</sup>	218,00	288,00	281,00
Soma de bases	cmolc.dm <sup>-3</sup>	13,80	14,00	14,20
CTC	cmolc.dm <sup>-3</sup>	15,60	16,00	16,00
PST	%	0,82	1,69	1,28
Saturação de bases	%	88,50	87,50	88,80
Matéria orgânica	g.dm <sup>-3</sup>	131,00	122,00	136,00

CTC – Capacidade de troca catiônica; PST – Percentagem de sódio trocáveis

As estacas utilizadas foram retiradas da rama com dois nós e quatro folhas. As duas folhas mais baixas foram retiradas, enquanto que as duas folhas do ápice foram mantidas. A região da qual foram retiradas as folhas ficou em contato com o substrato para o enraizamento e formação de minitúberas. As estacas foram colocadas em tubetes com capacidade de 275mL e mantidas em estufa agrícola com sistema de nebulização intermitente.

Aos 60 dias após a implantação do experimento foi realizada uma adubação com 42 g.L<sup>-1</sup> de nitrogênio, sendo utilizada a formulação NPK (6-24-12) como fonte. Cada tubete recebeu 15 mL da solução.

Aos 100 dias foram avaliados o número de minitúberas por estaca, comprimento e o diâmetro das minitúberas (mm), massa fresca (g) das minitúberas formadas e estacas que formaram duas minitúberas (%). Para as medidas de comprimento e diâmetro utilizou-se um paquímetro digital e para os dados de massa foi utilizada uma balança analítica. As minitúberas formadas foram fotografadas com o auxílio do equipamento Ground eye S800.

Os dados obtidos foram submetidos a análises de variância pelo teste F e, quando significativo as médias foram comparadas pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ), utilizando o programa estatístico SISVAR (FERREIRA, 2011). Os dados de massa de minitúberas (g) foram transformados por meio da expressão  $\sqrt{x + 0,5}$  e os referentes à porcentagem foram transformados em arco seno da raiz quadrada de (X/100).

### 5.2.3. Análise histológica da formação de minitúberas de inhame em estacas caulinares.

Com a finalidade de conferir e acompanhar o desenvolvimento de minitúberas em estacas caulinares foi realizado análise histológica do processo.

As análises histológicas foram realizadas no Laboratório de Cultura de Tecidos e Melhoramento Vegetal do Departamento de engenharia Agrônômica da Universidade Federal de Sergipe (UFS). Para o estudo histológico, estacas obtidas de ramos de inhame foram plantadas em tubetes contendo substrato comercial (Tropstrato hortaliças) e mantidas em casa de vegetação com sistema de nebulização intermitente.

A cada sete dias após o plantio, durante 56 dias, foram retiradas seis estacas do substrato para as análises. Estas foram lavadas em água corrente para retirada do substrato e o excesso de umidade foi retirado com papel toalha. Antes de realizar os cortes histológicos, as estacas foram fotografadas com o auxílio do equipamento Ground eye S800 e lupa LEICA EZ4D para a observação das mudanças morfológicas ao longo do tempo.

Cortes da região nodal que ficou em contato com o substrato foram fixados em FAA (etanol 70%, ácido acético glacial 5% e formaldeído 5%) por 72 horas e em seguida fixado em álcool 70% (JOHANSEN, 1940).

Em seguida o material foi submetido a uma série crescente de desidratação de etanol (70%, 80%, 90% e 100%) por duas horas cada. Os fragmentos foram transferidos para uma solução de pré-infiltração contendo etanol a 50% e metacrilato a 100% (Historesin-Leica) por

12 horas (TITON et al., 2007). Depois foram colocados na solução de infiltração (100% de metacrilato) por 24 horas. O material foi emblocado em cubetas de silicone com capacidade de 250  $\mu$ L.

Após o emblocamento, o material foi seccionado na espessura de 10  $\mu$ m utilizando um micrótomo semiautomático Leica RM 2235 e corado por 20 segundos com azul de toluidina e por 30 segundos com iodo a 2% e montado em lâminas permanentes com verniz vitral. As seções foram fotografadas em microscópio óptico equipado com câmera LEICA DM500 e visualizadas no computador com o auxílio do programa LAS EZ®.

