

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
FACULDADE DE ENGENHARIA
CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA**

PAULA ARRIERO PELOZATO

ESTABELECIMENTO *IN VITRO* DE BATATA DOCE (*Ipomoea batatas*)

Ilha Solteira
2022

PAULA ARRIERO PELOZATO

ESTABELECIMENTO *IN VITRO* DE BATATA DOCE (*Ipomoea batatas*)

Trabalho de Conclusão de Curso,
apresentado à Faculdade de Engenharia de
Ilha Solteira – UNESP como parte dos
requisitos para obtenção do título de
Engenheira Agrônoma.

Glauca Amorim Faria
Orientadora

FICHA CATALOGRÁFICA

Desenvolvido pelo Serviço Técnico de Biblioteca e Documentação

P392e Pelozato, Paula Arriero.
Estabelecimento in vitro de batata doce (Ipomoea batatas) / Paula Arriero
Pelozato. -- Ilha Solteira: [s.n.], 2022
50 f.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Engenharia Agrônomo) -
Universidade Estadual Paulista. Faculdade de Engenharia de Ilha Solteira, 2022

Orientador: Glaucia Amorim Faria
Inclui bibliografia

1. Cyperus rotundus. 2. Bioestimulante. 3. Espectro de Luz.


Raiane da Silva Santos

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA "JÚLIO DE MESQUITA FILHO"

FACULDADE DE ENGENHARIA - CAMPUS DE ILHA SOLTEIRA

CURSO DE ENGENHARIA AGRONÔMICA

ATA DA DEFESA – TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

TÍTULO: Estabelecimento *in vitro* de Batata Doce (*Ipomoea batatas*)

ALUNO: Paula Arriero Pelozato

RA: 161050611

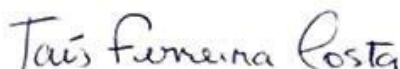
ORIENTADOR: Profa. Dra. Gláucia Amorim Faria

Aprovado (x) - Reprovado () pela Comissão Examinadora.

Comissão Examinadora:



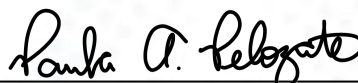
Profa. Dra. Gláucia Amorim Faria
Presidente (Orientador)



Tais Ferreira Costa
Doutorando Agronomia FEIS/UNESP



Beatriz Garcia Lopes
Doutorando Estatística e Experimentação Agrícola USP/ESALQ



Aluno: Paula Arriero Pelozato

Ilha Solteira (SP) 11 de fevereiro de 2022.

RESUMO

O cultivo *in vitro* é uma importante ferramenta para o desenvolvimento e aprimoramento da cultura, possibilitando a produção de plantas com maior qualidade. As plantas de tiririca possuem em seus bulbos hormônios que podem ser utilizados como bioestimulantes e fitoreguladores. O presente estudo teve como objetivo avaliar a influência de extratos de tiririca sob o desenvolvimento de plantas de batata-doce cultivadas *in vitro*. O trabalho foi dividido em duas partes. A primeira avaliou o desenvolvimento dos explantes em meios de cultivo MS 50% com e sem extrato de tiririca e sob diferentes espectros de luzes, em que o delineamento experimental foi DIC, fatorial 4x2 quatro espectros de luz (misto, azul, amarelo e vermelho) e dois tipos de meio de cultivo (puro e com adição do extrato) com 3 repetições; foram avaliados: altura, número de folhas por plântula, número de gemas por plântula e desenvolvimento. Para altura de plantas não houve diferença estatística entre os meios com e sem adição do extrato de tiririca e o espectro com melhores resultados foi o espectro misto. No segundo testou-se diferentes concentrações de extratos dos bulbos e das folhas de tiririca, em que o delineamento experimental foi DIC, em esquema fatorial 2x5+1, duas fontes de extrato (de bulbos e de folhas), cinco doses (50, 100, 150, 200 e 250 mL do extrato) e uma testemunha (MS 50%) com 25 repetições; foram avaliados altura de plantas, o número de raízes, número de folhas, comprimento da maior raiz, número de gemas, número de calos, contaminação (tanto endógena quanto exógena), coloração das folhas e desenvolvimento do explante. O extrato de bulbos de tiririca na dose de 50 mL se mostrou eficiente para altura de plantas e para o desenvolvimento dos explantes, e na dose de 150 mL, para número de folhas e número de raízes.

Palavras-chave: *Cyperus rotundus*. Bioestimulante. Espectro de luz.

ABSTRACT

In vitro cultivation is an important tool for the development and improvement of culture, enabling the production of plants with higher quality. The *C. rotundus* plants have in their bulbs that can be used as biostimulants and phyto regulators. The present study aimed to evaluate the influence of *C. rotundus* extracts on the development in plants of sweet potato grown *in vitro*. The work was divided into two parts. The first evaluated the development of explants in MS 50% culture medium with and without extract and different light spectrum; the experimental design was DIC, 4x2 factorial (four light spectrum (mixed, blue, yellow, and red) and two types of culture medium (pure and with the addition of extract) with 3 replications; were evaluated: height, number of leaves per seedling, number of buds per seedling and development; plant height there was no statistical difference between the culture medium and the spectrum with better combination results it was the mixed one. In the second experiment, were tested *C. rotundus*' bulbs and leaves extracts; the experimental design was DIC, in a 2x5+1 factorial scheme, two sources, five levels of extract (50, 100, 150, and 250 ml), and a control (MS 50% standard), with 25 repetitions; were evaluated: plant height, number of roots, number of leaves, length of the largest root, number of buds, number of calluses, contamination, leaf color, and explant development; the extract of *C. rotundus*' bulbs at a dose of 50 mL was efficient for plant height and the development of explants, and at a dose of 150 mL, for number of leaves and number of roots.

Keywords: *Cyperus rotundus*. Bioestimulant. Light spectrum.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1. Composição do meio Murashige & Skoog (MS) completo (MS 100%) e com metade da concentração (MS 50%) para macronutrientes, micronutrientes e compostos orgânicos.	24
Tabela 2. Análise de variância para as variáveis altura de plantas (ALT), número de folhas (NF), número de gemas (NG) e desenvolvimento da planta (DES) para a avaliação de 7 dias.....	26
Tabela 3. Desdobramento da interação entre os fatores luz e extrato para as variáveis altura de plantas (ALT) e número de folhas (NF), para a avaliação de 7 dias.....	27
Tabela 4. Análise de variância para as variáveis altura de plantas (ALT), número de folhas (NF), número de gemas (NG) e desenvolvimento da planta (DES) para a avaliação de 14 dias.....	28
Tabela 5. Desdobramento da interação entre os fatores luz e extrato para as variáveis altura de plantas (ALT) e número de folhas (NF), para a avaliação de 14 dias.....	28
Tabela 6. Análise de variância para as variáveis altura de plantas (ALT), número de folhas (NF), número de gemas (NG) e desenvolvimento da planta (DES) para a avaliação de 21 dias.....	29
Tabela 7. Desdobramento da interação entre os fatores luz e extrato para as variáveis altura de plantas (ALT) e número de folhas (NF), para a avaliação de 21 dias.....	30
Tabela 8. Análise de variância para as variáveis altura de plantas (ALT), número de folhas (NF) e número de gemas (NG) para a avaliação de 28 dias.	31
Tabela 9. Desdobramento da interação entre os fatores luz e extrato para as variáveis altura de plantas (ALT) e número de folhas (NF), para a avaliação de 28 dias.....	31
Tabela 10. Análise de variância para as variáveis altura de plantas (ALT), o número de raízes (NR), número de folhas (NF), comprimento da maior raiz (CR), número de gemas (NG), número de calos (NC), coloração das folhas (COR), contaminação (CONT) e desenvolvimento (DES).	35
Tabela 11. Desdobramento da interação tripla para a variável altura de plantas (ALT).	38

Tabela 12. Desdobramento da interação tripla para a variável Coloração das Folhas (COR).....	39
Tabela 13. Desdobramento da interação tripla para a variável Desenvolvimento dos explantes (DES).	40
Tabela 14. Desdobramento da interação tripla para a variável número de raízes (NR).....	42

LISTA DE FIGURAS

Figura 1. Comprimento de onda do espectro visível de luz.....	22
Figura 2. Altura de plantas, número de folhas, comprimento da maior raiz, desenvolvimento dos explantes e número de raízes em função de doses dos extratos de tiririca.....	37

LISTA DE SIGLAS E ABREVIATURAS

g/L	gramas por litro
mL	mililitros
mL/L	mililitros por litro
EAT	extrato aquoso de tiririca
ALT	altura de plantas
NR	número de raízes
NF	número de folhas
CR	comprimento da maior raiz
NG	número de gemas
NC	número de calos
COR	coloração das folhas
CONT	contaminação dos explantes
$\mu\text{E}\cdot\text{m}^{-2}\cdot\text{s}^{-1}$	micro Einsteins por metros quadrados por segundos

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO	14
2	REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	15
2.1	Ipomoea batatas Lam.....	15
2.1.1	Origem e taxonomia	15
2.1.2	Importância econômica e nutricional	15
2.2	Cyperus rotundus.....	17
2.3	Cultivo <i>in vitro</i>	17
2.3.1	Introdução e histórico	17
2.3.2	Importância da cultura de tecidos	19
2.3.3	Meios de cultivo	19
2.3.4	Cultivo <i>in vitro</i> da batata doce.....	20
2.3.5	Influência do espectro de luz no cultivo <i>in vitro</i>	21
3	EXPERIMENTO 1: INFLUÊNCIA DO EXTRATO DE <i>Cyperus rotundus</i> E DE ESPECTROS DE LUZ SOB O CULTIVO DE BATATA DOCE <i>IN VITRO</i>	23
3.1	Objetivos	23
3.2	Metodologia.....	23
3.2.1	Obtenção do material vegetal	23
3.2.2	Preparo dos meios de cultivo.....	23
3.2.3	Planejamento Experimental.....	24
3.2.4	Avaliações e análise estatística	25
3.3	Resultados e discussão	25
3.4	Conclusão	32
4	EXPERIMENTO 1: INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DO EXTRATO DE <i>Cyperus rotundus</i> SOBRE O CULTIVO DE BATATA DOCE <i>IN VITRO</i>	33
4.1	Objetivo	33
4.2	Metodologia.....	33

4.2.1	Preparo do experimento	33
4.2.2	Análises estatísticas	34
4.2.3	Resultados e discussão	34
4.3	CONCLUSÃO	42
	REFERÊNCIAS.....	44

1 INTRODUÇÃO

A *Ipomoea batatas*, também conhecida como batata-doce, batata-da-terra, batata-da-ilha ou jetica, é a principal cultura de caráter econômico das Convolvulaceae e, uma das hortaliças mais consumidas e produzidas no Brasil (FILHO, 2021). É amplamente utilizada na alimentação animal e humana devido ao seu elevado valor nutricional.

Possui elevada adaptabilidade e um alto grau de rusticidade, o que a torna de fácil cultivo e eleva sua importância não apenas ao cenário econômico, mas também ao social, sendo cultivada por agricultores familiares de baixa renda e com baixa tecnologia (VETORRAZZI, 2016).

A multiplicação vegetativa de ramos e tubérculos, apesar de ser a principal forma de propagação da batata doce, tem uma alta taxa de transmissão de patógenos, o que pode prejudicar todo o ciclo e desenvolvimento da cultura e causar baixa produtividade (HUAMÁN, 1992). Isso acabou se tornando o maior contratempo em relação ao cultivo da batata doce. Frente a isso, a técnica de cultura de tecidos é uma importante aliada ao cultivo de *I. batatas*, tornando possível a multiplicação de materiais de alta qualidade e livre de doenças (MASIERO, 2017).

O cultivo de batata-doce *in vitro*, conduzido em meios nutritivos, de modo geral não precisa da adição de fitorreguladores, no entanto, tais substâncias podem ser adicionadas aos meios de cultivo para que haja um incremento no desenvolvimento e rendimento (FLORES et al., 2015). A luz é um dos fatores mais importantes do cultivo *in vitro*, ela é quem regula o desenvolvimento vegetal e serve como fonte de energia para a fotossíntese (CASSANA, 2007). Diferentes espectros podem influenciar tanto para maior quanto para menor desenvolvimento da planta, de acordo com a espécie e cultivar utilizado.

Algumas plantas possuem em seus órgãos hormônios capazes de afetar o desenvolvimento de outras plantas, que podem facilmente ser utilizados como fitorreguladores e bioestimulantes orgânicos, como é o caso da tiririca (*Cyperus rotundus*) por exemplo; apesar de ser considerada uma das daninhas mais agressiva do mundo, devido ao seu difícil controle, seus tubérculos são ricos em auxinas, que atuam como enraizantes e interferem no crescimento e desenvolvimento da planta, e em outros compostos fenólicos (CÂMARA et al., 2016).

