

CENTRO UNIVERSITÁRIO DE GOIÁS – UNIGOIÁS
PRÓ-REITORIA DE ENSINO PRESENCIAL – PROEP
SUPERVISÃO DA ÁREA DE PESQUISA CIENTÍFICA – SAPC
CURSO DE AGRONOMIA

**DESENVOLVIMENTO *IN VITRO* DE MUDAS DE
ABACAXIZEIRO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE
VENTILAÇÃO**

ARTHUR ITALO DE OLIVEIRA
ORIENTADORA: DR.^a CAMILA DE MARILLAC COSTA NUNES

GOIÂNIA
Novembro/2020

ARTHUR ITALO DE OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO *IN VITRO* DE MUDAS DE
ABACAXIZEIRO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE
VENTILAÇÃO**

Monografia apresentada ao curso de Agronomia do
Centro Universitário Goiás – UNIGOIÁS como pré-
requisito para a obtenção do título de bacharelado.

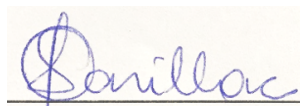
Orientador(a): Dra. Camila de Marillac Costa Nunes

GOIÂNIA
Novembro/2020

ARTHUR ITALO DE OLIVEIRA

**DESENVOLVIMENTO *IN VITRO* DE MUDAS DE
ABACAXIZEIRO SOB DIFERENTES SISTEMAS DE
VENTILAÇÃO**

Trabalho final de curso apresentando e julgado como requisito para a obtenção do grau de bacharelado no curso de Agronomia do Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS na data de 18 de novembro 2020.



Profa. Dra. Camila de Marillac Costa Nunes (Orientadora)
Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS

Profa. Dra. Leandra Regina Semensato
Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS

Prof. Dr. Renato Carrer Filho
Centro Universitário de Goiás – UNIGOIÁS

Dedico este trabalho primeiramente a Deus pela força e concentração. Aos meus pais, Fernando e Odília pelo apoio e por me motivarem a nunca desistir.

Agradeço primeiramente a Deus pela força e determinação durante todo o desenvolvimento do trabalho. À minha orientadora, Dra. Camila Marillac, pelo apoio, pela paciência, e sempre contar com sua presença. Também agradeço a meu amigo João Henrique Noleto, pelo companheirismo e ajuda desde o início deste projeto. E a todos que fizeram parte deste trabalho.

“Seja como um abacaxi fique sempre de pé use uma coroa e seja doce por dentro”

Autor desconhecido

RESUMO

Mudas de abacaxizeiro com melhor qualidade fitossanitária podem ser obtidas a partir da cultura de tecidos. Tradicionalmente, nesta técnica, as mudas se desenvolvem em frascos fechados, que contém um meio nutritivo constituído por diversos nutrientes essenciais para o desenvolvimento das mudas. Neste sistema, denominado heterotrófico, as trocas gasosas com o ambiente externo são mínimas e o acúmulo de gases no interior dos frascos pode afetar o desenvolvimento das plantas. Este trabalho teve como objetivo avaliar a influência do sistema de ventilação dos frascos sobre desenvolvimento *in vitro* mudas de abacaxizeiro cv. Pérola. O estudo foi realizado no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais do Centro Universitário de Goiás UNIGOIÁS (Uni-LCVT). O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos, sistema heterotrófico (sem ventilação) e mixotrófico (com ventilação), e vinte repetições de cada tratamento. Aos 90 dias, realizou-se avaliação do tamanho da parte aérea e da quantidade de raízes. Os dados foram submetidos à análise de variância, a 5% de probabilidade, e posteriormente comparados pelo teste de Tukey. As plantas cultivadas no sistema mixotrófico desenvolveram melhor que no sistema heterotrófico, tanto no que se refere à altura de plantas, quanto ao desenvolvimento do sistema radicular, indicando que a o sistema de ventilação do frasco influencia o desenvolvimento de mudas abacaxizeiro cv. Pérola obtidas *in vitro*.

Palavras-chave: Mixotrófico. Heterotrófico. Micropropagação. Cultura de tecidos.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	8
2	REFERENCIAL TEÓRICO	10
2.1	A IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO ABACAXI NO BRASIL	10
2.2	PROPAGAÇÃO CONVENCIONAL DE ABACAXIZEIRO	11
2.3	MICROPROPAGAÇÃO VEGETATIVA	13
2.4	INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE VENTILAÇÃO DO FRASCO NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS CULTIVADAS <i>IN VITRO</i>	14
3	MATERIAL E MÉTODOS	16
4	RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	17
5	CONCLUSÃO.....	20
	REFERÊNCIAS	21

1 INTRODUÇÃO

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* L.) é uma planta perene, originária das Américas de clima tropical, monocotiledônea e que pertence à família Bromeliaceae (NOGUEIRA *et al.*, 2019). O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de frutas tropicais e o maior produtor mundial de abacaxi. Dentre os estados brasileiros, o Pará destaca-se com o posto de maior produtor, seguido da Paraíba e Minas Gerais (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

Embora o Brasil seja um grande produtor e consumidor de abacaxi, alguns problemas podem afetar a produção, impedindo a expansão de seu cultivo, entre os quais, está a fitossanidade (NORONHA *et al.*, 2016). Independentemente de sua importância econômica, a cultura do abacaxi merece destaque pela sua condição de atividade absorvedora de mão-de-obra no meio rural, contribuindo para a geração de empregos (OLIVEIRA; NATALE; DORIA, 2013).

