

**TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO**

**AGRONOMIA**

**CULTURA DE TECIDOS E PLANTAS CARNÍVORAS**

Mariana Maestracci Macedo Caldeira



Mariana Maestracci Macedo Caldeira

## **CULTURA DE TECIDOS E PLANTAS CARNÍVORAS**

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado ao Instituto de Ciências  
Agrárias da Universidade Federal de Minas  
Gerais, como requisito parcial, para a  
obtenção do título de Bacharel em  
Agronomia

Orientadora: Prof.<sup>a</sup>Dsc. Claudineia Ferreira  
Nunes

Montes Claros  
2018

Mariana Maestracci Macedo Caldeira. CULTURA DE TECIDOS E PLANTAS CARNÍVORAS

Aprovada pela banca examinadora constituída por:

Prof.<sup>a</sup>Dsc. Nilza de Lima Pereira Sales – ICA/UFMG

Bruna Bésel Almeida Porto Nogueira – Doutoranda ICA/UFMG

Guilherme Souto Ribeiro – Engenheiro Agrônomo

---

Prof.<sup>a</sup> Dsc. Claudineia Ferreira Nunes – Orientadora ICA/UFMG

Montes Claros, 30 de novembro de 2018

## **AGRADECIMENTOS**

Agradeço a Deus, por cada oportunidade e por sua bondade infinita.

A minha família, namorado e amigos pelo companheirismo e amor.

Aos mestres, pelos ensinamentos passados.

A minha orientadora, professora Claudineia Ferreira Nunes, por me dar todo suporte para a conclusão desse trabalho.

A todos que de alguma forma contribuíram para minha caminhada, muito obrigada!

## RESUMO

Plantas carnívoras são plantas que crescem em ambientes úmidos e pobres em nutrientes e apresentam atividades fotossintéticas menos eficientes que as demais. Devido a essas limitações, as plantas carnívoras, também chamadas de insetívoras, desenvolveram a capacidade de conseguir nutrientes capturando e digerindo insetos. Algumas plantas carnívoras são produtoras de compostos de interesse para as indústrias químicas e farmacêuticas, outras apresentam potencial ornamental, entretanto, mesmo com todo seu potencial são escassos os estudos sobre sua propagação e utilização, além de estarem expostas ao risco de extinção que pode causar um grande dano ecológico. Isso pode ser explicado pelo fato do aumento da ação humana no meio ambiente, o que requer a promoção de ações que possam conduzir a uma reintrodução das plantas carnívoras em seu habitat natural. Ao analisar a crescente demanda de estudos dos compostos presentes nas plantas carnívoras, o fator ecológico e a dificuldade no seu cultivo faz-se necessário a utilização de técnicas para sua multiplicação. A cultura de tecidos aparece como uma forma prática e fácil de promover o aumento da população das plantas carnívoras tanto para fins científicos e comerciais quanto para o objetivo ecológico. Diante do exposto verifica-se a necessidade da realização de trabalhos de revisão bibliográfica a fim de englobar informações à cerca da propagação das plantas carnívoras visando auxiliar pesquisadores na realização de futuras pesquisas para a conservação e/ou reintrodução dessas plantas em seu habitat natural.

**Palavras-chave:** Plantas insetívoras. Micropropagação. Cultivo *in vitro*. Revisão bibliográfica.

## LISTA DE TABELAS

<b>Tabela 1</b>	Relação das espécies de plantas carnívoras com as técnicas de cultura de tecidos e explantes utilizados .....	<b>13</b>
-----------------	---------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------

## LISTA DE ILUSTRAÇÕES

<b>Figura 1</b>	<i>Darlingtonia californica</i> (A); <i>Nepenthes</i> sp. (B); <i>Sarracenia</i> sp. (C); <i>Pinguicula vulgaris</i> (D); <i>Sarracenia oreophila</i> (E).	<b>15</b>
<b>Figura 2</b>	<i>Drosera rotundifolia</i> (A); <i>Dionaea muscipula</i> Ellis (B); <i>Drosera</i> <i>peltata</i> (C); <i>Drosera anglica</i> (D); <i>Drosophyllum lusitanicum</i> L. (E).	<b>17</b>
<b>Figura 3</b>	<i>Cephalotus follicularis</i> (A); <i>Nepenthes</i> sp. (B); <i>Drosera spatulata</i> (C); <i>Drosera burmannii</i> (D).	<b>21</b>

# SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>Introdução</b> .....	<b>9</b>
<b>2</b>	<b>Metodologia</b> .....	<b>11</b>
<b>3</b>	<b>Revisão Bibliográfica</b> .....	<b>12</b>
<b>3.1</b>	<b>Plantas carnívoras</b> .....	<b>12</b>
<b>3.2</b>	<b>Germinação <i>in vitro</i> de plantas carnívoras</b> .....	<b>14</b>
<b>3.3</b>	<b>Micropropagação aplicada a plantas carnívoras</b> .....	<b>16</b>
<b>3.4</b>	<b>Regeneração <i>in vitro</i> de plantas carnívoras</b> .....	<b>18</b>
<b>4</b>	<b>Considerações finais</b> .....	<b>23</b>
	<b>REFERÊNCIAS</b> .....	<b>24</b>



## 1 Introdução

Plantas carnívoras são plantas que crescem em ambientes úmidos e pobres em nutrientes e apresentam atividades fotossintéticas menos eficientes que as demais plantas (GONÇALVES, 2007). Devido a essas limitações, as plantas carnívoras, também chamadas de insetívoras, desenvolveram a capacidade de conseguir nutrientes capturando e digerindo insetos (TENG, 1999).

Entre as plantas carnívoras existentes, as dos gêneros *Dionaea*, *Utricularia*, *Drosera*, *Darlingtonia*, *Sarracenia* e *Nepenthes* recebem maior destaque para as pesquisas e por apresentarem maior diversidade de suas espécies no ambiente. No Brasil são poucos os estudos realizados com esses vegetais, devido, principalmente, a baixa ocorrência dessas plantas no país. Com o aumento da degradação ambiental, muitas dessas plantas insetívoras estão em extinção, causando um grande desequilíbrio ambiental (GONÇALVES, 2007).