O objetivo do trabalho foi avaliar a influência de extratos de tiririca (*C. rotundus*) sob o desenvolvimento de plantas de batata-doce cultivadas *in vitro*.

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Ipomoea batatas Lam

2.1.1 Origem e taxonomia

A batata-doce é uma planta herbácea, dicotiledônea e pertencente à família Convolvulaceae, gênero *Ipomoea* e espécie *Ipomoea batatas* Lam. A família das Convolvulaceae agrupa cerca de 50 gêneros e mais de 1000 espécies diferentes (EDMOND e AMMERMAN, 1971), no entanto, a batata doce é a principal espécie de valor comercial da família no Brasil (DAROS et al., 2002).

De acordo com evidências arqueológicas e históricas, é oriunda da América Central e do Sul e é encontrada desde a península de Yucatan, no México, até a Colômbia, onde existem evidências de seu uso há mais de dez mil anos atrás (WOOLFE, 1992).

Seu crescimento é geralmente rasteiro e extensivo em regiões tropicais e subtropicais do globo terrestre (PESTANA, 2011). Seus ramos e folhas possuem tamanhos, cores e pilosidades variáveis (EDMOND e AMMERMAN, 1971). Possui dois tipos de raiz: a tuberosa, que é a parte de maior interesse econômico e comercial, e as raízes responsáveis pela absorção de água e nutrientes. As raízes tuberosas são facilmente identificadas pela sua espessura e se formam logo no começo do desenvolvimento da planta; estas também possuem películas e cor de polpa variáveis, bem como tamanho (HUAMÁN, 1992).

2.1.2 Importância econômica e nutricional

Em 2019 a produção mundial de batata-doce foi de mais 51,9 milhões de toneladas, sendo a sétima cultura mais produzida mundialmente. Os continentes Ásia e África são as maiores regiões produtoras, sendo a China, a principal, com cerca de 91,95 milhões de toneladas produzidas em 2019, cerca de 58% da produção mundial, com produtividade média de 21,3 toneladas por hectare. O Brasil detém o 16º lugar no ranking (EMBRAPA, 2021) e sua produtividade em 2019 foi de 805,4 mil toneladas produzidas em 57.486 hectares, com uma produtividade média, de 14 toneladas por hectare; uma média bem abaixo das 21 toneladas produzidas pela China (ROCHA; INOUE; DIPPLE, 2020).

As principais regiões produtoras no país são Nordeste (317,3 mil toneladas), seguido do Sul (252,9 mil toneladas) e Sudeste (214,0 mil toneladas). Apesar da

região Nordeste ser a maior produtora, possui produtividade média abaixo da média nacional, com cerca de 11 toneladas por hectare (EMBRAPA, 2021). Amaro et al. (2017), explicam que a baixa produtividade é resultado de múltiplos fatores, mas que principalmente, a utilização de materiais propagativos de baixa qualidade. Para Delazari et al. (2017), com uma boa estratégia de manejo, a cultura da batata pode alcançar produtividades acima de 40 toneladas por hectare.

Devido à sua facilidade de cultivo, baixo investimento inicial e retorno econômico relativamente alto, a produção da I. batatas impacta diretamente em questões sociais e econômicas, com geração de empregos e rendas para agricultores familiares, principalmente nas regiões Norte e Nordeste do país (Filho, 2021). No Brasil seu cultivo tem sido empírico há anos por famílias rurais em todo o país, sendo consumida assada, cozida ou frita e, em conjunto com diversas outras culturas, propiciam a alimentação e nutrição de milhares de pessoas (SILVA; LOPES; MAGALHÃES, 2004). Outras formas de utilização da batata-doce, são no uso industrial, no qual o amido extraído da hortalíça pode ser utilizado na indústria têxtil, cosmética e de papel, além das próprias indústrias alimentícias; e também no cenário animal, onde as raízes e ramas da planta são utilizadas como alimentos para bovinos, suínos e aves (MIRANDA, 1989).

É considerada uma ótima fonte de fibras, minerais, antioxidantes e, principalmente carboidratos (SUDA, et al., 1999), o qual constitui cerca de 80% de sua matéria seca (WOOLFE, 1982). Pelo seu alto valor nutricional, acabou se tornando o alimento que garante a segurança alimentar de milhões de famílias nas mais diversas regiões do mundo (ZHANG et al., 2009). Por conta de seu alto valor energético, a I. batatas ficou em evidência pela National Aeronautics and Space Administration (NASA), sendo escolhida como um dos alimentos fornecidos aos astronautas no espaço (BOVELL-BENJAMIN, 2007).

A batata-doce é mais eficiente em quantidade de energia líquida produzida por área e por unidade de tempo, quando comparada com outras culturas convencionais, como milho, sorgo e arroz; isso ocorre devido ao grande volume de raízes produzidas pela planta e um ciclo relativamente curto que, além de tudo, pode ser cultivado durante o ano todo (SILVA, 2010). Essa eficiência se dá também em relação à utilização da água, permitindo que seja explorada em áreas de seca prolongada, como o Nordeste brasileiro e a África, por exemplo, e sua adaptabilidade aos solos com

baixa fertilidade, que propicia a conversão eficiente de energia solar em carboidratos (MAGALI, 2004).

2.2 *Cyperus rotundus*

Algumas plantas possuem em seus órgãos altas concentrações compostos químicos, como hormônios, terpenos, glicídios e alguns ácidos que podem ser utilizados como bioestimulantes ou reguladores de crescimento; dentre elas, uma que possui grande destaque é a *Cyperus rotundus*, principalmente pela sua facilidade de obtenção (SILVA et al., 2013).

A *C. rotundus*, comumente conhecida como tiririca, é pertencente à família Cyperaceae; é uma planta herbácea e de ciclo perene. Sua reprodução é por meio de sementes, mas cerca de 5% destas são viáveis. No entanto, seus órgãos subterrâneos são os meios mais utilizados pela planta para reprodução; possuem gemas que brotam e originam novos indivíduos, de forma rápida e eficiente (PASTRE, 2006). Por conta disso, é conhecida por ser uma das plantas daninhas de maior dificuldade para controle em campo (FRANCINEUMA et al., 2005).

De acordo com Ono, Rodrigues e Santos (1999), os bioestimulantes, como a tiririca, são substâncias que possuem a capacidade de alterar o sistema hormonal da planta, provocando um equilíbrio e, de certa forma, melhorando a expressão de seu potencial genético.

Segundo Cremonez et al. (2013), os tubérculos possuem altas concentrações de ácido indol-3-butírico (AIB), também conhecido como auxina, hormônio que favorece a formação de raízes. Seu extrato é capaz de promover o enraizamento de algumas espécies de modo análogo a auxina sintética; tal capacidade é citada por Câmara (2016), Dias (2012) e Filho (2019) bem como a capacidade de ter efeito alelopático e sobre a germinação de algumas espécies.

2.3 Cultivo *in vitro*

2.3.1 Introdução e histórico

A cultura *in vitro* de tecidos vegetais é uma técnica que utiliza pequenos fragmentos de tecidos vegetais vivos, chamados de explantes, que são retirados do organismo vegetal “matriz”, desinfetados e cultivados por períodos indefinidos; tal técnica é extremamente comum na agricultura (TORRES et al., 2001). Pode ser utilizada como

alternativa à produção de mudas com alta qualidade fitossanitária e em larga escala (PEREIRA; FORTES, 2003).

Esta técnica se baseia no aproveitamento da totipotência das células vegetais, ou seja, sua capacidade de regeneração. Os explantes podem ser provenientes de qualquer parte da planta, folhas, gemas, raízes, sementes, células isoladas, etc. A escolha do material é realizada em função do objetivo desejado, da quantidade de material vegetal e sua totipotência (CARVALHO; ROCHA, 2006). De acordo com Carvalho (2011), para que as plantas tenham as mesmas características das plantas matrizes, o explante mais recomendado é o de meristema; segundo Oliveira et al. (2008), as células meristemáticas possuem maior eficiência na proteção contra vírus, por conta de sua rápida multiplicação.

O principal fator para o sucesso das técnicas de cultura de tecidos é a escolha do material vegetal, levando em conta sua origem e genótipo. É importante salientar que uma mesma variedade pode responder de formas distintas à uma mesma condição de cultivo, no entanto, alguns autores na literatura consideram que as variedades são capazes de responder igualmente à condição de cultivo *in vitro*, uma vez que a combinação dos demais fatores que afetam o desenvolvimento *in vitro* esteja de forma adequada (MANTELL; MATTHEWS; MCKEE, 1994; ANDRADE, 2002).

Além do material vegetal, outros fatores que influenciam no êxito da cultura de tecidos são a composição do meio de cultivo, a assepsia do laboratório e dos instrumentos utilizados, o treinamento do operador e as condições de incubação (CARVALHO; ROCHA, 2006; ANDRADE, 2002). Segundo Andrade (2002) o sucesso da regeneração de culturas *in vitro* depende da tomada de decisão correta sobre todos esses fatores.

Além da qualidade das mudas, as técnicas de cultivo *in vitro* e de micropropagação oferecem outras vantagens quando comparadas aos cultivos convencionais, como, principalmente, a necessidade de pouco espaço físico, a maior rapidez regenerativa e possibilidade de realização o ano todo, facilitando o cultivo de espécies sazonais (COUTO, 2003).

A cultura de tecidos *in vitro* é uma técnica relativamente recente, com início em meados do século XX; sobre seus pioneiros, de acordo com Pasqual et al. (1997), destacam-se Hanning (1904), que foi o primeiro a cultivar embriões de crucíferas, *in*

vitro com sucesso e Van Overbeek et al. (1941), com a diferenciação de calos a partir de embriões em meio de cultura acrescidos de leite de coco. Cocking, em 1960, realizou o primeiro isolamento de protoplastos a partir de materiais *in vitro* na cultura do trigo (CARVALHO; ROCHA, 2006).

No período entre 1985 a 2000, foram registrados os maiores avanços no estabelecimento de protocolos de regeneração *in vitro*, o que possibilitou a transformação de diversas espécies (CARVALHO; ROCHA, 2006).

2.3.2 Importância da cultura de tecidos

O cultivo de materiais vegetais *in vitro* se tornou uma técnica de suma importância para a biotecnologia vegetal, com finalidades industriais, genéticas e agrícolas. As aplicações da cultura de tecidos vegetais *in vitro* são muitas, na biotecnologia, por exemplo, a técnica é responsável pelos ensaios de transformações genéticas, onde permite selecionar as células que foram transformadas (SEMPREBOM, 2017)

No âmbito científico, o cultivo *in vitro* é importante para estudos e compreensão de aspectos fisiológicos, genéticos e fitossanitários das plantas submetidas à técnica de tecidos vegetais (CARDOSO, 2014).

Na agricultura, é uma ferramenta chave para a produção de plantas livres de vírus, utilizada bastante em morangos, abacaxi, batatas e outros (FERREIRA et al., 1998); na propagação clonal e no melhoramento genético, como no caso de desenvolvimento de genótipos resistentes a estresses bióticos e abióticos (TORRES, et al., 1998); e como técnica para multiplicação facilitada de espécies de difícil cultivo, como algumas espécies nativas do cerrado, como pequizeiro (*Caryocar brasiliense* Camb.), cajuzinho do cerrado (*Anacardium humile* St. Hill) e outros (PINHAL et al., 2011).

2.3.3 Meios de cultivo

O meio de cultivo é um dos fatores mais importantes para o sucesso das técnicas de cultivo *in vitro*, porque é por meio dele que os tecidos serão nutridos com macros e micronutrientes, bem como outros produtos orgânicos essenciais para o desenvolvimento da planta, e sua composição varia de acordo com a espécie utilizada (CAMPOS, 2002).

Geralmente, os meios de cultivo utilizados para inoculação de explantes de batata-doce não precisam de fitorreguladores, no entanto, dependendo do cultivar, ou do objetivo do estudo, pode haver a adição de reguladores e outros suplementos, com a finalidade de favorecer o desenvolvimento do explante (OLIVEIRA et al., 2008).

A adição de uma fonte exógena de carbono é um fator extremamente importante na composição do meio de cultivo, porque o explante precisa de uma fonte de energia para reações metabólicas (SOUZA, 1995); a fonte mais comum utilizada no cultivo *in vitro*, é a sacarose.

Alguns autores relacionam as melhores taxas de sobrevivência *ex vitro*, com a quantidade de sacarose adicionada ao meio, uma vez que fornecerá a energia necessária para que o explante realize a indução, diferenciação e crescimento dos tecidos, bem como ampliar as reservas de amido da planta e, facilitar sua adaptação fisiológica.