O abacaxizeiro é uma planta que se propaga por meio vegetativo, o qual proporciona maior produtividade, por transmitir o patrimônio genético da planta matriz, essa técnica promove a incidência de pragas, doenças e viroses (NOGUEIRA *et al.*, 2019). A utilização de mudas sadias assegura a qualidade do material propagativo utilizado e, conseqüentemente, o bom desenvolvimento do plantio e baixa incidência de problemas fitossanitários, com isso visa evitar e diminuir a proliferação de pragas e doenças (DE SOUZA *et al.*, 2015).

Para assegurar que as mudas apresentem uma boa sanidade, foi desenvolvida a micropropagação vegetativa ou propagação *in vitro*, representada por uma técnica da cultura de tecidos, sendo uma das técnicas com maior destaque na perpetuação das espécies vegetais. Essa técnica visa a obtenção de plantas em um curto espaço de tempo e espaço reduzido para sua proliferação, promovendo mudas livres de contaminação (DE PAULA., 2018).

A técnica da micropropagação possui etapas que se inicia desde a obtenção da planta mãe, o estabelecimento *in vitro*, multiplicação até o estabelecimento das micro plantas no campo. Segundo de Paula (2018) as plantas respondem de formas diferentes conforme cada espécie e, segundo a forma que cada uma será aclimatizada, desde o tipo e dosagem de regulador de crescimento, fonte de luz que será utilizada e a forma de ventilação que cada planta irá receber.

Os sistemas de ventilação das plantas durante o cultivo *in vitro* se diferem entre heterotrófico (sem ventilação) e mixotrófico (com ventilação), o qual cada espécie tem

um comportamento diferente em relação ao meio ao ser desenvolvido. Em algumas espécies como em orquídeas o sistema heterotrófico promove um melhor desenvolvimento em relação ao mixotrófico (SILVA, 2018). E no abacaxi em sistema de ventilação natural ou mixotrófico promove um melhor crescimento em *in vitro*, fazendo que cada espécie tenha desenvolvimento diferentes em cada sistema (SILVA *et al.*, 2014). O presente trabalho tem como objetivo avaliar a influência do sistema de ventilação dos frascos sobre desenvolvimento *in vitro* mudas de abacaxizeiro cv. Pérola em cultura de tecidos *in vitro*.

2 REFERENCIAL TEÓRICO

2.1 A IMPORTÂNCIA DA CULTURA DO ABACAXI NO BRASIL

O abacaxizeiro (*Ananas comosus* L.) é uma planta perene, originária das Américas e que pertence à família Bromeliaceae. O Brasil é um dos maiores produtores mundiais de frutas tropicais e o maior produtor mundial de abacaxi (MORGADO; AQUINO; TERRA, 2004). Dentre os estados brasileiros, o Paraíba destaca-se com o posto de maior produtor, seguido de Mina Gerais e posteriormente Pará (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

Esta cultura apresenta importância econômica e social para milhares de produtores familiares dos mais variados estados brasileiros. O estado de Goiás é o sexto maior produtor da cultura, produzindo em 2017, aproximadamente, 60,1 mil frutos (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2017).

As variedades mais produzidas em Goiás são Pérola e Smooth Cayenne, as quais possuem frutos com bom aspecto, destinados ao consumo in natura e à industrialização, respectivamente. Segundo dados do Instituto brasileiro de geografia e estatística (2019), Jaraguá é a cidade no estado de Goiás que mais produz abacaxi, sendo que em 2018, chegou ao patamar de 17.2 toneladas de abacaxi produzido.

As frutas exercem, um papel importante na alimentação humana por serem fontes de vitaminas, minerais e fibras, o qual são altamente perecíveis por apresentar alto teor de umidade, sendo que no período pós-colheita o armazenamento seja refrigerado ou processado o mais rápido para reduzir perdas do material. O abacaxi é climatérico, sendo que no momento de colheita deverá estar completamente maduro, pois ao sair da planta perde a capacidade de amadurecer. O consumo do abacaxi promove tanta de forma in natura como em produtos industrializados, sendo produção de sulcos, pedaços em caldas, cristalizados e aguardente (GUIMARÃES *et al.*, 2014).

Embora o Brasil seja um grande produtor e consumidor de abacaxi, alguns problemas podem afetar a produção, impedindo a expansão, entre os quais, está a fitossanidade (NORONHA *et al.*, 2016). Independentemente de sua importância econômica, a cultura do abacaxi merece destaque pela sua condição de atividade absorvedora de mão-de-obra no meio rural, contribuindo para a geração de empregos, contribuindo com associações e cooperativas de beneficiamento e transformação de produtos do abacaxi (OLIVEIRA; NATALE; DORIA, 2013).

Além de contribuir com associações e cooperativas de beneficiamento e transformação de produtos de abacaxi. A produção de abacaxi vem aumentando cada dia

mais, segundo Instituto brasileiro de geografia e estatística (2019), em 2018 no estado de Goiás, obteve uma produção de 36.768 toneladas de frutos, enquanto no em todo território brasileiro produziu 1.766.986 toneladas de abacaxi, colocando Goiás em 110 no ranking do país de produção de abacaxi.

2.2 PROPAGAÇÃO CONVENCIONAL DE ABACAXIZEIRO

O abacaxizeiro é uma planta que se propaga por meio vegetativo, o qual proporciona maior produtividade, por propagar em si o patrimônio genético da planta matriz. Em sua reprodução, no geral são produzidas quatro tipo de mudas convencionais sendo elas chamadas de rebentões (aéreos e subterrâneos), localizados no caule ou no talo; filhotes rebentões, na região de inserção do pedúnculo no caule ou no talo; filhotes, (Figura 1) no ápice do pedúnculo/abaixo da base do fruto; e coroas, no ápice do fruto, também é possível obter mudas através de métodos de seccionamento do caule, destruição do meristema apical, tratamento químico durante a diferenciação floral (DE MATOS *et al.*, 2018).