### 5.3. RESULTADOS E DISCUSSÃO

#### 5.3.1. Produção de minitúberas

A posição da estaca apresentou diferença estatística significativa para as variáveis diâmetro (mm) e peso massa fresca (g) das minitúberas. A interação entre os fatores substrato e posição foi significativa para as variáveis comprimento das minitúberas (mm) e estacas que formaram duas minitúberas (%).

Analisando o número de minitúberas por estaca, observa-se que em todos tratamentos houve a formação de pelo menos uma minitúbera por estaca, não sendo observada diferença estatística significativa entre os tratamentos (Tabela 2). Mesmo assim, este resultado mostra que a produção de semente de inhame através do plantio de estacas caulinares é viável, pois a tuberização ocorreu independentemente da posição da estaca e do substrato. A produção de minitúberas de inhame por meio de estacas caulinares pode se tornar um método promissor de propagação para ser adotado em cultivos comerciais.

Para a variável comprimento, a estaca mediana foi superior as demais quando foi utilizado o substrato Tropstrato florestal; e igual a basal quando utilizou o substrato Tropstrato hortaliça e a mistura (1:1) (Tabela 2). Observou-se que apenas para a estaca mediana houve diferença entre os substratos, em que o Tropstrato hortaliça foi inferior aos demais com uma média de 14,26 mm.

O maior comprimento da minitúbera observado para a estaca mediana com a utilização dos substratos Tropstrato florestal e a mistura TF:TH (1:1) pode estar relacionado com o conteúdo de matéria orgânica. O Tropstrato florestal e a mistura do TF:TH (1:1) apresentaram maior teor de matéria orgânica (131 g.dm<sup>3</sup> e 136 g.dm<sup>3</sup>) quando comparados ao Tropstrato hortaliça (Tabela 1). Esta é importante, visto que eleva a capacidade de retenção de água, proporciona melhor estruturação, aeração, estabilidade dos agregados e disponibilidade de nutrientes (MAGGIONI et al., 2014), proporcionando melhor ambiente para o desenvolvimento das túberas (DANTAS et al., 2013).

Quanto às características químicas, os diferentes substratos apresentaram pequena variação em sua composição (Tabela 1). Para o inhame, o segundo elemento mineral absorvido em maior quantidade é o potássio (DIBY et al., 2011) e nesse sentido, o Tropstrato florestal apresentou maior quantidade de potássio (433 mg.dm<sup>3</sup>).

Quanto ao diâmetro das minitúberas, a estaca mediana foi superior as demais quando foi utilizado o substrato Tropstrato florestal; e igual a basal quando utilizou o substrato Tropstrato hortaliça e a mistura TF:TH (1:1) (Tabela 2).

Para a massa fresca das minitúberas, estaca mediana foi superior as demais ao utilizar os substratos Tropstrato florestal; e igual a basal quando foi utilizada a mistura TF:TH (1:1). As diferentes estacas foram iguais no substrato Tropstrato hortaliças (Tabela 2).

**Tabela 2.** Valores médios de número de minitúberas por estaca, comprimento (mm), diâmetro (mm), massa fresca (g) e estacas com duas minitúberas (%) de inhame (*Dioscorea* sp.) aos 100 dias após o plantio, em função do tipo de estaca e substrato.