Para Seon et al. (2000), citado por Masiero (2017), a redução da sacarose no meio de cultivo é uma estratégia importante para facilitar a passagem das plantas para meios *ex vitro*, bem como diminuir gastos e chances de contaminação. Segundo Masiero (2017), é importante que tenha um equilíbrio na quantidade de sacarose utilizada, uma vez que quando adicionada em alta concentração o potencial osmótico do meio pode ocasionar um estresse hídrico e desidratação dos tecidos inoculados

2.3.4 Cultivo *in vitro* da batata doce

Quando o assunto é a batata-doce, o cultivo *in vitro* se torna uma importante ferramenta para o desenvolvimento e principalmente para o aprimoramento da cultura, já que possibilita a multiplicação de um material genético livre de doenças e patógenos e, conseqüentemente, mudas com maior qualidade (SILVA, 2011).

São mais de trinta vírus diferentes que infectam as plantas de batata doce em campo, identificados nas seguintes famílias: *Bromoviridae*, *Bunyaviridae*, *Caulimoviridae*, *Closteroviridae*, *Comoviridae*, *Betaflexiviridae*, *Geminiviridae*, *Luteoviridae* e *Potyviridae* (FERNANDES, 2013).

De acordo com Fernandes (2013), são vários os fatores que colaboram para a frequência elevada de doenças em plantas de batata-doce por meio da multiplicação vegetativa, como o tempo dos propágulos em campo, que acabam ficando mais suscetíveis à contaminação. Por serem planta rasteiras, se desenvolvem em

constante contato com o solo, facilitando o acesso de fungos e bactérias, bem como possuem um elevado teor de umidade, em que sua colheita é feita de modo onde é comum as estruturas da planta sofrerem fermentos e, por não serem sementes verdadeiras, não contam com o sistema de “filtragem” de vírus. Por conta disso, protocolos de limpeza clonal vêm sendo cada vez mais instalados para garantir a sanidade das lavouras e de seus produtos, como é o caso do protocolo *in vitro*.

Segundo Souza (1990), a eliminação das partículas de vírus de plantas de batata-doce pode ser realizada através do cultivo de meristemas de 0,2 a 0,6 milímetros de comprimento em meio básico MS (MURASHIGE & SKOOG, 1962) (Tabela 1), adicionado de alguns fitormônios, como auxinas, giberelinas e citocininas.

O elevado vigor e qualidade das mudas, a manutenção dos genótipos, disponibilidade de material propagativo e livre de patógenos, produção de mudas enraizadas e prontas para a instalação em campo, são algumas das vantagens que podem ser relacionadas ao cultivo *in vitro* de batata-doce. No entanto, existem desvantagens, como a necessidade de uma infraestrutura adequada e mão de obra especializada para a realização do protocolo (FERNANDES, 2013).

Apesar de o cultivo *in vitro* de batata-doce ser uma técnica que oferece vantagens ao cultivo e ser de grande importância fitossanitária, não existem muitas referências sobre o assunto, principalmente atuais (Oliveira et al., 2008).

2.3.5 Influência do espectro de luz no cultivo *in vitro*

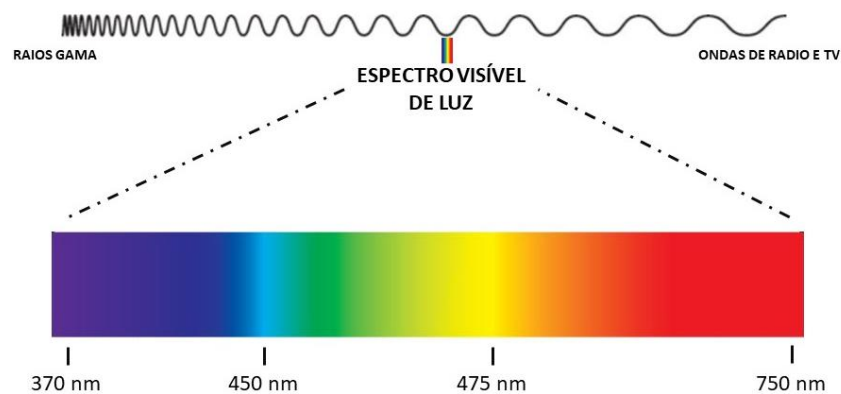
É sabível que a luz possui função direta e indireta no metabolismo das plantas e está associada ao crescimento de raízes, brotações e desenvolvimento dos explantes. O desenvolvimento e crescimento vegetal estão diretamente relacionados à presença ou ausência e à qualidade luminosa (TAIZ; ZEIGHER, 2009),

De acordo com Kozai et al. (2005), citado por Masiero (2017), plantas que são cultivadas *in vitro* têm baixa atividade fotossintética, já que a concentração de CO₂ nos frascos é limitada, a presença de carboidrato exógeno e a baixa intensidade luminosa nas salas de crescimento.

Geralmente são utilizadas lâmpadas fluorescentes ou LEDs, nas salas de crescimento, e que possuem diferentes comprimentos de ondas. Atualmente, o uso de lâmpadas LEDs vêm sendo cada vez mais comum em salas de crescimento, uma vez que são mais tecnológicas, permitem que seja fornecido à planta apenas o

comprimento de onda desejável, têm menor massa e volume, geram menos calor e, possuem maior eficiência quanto ao gasto de energia elétrica quando comparada às lâmpadas incandescentes e fluorescentes (ROCHA; OLIVEIRA; SCIVIATTARO, 2013).

Figura 1. Comprimento de onda do espectro visível de luz.



Fonte: Próprio autor.

Os espectros de luz, vermelho e azul, são os espectros que estão relacionados ao maior desenvolvimento vegetal. O espectro vermelho possui o comprimento de onda de 660nm, e está ligado ao alongamento do caule, florescimento e à síntese de clorofila. A luz azul, no entanto, possui o comprimento de onda de 450nm, e está associada com o fototropismo, a expressão gênica na síntese de pigmentos, abertura e fechamento estomático e à quebra da dominância apical (SILVA; PASQUAL, TEIXEIRA; ARAÚJO, 2007).

O espectro amarelo (575-585nm), de acordo com Mudolon e Guimarães (2018), é responsável pelo menor tempo de estabelecimentos inicial de explantes e menor mortalidade de plântulas de *Schomburgkia crispa* Lindl (orquídea). Além de responsável pelo maior valor detectável de clorofilas a e b em plantas de quebra pedra (*Phyllanthus tenellus* Roxb) cultivadas *in vitro* (VICTORIO; KUSTER; LAGE, 2007).

A cor rosa não existe no espectro visível de cores, ou seja, cientificamente falando, o cor-de-rosa, não é uma cor e não possui um comprimento de onda específico. É na verdade, considerado um resultado da combinação entre os comprimentos de onda azul e vermelho, que se encontram nas extremidades opostas do espectro e, portanto, não se misturam (RINCON, 2017).

Como os outros fatores que influenciam no desenvolvimento *in vitro*, a resposta dos espectros de luzes às plantas varia em função da espécie e cultivar (ROCHA; OLIVEIRA; SCIVIATTARO; SANTOS, 2010).

3 EXPERIMENTO 1: INFLUÊNCIA DO EXTRATO DE *Cyperus rotundus* E DE ESPECTROS DE LUZ SOB O CULTIVO DE BATATA DOCE *IN VITRO*

3.1 Objetivos

O objetivo do presente estudo foi analisar a influência do extrato de bulbo de *Cyperus rotundus* e de espectros diferentes de luzes no crescimento e desenvolvimento de *Ipomea Batatas*, no cultivo *in vitro*.

3.2 Metodologia

3.2.1 Obtenção do material vegetal

O experimento foi conduzido no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais (LCTV) da UNESP, Campus de Ilha Solteira. O cultivar utilizado de batata-doce foi o Canadá e as *C. rotundus* foram colhidas na área da Horta Municipal dos Aposentados (20°26'25.12"S 51°20'37.84"O).

No laboratório, foi realizada a higienização das plantas, com lavagem com água corrente, e secagem à sombra. Depois de secos, os tubérculos de tiririca foram separados da parte aérea, sendo pesados 60 gramas para o uso. Em um liquidificador comum, realizou-se a trituração dos tubérculos, junto com 600 mililitros de água deionizada autoclavada e decantação por 24 horas da mistura, para que fosse possível realizar a retirada das partículas sólidas, resultando em um extrato aquoso (EAT) com 10% de concentração.

3.2.2 Preparo dos meios de cultivo

O meio de cultivo utilizado foi o MS (MURASHIGE & SKOOG, 1962) com 50% (Tabela 1) das concentrações de macro, micronutrientes e compostos orgânicos.

Nos tratamentos que continham extrato a água foi substituída pelo EAT. Em ambos, os meios foram suplementados com 30 g L⁻¹ de sacarose, gelificado com 2 g L⁻¹ de phytigel®, pH ajustados em 5,8 e autoclavados a 121 ° C (1 kg cm⁻²) durante 30 minutos, sem adição de hormônio vegetal.

Tabela 1. Composição do meio Murashige & Skoog (MS) completo (MS 100%) e com metade da concentração (MS 50%) para macronutrientes, micronutrientes e compostos orgânicos.

Macronutrientes	MS 100%	MS 50%
	mg L ⁻¹	
CaCl ₂ .2H ₂ O	440	220
KH ₂ PO ₄	170	85
KNO ₃	1900	950
MgSO ₄ .7H ₂ O	370	185
NH ₄ NO ₃	1650	825
Micronutrientes	mg L ⁻¹	
CoCl ₂ .6H ₂ O	0,025	0,0125
CuSO ₄ .5H ₂ O	0,025	0,0125
H ₃ BO ₃	6,2	3,1
KI	0,83	0,415
MnSO ₄ .4H ₂ O	22,3	11,15
H ₂ MoO ₄ .H ₂ O	0,25	0,125
Na ₂ MoO ₄ .2H ₂ O	8,6	4,3
ZnSO ₄ .7H ₂ O	27,8	13,9
Fe(SO ₄).7H ₂ O	37,2	18,6
Orgânicos	mg L ⁻¹	
Ácido nicotínico	0,5	0,25
Glicina	2	1
Mio-inusitol	100	50
Piridoxina	0,5	0,25
Tiamina	0,1	0,05

3.2.3 Planejamento Experimental

O delineamento utilizado foi o Delineamento Inteiramente Casualizados (DIC), em esquema fatorial 4 x 2 (quatro espectros de luz (misto (azul e vermelho), azul, amarelo e vermelho) e dois tipos de meio de cultivo (puro e com adição do extrato), com três repetições cada, perfazendo o total de 24 frascos, sendo a parcela experimental constituída por cinco explantes.

Os explantes utilizados foram meristemas laterais com cerca de 1 centímetro de comprimento. Estes, após a retirada foram submetidos a uma solução de álcool 70% mais Tween 20 por um minuto, depois, ao hipoclorito de sódio 0,2%, em agitação por 10 minutos, seguidos de tríplice lavagem com água deionizada autoclavada em câmaras de fluxo laminar e os frascos vedados com plástico PVC ao final do processo. Todos os utensílios utilizados quanto ao meio de cultivo foram expostos a luz UV para esterilização. Os frascos foram dispostos no armário de luz, ou seja, nos 4 espectros.

3.2.4 Avaliações e análise estatística

As variáveis analisadas foram: altura, número de folhas por plântula, número de gemas por plântula e desenvolvimento, para cada uma das cinco plântulas da parcela. As avaliações foram realizadas semanalmente, até o 28º dia após o cultivo *in vitro*.

Para DES, considerou-se a escala 1: gema não desenvolvida mais vigorosa; 2: gema em desenvolvimento; 3: plântula em crescimento; 4: planta com folhas e 5: planta completa, e para COR considerou-se: 5: folhas verde-escuro; 4: folhas verde-médio; 3: folhas verde-claro; 2: folhas verde-amareladas; 1: folhas amareladas.

Os dados coletados foram submetidos à análise de variância (ANOVA) e teste Scott-Knott a 5% para diferenciação de médias; o programa estatístico utilizado foi o SISVAR (FERREIRA, 2019).

3.3 Resultados e discussão

De acordo com Damiano e Palombi (2000), diversos fatores influenciam o crescimento de plantas cultivadas *in vitro*, entre eles, a condição física do meio; o meio líquido, por exemplo, permite que haja uma sincronia na divisão celular, resultando no crescimento uniforme das plantas.

Na primeira avaliação, aos 7 dias após a inoculação dos explantes, a variável altura de plantas (ALT) foi significativa a 1% para os fatores luz, extrato e interação luz e extrato (Tabela 2).

Já para extrato, observou-se que o melhor resultado foi obtido nos meios de cultivo sem a presença do extrato, com uma média de 0,79 cm. Testando diferentes concentrações do extrato Alves et al. (2017), obtiveram resultados semelhantes e, observaram que as doses não diferiram estatisticamente, e as maiores médias para altura de plantas, número de folhas, número de brotos e número de raízes, foram na ausência do extrato.