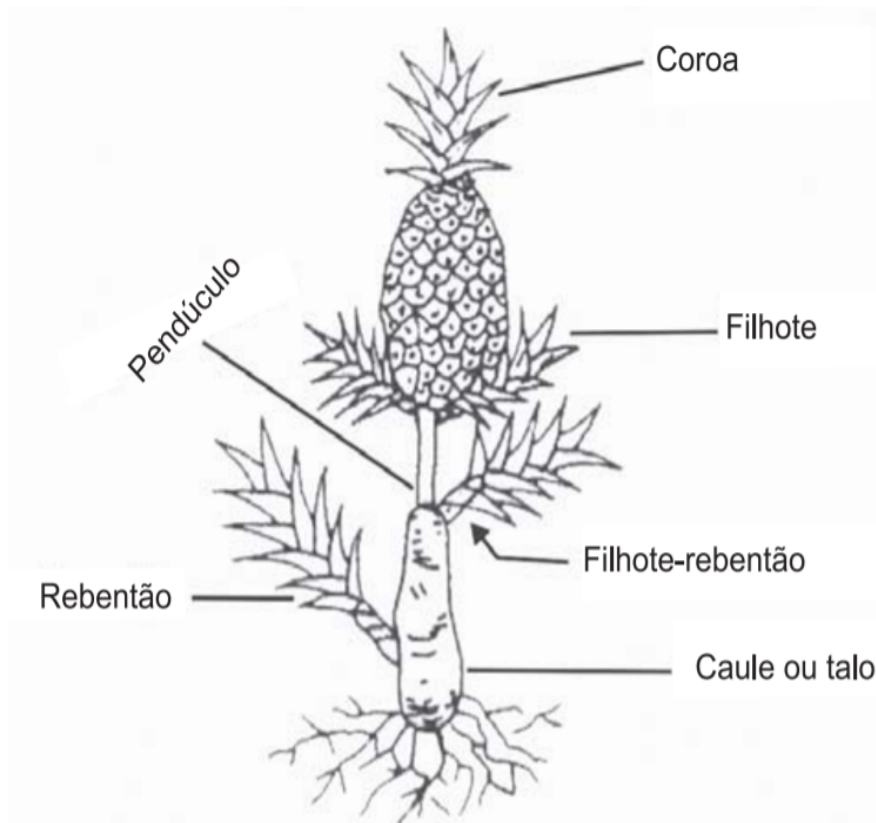


Figura 1. Esquema de um abacaxizeiro mostrando os diversos tipos de mudas convencionais.

Fonte: Reinhardt; Da Cunha (2006).

A utilização de mudas sadias assegura a qualidade do material propagativo utilizado e, consequentemente, o bom desenvolvimento do plantio e baixa incidência de problemas fitossanitários, com isso visa evitar e diminuir a proliferação de pragas e doenças (DE SOUZA *et al.*, 2015). Em um contexto geral, as mudas são um subproduto da lavoura, que podem ou não apresentar os padrões de qualidade para que possam prosseguir com novos plantios comerciais, principalmente ao que diz respeito aos aspectos fitossanitários (DE MATOS *et al.*, 2018).

Diversos aspectos proporcionam aumento na população de pragas e doenças, como cultivos excessivos nas mesmas áreas, plantios em vários estádios de desenvolvimento, na mesma região, durante todo o ano e também a produção de frutas durante todo o ano (DE MATOS *et al.*, 2018). Além disso, há de se considerar que mudas convencionais, produzidas em condições de campo, são agentes disseminadores de pragas, doenças e de sementes de plantas daninhas.

Com relação as doenças que assolam o cultivo do abacaxizeiro, a fusariose é umas das mais prejudiciais, pois o fungo *Fusarium subglutinas* infecta as mudas e plantas em desenvolvimento vegetativo. A podridão do olho, causada pelo fungo *Phytophthora nicotiana*, causa perdas e prejuízos significativos nas áreas de produção, a incidência de altas precipitações pluviométricas, uso inadequado de indutores de floração e uso de adubação, podem levar ferimentos no olho e na base da planta, levando a entrada do patógeno, ocasionando à morte da planta (NOGUEIRA; SIVIERO, 2018).

A podridão apical da planta, a podridão negra ou podridão mole causada pelo fungo *Ceratocystis paradoxa* uma doença causada pós-colheita se as condições ambientais, armazenamento e de transporte forem favoráveis para tal proliferação do fungo. A queima solar que é uma anomalia fisiológica, ou seja, uma doença abiótica provocada por exposição excessivas dos raios solares, também ocasionada pelos longos períodos de seca e até deficiência nutricional (NOGUEIRA; SIVIERO, 2018).

O estabelecimento de uma doença na cultura se promove pela integração de três componentes, que são hospedeiro, presença de pragas e doenças na área e ambiente favorável para a proliferação das pragas e doenças. A fusariose promove cerca de 80% de perdas na produção de frutos além de infectar mudas, a podridão do olho causa prejuízos principalmente em solos sujeitos a encharcamento na fase do plantio, na podridão negra uma doença pós-colheita que o fungo penetra via ferimento do pedúnculo, provocando uma lesão amarela na base para o ápice do fruto (NORONHA; DE MATOS; SANCHES, 2015).

2.3 MICROPROPAGAÇÃO VEGETATIVA

A micropropagação vegetativa ou propagação *in vitro* é uma aplicação da cultura de tecidos, a qual consiste em fornecer macronutrientes e micronutrientes essencial para planta se desenvolver. A técnica de maior impacto e resultados concretos, pois engloba várias etapas, desde o estabelecimento *in vitro* até seus enraizamentos, associada a aclimatização ideal para a planta (DE PAULA, 2018).