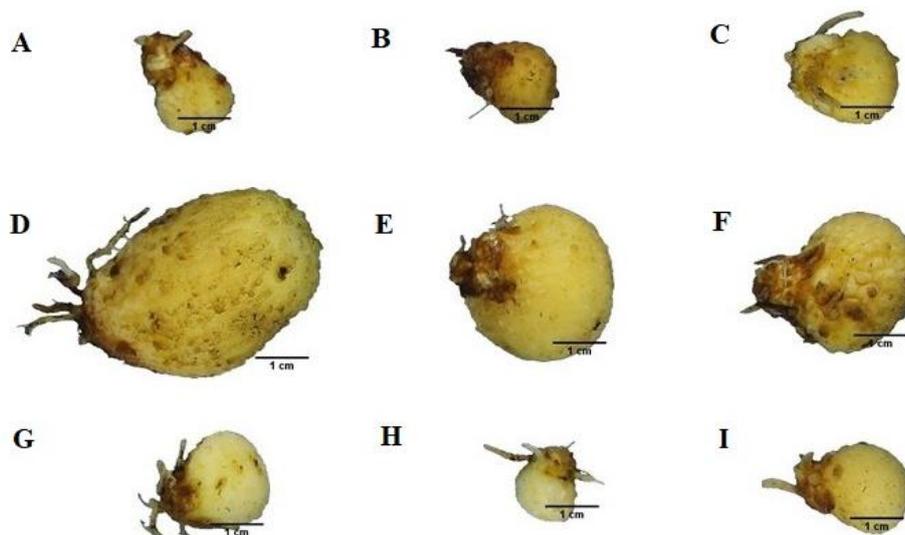
Posição da Estaca	Substratos		
	Tropstrato Florestal (TF)	Tropstrato Hortaliças (TH)	Mistura TF:TH (1:1)
----- Número de minitúberas por estaca -----			
Apical	1,25 a A	1,25 a A	1,50 a A
Mediana	1,75 a A	1,43 a A	1,68 a A
Basal	1,43 a A	1,31 a A	1,18 a A
CV (%)	21,47		
----- Comprimento (mm) -----			
Apical	9,89 b A	9,10 b A	8,98 b A
Mediana	17,47 a A	14,26 a B	16,17 a BA
Basal	8,05 b A	12,55 ab A	14,59 a A
CV (%)	21,82		
----- Diâmetro (mm) -----			
Apical	8,46 b A	7,37 b A	7,67 b A
Mediana	12,63 a A	11,75 a A	11,93 a A
Basal	5,97 b A	10,03 ab A	9,96 ab A
CV (%)	22,26		
----- Massa fresca (g) -----			
Apical	0,33 b A	0,48 a A	0,37 b A
Mediana	2,12 a A	1,50 a A	1,90 a A
Basal	0,26 b A	0,90 a A	1,28 ab A
CV (%)	21,48		
----- Estacas com duas minitúberas (%) -----			
Apical	32,77 b A	29,16 a A	66,66 a A
Mediana	75,00 a A	58,33 a A	68,75 a A
Basal	58,33 ba A	41,66 a AB	18,75 b B
CV (%)	40,56		

Médias seguidas por letras distintas, minúsculas na coluna e maiúsculas na linha, diferem entre si pelo teste de Tukey ( $p \leq 0,05$ ).

As estacas obtidas da região mediana apresentaram uma média de 12,1 mm para o diâmetro e de 1,8 g para a massa da minitúberas. Observa-se que as a minitúberas formadas a partir de estacas medianas são visivelmente maiores do que as dos demais tratamentos (Figura 1).

O processo de translocação de fotoassimilados das partes verdes é importante para a construção dos órgãos de armazenamento (SUNGTHONGWISES et al., 2016). Em inhame, existe uma tendência de melhor enraizamento em estacas fisiologicamente juvenis, que já apresentem tecidos mais lignificados, e, possivelmente com maiores reservas de carboidratos (SILVA et al., 2014).

Em estudo com dois genótipos de *Dioscorea rotundata* Poir (TDr 335, TDr 97/00940), os autores observaram que as estacas obtidas das plantas de inhame, quando tratadas com substâncias promotoras de enraizamento (ácido indolbutírico) e colocadas em substrato de casca de arroz carbonizada, enraizaram e houve formação de tubérculos. O peso médio obtido foi de 1,30g (TDr 335) e 1,44 g (TDr 97/00940), 21 dias após o plantio (AGELE et al., 2010).



**Figura 1.** Minitúberas formadas nos diferentes tratamentos. A – estaca apical e Tropstrato florestal; B – estaca apical e Tropstrato hortaliças; C – estaca apical e TF:TH (1:1) mistura 1:1; D – estaca mediana e Tropstrato florestal; E – estaca mediana e Tropstrato hortaliça; F – estaca mediana e TF:TH (1:1); G – estaca basal e Tropstrato florestal; H - estaca basal e Tropstrato hortaliça; I – estaca basal e TF:TH (1:1).

Para a variável estacas que formaram duas minitúberas (%) (Tabela 2), 75% das estacas medianas produziram duas minitúberas quando foi utilizado o substrato Tropstrato florestal, não sendo observada diferença estatística significativa com a estaca da posição basal. A mistura dos substratos TF e TH (1:1), apresentou menor porcentagem de produção de duas minitúberas (18,75%), quando utilizado à estaca basal.