A variável número de folhas (NF) também foi significativa a 1% para os três fatores analisados (Tabela 2). Para luz, rosa e azul obtiveram as melhores médias, de 0,76 folhas; seguidas do amarelo, com média de 0,14, e do vermelho, no qual não foram observadas folhas verdadeiras na primeira semana. Corroborando com dados encontrados por Luca et al. (2001), o qual confirma que plantas de penicilina (*Alternanthera brasiliana*) cultivadas sob luz vermelha possuem menor área foliar

quando comparadas às cultivadas sob luz branca. E discordando com os resultados obtidos por Camargo et al. (2015) que obteve médias mais baixas de número de folhas e de brotações nos tratamentos cultivados sob a luz azul, quando comparados com tratamentos cultivados sob a luz vermelha. Já para extrato, o melhor resultado foi obtido nos meios de cultivo sem a presença do extrato, com uma média de 0,76 folhas.

As variáveis número de gemas (NG) e desenvolvimento (DES) foram significativas a 1% para todos os fatores analisados e, para luz, a com melhor resultado foi rosa (NG: 2,39 e DES: 4,50), seguido de azul (NG: 2,20 e DES: 4,33), amarelo (NG: 0,57 e DES: 2,14) e vermelho (NG: 0,00 e DES: 0,00) e para extrato, os melhores resultados foram obtidos nos meios de cultivo sem o extrato (NG: 1,95 e DES: 3,75), para ambas as variáveis (Tabela 2). Resultados semelhantes foram encontrados por Casarotto (2019), os autores verificaram maior número de brotos de explantes de morangueiro no espectro misto (30% azul e 70% vermelho), seguido do azul.

No desdobramento da interação entre os fatores luz e extrato, é possível notar para ALT e NF, que as melhores médias foram nos tratamentos submetidos à luz rosa e sem adição do EAT ao meio de cultivo (0,66, 1,38, 0,33 e 1,53), diferindo estatisticamente dos outros tratamentos (Tabela 3).

Tabela 2. Análise de variância para as variáveis altura de plantas (ALT), número de folhas (NF), número de gemas (NG) e desenvolvimento da planta (DES) para a avaliação de 7 dias.

FV	ALT	NF	NG	DES
	QM			
LUZ (L)	1,01 **	0,95 **	7,74 **	24,54 **
EXTRATO (E)	2,38 **	2,80 **	10,27 **	20,16 **
L x E	0,32 **	0,68 **	1,51 **	8,95 **
erro	0,04	0,1300	0,27	0,16
Média geral	0,48	0,43	1,29	2,83
CV (%)	44,79	84,84	40,75	14,41
LUZ	Médias			
vermelho	0,00 c	0,00 b	0,00 b	0,00 c
amarelo	0,36 b	0,14b	0,57 b	2,14 b
azul	0,47 b	0,76a	2,20a	4,33a
rosa	1,02a	0,76a	2,31a	4,50a
EXTRATO	Médias			

com	0,16a	0,08 b	0,64 b	1,91 b
sem	0,79 b	0,76a	1,95a	3,75a

** e NS, significativo a 1% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Tabela 3. Desdobramento da interação entre os fatores luz e extrato para as variáveis altura de plantas (ALT) e número de folhas (NF), para a avaliação de 7 dias.

LUZ	ALT		NF	
	com E**	sem E**	com E*	sem E**
Vermelho ^{NS,NS}	0,00 bB	0,00 cB	0,00 bB	0,00 bB
Amarelo ^{** , NS}	0,00 bB	0,86 bA	0,00 bB	0,33 bB
Azul ^{** , **}	0,00 bB	0,94 bA	0,00 bB	1,20 aA
Rosa ^{** , **}	0,66 aB	1,38 aA	0,33 aB	1,53 aA

** , * e NS, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, nas colunas (maiúsculas) pelo teste F a 5% e nas linhas (minúsculas) pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Na segunda avaliação, aos 14 dias após a inoculação, a variável ALT foi significativa a 1% para luz e extrato e, a 5% para a interação entre os fatores. A melhor luz foi rosa, com média de 1,83cm, e os demais espectros não diferiram estatisticamente entre si. Para extrato, os melhores resultados foram observados nos meios sem extrato (Tabela 4).

Para NF, os três fatores analisados foram significativos a 1%; os melhores valores para luz foram rosa (0,83) e azul (0,80), que não diferiram estatisticamente, seguidos por amarelo (2,00) e vermelho (1,31). Para extrato, os melhores resultados foram observados nos meios sem extrato. Verificou-se que para NG, os fatores luz e extrato foram significativos a 1%, no entanto a interação entre esses fatores foi não significativa; a luz rosa (4,03) obteve a maior média e diferiu estatisticamente dos demais. No extrato, o melhor resultado foi observado no meio de cultivo sem extrato (Tabela 4).

Para DES, os três fatores analisados foram significativos a 1%; a melhor luz foi rosa e azul, seguidos do amarelo e vermelho. Para extrato, o melhor resultado foi observado no meio de cultivo sem extrato (Tabela 4). Para DES, os três fatores analisados foram significativos a 1%; a melhor foi rosa e azul, seguidos de amarelo e vermelho. Para extrato, o melhor resultado foi observado no meio de cultivo sem extrato (Tabela 4).

Tabela 4. Análise de variância para as variáveis altura de plantas (ALT), número de folhas (NF), número de gemas (NG) e desenvolvimento da planta (DES) para a avaliação de 14 dias.

FV	ALT	NF	NG	DES
	QM			
LUZ (L)	1,69 **	0,81 **	8,66 **	3,79 **
EXTRATO (T)	11,81 **	3,84 **	14,41 **	18,37 **
L x T	0,57 *	0,47 **	0,61 ns	1,31 **
erro	0,17	0,8500	0,44	1,31 ns
Média geral	1,1	0,5000	2,52	22,61
CV (%)	37,97	46,19	26,51	0,7
LUZ	Médias			
vermelho	0,60 b	0,12 b	1,31 c	2,80 b
amarelo	0,91 b	0,22 b	2,00 b	3,28 b
azul	1,13 b	0,80a	2,86 b	4,00a
rosa	1,83a	0,83a	4,03a	4,66a
EXTRATO	Médias			
com	0,40 b	0,10 b	1,75 b	2,83 b
sem	1,80a	0,90a	3,30a	4,58a

**, * e NS, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Analisando o desdobramento da interação, os melhores resultados foram nos tratamentos sem adição de extrato ao meio de cultivo, para ALT, as luzes rosa (2,59) e azul (2,26) não diferem estatisticamente e possuem as melhores médias. Para NF, a melhor média foi observada na luz azul (1,53), mas que também não difere estatisticamente da luz rosa (tabela 5).

Tabela 5. Desdobramento da interação entre os fatores luz e extrato para as variáveis altura de plantas (ALT) e número de folhas (NF), para a avaliação de 14 dias.

LUZ	ALT		NF	
	com E**	sem E**	com E*	com E**
Vermelho ^{NS,NS}	0,5 bB	1,18 bB	0,00 bB	0,20 bB
Amarelo ^{**,**}	0,16 bB	1,19 bA	0,00 bB	0,53 bB
Azul ^{**,**}	0,00 bB	2,26 aA	0,06 bB	1,53 aA
Rosa ^{**,**}	1,06 aB	2,59 aA	0,33 aB	1,33 aA

**, * e NS, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, nas colunas (maiúsculas) pelo teste F a 5% e nas linhas (minúsculas) pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Na terceira avaliação, aos 21 dias após a inoculação dos explantes, para a variável ALT, luz foi significativa a 5%, extrato não foi significativo e a interação foi

significativa a 1%; os melhores resultados para luz foi rosa e azul, que não diferiram estatisticamente, seguidos por amarelo e vermelho; extrato não diferiram estatisticamente entre si (Tabela 6).

Para as variáveis NF e NG, não houve diferença significativa para os fatores analisados nesta avaliação.

Para DES, os fatores luz e extrato foram significativos a 1% e a interação entre os fatores não foi significativa; rosa e azul obtiveram a melhor média (5,00), seguidos de amarelo e vermelho (4,66 e 4,42, respectivamente); para extrato, o melhor resultado foi observado no meio de cultivo sem extrato (4,91) (Tabela 6).

Tabela 6. Análise de variância para as variáveis altura de plantas (ALT), número de folhas (NF), número de gemas (NG) e desenvolvimento da planta (DES) para a avaliação de 21 dias.

FV	ALT	NF	NG	DES
	QM			
LUZ (L)	5,22 *	3,04 ns	2,76 ns	0,48 *
EXTRATO (E)	0,15 ns	3,68 ns	1,98 ns	0,66 *
L x E	6,92 **	1,64 ns	1,08 ns	0,09 ns
erro	1,2	1,2800	1,11	0,13
Média geral	2,58	4,0500	6,92	4,75
CV (%)	42,58	27,96	15,26	7,6
LUZ	Médias			
vermelho	1,38 b	3,00a	6,00a	4,42 b
amarelo	2,32 b	4,05a	6,71a	4,66 b
azul	2,89a	4,18a	7,18a	5,00a
rosa	3,52a	4,81a	7,66a	5,00a
EXTRATO	Médias			
com	2,50a	3,66a	6,63a	4,58 b
sem	2,66a	4,45a	7,20a	4,91a

** , * e NS, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%.

As melhores médias nesta avaliação foram nos tratamentos com adição do extrato ao meio de cultivo para a variável NF, e, em relação às luzes, a maior média foi observada na luz azul (5,76), no entanto, não houve diferença significativa entre os tratamentos. Já para a variável ALT o melhor resultado foi o tratamento sem extrato e submetido à luz amarela (4,73) (Tabela 7).

Tabela 7. Desdobramento da interação entre os fatores luz e extrato para as variáveis altura de plantas (ALT) e número de folhas (NF), para a avaliação de 21 dias.

LUZ	ALT		NF	
	com E ^{NS}	sem E ^{**}	com E ^{NS}	sem E ^{NS}
Vermelho ^{NS,NS}	2,01 bB	2,53 bB	2,6 aA	3,26 aA
Amarelo ^{NS,NS}	3,06 bA	4,13 aA	4,15 aA	3,93 aA
Azul ^{*,*}	1,81 bB	3,98 aA	5,76 aA	3,86 aA
Rosa ^{** ,NS}	0,00 aB	2,77 aA	4,76 aA	3,6 aA

^{**}, ^{*} e NS, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, nas colunas (maiúsculas) pelo teste F a 5% e nas linhas (minúsculas) pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Na quarta, e última avaliação, aos 28 dias após a inoculação dos explantes, para a variável ALT, o único fator significativo foi luz, a 5%; sendo a melhor média observada no rosa (4,71 cm), no entanto, não diferiu estatisticamente de azul e amarelo (Tabela 8).

A variável NF foi significativa a 5% para luz, sendo a melhor média encontrada no rosa, novamente (4,71 cm), seguido de azul, amarelo e vermelho (Tabela 8).

Para NF, na luz não houve significância estatística, e os fatores extrato e interação, foram significativos a 1%; para extrato, a maior média foi observada nos meios sem o extrato (Tabela 8). Para a variável NG, todos os três fatores avaliados foram significativos a 1%. A maior média para luz, foi no rosa, com uma média de (8,00), no entanto, só diferiu estatisticamente do vermelho; no extrato, a melhor média foi observada em meios de cultivo sem o extrato (Tabela 8). Não foi realizada a avaliação de DES, na última avaliação, uma vez que todas as plantas estavam no estágio 5 de desenvolvimento.

Foi verificado também, que na quarta avaliação (28 dias) algumas das plantas apresentavam flores amareladas e algumas até em senescência. O mesmo foi observado por Neves (2020) em diversos cultivares de batata cultivados *in vitro*; Flores et al. (2015) também verificou a clorose das folhas à quarta semana de cultivo *in vitro* de batata doce e relatam que é um dado importante para que se possa aprimorar o intervalo de cultivo, sem que haja danos às condições fisiológicas das plantas.

A partir do desdobramento, foi possível verificar que o melhor tratamento, aos 28 dias de experimento para a variável ALT, foi o sem extrato e luz rosa. E para a variável NF, foi o tratamento com extrato e submetido à luz rosa (Tabela 9).

Tabela 8. Análise de variância para as variáveis altura de plantas (ALT), número de folhas (NF) e número de gemas (NG) para a avaliação de 28 dias.

FV	ALT	NF	NG
		QM	
LUZ (L)	5,44 *	1,20 ns	5,68 **
EXTRATO (E)	0,31 ns	19,26 **	30,37 **
L x T	2,58 ns	5,59 **	9,33 **
erro	1,41	0,5200	0,94
Média geral	3,84	4,1400	7,12
CV (%)	30,97	17,53	13,66
LUZ	Médias		
vermelho	2,42 b	3,52a	5,60 b
amarelo	3,63a	4,04a	7,14a
azul	4,28a	4,30a	7,50a
rosa	4,71a	4,63a	8,00a
EXTRATO	Médias		
com	3,72a	3,25 b	6,00 b
sem	3,95a	5,04a	8,25a

** , * e NS, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Tabela 9. Desdobramento da interação entre os fatores luz e extrato para as variáveis altura de plantas (ALT) e número de folhas (NF), para a avaliação de 28 dias.