As produções das mudas muitas são interferidas pelo seu custo, por trazer aspectos negativos, dentre eles podemos citar um investimento inicial para sua produção. Levando em conta que são produzidas apenas em ambiente controladas, no caso em laboratórios especializados para a cultura *in vitro*, sendo uma estrutura sofisticada tornando assim mudas mais caras. O sistema mixotrófico pode ser uma possibilidade para baratear sua produção, por proporcionar um tempo menor dentre dos laboratórios (DE SOUZA *et al.*, 2015).

Para a realização da micropropagação a escolha da planta matriz, da qual se retiram o explante que são levadas para propagação *in vitro* é uma das etapas mais importantes de todo o processo. O processo de desinfestação é de fundamental importância para o cultivo *in vitro* para minimizar a contaminação microbiana, com isso existem protocolos de esterilização, desde o uso de hipoclorito de sódio, e em alguns casos uso de antibióticos ao meio de cultura (PEREIRA, BOLIANI, DE SOUZA CORRÊA, 2015).

No processo de formação da micropropagação existem vários tipos de meio de cultura, o qual pode-se citar meio de cultura MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962). A produção do meio de cultura MS consiste na formação de macronutrientes e micronutrientes, através de soluções químicas juntamente relacionadas com alguns reagentes como sacarose, mio-inositol e gelificado com ágar e pH ajustado para 5,7, após esse processo o meio é levado para autoclavagem onde esse processo permite desinfestar qualquer microrganismo que leva a contaminação do meio MS. A fase aclimatização das plantas, consiste na desinfestação do explante para posteriormente serem transferidas para o meio de cultura, uma mistura balanceada de macro e micronutrientes, o qual se não desinfestar as plantas pode provocar a infestação dos materiais, gerando a perda do material micropropagado (FUZITANI, NOMURA, 2004).

Condições essenciais apropriadas ao desenvolvimento podem ser fornecidas em laboratórios como o controle de luz, temperatura e umidade, para gerar cada vez mudas mais saudáveis (MONFORT *et al.*, 2015). Uma etapa a ser levada em conta durante o

processo de micropropagação seria a possibilidade de trocas gasosas dentro do frascos para não provocar uma alta umidade para a planta de condições *in vitro*, durante todo o processo as plantas são mantidas em condições de ambiente controlada, para que a muda tenha o mínimo de prejuízos.

Uma das etapas a qual deve realizar com mais cuidados é a aclimatização, por causa da dificuldade em transferir plantas em condições *in vitro* para a casa de vegetação com objetivo de superar as dificuldades da troca de ambientes, antes de serem levada para campo (DE ALMEIDA *et al.*, 2015). As mudas propagadas *in vitro* devem ser aclimatizadas corretas, pois são mudas inaptas a exposição de fatores ambientais. O processo que as mudas devem passar é fundamental para seu desenvolvimento no campo, as mudas são aclimatizadas em temperatura e luminosidade controlada para que permita sua adaptação ao ambiente *ex vitro*, para que a planta se torna autótrofa e consiga após esse processo receber a exposição dos fatores ambientais. Assim mudas micropropagadas podem ser afetadas por fatores ambientais e pelo padrão morfológico de cada espécie (GONÇALVES *et al.*, 2019).

2.4 INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE VENTILAÇÃO DO FRASCO NO DESENVOLVIMENTO DE PLANTAS CULTIVADAS *IN VITRO*

Alguns fatores podem influenciar no processo de formação das mudas produzidas *in vitro*, como a aclimatização realizada, como as formas de ventilação a ser usadas. Com orquídeas *denphal*, o qual analisou que o sistema de ventilação natural, propiciou a planta um maior diâmetro do pseudobulbo e o número de brotos, no qual a realização de trocas gasosas, permite a eliminação do etileno para o meio externo, contribuindo para o aumento do diâmetro dos pseudobulbos, sendo a ventilação natural melhor para o desenvolvimento das mudas, analisados em estudos realizados por Ribeiro (2019).

No sistema heterotrófico, o qual não possibilita trocas gasosas, as mudas são mantidas em frascos onde não conseguem fazer trocas gasosas com o ambiente, fazendo com que os carboidratos exógenos são suas únicas fontes de energia para o desenvolvimento do vegetal (KOZAI *et al.*, 2005 apud CARDOSO, 2015). Porém, a vedação acumula gases em seu interior como exemplo o gás etileno, favorecendo o excesso de umidade, resultando em alterações morfológicas, baixa taxa de crescimento entres outras (CARDOSO, 2015).

No sistema mixotrófico acontece a ventilação dentro dos frascos, sendo a ventilação normaliza assim a transpiração do vegetal e faz com que os estômatos se

tornem funcionais (SILVEIRA *et al.*, 2015). O aumento da ventilação dentro dos frascos se promove no uso de membranas ou filtros de papel colocadas sobre furos na tampa do frasco, o qual possibilita trocas gasosas sem a entrada microrganismo patogênicos (MENDES *et al.*, 2015).

No cultivo de *Cohniella cepula* o sistema de ventilação heterotrófico proporcionou o desenvolvimento da parte área e das raízes das plantas melhor em comparação ao sistema mixotrófico. Entendendo que a *C. cepula* seja uma espécie exigente nutricionalmente, desenvolvendo melhor em altas quantidades de macronutrientes, fazendo o sistema heterotrófico ser mais indicado para essa espécie (SILVA, 2018).