Isso mostra que a vantagem advinda da produção de duas minitúberas está relacionada ao aumento do número total de túberas produzidas, no entanto pode ocorrer a produção de túberas menores.

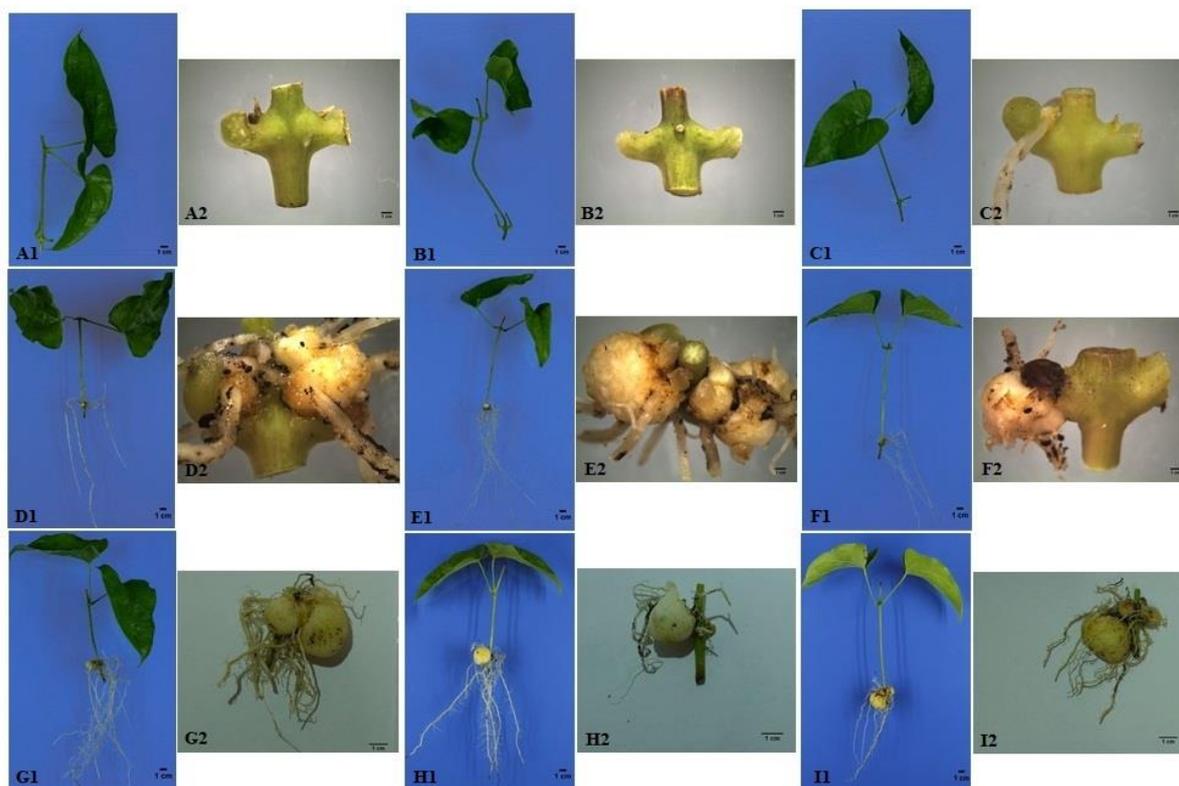
### 5.3.2. Análises histológicas

As primeiras alterações morfológicas foram observadas aos 14 dias após o plantio, com o surgimento de raízes pequenas de cor branca e frágeis (Figura 2). Estas se originaram a partir de tecidos entumecidos próximo a região nodal do caule.

O início da formação das minitúberas foi observado aos 21 dias após o plantio, na mesma região onde se formaram as primeiras raízes. Nessa mesma época também foi possível observar um maior número e crescimento de raízes.

Aos 28 dias observou-se que as minitúberas já apresentavam um tamanho de 2 mm. Aos 35, 42, 49 e 56 dias após o plantio, observou-se minitúberas com massa de 0,8 g, 1,3g, 1,8g e 2,5g, respectivamente, mostrando que ao longo do tempo ocorreu o acúmulo de amido para formação do órgão de reserva (Figura 2).