LUZ	ALT		NF	
	com E ^{NS}	sem E*	com E**	sem E**
Vermelho ^{NS}	2,73 aA	2,21 bB	4,1 bA	3,13 bA
Amarelo ^{NS,*}	4,48 aA	4,03 aA	4,62 bA	3,26 bB
Azul ^{*,NS}	2,53 aB	4,74 aA	4,66 bA	4,6 aA
Rosa ^{NS,**}	4,58 aA	4,84 aA	6,60 aB	2,00 bB

** , * e NS, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, nas colunas (maiúsculas) pelo teste F a 5% e nas linhas (minúsculas) pelo teste de Scott-Knott a 5%.

Nas duas últimas avaliações de NG, os melhores resultados foram obtidos nos tratamentos com adição do extrato ao meio; resultados semelhantes foram encontrados por Rossarolla et al. (2013), onde o extrato induziu maior número de brotos em estacas de mudas de acerola.

Para a variável ALT, notou-se que suas melhores médias, em todos as avaliações foram observadas nos tratamentos sem adição do extrato, o mesmo foi observado por Deomedesse et al. (2019), quando compararam o desenvolvimento aéreo de plântulas de alface (*Lactuca sativa*), pepino (*Cucumis sativus*), milho-doce

(*Zea mays* var. *saccharata*) e corda-de-viola (*Ipomoea grandifolia*), com e sem adição do extrato.

De modo geral, a variável altura de plantas (ALT), foi significativa em todas as avaliações para luz, corroborando com Oliveira (2017) que, estudando a influência da luz na morfogênese de *Cedrela fissilis*, observou que é um dos fatores que mais sofre influência em função da qualidade luminosa.

Em quase todas as variáveis, os melhores tratamentos foram sem adição do extrato ao meio de cultivo e, tal inferioridade das plantas quando comparadas às sem o extrato, pode ser explicado pelo efeito alelopático que o extrato consegue causar em certas concentrações. Muniz et al. (2007) observou que o extrato de bulbos de *C. rotundus* inibiu a germinação de sementes de alface e milho e reduziu a porcentagem de plântulas normais e a matéria seca de radículas de milho nas plantas que foram tratadas com o extrato. O mesmo foi observado por Araújo, Fagundes e Moreira (2013), onde o extrato influenciou de forma negativa a germinação e desenvolvimento de sementes de cenoura. Cavalcante et al. (2018) verificaram que o extrato de *C. rotundus* acima de 500 mL/L proporcionou redução na germinação de sementes de rabanete, mas na concentração em torno de 25%, o extrato promoveu aumento na germinação e desenvolvimento inicial das plântulas de rabanete.

3.4 Conclusão

O extrato de *C. rotundus* não é tão eficaz ao crescimento aéreo de plantas de batata doce, quanto para o crescimento radicular, como é descrito na literatura. A partir dos 21 dias, não houve diferenças estatísticas entre as plantas cultivadas com e sem extrato de tiririca para altura de plantas.

O espectro que teve o melhor desenvolvimento geral das plantas de batata doce cultivadas *in vitro* foi o espectro misto (azul e vermelho), seguido do azul.

O extrato de *C. rotundus* promove um aumento no tamanho da planta e no número de folhas, no entanto, é necessário um estudo aprofundado sobre a concentração ideal do extrato.

4 EXPERIMENTO 1: INFLUÊNCIA DE DIFERENTES DOSES DO EXTRATO DE *Cyperus rotundus* SOBRE O CULTIVO DE BATATA DOCE *IN VITRO*

4.1 Objetivo

O objetivo do presente estudo foi analisar a influência dos extratos de bulbos e de folhas de *Cyperus rotundus* no crescimento e desenvolvimento de *Ipomea Batatas*, no cultivo *in vitro*.

4.2 Metodologia

4.2.1 Preparo do experimento

Para o preparo da solução estoque com extrato de *C. rotundus* (tiririca ()) foram utilizados bulbos e as folhas na concentração de 1 g 10 mL⁻¹ (p/v) (1g de bulbos e folhas para 10 mL de água destilada). Estes foram primeiramente desinfetados com etanol 70% (40 s) e hipoclorito de sódio 0,2% (15 min) e lavadas 3 vezes com água deionizada esterilizada em seguida foram triturados em liquidificador com água destilada. A mistura foi deixada em repouso por 48 horas em geladeira, para posterior filtragem.

As plantas tiveram partes coletadas, estas foram desinfetadas com etanol 70% (40 s) e hipoclorito de sódio 0,2% (15 min) e lavadas 3 vezes com água deionizada esterilizada. Para o estabelecimento *in vitro* utilizaram-se de microestacas, com 1 cm de comprimento, contendo gemas axilares. Estas foram cultivadas em frascos com 30 mL dos tratamentos. O cultivo foi realizado sob condições de fotoperíodo de 16 horas, temperatura de 27 ± 1 °C e densidade de fluxo de fótons de 22 µE.m⁻².s⁻¹.

Utilizou-se o delineamento inteiramente casualizado (DIC), em esquema fatorial 2 x 5 +1, duas fontes (das folhas e dos bulbos de tiririca), cinco níveis de extrato (50, 100, 150, 200 e 250 mL de extrato) e uma testemunha (½ MS) com 25 repetições. A cada 7 dias que se seguiram à incubação dos explantes nos tratamentos foram avaliadas: altura de plantas (ALT), o número de raízes (NR), número de folhas (NF), comprimento da maior raiz (CR), número de gemas (NG), número de calos (NC), contaminação (CONT), coloração das folhas (COR) e *score* de desenvolvimento do explante (DES); sendo estas duas últimas de acordo com Faria et al. (2019).

Essas escalas utilizam notas, que variam de 1 a 5 para quantificar a viabilidade dos explantes. Para DES considerou-se a escala 1 = gema não desenvolvida mais vigorosa; 2 = gema em desenvolvimento; 3 = plântula em crescimento; 4 = planta com

folhas e 5 = planta completa, e para CF considerou-se: 5 = folhas verde-escuro; 4 = folhas verde-médio; 3 = folhas verde-claro; 2 = folhas verde-amareladas; 1 = folhas amareladas.

4.2.2 Análises estatísticas

Foi testada a hipótese da normalidade dos erros pelo teste de Shapiro-Wilk, após comprovada normalidade, os dados foram submetidos à análise de variância (ANAVA) pelo teste F considerando o modelo e esquema experimental. Quando encontrado efeito significativo ($P < 0,05$), em cada fator isolado ou na interação, os efeitos da fonte (parte) foram comparados pelo mesmo teste e, o efeito das doses (D) isolado ou na interação entre fatores foram avaliados por análise de regressão, sendo a qualidade de ajuste dos modelos verificada a partir do p-valor do desvio da regressão (não significativo) e os modelos de regressão polinomial selecionados basearam-se nos coeficientes de determinação (R^2), dentre as significativas pelo teste F a 5% de probabilidade. Encontrada a diferença da testemunha em relação ao fatorial, as médias foram comparadas utilizando o teste de Dunnett a 5% de probabilidade. Para análise dos dados utilizou-se o programa de análise estatística SISVAR.

4.2.3 Resultados e discussão

Na tabela 10 é possível nota que o fator dose foi significativo a 1% para as variáveis ALT, NF, CR, NR e DES. Koefender et al. (2017) verificaram também que a concentração de 100% de extrato de *C. rotundus* proporciona melhor crescimento e desenvolvimento de estacas de fisális, quando comparado às outras concentrações. No entanto, resultados diferentes foram encontrados por Alves et al. (2017) e Dias et al. (2012), que testando diferentes concentrações do extrato do tubérculo da *C. rotundus* em hortelã e em cafeeiro, respectivamente, não encontraram diferenças significativas entre os tratamentos para altura de plantas, quantidade de raízes e número de folhas. As variáveis significativas para o fator dose evidenciam o efeito auxínico positivo dos extratos.

Observou-se que o fator parte obteve significância estatística de 1% para as variáveis ALT, NF, COR e DES. Para a variável CR, NR, NG, NC e CONT o fator não obteve significância, indicando que não houve diferença estatística entre os extratos

de bulbos e folhas de tiririca. Pereira et al. (2012) avaliando o enraizamento de estacas de maracujazeiro tratadas com extratos de *C. rotundus*, também observou que não houve diferença significativa entre os extratos para comprimento de raiz.

Neste trabalho foi encontrada interação significativa ($P < 0,01$) entre os fatores dose e parte, apenas para as variáveis altura de plantas e comprimento de raiz, nas demais o efeito foi não significativo ($P > 0,05$).

Para o fator avaliação, todas as variáveis, exceto número de gemas, número de calos e contaminação foram significativas a 1%. Essa significância das variáveis era esperado, já que houve a diferença de dez dias entre cada avaliação e, houve o desenvolvimento dos explantes nesse período entre as avaliações.

As interações entre avaliação e dose foram significativas para as variáveis ALT, NF, NR, COR e DES. Já a interação entre avaliação e parte da planta foi significativa ($P < 0,05$) ALT, NR e COR. Verificou-se que a interação entre os três fatores (dose x parte x avaliação) foi significativa para ALT, NR, COR e DES.

Tabela 10. Análise de variância para as variáveis altura de plantas (ALT), o número de raízes (NR), número de folhas (NF), comprimento da maior raiz (CR), número de gemas (NG), número de calos (NC), coloração das folhas (COR), contaminação (CONT) e desenvolvimento (DES).

	GL	ALT	NF	CR	NR	NG	COR	NC	DES	CONT
		QM								
DOSE (D)	5	7,92**	1,57**	1,29**	56,50**	0,01ns	3,64ns	0,00ns	12,32**	0,05ns
PARTE (P)	2	22,82**	1,71**	0,31ns	17,91ns	0,00ns	17,91**	0,00ns	30,89**	0,03ns
D x P	3	5,16**	0,38ns	0,71**	40,76**	0,00ns	40,76**	0,02ns	1,41ns	0,03ns
Testemunha x fatorial	1	6,26**	0,332989ns	0,86**	75,57**	0,00ns	2,54ns	0,00ns	8,26**	0,01ns
Erro a (Parcela)	200									
AVALIAÇÃO (A)	2	57,11**	5,35**	5,10**	300,57**	0,05ns	21,80**	0,03ns	124,15**	0,06ns
Testemunha x avaliação		3,96**	0,30**	1,345**	20,89**	0,00**	0,216**	0,00ns	2,71*	-0,00ns
A x D	10	9,51**	1,02*	0,14ns	14,42**	0,01ns	1,65**	0,01ns	5,85**	0,09ns
A x P	4	5,02**	0,63535ns	0,05ns	58,10**	0,00ns	3,27**	0,00ns	0,69ns	0,05ns
A x D x P	6	5,35**	0,49ns	0,17ns	26,67**	0,00ns	3,62**	0,02ns	2,58**	0,03ns
Erro b	365									
Média		0,51	0,1345	0,61	2,8	1,01	1,69	0,01	1,97	0,02
CV1 parcela		217,6	374,6	76,9	128,47	27,73	75,25	775,28	65,26	995,48
CV2 subparcela		126,9	329,12	73,9	120,59	21,92	66,05	817,88	51,03	905,28