O abacaxi cv. Imperial, obtidos a partir das gemas axilares, em sistema mixotrófico se mostrou diferente em comparação ao heterotrófico. O desenvolvimento em ambiente mixotrófico promove um maior comprimento da parte aérea, promove também prevenir distúrbios fisiológicos por reduzir a umidade relativa do ar , fazendo com que o sistema mixotrófico promove um melhor crescimento *in vitro* de plantas de abacaxizeiro e alterações positivas na anatomia da planta, sendo melhor comparados ao sistema heterotrófico (SILVA *et al.*, 2014).

3 MATERIAL E MÉTODOS

O presente estudo foi realizado no Laboratório de Cultura de Tecidos Vegetais do Centro Universitário de Goiás UNIGOIÁS (Uni-LCVT). Plantas com altura de 1,5 cm, previamente obtidas a partir de gemas axilares de abacaxizeiro cv. Pérola e cultivadas em meio MS (MURASHIGE; SKOOG, 1962), sob o sistema convencional (heterotrófico), foram repicadas e cada uma foi transferida para frascos de 200 mL, contendo 30 mL de meio MS acrescido de 0,1 g L⁻¹ de mio-inositol, 30 g L⁻¹ de sacarose, gelificado com 7 g L⁻¹ de ágar e pH ajustado para 5,7, antes os frascos foram para autoclavagem realizada a 121°C à 1,5 atm., por 20 min para eliminar qualquer forma de microrganismo existentes nos frascos.

Para o estabelecimento do sistema heterotrófico, os frascos foram vedados com tampas de polipropileno, envolvidas externamente com plásticos filme. Para montagem do sistema mixotrófico, foi realizado um furo no centro da tampa de polipropileno de, aproximadamente, 8 mm, o qual foi coberto por duas camadas de fita microspore, intercalada com uma camada de fita veda rosca, conforme ilustrado na Figura 2.

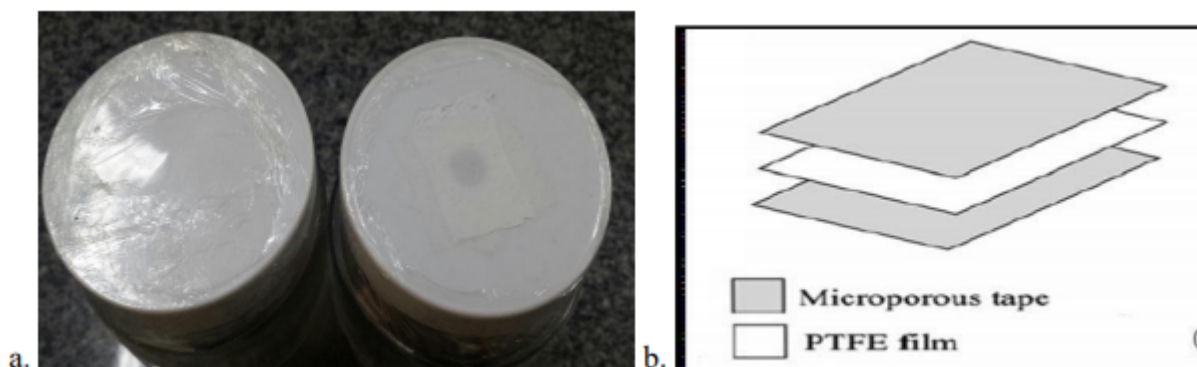


Figura 2. Tipos de vedações utilizados no cultivo *in vitro* de abacaxi cv. Pérola.

Fonte: a. Silva (2018); b. Saldanha *et al.* (2012).

Após a vedação, os frascos, foram acondicionados em sala de crescimento com temperatura de 24°C e fotoperíodo de 16 h diárias. O delineamento experimental utilizado foi o inteiramente casualizado, com dois tratamentos (sistema heterotrófico e mixotrófico) e vinte repetições de cada tratamento.

Aos 90 dias de cultivo *in vitro* foi realizada a medição da altura das plantas, com a utilização de um paquímetro analógico, e a contagem do número de raízes por planta. Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias foram comparadas pelo teste de Tukey, a 5% de probabilidade.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados referentes à análise de variância estão ilustrados na Tabela 1, mostraram efeitos significativos dos sistemas de ventilação sobre a altura e número de raízes de plantas de abacaxizeiro cv. Pérola, aos 90 dias de cultivo *in vitro*. Estes resultados indicam que, para esta cultivar, o sistema de ventilação influencia no desenvolvimento da planta.

Tabela 1. Resumo da análise de variância referente à altura de plantas (cm) e número de raízes/planta em abacaxizeiro cv. Pérola, aos 90 dias de cultivo *in vitro*, sob dois tipos de sistema de ventilação dos frascos: heterotrófico e mixotrófico.

F.V.	GL	Quadrados médios	
		Altura de plantas (cm)	Número de raízes /planta
Sistemas	2	22,5000**	198,025**
Resíduo	38	0,5406	5,709
Média	-	4,07	5,03
CV%	-	18,07	47,55

** : significativo a 1% de probabilidade, respectivamente, pelo teste F.
Fonte: Autor (2020).

Nos processos que envolvem a produção de mudas de abacaxizeiro, a qualidade das mudas obtidas é determinada através das características morfológicas, fisiológicas e genéticas. Para que se obter mudas com boa qualidade, isto é, com características agronomicamente favoráveis, como mudas de alta qualidade, livres de doenças como fusariose e livres de pragas, ambientes controlados são requeridos. Segundo Silveira (2015), mudas estabelecidas em sistema heterotrófico, podem apresentar excesso de umidade, observado através de gotículas de água condensadas no interior dos frascos. Este processo resulta em plantas com baixo crescimento, dificuldade de enraizamento, folhas reduzidas, o que também foi verificado nas plantas de abacaxizeiro cv. Pérola do presente estudo, aos 90 dias de cultivo *in vitro*.