A análise histológica mostrou que a região nodal do caule apresentava as seguintes estruturas: epiderme, parênquima cortical, floema e xilema (Figura 3A). A ausência de amido no parênquima de estacas na implantação do experimento foi comprovada por meio da coloração com iodo a 2%.



**Figura 2.** Alterações nas estacas de inhame durante a formação das minitúberas. A1 – 0 dia; A2 – aproximação da região nodal 0 dia; B1 – 7 dias; B2 - aproximação da região nodal aos 7 dias; C1 – 14 dias; C2 – aproximação da região nodal aos 14 dias; D1 – 21 dias; D2 – aproximação da região nodal aos 21 dias; E1 – 28 dias; E2 – aproximação da região nodal aos 28 dias; F1 – 35 dias; F2 – aproximação da região nodal aos 35 dias; G1 – 42 dias; G2 – aproximação da região nodal aos 42 dias; H1 – 49 dias; H2 - aproximação da região nodal aos 49 dias; I1 – 56 dias; I2 – aproximação da região nodal aos 56 dias.

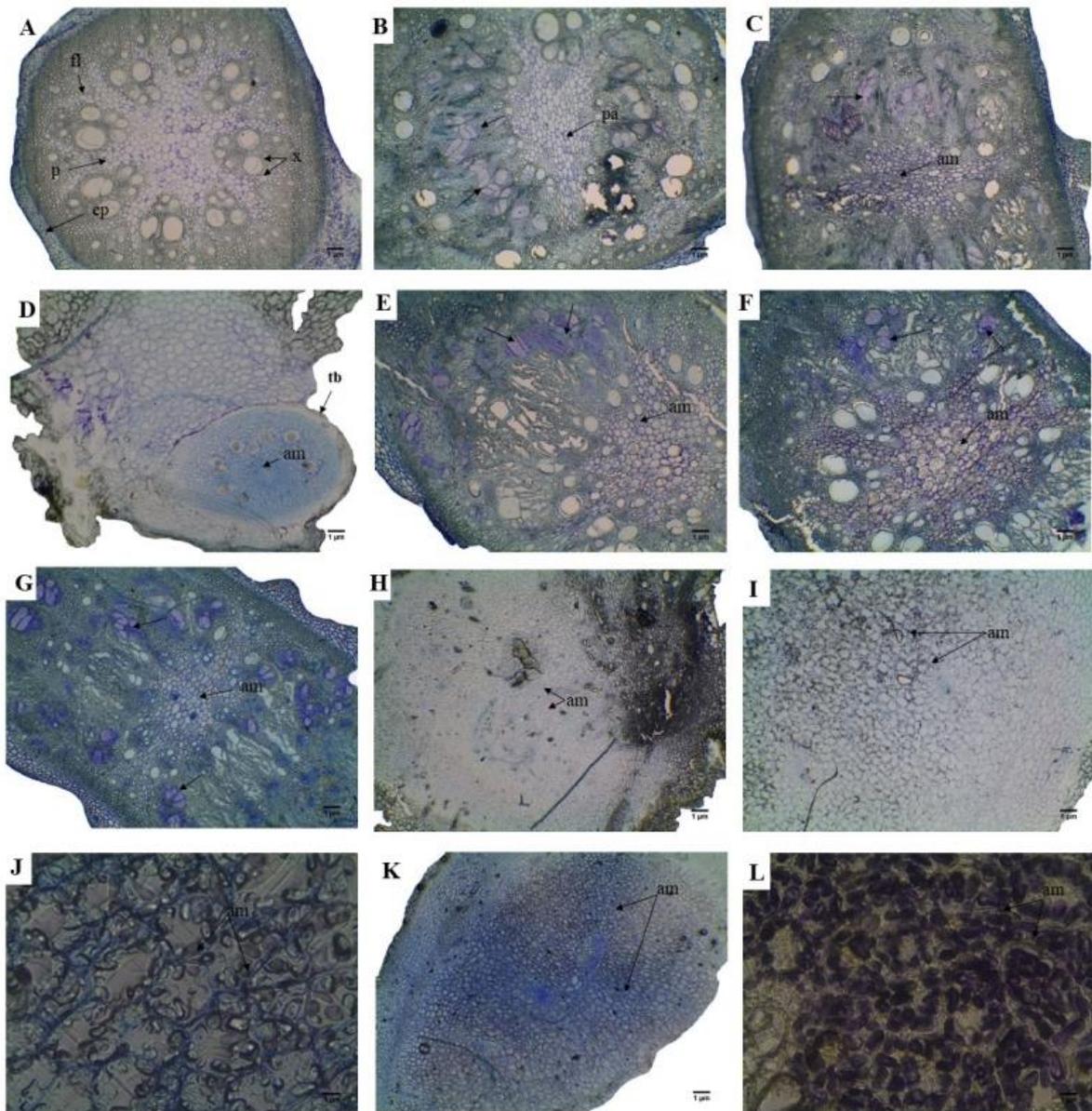
O início da tuberização foi marcado pelo processo de divisão celular para a formação do parênquima amiláceo. Aos sete dias após a estaca ser colocada no substrato (Figura 3B), observou-se o processo de divisão celular próximo a região do parênquima cortical e a presença de amido na região cortical. A divisão e a expansão celular estão diretamente envolvidas no desenvolvimento dos tubérculos (XU et al., 1998).