Poucas dessas plantas possuem importância econômica, como a *Dionaea muscipula* da qual são extraídos compostos fenólicos (TENG, 1999). Uma parte desses compostos fenólicos foi estudada por Hauser (1988) onde, ao trabalhar com esta espécie, analisou a presença de compostos com atividades oncolítica, antiproliferativa e imunomoduladora, sendo importante para estudos na prevenção e tratamento do câncer (CULHAM; GORNALL, 1994). Heslop-Harrison e Knox (1971) estudaram as enzimas digestivas presentes em plantas do gênero *Pinguicula*.

Outras plantas carnívoras são cultivadas para serem utilizadas como plantas ornamentais, como a *Utricularia nelumbifolia* (PŁACHNO *et al.*, 2017). Com o aumento do interesse para o uso dessas plantas como ornamentais várias outras espécies de plantas carnívoras vêm sendo utilizadas. A *Nepenthes alata* ganha destaque pelas suas folhas em forma de jarros; já a *Cephalotus follicularis* pela sua exuberância e cores chamativas (Jardinagem e Paisagismo; 2018).

Porém um dos principais objetivos dos estudos relacionados a plantas carnívoras nos últimos anos é o de importância ecológica, o que foi observado por Gonçalves (2007), ao determinar métodos de cultura de tecido para elevar o número da população de *Drosophyllum lusitanicum* L. no ambiente. Coelho (2009) analisou a germinação *in vitro* de diferentes espécies de plantas carnívoras dos gêneros *Drosera* e

*Pinguicula* para determinar métodos com o objetivo de renovar as populações naturais dessas plantas.

Estudos sobre a ecologia das plantas carnívoras são frequentes, como o que foi realizado por Greenwood *et al.* (2011) avaliando a relação mutualística de *Nepenthes rajah* com o roedor *Rattus baluensis*, na ilha asiática de Bornéu. Estudando cinco plantas carnívoras do gênero *Nepenthes* (*N. albomarginata*, *N. bicalcarata*, *N. gracilis*, *N. mirabilis* var. *echinostoma*, *N. rafflesiana*) Merbach *et al.* (2001) observaram que existia uma atividade conjunta dessas plantas com as formigas locais, onde uma parte da colônia de formigas é “sacrificada” e, em troca as plantas fornecem néctar a essas colônias.

Muitas plantas carnívoras ainda estão para serem descobertas e estudadas, como o que foi descoberto por Oliveira *et al.* (2018) que realizaram o primeiro registro da planta carnívora *Drosera sessilifolia* no Parque Nacional Chapada das Mesas, no estado do Maranhão, Brasil. Existem, também, pesquisas sobre a adaptação genética de plantas carnívoras. Um exemplo dessas pesquisas pode ser vistas no estudo realizado por Carretero-Paulet *et al.* (2015) ao realizarem uma análise genômica da evolução molecular adaptativa na *Utricularia gibba*. Esses estudos biológicos e ecológicos demonstram o potencial que essas plantas apresentam como base para pesquisas científicas, assim como a falta de estudos e pesquisas para aperfeiçoar esse potencial.

Ao analisar a crescente demanda de estudos dos compostos presentes nas plantas carnívoras e tendo uma dificuldade no seu cultivo faz-se necessário a utilização de técnicas para sua multiplicação.

Outro viés é o fator ecológico, com a proposta de diminuir o impacto ambiental ao evitar a extinção dessas plantas, a cultura de tecidos aparece como uma forma prática e fácil de promover o aumento da população das plantas carnívoras tanto para fins científicos e comerciais quanto para o objetivo ecológico. Porém, existe uma escassez de pesquisas científicas, o que causa dificuldade de estudá-las e trabalhá-las, além de criar e estabelecer protocolos para a multiplicação *in vitro* desse tipo de vegetal.

Assim sendo, o presente trabalho objetivou levantar dados de literatura sobre o histórico e a situação atual das técnicas de cultura de tecidos vegetais em espécies de plantas carnívoras.

## 2 Metodologia

O trabalho foi desenvolvido no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais, UFMG, *campus* Montes Claros. Realizou-se uma pesquisa criteriosa por meio do acesso em portais de busca na internet, tais como o Google acadêmico, periódicos Capes, Web of Science, Scielo, Sci-Hub, com o intuito de acessar periódicos na área de cultura de tecidos vegetais, teses, dissertações e livros relacionados com plantas carnívoras.

As principais palavras chaves foram os gêneros das plantas carnívoras que mais se destacam, como *Dionaea*, *Drosera*, *Sarracenia* e *Nepenthes*; concomitantemente com as técnicas de cultura de tecidos. Os trabalhos foram organizados por técnicas de cultura e dispostas em ordem cronológicas crescente de data de publicação.

Para a construção do trabalho de revisão, a busca pelos materiais bibliográficos foi realizada entre os meses de agosto e novembro.

### 3 Revisão Bibliográfica

#### 3.1 Plantas carnívoras

A maioria das plantas carnívoras é encontrada em áreas pobres em nutrientes, como o nitrogênio e o fósforo, lugares que permanecem úmidos e com pouca incidência solar durante o período de crescimento da planta (GIVNISH, 1989). As limitações do escasso recurso nutritivo do solo proporcionaram uma adaptação dessas plantas para capturar insetos e/ou pequenos animais que possam fornecer os nutrientes que necessitam (STEWART JR, NILSEN, 1993; MILLETT *et al.*, 2003).

Dentre as características comuns entre as plantas carnívoras, se destacam: um sistema radicular menor, menor capacidade fotossintética e habilidade competitiva mais fraca do que as demais plantas (ALDENIUS, *et al.* 1983; THORÉN, *et al.* 2003).