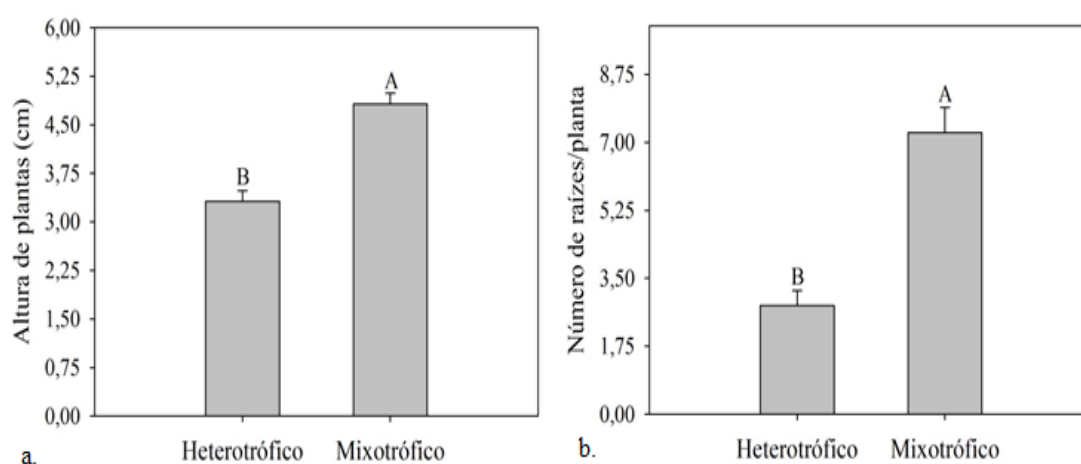
No sistema mixotrófico, a presença do orifício feito na tampa, mesmo coberto com as camadas de fitas micropore, possibilita a saída de gases e entrada de oxigênio. O oxigênio é o principal fator ambiental que determina a rota que a planta deve seguir. Na presença do oxigênio, o piruvato, que é um intermediário-chave no metabolismo energético celular e utilizado em várias vias metabólicas, é oxigenado a dióxido de carbono, fazendo que a glicólise seja a fase inicial da respiração (RAVEN, EVERT, EICHHORN; 2007).

No presente estudo, observa-se que o sistema mixotrófico promoveu um melhor desenvolvimento das plantas, tanto em altura, quanto em números de raízes, como ilustrado na Figura 3. Além disso, pôde-se observar que as plantas cultivadas sob sistema mixotrófico apresentaram menor acúmulo de água nos tecidos, o que, provavelmente, diminuiu a probabilidade de distúrbios fisiológicos, como hiperidricidade (VASCONCELOS *et al.*, 2012).

A hiperidricidade é uma anomalia proveniente de mudas cultivadas em meio semi-sólido ou líquido, onde ocorre um acúmulo anormal de água presente dentro dos tecidos da planta, interferindo na fotossíntese, transpiração e respiração celular (FERREIRA TOMAS *et al.*, 2012). Plantas que estão cultivadas *in vitro*, sofrem estresses e processos metabólicos gerando estresse oxidativo, o qual é o desequilíbrio entre as espécies reativas de oxigênio (HORN *et al.*, 2016).

Os dados encontrados no presente estudo estão de acordo com os realizados por dos Santos Mendes *et al.* (2015), os quais observaram resultados melhores quando as plantas de abacaxizeiro foram cultivadas em sistema mixotrófico.

O sistema mixotrófico promoveu um melhor desenvolvimento da planta, por favorecer uma melhor fotossíntese do explante, pois ocorrem a ventilação dentro dos frascos, normalizando a transpiração do vegetal fazendo seus estômatos mais funcionais (SILVEIRA, 2015). Os frascos que apresentam ventilação, possibilitam condições semelhantes ao ambiente externo, promovendo um melhor crescimento radicular.



Médias seguidas de mesma letra não diferem entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.

Figura 3. a. Alturas de plantas (cm); b. Número de raízes/planta em abacaxizeiros pérola aos 90 dias de cultivo sob dois tipos de sistema de ventilação de frascos (heterotrófico e mixotrófico). Barras representam o erro padrão de médias.

Fonte: Autor (2020).

No que se refere à altura e aos números de raízes pelas análises de variância o sistema mixotrófico promoveu um melhor desenvolvimento das plantas, pela eficiência das trocas gasosas, com o meio externo. Segundo Kozai; Kubota (2005) em experimentos heterotróficos, o qual vem de carboidratos exógenos são sua única fonte de energia, promovem ambientes com excesso de umidade, baixa disponibilidade de gás carbônico e acúmulo de gases, como etileno, dificultam a formação de novas folhas e as raízes atrapalham sua atividade estomática.

No sistema heterotrófico, como há vedação total dos frascos, pode ocorrer acúmulo de gases tóxicos à planta, como o etileno, prejudicando o desenvolvimento de algumas espécies. Além disso, com a impossibilidade de o oxigênio sair de dentro do frasco, os carboidratos exógenos podem fazer com que a planta tenha suas funções fisiológicas comprometidas, não produzindo, por exemplo, ATP (adenosina trifosfato), que é a principal forma de energia química (RAVEN, EVERT, EICHHORN; 2007).