O processo de divisão celular e de acúmulo de amido na região do parênquima amiláceo continuou sendo observado aos 14, 21, 28, 35 e 42 dias após o plantio (Figura 3C, 3E, 3F, 3G). O acúmulo de amido no parênquima da minitúbera pode ser visualizado do 28º dias após plantio (Figuras 3H, 3I, 3J, 3L). Até os 35 dias a divisões celulares eram longitudinais, no entanto aos 42 dias observou-se divisões aleatórias.

Os resultados obtidos nesse trabalho são semelhantes ao processo descrito de formação de tubérculos de batata *in vitro*. Em situações favoráveis ao desenvolvimento do tubérculo, observa-se que as células localizadas na medula e no córtex da região apical do estolão aumentam e posteriormente ocorre divisão celular longitudinalmente. Quando atinge 2 a 4 mm, a divisão longitudinal cessa e é substituída por divisões aleatórias e aumento da célula. Estas ocorrem primeiramente na perimedula e continuam até que atinja sua massa final (XU et al., 1998).

Em batata (*Solanum tuberosum*), brotos axilares de hastes ou estacas de caule podem formar um tubérculo desde que a planta tenha as condições ideais para indução da tuberização. Durante esse processo, ocorrem várias mudanças metabólicas como, por

exemplo, o aumento da síntese de amido e da exportação de sacarose das folhas (FISCHER et al., 2008).



**Figura 3.** Seção transversal da região nodal do caule de inhamé: A – 0 dias, B – 7 dias, C – 14 dias, E – 28 dias, F – 35 dias, G – 42 dias após o plantio. D – Seção Longitudinal do caule e da minitúbera aos 21 dias. Seção transversal da minitúbera: H – 28 dias, I e J – 35 dias, K e L – 42 dias após o plantio. (ep-epiderme; f-floema; x-xilema; p-parênquima cortical; pa-parênquima amiláceo; am-amido; tb-túbera; seta-divisão celular).

As estruturas do caule observadas neste estudo são semelhantes as encontradas em estudo anatômico da haste de *Dioscorea hispida*, onde foi observado que esta é composta por epiderme, córtex, esclerênquima, xilema e floema. Além disso, observou-se através da microscopia eletrônica de varredura a presença de amido cuboidal em células parênquima (TAJUDDIN et al., 2013).

Com base no observado a partir dos estudos histológicos, pode-se inferir que a formação de minitúberas é iniciada por meio do processo de divisão celular no caule e da mudança do

parênquima cortical para um parênquima amiláceo, ocorrendo a translocação dos assimilados para formação do órgão de reserva.

#### 5.4. CONCLUSÕES

Os resultados mostram que para produção de minitúberas de inhame por meio de estacas caulinares pode ser viabilizada utilizando estacas obtidas da parte mediana da rama, visto que essas apresentaram maior massa fresca.

O estudo anatômico mostrou que com sete dias após plantio da estaca no substrato, começou o acúmulo de amido na região nodal da estaca e aos 21 dias após o plantio já era possível observar o surgimento da minitúbera.