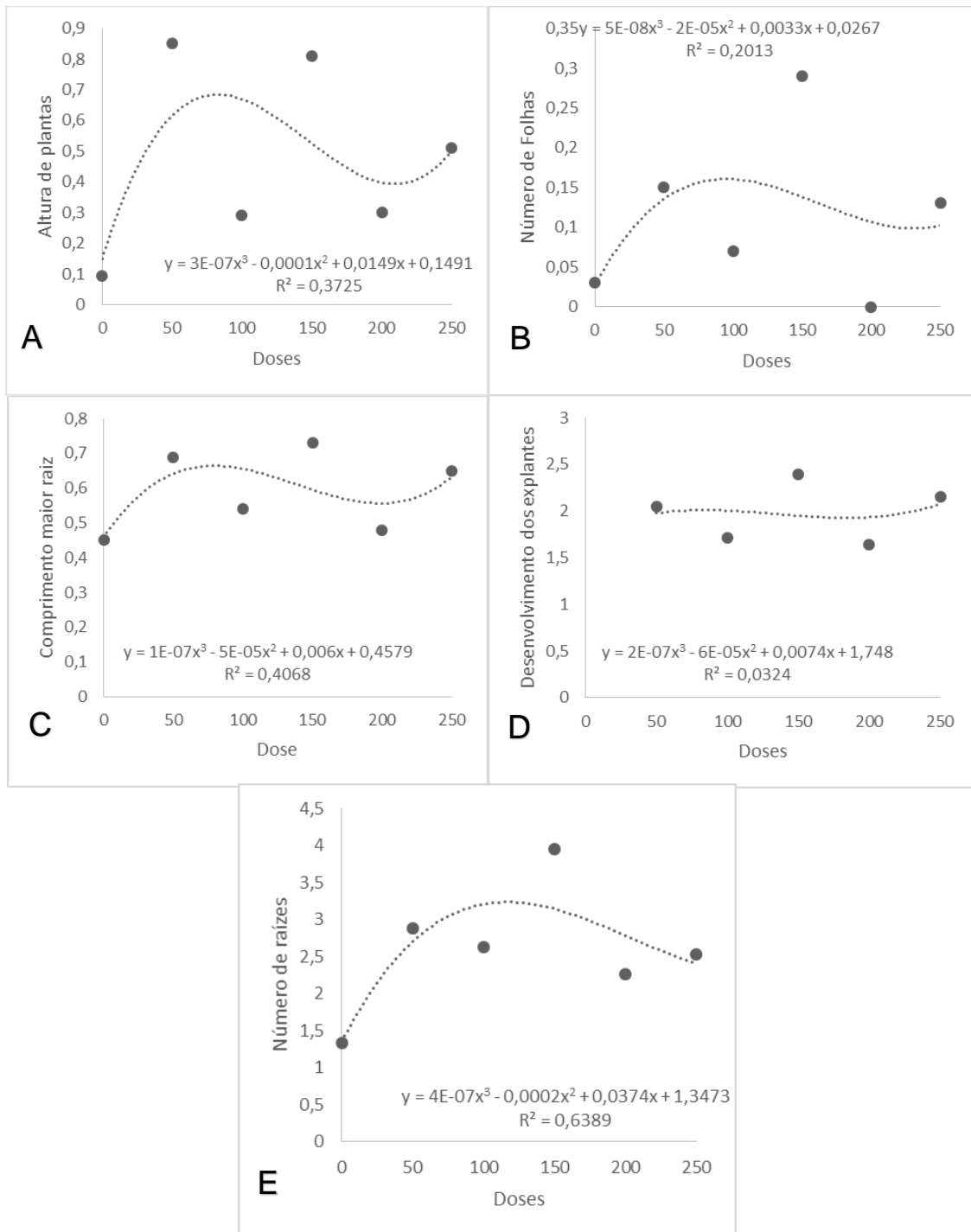
** , * e NS, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F.

Na figura 1-A é possível notar que para a variável ALT, a maior média foi observada na dose de 50 mL do extrato (0,85 cm). Já para as variáveis NF, CR, DES e NR (0,27, 0,75, 2,7 e 4,0 respectivamente) as melhores médias foram observadas

na dose de 150 mL do extrato (Figura 1-B, C, D, E e F). Filho (2019) estudando o enraizamento em estacas de amoreira preta observou que concentrações acima de 60% do bioextrato de *C. rotundus* favoreceram o nível de enraizamento em estacas de amoreira preta.

Avaliando o desdobramento da interação tripla (dose x parte da planta x avaliação) foi possível observar que os melhores resultados foram obtidos nas terceiras avaliações, como já era o esperado, e nos extratos provenientes dos bulbos das plantas de *C. rotundus* (exceto para a variável COR); as variáveis ALT e DES obtiveram os melhores resultados na dose de 50 mL do extrato, já a variável NR, foi na dosagem de 150 mL do extrato (tabela 11, 12 e 14). A variável COR obteve o melhor resultado na dose de 250 mL do extrato de parte aérea de plantas (tabela 13). Estes resultados se assemelham aos resultados encontrados por Silva et al. (2011), os autores observaram que o extrato de *C. rotundus* não afetou significativamente o número de folhas de cafeeiro quando comparado com a testemunha, observando também o efeito inibidor do enraizamento na maior dose (1200 g/L), ou seja, a ocorrência de alelopatia negativa em maiores concentrações.

Figura 2. Altura de plantas, número de folhas, comprimento da maior raiz, desenvolvimento dos explantes e número de raízes em função de doses dos extratos de tiririca.



Fonte: Próprio autor.

Para altura de plantas, na primeira e na segunda avaliação não houve diferença significativa dos extratos com a testemunha, já na última semana, os extratos que diferiram estatisticamente da testemunha foram os extratos de folha, nas doses de

100, 200 e 250 mL (4,509, 1,207 e 1,267 respectivamente) e o de bulbo na dose de 50 mL (2,277) (Tabela 11).

Tabela 11. Desdobramento da interação tripla para a variável altura de plantas (ALT).

		Altura de plantas				
		Avaliação (dias)				
		Parte	30	40	50	
Dose ^{1, 2, 3}	sig	Folha	NS	NS	**	
		Bulbo	NS	**	**	
Fator dose	50 ^{NS, NS, **}	Folha ^{**}	0,018 ^{ns} _{aB}	0,062 ^{ns} _{aB}	0,976 ^{ns} _{bA}	
		Bulbo ^{**}	0,040 ^{ns} _{aB}	0,200 ^{ns} _{aB}	2,277 [#] _{bA}	
	100 ^{NS, NS, **}	Folha ^{**}	0,000 ^{ns} _{aA}	0,166 ^{ns} _{aA}	4,509 [#] _{bA}	
		Bulbo ^{NS}	0,000 ^{ns} _{aB}	0,221 ^{ns} _{aB}	0,572 ^{ns} _{Aa}	
	150 ^{NS, NS, **}	Folha ^{**}	0,050 ^{ns} _{aB}	0,404 ^{ns} _{aB}	0,393 ^{ns} _{bA}	
		Bulbo ^{NS}	0,200 ^{ns} _{aC}	0,750 ^{ns} _{aB}	0,57 ^{ns} _{bA}	
	200 ^{NS, NS, NS}	Folha ^{**}	0,009 ^{ns} _{aB}	0,280 ^{ns} _{aAB}	1,207 [#] _{aA}	
		Bulbo ^{NS}	0,075 ^{ns} _{aB}	0,355 ^{ns} _{aAB}	0,585 ^{ns} _{aA}	
	250 ^{NS, NS, NS}	Folha ^{**}	0,000 ^{ns} _{aB}	0,446 ^{ns} _{aAB}	1,267 [#] _{Aa}	
		Bulbo ^{NS}	0,208 ^{ns} _{aB}	0,879 ^{ns} _{aAB}	0,838 ^{ns} _{aA}	
	Testemunha ^{NS}			0,000 _{aB}	0,036 _{aB}	0,245 _{aB}
	Regressão	Linear	Folha	0,001 ^{NS}	1,446 ^{NS}	0,044 ^{NS}
Bulbo			0,261 ^{NS}	3,716 ^{**}	119,652 ^{**}	
Quadrática		Folha	0,007 ^{NS}	0,074 ^{NS}	0,048 ^{NS}	
		Bulbo	0,006 ^{NS}	0,008 ^{NS}	17,645 ^{**}	
Cúbica		Folha	0,002 ^{NS}	0,044 ^{NS}	0,245 ^{NS}	
		Bulbo	0,002 ^{NS}	0,283 ^{NS}	11,968 ^{**}	
Desvio		Folha	0,022 ^{NS}	0,346 ^{NS}	8,467 ^{NS}	
		Bulbo	0,325 ^{NS}	2,555 [*]	32,049 ^{**}	

** , * e NS, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. ns,# não significativo e significativo a 5% pelo teste de Dunnet. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, nas colunas (minúscula) pelo teste F a 5% e nas linhas (maiúscula) pelo teste de Tukey a 5%.

Na variável COR é possível notar que os apenas o extrato de bulbo na dose de 250mL (2,538), na terceira avaliação diferiu da testemunha (Tabela 13). Os demais foram não significativos.

Tabela 12. Desdobramento da interação tripla para a variável Coloração das Folhas (COR).

		Coloração das folhas				
		Avaliação (dias)				
		Parte	30	40	50	
Dose ^{1, 2, 3}	sig	Folha	NS	NS	NS	
		Bulbo	NS	NS	**	
Fator dose	50 ^{NS, NS, **}	Folha ^{NS}	1,125 ^{ns} _{aB}	1,687 ^{ns} _{bB}	2,000 ^{ns} _{aB}	
		Bulbo ^{NS}	1,909 ^{ns} _{aB}	1,909 ^{ns} _{bB}	1,000 ^{ns} _{bB}	
	100 ^{NS, NS, *}	Folha [*]	1,440 ^{ns} _{aB}	2,000 ^{ns} _{bAB}	2,291 ^{ns} _{aB}	
		Bulbo ^{NS}	1,153 ^{ns} _{aB}	1,785 ^{ns} _{bB}	1,785 ^{ns} _{aB}	
	150 ^{NS, NS, NS}	Folha ^{NS}	1,480 ^{ns} _{aB}	1,880 ^{ns} _{bB}	1,916 ^{ns} _{aB}	
		Bulbo ^{NS}	1,238 ^{ns} _{aB}	1,272 ^{ns} _{bB}	1,363 ^{ns} _{aB}	
	200 ^{NS, NS, NS}	Folha ^{**}	1,333 ^{ns} _{aB}	2,238 ^{ns} _{bA}	1,380 ^{ns} _{aA}	
		Bulbo ^{NS}	1,650 ^{ns} _{aB}	1,800 ^{ns} _{bB}	2,400 ^{ns} _{aB}	
	250 ^{NS, NS, *}	Folha ^{**}	1,076 ^{ns} _{aB}	1,538 ^{ns} _{bAB}	2,500 ^{ns} _{aB}	
		Bulbo ^{**}	1,000 ^{ns} _{aB}	1,291 ^{ns} _{bB}	2,538 [#] _{bA}	
	Testemunha ^{NS}			1,000 _{aB}	1,454 _{aB}	1,818 _{aB}
	Regressão	Linear	Folha	0,077 ^{NS}	7,00 [*]	1,220 ^{NS}
Bulbo			2,845 ^{NS}	2,487 ^{NS}	21,811 ^{**}	
Quadrática		Folha	2,363 ^{NS}	0,273 ^{NS}	2,560 ^{NS}	
		Bulbo	0,336 ^{NS}	0,087 ^{NS}	0,009 ^{NS}	
Cúbica		Folha	0,051 [*]	0,261 ^{NS}	0,719 ^{NS}	
		Bulbo	5,885 ^{NS}	0,696 ^{NS}	0,096 ^{NS}	
Desvio		Folha	0,000 ^{NS}	0,556 ^{NS}	3,345 ^{NS}	
		Bulbo	0,179 ^{NS}	2,931 ^{**}	6,109 [*]	

** , * e NS, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. ns,# não significativo e significativo a 5% pelo teste de Dunnet. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, nas colunas (minúscula) pelo teste F a 5% e nas linhas (maiúscula) pelo teste de Tukey a 5%.

Na variável DES, é possível observar na segunda avaliação o único extrato que obteve diferença significativa foi o de bulbo na dose de 50 mL (2,772), se acordo com o teste de Dunnet. Já na terceira avaliação, os extratos de folhas nas doses de 100, 200 e 250 mL (4,450, 3,283 e 3,041, respectivamente) foram significativas, bem como o extrato de bulbo na dose de 50 mL (4,045) (Tabela 14).

Tabela 13. Desdobramento da interação tripla para a variável Desenvolvimento dos explantes (DES).

		Desenvolvimento				
			Avaliação (dias)			
		Parte	30	40	50	
Fator dose	Dose ^{1, 2, 3}	sig	Folha	NS	NS	**
			Bulbo	NS	NS	**
	50 ^{NS, NS, **}	Folha	NS	1,062 ^{ns} _{bb}	1,750 ^{ns} _{bb}	2,615 ^{ns} _{bb}
		Bulbo	**	1,090 ^{ns} _{Bb}	2,772 [#] _{bb}	4,045 [#] _{aA}
	100 ^{NS, NS, **}	Folha	**	1,000 ^{ns} _{bb}	1,416 ^{ns} _{bb}	4,450 [#] _{aA}
		Bulbo	**	1,000 ^{ns} _{bb}	2,000 ^{ns} _{bAB}	2,050 ^{ns} _{aA}
	150 ^{NS, NS, **}	Folha	**	1,080 ^{ns} _{bC}	2,200 ^{ns} _{bb}	2,082 ^{ns} _{bA}
		Bulbo	**	1,333 ^{ns} _{bC}	2,772 ^{ns} _{bb}	1,950 ^{ns} _{bA}
	200 ^{NS, NS, NS}	Folha	**	1,000 ^{ns} _{bb}	1,904 ^{ns} _{bA}	3,283 [#] _{bA}
		Bulbo	**	1,050 ^{ns} _{bb}	1,950 ^{ns} _{bA}	2,689 ^{ns} _{bA}
	250 ^{NS, NS, NS}	Folha	**	1,153 ^{ns} _{bb}	2,000 ^{ns} _{bAB}	3,041 [#] _{bA}
		Bulbo	**	1,666 ^{ns} _{bb}	2,666 ^{ns} _{bAB}	2,661 ^{ns} _{bA}
	Testemunha ^{NS}			1,000 _{aB}	1,545 _{aB}	1,909 _{aB}
	Regressão	Linear	1	0,062 ^{NS}	1,816 ^{NS}	0,008 ^{NS}
2			2,350 ^{NS}	4,529*	47,400**	
Quadrática		1	0,099 ^{NS}	0,065 ^{NS}	0,252 ^{NS}	
		2	0,741 ^{NS}	0,329 ^{NS}	0,297 ^{NS}	
Cúbica		1	0,015 ^{NS}	0,981 ^{NS}	0,104 ^{NS}	
		2	0,368 ^{NS}	1,502 ^{NS}	0,761 ^{NS}	

Desvio	1	0,129 ^{NS}	3,569 ^{NS}	13,089 ^{**}
	2	1,521 ^{NS}	6,753 [*]	25,024 ^{**}

^{**}, ^{*} e ^{NS}, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. ns,# não significativo e significativo a 5% pelo teste de Dunnet. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, nas colunas (minúscula) pelo teste F a 5% e nas linhas (maiúscula) pelo teste de Tukey a 5%.