As plântulas que desenvolveram em sistema heterotrófico apresentaram quantidades reduzidas de raízes e menor altura de plântulas (Figura 3). Sugere-se que maior umidade do ar, devido à presença de partículas condensadas no interior dos frascos, desfavoreça o desenvolvimento das plantas, pois a presença de carboidratos exógenos, interfere no processo de desenvolvimento das plântulas em cultivo *in vitro*. Aitken-christie *et al.*, (1995) apud Silveira (2015) argumenta que as trocas gasosas são essenciais para o aumento da taxa de transpiração, causando o aumento da absorção de água e nutrientes no cultivo *in vitro*.

A presença de ventilação nos frascos pode ou não influenciar no desenvolvimento de certas espécies. Silva (2018), por exemplo, conduziu um estudo com as espécies de orquídeas *Lockhartia goyazensis* e *Cohniella cepula*, no qual verificou melhor desenvolvimento das plantas em sistema heterotrófico do que em sistema mixotrófico. Assim, observa-se que um melhor desenvolvimento de plantas cultivadas *in vitro* pela presença de ventilação no frasco é específico para cada espécie, sendo necessária a realização de testes.

5 CONCLUSÃO

O sistema de ventilação do frasco interfere no desenvolvimento de plantas de abacaxizeiro cv. Pérola cultivadas *in vitro*, sendo o sistema mixotrófico indicado na obtenção de mudas desta espécie. As plantas cultivadas sob este sistema apresentaram maior quantidade de raízes e desenvolvimento da parte aérea, sendo, portanto, mais adequado que o sistema heterotrófico.

REFERÊNCIAS

- CARDOSO, Marcos de Castro. **Impacto de um programa de exercícios no local de trabalho sobre o nível de atividade física e o estágio de prontidão para a mudança de comportamento**. 2015. 78 f. Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas.) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015. Disponível em: https://files.cercomp.ufg.br/weby/up/237/o/Marcos_Cardoso.pdf. Acesso em: 6 nov. 2020.
- DE ALMEIDA, Nicolle Moreira *et al.* Produção de mudas micropropagadas de mandioca (*Manihot esculenta* Crantz) em larga escala: uma inovação tecnológica. In: **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE MANDIOCA, 16.; CONGRESSO LATINO-AMERICANO E CARIBENHO DE MANDIOCA, 2015, Foz do Iguaçu. Integração: segurança alimentar e geração de renda: anais. Foz do Iguaçu: SBM, 2015. 1 CD-ROM., 2015.
- DE MATOS, Aristoteles Pires *et al.* Sistema orgânico de produção de mudas de abacaxi. **Embrapa Mandioca e Fruticultura-Circular Técnica (INFOTECA-E)**, p. 11, 2018.
- DE PAULA, Mariana Silva Pereira de Paula. **CARACTERIZAÇÃO BIOMÉTRICA, CULTIVO E CONSERVAÇÃO IN VITRO DE BARUEIRO DE OCORRÊNCIA NATURAL DO CERRADO GOIANO**. 2018. 93 f. Dissertação (Pós-graduação em Agronomia –, área de concentração em Fitotecnia) - Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufu.br/bitstream/123456789/21464/1/Caracteriza%C3%A7%C3%A3oBiometricaCultivo.pdf#page=33>. Acesso em: 8 jun. 2020.
- DE SOUZA, Juliana Aparecida *et al.* CUSTO DE PRODUÇÃO DE MUDAS DE ABACAXIZEIRO MICROPROPAGADAS. **Cultura Agrônômica: Revista de Ciências Agronômicas**, v. 24, n. 1, p. 45-52, 2015.
- DOS SANTOS MENDES, Patricia *et al.* Cultivo in vitro de plântulas de abacaxizeiro com uso de filtros, ventilação artificial e sacarose. **Revista Agro@ mbiente On-line**, v. 9, n. 2, p. 202-207, 2015.
- FUZITANI, Eduardo Jun; NOMURA, Edson Shigueaki. Produção de mudas in vitro. **Ornamental Horticulture**, v. 10, n. 1/2, p. 15-19, 2004.
- GONÇALVES, Wallace *et al.* ACLIMATIZAÇÃO E ACLIMATAÇÃO DE MUDAS MICROPROPAGADAS DE HÍBRIDO F1 DE *Coffea arabica* L: X Simpósio de Pesquisa dos Cafés do Brasil. **ACLIMATIZAÇÃO**, Vitória – ES, p. 6, 8 a 11 de outubro 2019.
- GUIMARÃES, Alessandra Rodrigues *et al.* A produção de abacaxi: estratégias de reprodução da agricultura familiar no município de Monte Alegre de Minas (MG). 2014.
- HORN, Roberta Cattaneo *et al.* Avaliação “in vitro” do efeito da infusão de *Cunila microcephala* Benth sobre a atividade da enzima acetilcolinesterase e biomarcadores de

estresse oxidativo em eritrócitos de agricultores. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 18, n. 1, p. 341-348, 2016.

IBGE. Amparo: Produção Agrícola. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2017. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/14/10193?indicador=10194&ano=2018&localidade2=52&localidade1=0>Acesso em: 20 maio 2020.

IBGE. Amparo: Produção Agrícola. 2. ed. Rio de Janeiro: IBGE, 2019. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/pesquisa/14/10193?indicador=10194&ano=2018&localidade2=52&localidade1=0>Acesso em: 20 maio 2020.

KOZAI, Toyoki; AFREEN, F.; ZOBAYED, S. M. A. Photoautotrophic (sugar-free medium) micropropagation as a new micropropagation and transplant production system. Netherlands: Springer. v. 48, n. 2, p. 316, 2005.

KOZAI, Toyoki; KUBOTA, Chieri. Developing a photoautotrophic micropropagation system for woody plants. **Journal of Plant Research**, v. 114, n. 4, p. 525-537, 2001.