#### 5.5. REFERÊNCIAS

AGELE, S. O.; AYANKANMI, T. G.; KIKUNO, H. 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**, v.9, p.4714-4724, 2010.

AIGHEWI, B. A.; ASIEDU, R.; MAROYA, N. BALOGUN, M. Improved propagation methods to raise the productivity of yam (*Dioscorea rotundata* Poir.). **Food Security**, v.7, p.823-834, 2015.

ANDRES, C.; ADEOLUWA, O. O.; BHULLAR, G. S. Yam (*Dioscorea* spp.). **Encyclopedia of Applied Plant Sciences**, p.435-441, 2017.

BORGES-GARCÍA, M.; REYES-AVALOS, D. M.; LYVA-DOMÍNGUEZ, ÁVILA-MEDINA, U.; LAMBERT-GARCÍA, T. Producción de ñame clon Criollo a partir de bulbillos aéreos. **Agronomía Mesoamericana**, v.29, n.1, p.75-84, 1 jan. 2018.

DANTAS, T. A. G.; OLIVEIRA, A. P. de; CAVALCANTE, L. F.; DANTAS, D. F. da S.; BANDEIRA, N. V. da S.; DANTAS, S. A. G. Produção do inhame em solo adubado com fontes e doses de matéria orgânica. **Revista Brasileira de Engenharia Agrícola e Ambiental**, Campina Grande, v.17, n. 10, p. 1061-1065, 2013.

DIBY, L. N.; HGAZA, V. K.; TIÉ, T. B.; CARSKY, R.; GIRARDIN, O.; ASSA, A. Mineral nutrients uptake and partitioning in *Dioscorea alata* and *Dioscorea rotundata*. **Journal of Applied Biosciences**, v.38, p.2531-2539, 2011.

FERREIRA, D. F. Sisvar: a computer statistical analysis system. **Ciência e Agrotecnologia**, Lavras, v.35, n.6, p.1039-1042, 2011.

FISCHER, L.; LIPAVSKA, H.; HAUSMAN, J. F.; OPATRNY, Z. Morphological and molecular characterization of a spontaneously tuberizing potato mutant: na insight into the regulatory. **Plant Biology**, v.8, 2008.

JOHANSEN, D. A. **Plant microtechnique**. New York: McGraw-Hill Book Co, 1940. 523 p

MAGGIONI, M. S.; ROSA, C. B. C. J.; ROSA JUNIOR, E. J.; SILVA, E. F.; ROSA, Y. B. C. J.; SCALON, S. P. Q.; VASCONCELOS, A. A. Desenvolvimento de mudas de manjerição (*Ocimum basilicum* L.) em função do recipiente e do tipo e densidade de substratos. **Revista Brasileira Plantas Mediciniais**, Campinas, v.16, n.1, p.10-17, 2014.

OLIVEIRA, A. P. de; BANDEIRA, N. V. da S.; DANTAS, D. F. da S.; SILVA, J. A. da; DANTAS, T. A. G. Produtividade máxima e econômica do inhame em função de doses de potássio. **Revista Caatinga**, Mossoró, v.26, n.3, p.110 – 1156, 2013.

SANTOS, E.S dos; FONTINELLI, I.S.C.; LACERDA, J.T. de; MATIAS, E.C.; BARBOSA, M.M. Sistema alternativo de produção de sementes de inhame (*Dioscorea* sp). **Tecnologia e Ciência Agropecuária**. João Pessoa, v.1, n.2, p.19-24, 2007.

SILVA, L. E. R.; TRINDADE, R. C. P.; LEMOS, E. E. P. Enraizamento de estacas de inhame (*Dioscorea* spp.). **Comunicata scientiae**, v.5, p.486-492, 2014.

SIQUEIRA, M. V. B. M. Yam: A neglected and underutilized crop in Brazil. **Horticultura Brasileira**, v.29, p.16-20, 2011.

SOUZA, V.C.; LORENZI, H. **Botânica sistemática: guia ilustrado para identificação das famílias de Fanerógamas nativas e exóticas do Brasil, baseado em APG III**. 3ª edição. Instituto Plantarum, Nova Odessa, São Paulo, 2012.768p.