É possível notar na tabela 14 que para número de raízes, na primeira e na segunda avaliação não houve diferença entre os extratos e a testemunha. Na terceira avaliação, apenas o extrato de bulbo na dose de 50 mL (7,00) diferiu da testemunha.

Para Lajús et al. (2007) a qualidade do sistema radicular é essencial para garantir o vigor das plantas, ou seja, quanto maior número de raízes primárias, maior o índice de sobrevivência, percentual de enraizamento e maior aproveitamento do material vegetativo futuramente.

De modo geral, o extrato de *C. rotundus* é capaz de promover incremento no desenvolvimento vegetal de plantas de batata doce cultivadas *in vitro*. Sua facilidade de obtenção e baixo custo de produção torna o extrato de *C. rotundus*, principalmente das folhas, um bioestimulante orgânico, eficiente e acessível aos mais diversos tipos de produção.

Tabela 14. Desdobramento da interação tripla para a variável número de raízes (NR).

		Número de raízes			
		Avaliação (dias)			
		Parte	30	40	50
Fator dose	Dose ^{1, 2, 3}	sig			
		Folha	NS	**	NS
	Bulbo	NS	**	**	
	50 ^{NS, NS, NS}	Folha*	1,312 ^{ns} _{aB}	1,727 ^{ns} _{bAB}	4,272 ^{ns} _{aA}
		Bulbo ^{NS}	1,636 ^{ns} _{aA}	3,538 ^{ns} _{bA}	7,000 [#] _{aA}
	100 ^{NS, *, NS}	Folha ^{NS}	0,960 ^{ns} _{aB}	3,041 ^{ns} _{bA}	2,333 ^{ns} _{bA}
		Bulbo ^{NS}	2,538 ^{ns} _{aA}	3,428 ^{ns} _{bA}	4,642 ^{ns} _{aA}
	150 ^{NS, NS, NS}	Folha ^{**}	2,200 ^{ns} _{aB}	1,954 ^{ns} _{bB}	5,200 ^{ns} _{aA}
		Bulbo ^{**}	2,714 ^{ns} _{aB}	4,583 ^{ns} _{aB}	4,625 ^{ns} _{aA}
	200 ^{NS, *, NS}	Folha ^{**}	0,700 ^{ns} _{aB}	1,200 ^{ns} _{bA}	1,950 ^{ns} _{bA}
		Bulbo ^{NS}	1,142 ^{ns} _{aB}	4,333 ^{ns} _{aA}	4,142 ^{ns} _{aA}
	250 ^{NS, **, **}	Folha ^{**}	0,153 ^{ns} _{aA}	1,200 ^{ns} _{bA}	2,083 ^{ns} _{bA}
		Bulbo ^{NS}	2,250 ^{ns} _{aB}	4,333 ^{ns} _{aAB}	5,692 ^{ns} _{aA}
	Testemunha ^{NS}			0,00 _{aB}	1,545 _{aB}
Regressão	Linear	Folha	8,530 ^{NS}	28,946 ^{NS}	83,497 ^{**}
		Bulbo	0,608 ^{NS}	0,417 ^{NS}	0,880 ^{NS}
	Quadrática	Folha	17,046 ^{NS}	18,774 ^{NS}	74,069 ^{**}
		Bulbo	0,930 ^{NS}	0,002 ^{NS}	24,143 ^{NS}
	Cúbica	Folha	4,350 ^{NS}	12,116 ^{NS}	17,058 ^{NS}
		Bulbo	29,970 ^{NS}	0,104 ^{NS}	22,542 ^{NS}
	Desvio	Folha	10,464 ^{NS}	64,794 ^{NS}	115,285 ^{NS}
		Bulbo	12,117 ^{NS}	0,621 ^{**}	11,591 ^{**}

** , * e NS, significativo a 1%, 5% e não-significativo, respectivamente, pelo Teste F. ns,# não significativo e significativo a 5% pelo teste de Dunnet. Médias seguidas pela mesma letra não diferem entre si, nas colunas (minúscula) pelo teste F a 5% e nas linhas (maiúscula) pelo teste de Tukey a 5%.

4.3 CONCLUSÃO

O extrato de folhas de tiririca na dose de 50 mL se mostrou eficiente para altura de plantas de batata doce cultivadas *in vitro*.

O extrato de folhas de tiririca na dose de 100 mL se mostrou eficiente para o desenvolvimento dos explantes, no entanto, são as doses em que as plantas desenvolveram as maiores quantidades de calos.

O extrato de bulbos de tiririca na dose de 250 mL obteve melhor resultado no fator coloração das folhas.

REFERÊNCIAS

- ALVES, C. P. *et al.* EFEITO DO EXTRATO AQUOSO DE TIRIRICA NO ENRAIZAMENTO E CRESCIMENTO DE HORTELÃ-DO-CAMPO *in vitro*. **Agroecologia e Produção Agrícola Sustentável**, p. 1-7, jan. 2017.
- AMARO, G. B.; FERNANDES, F. R.; SILVA, G. O.; MELLO, A. F. S.; CASTRO, L. S. A. de. Desempenho de cultivares de batata doce na região do Alto Paranaíba-MG. **Horticultura Brasileira**, Vitória da Conquista, v. 35, n. 2, p. 286-291, 2017.
- ANDRADE, S. R. M. **Princípios da cultura de tecidos vegetais**. Planaltina, DF: EMBRAPA Cerrados. 2002. 14p. (EMBRAPA, Doc 58).
- CARVALHO, A. C., TORRES, A. C., BRAGA., E. J. B., LEMOS, E. E., SOUZA, F. V., WILLADINO, L., CÂMARA, T. R. Glossário de Cultura de Tecidos de Plantas. **Plant Cell Culture and Micropropagation**, Lavras, v. 7. n.1, p. 30-60, 2011.
- ARAÚJO, F. C. M.; FAGUNDES, R. S.; MOREIRA, G. M. “Índice de germinação e protrusão primária das raízes de sementes de cenoura submetidas ao extrato de tiririca”. **Rev. Cultivando o Saber**, Cascavel, v.4, n.3, p.103-108, 2011.
- CÂMARA, F. M. M.; CARVALHO, A. S.; MENDONÇA, V.; PAULINO, R. C.; DIÓGENES, F. E. P. Sobrevivência, enraizamento e biomassa de miniestacas de aceroleira utilizando extrato de tiririca. **Com. Sci.**, Bom Jesus, v. 7, n. 1, p. 133-138, mar. 2016.
- CAMARGO, S. S.; RODRIGUES, D. B.; RODRIGUES, C.; ASSIS, A. M.; FARIA, R. T.; SCHUCH, M. W. Fitorreguladores e espectros de luz na micropropagação de *Oncidium baueri* Lindl. **Ciência Rural**, Londrina, v. 4, n. 11, p. 2007-2012, nov. 2015.
- CAMPOS, D. M. **Orquídea: manual prático de reprodução**. 3.ed. Rio de Janeiro: Expressão e Cultura, 2002. 143p.
- CARDOSO, J. C. Publicação em cultivo *in vitro* de plantas: qualidade para o avanço científico e tecnológico. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 32, n. 4, p. 383-384, dez. 2014.
- CARVALHO, J. M. F. C; ROCHA, R. W. C. **Curso de Cultivo de Tecidos Vegetais**. Campina Grande, PB: EMBRAPA. 2006. 24p. (EMBRAPA, Doc 157).
- CASAROTTO, J. **Conservação *in vitro* de morangueiros sob diferentes espectros de luz**,. 2019. 63 f. Dissertação (Mestrado) - Fisiologia e Biologia de Plantas. Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2019.
- CASSANA, F. F.; LIMA, C. S. M.; FALQUETO, A. R.; BACARIN, M. A.; BRAGA, E. J. B.; PETERS, J. A. Fluorescência das clorofilas em plantas de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) cultivadas *in vitro* e aclimatizadas. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, p. 867-869, 2007.

CAVALCANTE, J. A. et al. Bioativadores naturais no desempenho fisiológico de sementes de beterraba. **Revista de la Facultad de Agronomía**, v. 115, n. 2, p. 229-237, 2016.

CAVALCANTE, J. A. et al. Extrato aquoso de bulbos de tiririca sobre a germinação e crescimento inicial de plântulas de rabanete. **Revista Verde de Agroecologia e Desenvolvimento Sustentável**, v. 13, n. 1, p. 39-44, 2018.

Cocking, E.C. A Method for the Isolation of Plant Protoplasts and Vacuoles. **Revista Nature**, v.187, 962-963, 1960.

COUTO, M. **Propagação *in vitro* dos porta-enxertos híbridos de pessegueiro "Barrier" e "Cadman" (Prunus sp.)**. 2003. 83p. Dissertação (Mestrado em Agronomia - Fruticultura de Clima Temperado) - Faculdade de Agronomia Eliseu Maciel, Universidade Federal de Pelotas, 2003.

CREMONEZ, F. E.; CREMONEZ, P. A.; CAMARGO, M. P.; FEIDEN, A. Principais plantas com potencial alelopático encontradas nos sistemas agrícolas brasileiros. **Acta Iguazu**, v.2, Suplemento, p.70-88, 2013.

DAMIANO, C.; PALOMBI, M.A. La micropropagazione 20 anni dopo: innovazioni tecniche e ottimizzazione dei protocolli delle colture *in vitro*. **Rivista di Frutticoltura**, Bologna, v.62, n.2, p.48-55, 2000.

DAROS, M.; AMARAL JR.; A.T., PEREIRA, T.N.S.; LEAL, N.R.; FREITAS, S.P. Caracterização morfológica de acessos de batata-doce. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 20 p. 43-47, 2002.

DELAZARI, F. T.; FERREIRA, M. G.; SILVA, G. H.; DARIVA, F. DALPRÁ; FREITAS, D. S.; NICK, C. Eficiência no uso da água e acúmulo de matéria na batata-doce em função de lâminas de irrigação. **Irriga**, Botucatu, v. 22, n. 1, p. 115-128, 2017.

DEOMEDESSE, C. C. et al. Efeitos alelopáticos de extrato de tiririca na germinação de milho-doce, alface, pepino e corda-de-viola. **Magistra**, Cruz das Almas – BA, V. 30, p. 323-330, 2019.

DIAS, J. R. M. et al. ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE CAFEEIRO IMERSAS EM EXTRATO AQUOSO DE TIRIRICA. **Coffee Science**, Lavras, v. 7, n. 3, p. 259-266, dez. 2012.

EDMOND, J. B.; AMMERMAN, G.R. **Sweet potatoes: production processing marketing**. The Air Publishing Company. 1971, 334 p.

FERNANDES, F. R. **Limpeza clonal de batata-doce: produção de matrizes com elevada qualidade fitossanitária**. Brasília, DF: EMBRAPA/CNPH. 2013. (EMBRAPA/CNPH. Circular técnica, 117).

FERREIRA, M. A.; CALDAS L. S.; PEREIRA E. A. **Aplicações da cultura de tecidos no melhoramento genético de plantas**. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO J.

FILHO, J. B. M. **ASPECTOS TÉCNICOS, ECONÔMICOS E SOCIAIS DA PRODUÇÃO DE BATATA DOCE**. 2021. 66 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia Agrícola, Engenharia Agrícola, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2021.

FILHO, J. G. *et al.* EFEITO DO EXTRATO DE TIRIRICA NO ENRAIZAMENTO E DESENVOLVIMENTO INICIAL DA AMOREIRA-PRETA. **Revista Inova Ciência & Tecnologia**, Uberaba, v. 5, n. 1, p. 18-24, jan. 2019.

FLORES et al. Otimização da produção de plantas *in vitro* de cultivares da Ipomoea batatas. **Revista de Ciências Agrárias**, Portugal, v. 8, n. 38, p. 429-437, dez. 2015.

FRANCINEUMA, P. A. et al. Viabilidade econômica de sistemas de preparo do solo e métodos de controle de tiririca em algodoeiro: **Revista brasileira de engenharia agrícola e ambiental**. v.9, p.481-488, 2005.