Devido a essas características, tais plantas desenvolveram armadilhas que proporcionam a captura e digestão de insetos: armadilhas adesivas, onde utilizam uma mucilagem pegajosa; armadilhas de pressão, onde utilizam movimentos rápidos das folhas para capturar as presas; armadilhas de jarro, onde prendem a presa em uma formação vegetal em forma de jarro com paredes internas lisas que apresentam uma mistura de enzimas digestivas ou bactérias; armadilhas de guia, onde forçam a presa a se mover em direção a um órgão digestivo; e armadilhas de sucção, onde sugam presas a partir de um vácuo interno criado pela planta (ADLASSNIG, *et al.* 2005; WOLF, *et al.* 2006).

De acordo com Juniper, *et al.* (1989) as plantas carnívoras consistem de nove famílias, dezessete gêneros e cerca de 550-600 espécies. Boa parte das plantas carnívoras são estudadas pelas indústrias farmacológicas e químicas, pois apresentam a produção de substâncias de interesse comercial (COELHO, 2009).

As espécies que mais se destacaram nos últimos anos em relação às técnicas de cultura de tecidos podem ser observadas na tabela 1. A seguir poderão ser observadas alguns dos estudos realizados sobre essas técnicas e plantas carnívoras.

Tabela 1. Relação das espécies de plantas carnívoras com as técnicas de cultura de tecidos e explantes utilizados

Referência	Espécie	Explante	País	Técnica de cultivo
Bobák <i>et al.</i> (1995)	<i>Drosera rotundifolia</i>	Folhas	Eslováquia	Micropropagação
Boulay (1995)	<i>Dionaea muscipula</i> , <i>Darlingtonia californica</i> , <i>Nepenthes</i> sp. <i>Drosera</i> sp. e <i>Sarracenia</i> sp	Sementes	França	Germinação <i>in vitro</i>
Teng (1999)	<i>Dionaea muscipula</i>	Hastes Florais	China	Regeneração <i>in vitro</i>
Jang, Park (1999)	<i>Drosera rotundifolia</i>	Brotos	China	Regeneração <i>in vitro</i>
Nagata, Ebizuka (2002)	<i>Dionaea muscipula</i>	Folhas e rizomas	Estados Unidos da América	Micropropagação
Kim, jang (2004)	<i>Drosera peltata</i>	Gemas axiliares	China	Micropropagação
Kawiak, łojkowska (2004)	<i>Drosera anglica</i> e <i>Drosera binata</i>	Folhas	India	Micropropagação
Gonçalves (2007)	<i>Drosophyllum lusitanicum</i>	Segmentos de plântulas, Sementes	Brasil	Micropropagação; Germinação <i>in vitro</i>
Ziaratnia <i>et al.</i> (2009)	<i>Drosera capensis</i>	Sementes	África do Sul	Germinação <i>in vitro</i>
Coelho (2009)	<i>Drosera intermedia</i> ; <i>Drosera rotundifolia</i> ; <i>Pinguicula vulgaris</i> e <i>Pinguicula lusitânica</i>	Sementes	Brasil	Germinação <i>in vitro</i>
Wawrosch <i>et al.</i> (2009)	<i>Drosera rotundifolia</i>	Pedaços de folhas e brotos	Áustria	Regeneração <i>in vitro</i>
Ko <i>et al.</i> (2010)	<i>Cephalotus follicularis</i>	Massa radicular	China	Regeneração <i>in vitro</i>
Northcutt <i>et al.</i> (2012)	<i>Sarracenia oreophila</i>	Sementes	Estados Unidos da América	Germinação <i>in vitro</i>

Yelli (2013)	<i>Nepenthes ampullaria</i> e <i>Nepenthes mirabilis</i>	Fragmentos de brotos	Índia	Regeneração in vitro
Jala (2014)	<i>Dionaea muscipula</i>	Bases foliares	África do Sul	Regeneração in vitro
Yanthan <i>et al.</i> (2017)	<i>Drosera burmannii</i>	Pontas de brotos	Índia	Regeneração in vitro
Hakakian <i>et al.</i> (2017)	<i>Drosera spatulata</i>	Fragmentos de folhas	Irã	Regeneração in vitro

### 3.2 Germinação *in vitro* de plantas carnívoras

A germinação *in vitro* é uma técnica biotecnológica onde sementes são postas para germinar em meios de cultura pré-determinados. Estas sementes são previamente desinfestadas e, quando necessário, passam por algum processo de quebra de dormência, como por exemplo, a escarificação (EMBRAPA, 2010).

Boulay (1995) ao determinar programas de micropropagação de *Dionaea muscipula*, *Darlingtonia californica* (FIGURA 1A), plantas do gênero *Nepenthes* (FIGURA 1B) (*N. rafflesiana*, *N. mirabilis* e *N. gracilis*), plantas do gênero *Drosera* (*D. binata*, *D. peltata*, *D. gigantea*, *D. capensis*, *D. adelae* e *D. binata*) e plantas do gênero *Sarracenia* (FIGURA 1C) (*S. purpurea* e *S. flava*), utilizou sementes como explantes para todas as espécies. O autor concluiu que a cultura *in vitro* foi particularmente eficaz em *Dionaea* e para todas as espécies de *Drosera* e *Sarracenia*. Para a *Sarracenia*, a germinação é mais longa, cerca de três meses. Para *Nepenthes*, quanto mais novas as sementes, maior sucesso de germinação na introdução.

Ao trabalhar com *Drosophyllum lusitanicum* L. com o objetivo de elaborar estratégias de conservação para esta espécie foram utilizadas sementes da planta coletadas em campo e submetidas a tratamentos para a indução da germinação *in vitro*. Ao final do experimento foi concluído que a escarificação das sementes é essencial para a sua germinação, devido às sementes possuírem dormência (GONÇALVES, 2007).