MILLS, David; YANQING, Zhou; BENZONI, Aliza. Improvement of jojoba shoot multiplication in vitro by ventilation. **In Vitro Cellular & Developmental Biology-Plant**, v. 40, n. 4, p. 396-402, 2004.

MONFORT, Lucila Elizabeth Fragoso et al. Micropropagação e germinação de sementes in vitro de atoveran. **Revista Ceres**, v. 62, n. 2, p. 215-223, 2015.

MORGADO, Ivan Ferreira; AQUINO, Carla Nogueira Patrão; TERRA, Denise Cunha Tavares. ASPECTOS ECONÔMICOS DA CULTURA DO ABACAXI: SAZONALIDADE DE PREÇOS NO ESTADO DO RIO DE JANEIRO. **Rev. Bras. Frutic**, Jaboticabal - SP, v. 26, n. 1, p. 44-47, 2004.

MURASHIGE, Toshio; SKOOG, Folke. A revised medium for rapid growth and bio assays with tobacco tissue cultures. **Physiologia plantarum**, v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962.

NOGUEIRA, Sônia Regina *et al.* Produção de mudas de abacaxizeiro em substrato vegetal colonizado com *Trichoderma* spp. In: **Embrapa Acre-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SEMINÁRIO DA EMBRAPA ACRE DE INICIAÇÃO CIENTÍFICA E PÓS-GRADUAÇÃO, 1., 2018, Rio Branco, AC. Pesquisa e inovação para a Agropecuária no Acre: anais. Rio Branco, AC: Embrapa Acre, 2019.

NOGUEIRA, Sônia Regina; SIVIERO, Amauri. Doenças do abacaxizeiro. **Embrapa Acre-Capítulo em livro técnico (INFOTECA-E)**, p. 58-67, 2018.

NORONHA, Aloyséia Cristina da Silva *et al.* **Pragas agrícolas e florestais na Amazônia**: Abacaxi. [S. l.]: EMBRAPA, p. 43, 2016.

NORONHA, Aloyséia Cristina da Silva; DE MATOS, Aristóteles Pires; SANCHES, Nilton Fritzens. Manejo integrado de pragas e doenças do abacaxi. In: **Embrapa Amazônia Oriental-Artigo em anais de congresso (ALICE)**. In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DA CULTURA DO ABACAXI, 6., 2015, Conceição do Araguaia. [Anais]. Belém, PA: SEDAP, 2015.

- OLIVEIRA, Arlene Maria Gomes; NATALE, William; DÓRIA, Juliana Oliveira. Produção do abacaxizeiro Imperial no Extremo Sul da Bahia, em função de doses de nitrogênio e potássio. In: Embrapa Mandioca e Fruticultura-Artigo em anais de congresso (ALICE). In: Congresso brasileiro de ciência do solo, 34., 2013, Florianópolis. **Anais...** Florianópolis: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo, 2013.
- PEREIRA, Gustavo Alves; BOLIANI, Aparecida Conceição; DE SOUZA CORRÊA, Luiz. Desinfestação e estabelecimento in vitro de explantes de bananeira ‘Thap maeo’ (sub grupo AAB) submetidos a concentrações de cloro ativo. **Comunicata Scientiae**, v. 6, n. 4, p. 412-417, 2015.
- RAVEN, Peter Hamilton; EVERT, Ray F; EICHHORN, Susan E. **Biologia Vegetal**. quinta. ed. [S. l.]: Rio de Janeiro, v. 7, p. 728, 2007.
- REINHARDT, Domingo Haroldo Rudolfo Conrado; DA CUNHA, Getúlio Augusto Pinto **A propagação do abacaxizeiro**. Brasília, DF: Embrapa Informação Tecnológica; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006.
- RIBEIRO, Luan Marlon *et al.* Influência da luz, ventilação natural e tamanho do frasco no crescimento e desenvolvimento de denphal (Orchidaceae. **Revista Brasileira de Ciências Agrárias (Agrária)**, v. 14, n. 3, p. 5957, 2019.
- SALDANHA, Cleber Witt *et al.* A low-cost alternative membrane system that promotes growth in nodal cultures of Brazilian ginseng [Pfaffia glomerata (Spreng.) Pedersen]. *Plant Cell, Tissue and Organ Culture (PCTOC)*, v. 110, n. 3, p. 413-422, 2012.
- SILVA, Adriano Bortolotti *et al.* Efeito da luz e do sistema de ventilação natural em abacaxizeiro (Bromeliaceae) micropropagado. **Bioscience Journal**, v. 30, n. 2, p. 384, 2014.
- SILVA, Giselle de Carvalho. **INFLUÊNCIA DO SISTEMA DE TROCAS GASOSAS NO CULTIVO IN VITRO DE Cohniella cepula (Hoffmanns.) Carnevali & G. Romero E Lockhartia goyazensis Rchb.** 2018. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Agronomia) - Centro Universitário de Goiás UNI-GOÍÁS, Goiânia, 2018.
- SILVEIRA, Andreia Alves da Costa. **CRIOPRESERVAÇÃO DE ÁPICES CAULINARES E MICROPROPAGAÇÃO EM CONDIÇÕES HETEROTRÓFICAS E MIXOTRÓFICAS DE Eugenia dysenterica (Mart.) DC.** p. 73 Dissertação (Mestrado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade Federal de Goiás, Goiânia, 2015.
- VASCONCELOS, Andréa Guimarães Vieira de *et al.* Hiperidricidade: uma desordem metabólica. **Ciência Rural**, v. 42, n. 5, p. 837-844, 201