HUAMÁN, Z. **Descriptors for sweet potato**. Peru: Centro Internacional de la Papa/Asian Vegetable Research and Development Center, 1992. 134p.

KOEFENDER, J. et al. Concentração de extrato de tiririca e tempo de imersão no enraizamento de estacas de fisális. **Holos**, Natal, v. 5, n. 33, p.17-26, 2017.

KOZAI, T., XIAO, Y., NGUYEN, Q. T., AFREEN, F., e ZOBAYED, S. M. Photoautotrophic (Sugar Medium Free) Micropropagation System for Large-Scale Commercialization. **Propagation of Ornamental Plants**, Sanremo, p. 23-34, 2005.

LAJÚS, C.R. et al. Ácido Indolbutírico no Enraizamento de Estacas Lenhosas de Figueira (*Ficus carica* L.). **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p.1107-1109, 2007.

LUCA, R.L.; MACEDO, A.F.; CECHINEL, V.F.; LAGE, C.L.S.; ESQUIBEL, M.A. Ação de diferentes faixas do espectro luminoso na otimização da produção de *Alternanthera brasiliana* L., uma planta medicinal. In: ENCUENTRO LATINOAMERICANO DE BIOTECNOLOGÍA VEGETAL, 4., 2001, Goiânia-GO. **Anais...** Goiânia: Redbio, 2001. 6p.

MAGALI, L. **Technical and economical evaluation of the alcohol production from cassava fibrous waste using pectinase as a complementary enzyme**. Botucatu ,São Paulo, 2004 . Tese de doutorado em Energia na Agricultura.

MANTELL, S. H.; MATTHEWS, J.A.; MCKEE, R. A. **Princípios de biotecnologia em plantas**: uma introdução à engenharia genética em plantas. Ribeirão Preto: Sociedade Brasileira de Genética, 1994. p. 101-181.

MASIERO, D. S. **Cultivo *in vitro* de Batata-Doce**. 2017. 82 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Fisiologia Vegetal, Universidade Federal de Pelotas, Pelotas, 2017.

MIRANDA, J.E.C. de; FRANCA, F.H.; CARRIJO, O.A.; SOUZA, A.F.; AGUILAR, J.A.E. **Cultivo de batata-doce (*Ipomea batatas* (L.))**. Brasília, DF, EMBRAPA/CNPQ, 1987. 7p. (EMBRAPA-CNPQ. Instruções Técnicas, 7).

MIRANDA, J.E.C. de; FRANCA, F.H.; CARRIJO, O.A.; SOUZA, A.F.; PEREIRA, W; LOPES, C. A. **Batata-doce (*Ipomea batatas* (L.))**. Brasília, DF, EMBRAPA/CNPQ, 1989. 19p. (EMBRAPA-CNPQ. Instruções Técnicas, 3).

MUDOLON, E. D.; GUIMARÃES, F. **FONTES DE LUZ NA GERMINAÇÃO ASSIMBIÓTICA E ESTABELECIMENTO INICIAL *in vitro* DE *Schomburgkia crispata* Lindl.** 2018. 28 f. TCC (Graduação) - Curso de Engenharia Agrônômica, Universidade Federal da Grande Dourados, Dourados, 2018.

MUNIZ, F. R. *et al.* QUALIDADE FISIOLÓGICA DE SEMENTES DE MILHO, FEIJÃO, SOJA E ALFACE NA PRESENÇA DE EXTRATO DE TIRIRICA. **Revista Brasileira de Sementes**, v. 29, n. 2, p. 195-204, jan. 2007.

NEVES, L. H. V. **MICROPROPAGAÇÃO *IN VITRO* DE BATATA DOCE [*IPOMOEA BATATAS* (L.) LAM.]**. 2020. 64 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Biodiversidade e Biotecnologia Vegetal, Universidade de Coimbra., Coimbra, 2020.

OLIVEIRA, M. K. T. *et al.* Multiplicação *in vitro* de batata-doce (*Ipomoea batatas* Lam). **Revista Caatinga**, Angicos, v. 21, n. 4, p.129-134, 2008.

OLIVEIRA, T. R. **INFLUÊNCIA DOS SUBCULTIVOS E DA QUALIDADE DA LUZ NA MORFOGÊNESE *IN VITRO* EM *Cedrela fissilis* VELL. (Meliaceae)**. 2017. 124 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Produção Vegetal, Universidade Estadual do Norte Fluminense Darcy Ribeiro, Campos dos Goytacazes -, 2017.

ONO, E.O.; RODRIGUES, J.D.; SANTOS, S.O. Efeito de fitoreguladores sobre o desenvolvimento de feijoeiro (*Phaseolus vulgaris* L.) cv Carioca. **Revista Biociências**, Taubaté, v.5, n.1, p.7-13, 1999.

PASQUAL, M.; HJOFFMANN, A.; RAMOS, J.D. **Cultura de tecidos vegetais: tecnologia e aplicações - introdução : fundamentos básicos**. Lavras : UFLA/FAPAE, 1997. 159p.

PASTRE, W. **Controle de tiririca (*Cyperus rotundus* L.) com aplicação de sulfentrazone e flazasulfuron aplicados isoladamente e em mistura na cultura da cana-de-açúcar**. 2006. 53f. Dissertação (Mestrado em Tecnologia da Produção Agrícola) – PósGraduação – IAC.

PEREIRA, E. O. ENRAIZAMENTO DE ESTACAS DE MARACUJAZEIRO CULTIVADAS EM DIFERENTES SUBSTRATOS E TRATADAS COM EXTRATOS DE TIRIRICA. **Nucleus**, Ituverava, v. 9, n. 2, p.93-102, 2012.

PEREIRA, J.E.S.; FORTES, G.R.L. Protocolo para produção de material propagativo de batata em meio líquido. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v. 38, n. 9, p.35-43, 2003.

PESTANA, C. M. D. **Efeitos do processamento sobre a disponibilidade de carotenoides, fenólicos totais e atividade antioxidante em quatro cultivares de batata-doce (*Ipomoea batatas* L.) biofortificados**. 2011. 88p. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia de Alimentos). Universidade de São Paulo, 2011.

RINCON, Maria Luciana. **VOCÊ SABIA QUE, CIENTIFICAMENTE, A COR ROSA NÃO EXISTE?** 2017. Disponível em: <https://www.megacurioso.com.br/fisica-e-quimica/39993-voce-sabia-que-cientificamente-a-cor-rosa-nao-existe-htm>. Acesso em: 20 ago. 2017.

ROCHA, P. S. G; OLIVEIRA, R. P.; SCIVIATTARO, W. B.; SANTOS, U. L. Diodos emissores de luz e concentrações de BAP na multiplicação *in vitro* de morangueiro. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 40, p. 22-28, 2010.

ROCHA, R. R.; INOUE, Tiago Yukio; DIPPLE, Fernanda Lourenço. **Batata-doce: Consumo em alta**. 2020. Disponível em: <https://revistacampoenegocios.com.br/batata-doce-consumo-em-alta/#:~:text=Os%20pa%C3%ADses%20em%20desenvolvimento%20s%C3%A3o,3%20t%2Fha%2D1..> Acesso em: 13 dez. 2021.

ROSSAROLLA, M. D. **Extrato de tiririca induz maior brotação em miniestacas de aceroleira**. VIII Congresso Brasileiro de Agroecologia – Porto Alegre/RS. Nov 2013.

SEMPREBOM, Thais. **Biotecnologia vegetal: como e por que cultivar plantas *in vitro*?** 2017. Disponível em: <https://profissaobiotec.com.br/biotecnologia-vegetal-como-e-por-que-cultivar-plantas-in-vitro/>. Acesso em: 20 dez. 2021.

SEON, J.H.; CUI, Y.Y.; KOZAI, T.; PAEK, K.Y. Influence of *in vitro* growth conditions on photosynthetic competence and survival rate of *Rehmannia glutinosa* plantlets during acclimatization period. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**, Londres, v. 61, p. 135–142, 2000.

SILVA, A.B.; PASQUAL, M.; TEIXEIRA, J.B.; ARAÚJO, A.G. Métodos de propagação do abacaxizeiro. **Pesquisa Agropecuária Brasileira**, Brasília, v.42, p.1257-1260, 2007.

SILVA, E. D. et al. Crescimento de mudas de cafeeiro imersas em extrato de tiririca. In: SIMPÓSIO DE PESQUISA DOS CAFÉS DO BRASIL, 7., 2011, Araxá, MG. **Anais**. Brasília: Embrapa - Café, 2011. p. 1 - 5.

SILVA, E. et al. **Crescimento de mudas de cafeeiro imersas em extrato de tiririca**. VII Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil, Araxá, 2011.

SILVA, E.C.; PINTO, C.A; SOUZADIAS, J.A.C; ARAÚJO, T.H. Uso de fitorreguladores em brotos destacados de batata-semente. **Horticultura Brasileira**, Brasília, v. 29, p. 504- 509, 2011.

SILVA, J. B. C.; LOPES, C. A.; MAGALHÃES, J. S. **Cultura da batata-doce (*Ipomoea batatas* L.)**. Brasília: EMBRAPA-CNPq, 2004. (Sistema de produção, n. 6). Disponível em: <<http://www.cnpq.embrapa.br/sistprod/batatadoce>>. Acesso em: 14 dez. 21.

SILVA, L.L.H. et al. Ácido indol acético e ácido indol butírico na clonagem de *Cnidioscolus quercifolius* pelo processo de macroestaquia. **Revista Verde**, v.8, n.1, p.90-96, 2013.

SILVA, R. G. V. **CARACTERIZAÇÃO FÍSICO-QUÍMICA DE FARINHA DE BATATA-DOCE PARA PRODUTOS DE PANIFICAÇÃO**. 2010. 76 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia, Itapetinga, 2010. SCHULTZ, A.R. Introdução ao estudo da botânica sistemática. 3 ed. Porto Alegre; Globo, 1968. v. 2.

SOUZA, A.S. **Efeitos da sacarose e do fotoperíodo na propagação *in vitro* da cv. ebano de amora-preta e dos porta-enxertos de macieira “MM.111” e pereira *Pyrus calleryana* Deene**. 36p. Dissertação (Mestrado em agronomia). Lavras, Universidade Federal de Lavras - UFLA, 1995.

SOUZA, E.D. **Cultura de meristemas e micropropagação para eliminação de vírus de batata-doce (*Ipomoea batatas* (L.) Lam) cv. Americana**. 1990. 61f. Dissertação (Mestrado em Fitomelhoramento), Universidade Federal de Pelotas, 1990.

Souza, M. F. EFEITO DO EXTRATO DE CYPERUS ROTUNDUS NA RIZOGÊNESE. **Revista de Ciências Agrárias**, Portugal, vol. 35, 1, jan/jun 2012.

SUDA, I.; YOSHIMOTO, M.; YAMAKAWA, P. Sweet potato potentiality: prevention for life style-related disease induced by recent food habits in Japan. **Foods and Food Ingredients Journal of Japan**, Kyoto, v. 181, p. 59-69, 1999.

TAIZ, L.; ZEIGER, E. **Fisiologia vegetal**. Porto Alegre: Artmed, 2009. 719 p.

TORRES A. C, CALDAS L. S.; BUZZO J. A. (Eds). **Cultura de Tecidos e Transformação Genética de Plantas**. v.1. e 2. Brasília, Embrapa, 864p. 1998.

TORRES, A.C.; BARBOSA, N.V.R.; WILLADINO, L.; GERRA, M.P.; FERREIRA, C.F.; PAIVA, S.A. V. **Meio e condições de incubação para cultura de tecidos de plantas**. Brasília: Embrapa Cenargen – Circular Técnica 24, 2001. 20p.

VAN OVERBEEK, J.; CONKLIN, Marie E.; BLAKESLEE, Albert Francis. Factors in coconut milk essential for growth and development of very young *Datura* embryos. **Science**, v. 94, n. 2441, p. 350-351, 1941.

VETORRAZZI, R. G. **Caracterização, Estabelecimento *In vitro* e Criopreservação De Variedades Locais De Batata-Doce (*Ipomoea Batatas* L. Lam)**. 2016. 101f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de plantas). Universidade Estadual do Norte Fluminense, 2016

VICTORIO, C. P.; KUSTER, R. M.; LAGE, C. L. S. Qualidade de Luz e Produção de Pigmentos Fotossintéticos em Plantas *In vitro* de *Phyllanthus tenellus* Roxb. **Revista Brasileira de Biociências**, Porto Alegre, v. 5, supl. 2, p. 213-215, jul. 2007.

ZHANG, L.M.; WANG, Q.M.; LIU, Q.C.; WANG, Q.C. Sweet potato in China. **Biology and biotechnology of sweet potato**. Oklahoma: Springer, 2009. 359p.

WOOLFE J. A. **Sweet potato: an untapped food resource**. Cambridge: Cambridge University, 1992. 643p.