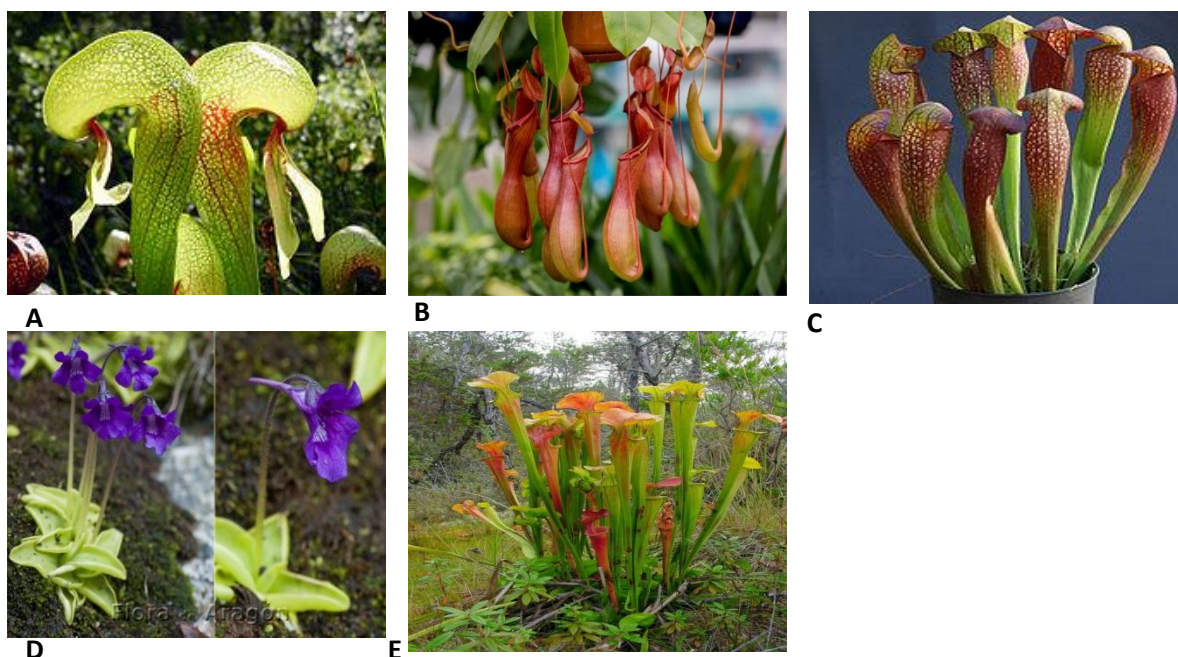
Ao estudar *Drosera capensis*, Ziaratnia *et al.* (2009) observaram a capacidade de produção de 7-methyljuglone, que é um composto químico capaz de

ajudar no controle de doenças respiratórias como a pneumonia, e objetivaram saber se as sementes cultivadas *in vitro* são capazes de produzir esse composto. Concluíram que, por meio da germinação *in vitro* é possível obter esse composto mostrando a possibilidade de uma produção mais econômica e acessível.

Coelho (2009) estudou a germinação *in vitro* de diferentes espécies de plantas carnívoras - *Drosera intermedia*; *Drosera rotundifolia*; *Pinguicula vulgaris* (FIGURA 1D) e *Pinguicula lusitânica*, com o objetivo de realizar estudos biológicos, extrair compostos e posteriormente renovar as populações naturais. Ao final do estudo o pesquisador concluiu que é possível à multiplicação *in vitro* das espécies por meio da geminação de sementes, o que abre uma gama de pesquisas futuras.

Ao estudar a germinação *in vitro* de *Sarracenia oreophila* (FIGURA 1E), Northcutt *et al.* (2012) objetivaram desenvolver um protocolo de micropropagação confiável para espécies ameaçadas de *Sarracenia*. Para isso utilizou sementes de frutos coletados em campo. Concluiu-se que os procedimentos que foram desenvolvidos poderiam iniciar um processo de estabelecimento de protocolos para preservação de germoplasma e diversidade genética de *Sarracenia oreophila*, além de auxiliar na conservação de outras plantas carnívoras.

Figura 1. *Darlingtonia californica* (A); *Nepenthes* sp. (B); *Sarracenia* sp. (C); *Pinguicula vulgaris* (D); *Sarracenia oreophila* (E).



Fonte: World wonders gardens, 2011; International Carnivorous Plant Society, 2006; Flora de aragon, 2009; Plantas carnívoras, 2012; World wonders gardens, 2016.

Como a germinação *in vitro* é uma técnica de cultura de tecidos em que as sementes das plantas são desinfestadas e germinadas em meio de cultura, para as plantas carnívoras ocorrem complicações. Como as sementes das plantas carnívoras são pequenas e na maioria das vezes só são encontradas no campo, durante o processo de desinfestação, muitas são perdidas e as contaminações são frequentes. O que também dificulta esse processo é a falta de protocolos para germinação *in vitro*.

Esses protocolos podem ser utilizados para diversas plantas, Mantovani *et al.* (2008) determinaram um protocolo de germinação *in vitro* para algumas plantas ornamentais como: Orquídeas; Gérbera (*Gerbera spp.*) e *Ginkgo biloba*. Visto isso, é possível analisar a necessidade de intensificar os estudos voltados para criar protocolos para a germinação *in vitro* de plantas carnívoras.

### 3.3 Micropropagação aplicada a plantas carnívoras

Segundo a EMBRAPA (2010) a micropropagação possibilita a formação de plantas geneticamente idênticas a partir do cultivo de células, órgãos ou pequenos fragmentos extraídos de uma planta matriz em meios de cultura adequados, e sob condições ambientais controladas. Dentre as técnicas de cultura de tecido, a micropropagação provavelmente é a técnica mais utilizada para plantas carnívoras. Abaixo abordaremos alguns exemplos da técnica aplicada às plantas carnívoras.

Bobáket *al.* (1995) estudaram a possibilidade de micropropagação de *Drosera rotundifolia* (FIGURA 2A) a partir de explantes foliares. Foi comprovada a regeneração.