SUNGTHONGWISES, K. PROMKHAMBUT, A. LAOKEN, A. POLTHANEE, A. Effects of methods and duration storage on cassava stake characteristics. **Asian journal of plant sciences**, v.15, p.86-91, 2016.

TAJUDDIN, S.; MAT, N.; YUNUS, A. G.; BAHRI, S. A. R. Anatomical study of stem, petiole, leaf, tuber, root and flower of *Dioscorea hispida* Dennst. (Dioscoreaceae) by using optical microscope, SEM and TEM. **Journal Agribiotech**, v.3, p.32-41, 2013.

TITON M., XAVIER A., OTONI W. C., MOTOIKE S. Y. Efeito dos reguladores de crescimento dicamba e picloram na embriogênese somática em *Eucalyptus grandis*. **Revista Árvore**, v.31, p.417-426, 2013.

UYOH, E. A.; ITA, E. E.; ESSIEN, M.; EWONA, E. A. F.; BINANG, M. Effect of synthetic hormone substitutes on rooting of vine cuttings in water yam (*Dioscorea alata* L.). **American Journal of Plant Sciences**, v.7, p.1372-1379, 2016.

XU, X.; VREUGDENHIL, D.; LAMMEREN, A. A. M. V. Cell division and cell enlargement during potato tuber formation. **Journal of Experimental Botany**, v.49, n.320, p.573-582, 1998.

## ANEXO

**Tabela 1A:** Resumo da ANAVA do inhame comercial submetido a diferentes posições, concentrações de Ethrel® e período de repouso fisiológico.

Fonte de variação	GL	QM	
		TMB	TMP
BL	4	1,653991 <sup>ns</sup>	1,798267 <sup>ns</sup>
Posição (P)	2	19,644705*	13,509457*
Concentração (C)	3	5,443974*	5,001414*
Repouso (R)	1	0,540215 <sup>ns</sup>	0,351049 <sup>ns</sup>
P * C	6	3,310158*	2,647249 <sup>ns</sup>
P * R	2	4,389264 <sup>ns</sup>	3,480907 <sup>ns</sup>
C * R	3	2,978201 <sup>ns</sup>	2,755373 <sup>ns</sup>
P * C * R	6	4,292451*	3,688166*
Erro	68	1,488715	1,349204
CV (%)		17,27	15,31

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

**Tabela 2A:** Resumo da ANAVA da túbera-semente submetida a diferentes concentrações de Ethrel® e período de repouso fisiológico.

Fonte de variação	GL	QM	
		TMB	TMP
BL	3	0,030678 <sup>ns</sup>	0,063077 <sup>ns</sup>
Concentração (C)	3	2,011400 <sup>ns</sup>	1,801161 <sup>ns</sup>
Repouso (R)	1	2,025932 <sup>ns</sup>	1,921637 <sup>ns</sup>
D * R	3	1,251695 <sup>ns</sup>	0,744511 <sup>ns</sup>
Erro	21	1,594753	1,605385
CV (%)		16,10	15,16

<sup>ns</sup> corresponde a não significativo a 5% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.

**Tabela 3A:** Resumo da ANAVA da tuberização em estacas caulinares de inhame submetidas a diferentes posições e substratos.

Fonte de variação	GL	QM				
		Número de minitúberas por estaca	Comprimento (mm)	Diâmetro (mm)	Massa fresca (g)	Estacas com duas minitúberas (%)
Bloco	3	0,0804 <sup>ns</sup>	34,1034*	28,8334*	0,4169*	0,0820 <sup>ns</sup>
Posição (P)	2	0,3663 <sup>ns</sup>	135,7304*	61,5447*	0,9383*	0,5237 <sup>ns</sup>
Substrato (S)	2	0,0746 <sup>ns</sup>	7,4366 <sup>ns</sup>	2,4019 <sup>ns</sup>	0,0541 <sup>ns</sup>	0,1360 <sup>ns</sup>
P * S	4	0,0902 <sup>ns</sup>	24,3862*	10,6592 <sup>ns</sup>	0,0818 <sup>ns</sup>	0,3203*
Erro	24	0,0934	7,2499	4,5038	0,0636	0,1039
CV (%)		21,47	21,82	22,26	21,48	40,56

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