Ao trabalharem com *Dionaea muscipula* Ellis. (FIGURA 2B), Nagata e Ebizuka (2002) utilizaram da micropropagação com o fim de estudar os compostos metabólitos produzidos por essa planta. Foram usadas folhas e rizomas da *D. muscipula* para esse teste. Os autores concluíram que brotos explantados a partir de rizomas ou folhas apresentam uma taxa de propagação alta o suficiente para permitir a produção de inúmeras plantas em um curto espaço de tempo.



Com o objetivo de aperfeiçoar o meio de cultura, pH e concentração de citocininas Kim e Jang (2004), utilizaram gemas axilares de *Drosera peltata* (FIGURA 2C) para a produção de mudas. Os autores concluíram que o pH ótimo para a micropropagação de *D. peltata* foi pH 5,7 e quanto maior a concentração de citosina, mais forte é a supressão.

Kawiak e Łojkowska (2004) ao realizarem uma determinação da fidelidade genética em plantas micropropagadas de duas espécies de plantas carnívoras, *Drosera anglica* e *D. binata* (FIGURA 2D), utilizaram explantes foliares para o teste. Foi concluído que a extensão da variação genética induzida pela cultura de tecidos depende do método selecionado de regeneração. Sistemas de regeneração de meristemas organizados, ramificações axilares, são considerados os mais confiáveis dos métodos de micropropagação.

Trabalhando com *Drosophyllum lusitanicum* L. (FIGURA 2E) Gonçalves (2007), objetivou elaborar estratégias de conservação para esta espécie. No trabalho foi utilizado explantes oriundos de rebentos obtidos a partir de germinantes, sendo estes cultivados em diferentes suplementos no meio de cultura. O resultado final foi satisfatório, pois as plantas produzidas poderão ser utilizadas para restaurar ou reforçar as populações mais ameaçadas desta espécie.

O cultivo de tecidos *in vitro* por meio da micropropagação é a técnica mais utilizada para diversas plantas, em especial as plantas carnívoras. Como esta técnica é baseada na totipotência dos fragmentos vegetais das plantas, muitos estudos são realizados com o intuito de criar e estabelecer protocolo para a micropropagação (CARVALHO, 2006). Esses programas padronizam qual é o tipo de explante que promoverá um melhor e mais eficiente cultivo *in vitro* para cada espécie vegetal, assim como o melhor meio de cultura e aclimação.

Figura 2. *Drosera rotundifolia* (A); *Dionaea muscipula* Ellis (B); *Drosera peltata* (C); *Drosera anglica* (D); *Drosophyllum lusitanicum* L. (E).





**D** **E**  
 Fonte: Word of plants, 2012; International Carnivorous Plant Society, 2015; Lutz Pludra and Aaron May, 2009; Plantas carnívoras, 2011; Plantas carnívoras, 2010.

Entre os protocolos de micropropagação, pode-se citar o de abacaxizeiro ornamental (*Ananas comosus* var. *erectifolius*), onde Pasqual *et al.* (2018) estabeleceram um protocolo para multiplicação e enraizamento *in vitro* de brotos dessa espécie. Salgado *et al.* (2001) estudaram como melhorar o protocolo de micropropagação de crisântemo (*Dendranthema morifolium*) complementando o meio de cultura com benomyl, devido às suas propriedades reguladores de crescimento, e thidiazuron, devido à presença de citocininas em sua composição. Visto isso, se faz necessário que sejam criados, padronizados e protocolos de micropropagação para as diferentes espécies de plantas carnívoras.

### 3.4 Regeneração *in vitro* de plantas carnívoras

Para a regeneração de culturas *in vitro*, duas técnicas são rotineiramente utilizadas, a embriogênese somática e a organogênese. Segundo Morais *et al.* (2012) a embriogênese somática constitui-se em ferramenta de alta eficiência para o processo de micropropagação porque oferece importantes vantagens. A regeneração de plantas por esta técnica é altamente desejável, pois, permite altas taxas de multiplicação e resulta em embriões individualizados que desenvolvem diretamente em plantas (NUNES *et al.*, 2002).

A organogênese refere-se ao surgimento de gemas adventícias a partir de tecidos (câmbio vascular, base do pecíolo em dicotiledôneas, base de folhas e escamas em bulbos de monocotiledôneas, segmentos de raízes, entre outros). Tais tecidos

apresentam potencial morfogenético quando em condições adequadas, visando uma resposta fisiológica dos tecidos *in vitro* (CARVALHO *et al.*, 2006).

Para a aplicação de ambas as técnicas são utilizados explantes retirados de diferentes partes das plantas matrizes, sejam de regiões meristemáticas ou segmentos de tecidos maduros. Abaixo serão apresentados estudos sobre a regeneração de espécies de plantas carnívoras e os diferentes explantes utilizados.

Jang, Park (1999) objetivaram determinar a eficiência do método da embriogênese de *Drosera rotundifolia*, para isso utilizaram pedaços de brotos da planta. Foi observado que o crescimento das plantas ocorreu entre 3 semanas e 30 dias após o início do cultivo *in vitro*, dependendo da composição do meio de cultura em que foram explantados. Meios de cultura com concentrações de citocininas de 0,5-5 mg.L<sup>-1</sup> suprimiam a proliferação das plantas, e o pH ideal foi de 5,7 a 6,7.

Teng (1999) utilizou hastes florais de *Dionaea muscipula* para a micropropagação sobre efeito de estiolação. Foi concluído que os pecíolos e folhas-armadilhas se tornaram estiolados quando cultivadas no escuro. Explantes estiolados mostraram uma taxa significativamente maior de regeneração de brotos do que homólogos verdes. Concomitantemente, eles tiveram taxas muito menores de falha do explante.

Utilizando pedaços de folhas e brotos de *Drosera rotundifolia*, Wawrosch *et al.* (2009) estudaram a proliferação *in vitro* dessa planta em meio de cultura líquido. Os pesquisadores concluíram que para que essa multiplicação em meios líquidos possa ser alcançada é necessário que os explantes maiores devam ser evitados. Foi concluído também que a propagação pode ser otimizada através do uso de meios líquidos, pois tem a vantagem de reduzir os custos das próprias mídias nutritivas, apresentar um processo de inoculação mais rápido e potencial de aumento de escala para as produções de mudas.

Procurando propagar espécies raras de plantas carnívoras, Ko *et al.* (2010) estudaram a regeneração *in vitro* de *Cephalotus follicularis* (FIGURA 3A), os autores objetivaram desenvolver um método eficaz de micropropagação em grande quantidade da espécie. Foram utilizados seguimentos de massa radicular previamente desinfestados. Os pesquisadores concluíram que para que ocorra um desenvolvimento *in vitro* de *Cephalotus follicularis* é necessário que o meio de cultura seja pobre em nitrogênio e fósforo e livre de hormônios.

Yelli (2013) estudou a indução formativa oficial e crescimento de *Nepenthes ampullaria* (FIGURA 3B) e *Nepenthes mirabilis*. O seu trabalho objetivou determinar o melhor meio para crescimento e indução das bolsas das plantas dessas espécies *in vitro*, para isso usou como explante fragmentos de brotos. O autor concluiu que para cada uma das espécie do gênero *Nepenthes* em estudo, as concentrações de nutrientes e hormônios tem um efeito sobre número de folhas, número de bolsas e altura da planta em meios *in vitro*.

Ao trabalhar com colchicina e tempo de duração para incubação de *Dionaea muscipula*, Jala (2014) utilizou como explantes bases foliares. No final do experimento a autora concluiu que o efeito da concentração de colchicina e tempo de duração pode ser observada pela mudança morfológica, taxa de crescimento e taxa de sobrevivência que ocorreram em altas concentrações de colchicina e longos tempos de incubação em comparação ao controle.

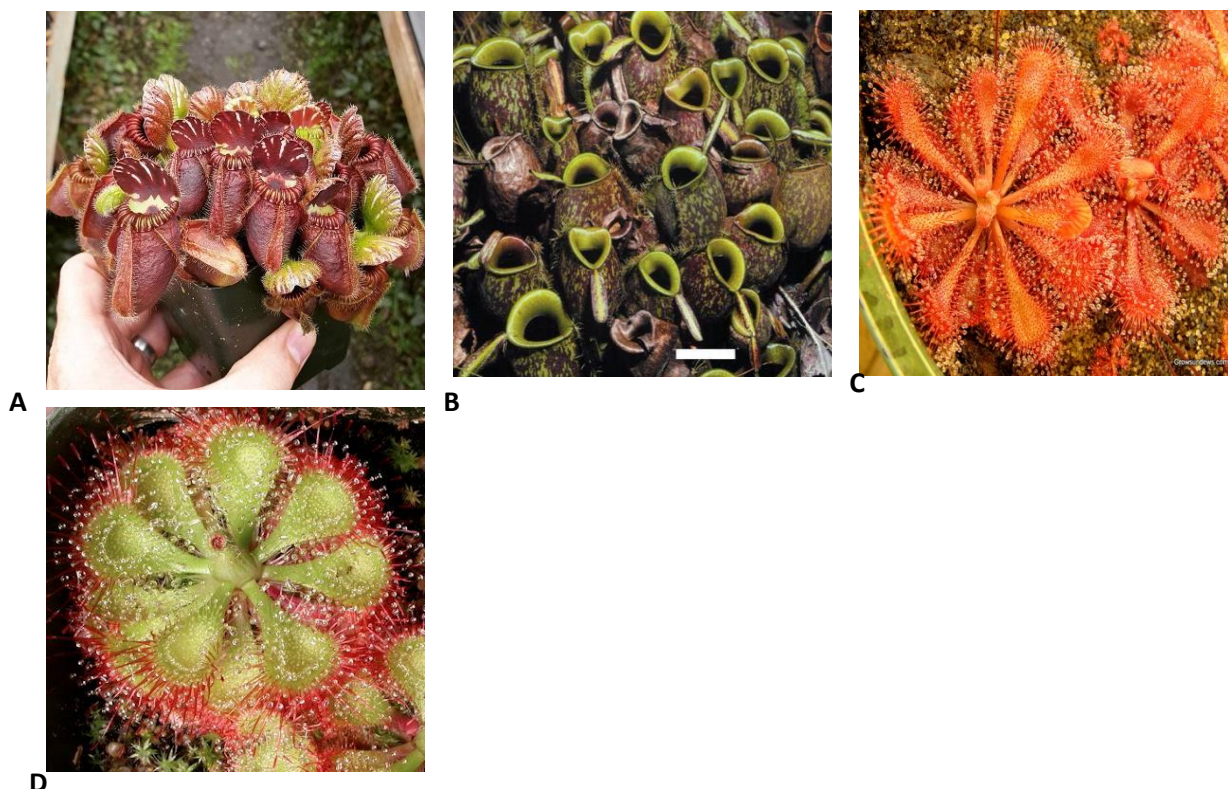
Hakakian *et al.* (2017) ao avaliar as atividades analgésicas e anti-inflamatórias de mudas de cultura de tecido de *Drosera spatulata* (FIGURA 3C), utilizou fragmentos das folhas da planta pra esse trabalho. Foi concluído pelos autores que as plantas micropropagadas apresentam compostos com atividades analgésicas.

Ao trabalharem com *Drosera burmannii* (FIGURA 3D), Yanthan *et al.* (2017) objetivando estabelecer um protocolo de micropropagação para essa espécie com o intuito de aumentar sua população no ambiente utilizou da micropropagação por organogênese para isso. Os pesquisadores utilizaram pontas de brotos da *Drosera burmannii* para o experimento. Segundo os autores a *Drosera burmannii* propaga-se principalmente através de sementes; porém o trabalho realizado demonstrou que era possível obter com sucesso mudas de *D. burmannii* de culturas de ponta de brotos com um eficiente protocolo de enraizamento *in vitro*.

Dentre as técnicas de cultivo *in vitro*, a Embriogênese Somática é uma das mais recentes a ser estudada e também uma das mais promissoras, além do que a necessidade de criar e desenvolver protocolos para as plantas carnívoras se torna mais evidente. Como essa técnica permite uma alta taxa de produção de mudas e ao mesmo tempo permite que sejam realizados estudos fisiológicos, genéticos e bioquímicos do desenvolvimento embrionário das plantas, mostra-se que é possível estudar as propriedades para aplicação nas indústrias químicas e farmacêuticas, e para a sua reprodução.

Dentre as culturas que são beneficiadas com a Embriogênese Somática, destaca-se a cultura do café, onde Pereira *et al.* (2005) induziu a formação de embriões somáticos pela via direta com adição de cinetina e ácido giberélico ao meio de cultura. Dentre os estudos fisiológicos dessa técnica, Nogueira *et al.* (2007) analisaram e caracterizaram calos embriogênicos de *Byrsonima intermedia* a fim de fornecer subsídios para a otimização de protocolos de propagação *in vitro*.

Figura 3. *Cephalotus follicularis* (A); *Nepenthes* sp. (B); *Drosera spatulata* (C); *Drosera burmannii* (D).



Fonte: Predatory plants, 2009; In defense of plants, 2012; Grow Sundews, 2015, International Carnivorous Plant Society, 2014.

Já a organogênese utiliza, para a sua aplicação, partes das plantas que antes não eram vistas como potencialmente totipotentes, como hastes florais. Esse fato mostra diversidade das maneiras que as técnicas da cultura de tecidos podem abranger. Especialmente para as plantas carnívoras, a organogênese se destaca, pois a utilização de partes antes descartadas ajudaria a promover um aumento de utilizações dessas plantas.

Entre outras espécies que são aplicadas a técnica de organogênese pode ser citado o trabalho realizado por Moura *et al.* (2001) que avaliou a resposta

organogénica *in vitro* em função da utilização do 6-benzilaminopúria para as variedades cítricas limão-‘Cravo’ e laranja-‘Pêra’. Alves *et al.* (2004) trabalhando com clones híbridos de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*, avaliou os efeitos dos reguladores de crescimento thidiazuron, 6-benzilaminopúria e ácido naftalenoacético no desempenho da propagação *in vitro* por organogénese. Foi concluído pelos autores que a melhor concentração que favoreceu a organogénese *in vitro* de 6-benzilaminopúria foi a de 2,5 mg.L<sup>-1</sup> de BAP.

#### 4 Considerações finais

Por meio de leituras em materiais científicos como artigos, teses, dissertações e livros, além de portais de busca na internet tais como o Google acadêmico, periódicos Capes, Web of Science e Scielo foi possível reunir informações sobre o histórico e a situação atual das técnicas de cultura de tecidos vegetais em espécies de plantas carnívoras.

Dentre as técnicas de cultura de tecidos, a micropropagação e a germinação *in vitro*, são as principais utilizadas para as plantas carnívoras. Nota-se que, conservar a população de espécies de plantas carnívoras no meio ambiente e estudar a produção de compostos químicos nesses vegetais são os principais interesses de aplicar essas técnicas, assim como de estudar as relações ecológicas com outros seres vivos no ambiente. Os principais locais de pesquisa para esses tipos de plantas são os países europeus, como a França, além de países asiáticos, como a China e a Índia.

Poucas foram às pesquisas realizadas nos últimos anos, tanto que foi analisado que tenta-se criar e padronizar protocolos de multiplicação *in vitro* para as diversas espécies dessas plantas. Dessa maneira, para ser possível construir uma base de pesquisa é necessário que sejam realizados mais trabalhos científicos sobre o assunto. O que mostra que existe uma grande escassez desse tipo de material no meio científico.



## REFERÊNCIAS

- ADLASSING, W. PEROUTKA, M.; LAMBERS, H.; LICHTSCHEIDL, I. K. The roots of carnivorous plants. **Plant and Soil**, n. 274, p. 127-140, 2005.
- ALDENIUS, J.; CARLSSON, B.; KARLSSONE, S. Effects of insect trapping on growth and nutrient content of *Pinguicula vulgaris* L. in relation to the nutrient content of the substrate. **New Phytologist**, n. 93, p. 53-59, 1983.
- ALVES, E. C. S. C.; XAVIER, A.; OTONI, W. C. Organogênese de explante foliar de clones de *Eucalyptus grandis* x *E. urophylla*. **Pesq. agropec. bras.**, v.39, n.5, p.421-430, 2004.
- BOBÁK, M.; BLEHOVÁ, A.; KRIŠTÍN, J.; OVEČKA, M.; ŠAMAJ, J. Direct plant regeneration from leaf explants of *Drosera rotundifolia* cultured in vitro. **Plant Cell, Tissue and Organ Culture**. n. 43. p. 43-49. 1995.
- BOULAY, J. Les Plantes Carnivores, Essais De Micropropagation. **Bulletin des Académie et Société Lorraines des Sciences**. v. 34. n. 3. p. 151-159. 1995.
- CARRETERO-PAULET, L.; CHANG, T. H.; LIBRADO, P.; IBARRA-LACLETTE, E.; HERRERA-ESTRELLA, ROZAS, L. J.; ALBERT, V. A. Genome-Wide Analysis of Adaptive Molecular Evolution in the Carnivorous Plant *Utricularia gibba*, **Genome Biology and Evolution**. v. 7. n. 2. p. 444–456. 2015.
- CARVALHO, J. M. F. C.; PIMENTEL, N. W.; AIRES, P. S. R.; PIMENTEL, L. W. Considerações Gerais Sobre Organogênese. **Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária**. 2006.
- COELHO, N. **In vitro propagation of insectivorous plants for phytochemical purposes**. 2009. 54p. Dissertação (Mestrado Integrado em Engenharia Biológica) - Faculdade de Engenharia de Recursos Naturais. 2009
- CULHAM, A.; GORNALL, R. J. The taxonomic significance of naphthoquinones in the Droseraceae. **Biochem Syst Ecol**. n. 22. p. 507-515. 1994.
- Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária – EMBRAPA. Portal Embrapa (Versão 3.59.1). Disponível em: <[https://www.embrapa.br/contando-ciencia/biotecnologia/-/asset\\_publisher/wNet9XcMILFn/content/micropropagacao-de-plantas/1355746?inheritRedirect=false](https://www.embrapa.br/contando-ciencia/biotecnologia/-/asset_publisher/wNet9XcMILFn/content/micropropagacao-de-plantas/1355746?inheritRedirect=false)> Acesso em 15/10/2018
- GIVNISH, T. J. Ecology and evolution of carnivorous plants. Plant-animal interactions, **McGraw-Hill Book Company**, p. 242-290, 1989.
- GONÇALVES, S. M. G. **Estudos biotecnológicos em *Drosophyllum lusitanicum* L. com vista à sua conservação**. 2007. 273p. Tese (Doutorado em Biologia, especialidade de Biotecnologia) - Faculdade de Engenharia de Recursos Naturais. 2007.



GREENWOOD, M.; CLARKE, C.; LEE, C. C.; GUNSALAM, A.; CLARKE, R. H. A Unique Resource Mutualism between the Giant Bornean Pitcher Plant, *Nepenthes rajah*, and Members of a Small Mammal Community. **PLOS ONE**. n. 6. p. 6. 2011.

HAKAKIAN, A.; RADJABIAN, T.; HASSANPOUR-EZATTI, M.; ZARREI, M.; DAVAR, A. Evaluation of analgesic and anti-inflammatory activities of *Drosera spatulata*. **IJPSR**. v. 8. n.12. p. 5380-5385. 2017.

HAUSER, S. P. Carnivora - Phytotherapeuticum zur Behandlung maligner Erkrankungen. **Schweiz Rundsch Med (PRAXIS)**. n 77. p. 283-287. 1988.

HESLOP-HARRISON, Y.; KNOX, R. B. **Planta**. n. 96. p. 183.1971.

JALA, A. Colchicine and duration time on survival rate and micropropagation of *Dionaea muscipula* Ellis. **Afr. J. Plant Sci**. v. 8. n. 6. p. 291-297. 2014.

JANG, G. W.; PARK, R. D. Mass propagation of sundew, *Drosera rotundifolia* L. through shoot culture. **Journal of plant Biotechnology**. v. 1. p. 2. 1999.

Jardinagem e paisagismo. Plantas carnívoras. Disponível em: <<https://jardinagemepaisagismo.com/plantas-carnivoras-pequena-introducao.html>> Acesso em 28 de outubro de 2018

JUNIPER, B. E.; ROBINS, R. J.; JOEL, D. M. The Carnivorous Plants. **Academic Press**, 1989.

KAWIAK, A.; ŁOJKOWSKA, E. Application Of Rapd In The Determination Of Genetic Fidelity In Micropropagated *Drosera* Plantlets. **In Vitro Cell. Dev. Biol.—Plant**. n. 40. p. 592–595. 2004.

KO, C. Y.; LIN, T. Y.; HO, C. W.; SHAW, J. F. *In Vitro* Regeneration of *Cephalotus follicularis*. **Hortscience**. v. 45. n. 2. p. 260–264. 2010.

MANTOVANI, N.; GRANDO, M. F.; SUZIN, M.; AUGUSTIN, L.; CALVETE, E. O. Micropropagação de plantas ornamentais. Plantas ornamentais: aspectos para a produção. 2. Ed. Revisada e ampliada. Universidade de Passo Fundo, 2008. 204p.

MERBACH, M.; ZIZKA, G.; FIALA, B.; MASCHWITZ, U.; BOOTH, W. E. Patterns of nectar secretion in five *Nepenthes* species from Brunei Darussalam, Northwest Borneo, and implications for ant-plant relationships. **Flora**. n. 196. p. 153-160. 2001.

MOURA, T. L.; ALMEIDA, W. A. B.; MENDES, B. M. J.; FILHO, F. A. A. M. Organogênese in vitro de *Citrus* em função de concentrações de bap e seccionamento do explante. **Rev. Bras. Frutic.**, v. 23, n. 2, p. 240-245, 2001.

MORAIS, T. P.; LUZ, J. M. Q.; SILVA, S. M. ; RESENDE, R. F.; SILVA, A. S. Aplicações da cultura de tecidos em plantas medicinais. **Rev. Bras. Pl. Med.**, Botucatu, v.14, n.1, p.110-121, 2012.

NAGATA, T.; EBIZUKA Y. Medicinal and Aromatic Plants XII. Series: **Biotechnology in Agriculture and Forestry**, v. 51. 2002.

NOGUEIRA, R. C.; PAIVA, R.; PORTO, J. M. P.; NICIOLI, P.; STEIN, V. C.; DEUNER, S.; ALVES, E. Análise Ultra-estrutural de Calos Embrionários demurici-pequeno (*Byrsonima intermedia* A. Juss.). Revista Brasileira de Biociências, Porto Alegre, v. 5, n. 2, p. 48-50, 2007.

NORTHCUTT, C.; DAVIES, D.; GAGLIARDO, R.; BUCALO, K.; DETERMANN R. O.; CRUSE-SANDERS, J. M.; PULLMAN, G. S. Germination In Vitro, Micropropagation, and Cryogenic Storage for Three Rare Pitcher Plants: *Sarraceniaoreophila* (Kearney) Wherry (Federally Endangered), *S. leucophylla*Raf., and *S. purpurea* spp. *venosa* (Raf.) Wherry. **Hortscience**, v. 47, n. 1, p.74–80. 2012.

NUNES, R.F.M. *et al.* Embriogênese somática em tamareira. In: CONGRESSO BRASILEIRO DE FRUTICULTURA, p. 17. 2002

OLIVEIRA, R. R.; SILVA, G. S.; SANTOS-SILVA, D. L.; MARTINS, P. R. P.; CONCEIÇÃO, G. M. Primeiro registro da planta carnívora *Drosera sessilifolia* A. St. - Hil. (*Droseraceae*) no Parque Nacional Chapada das Mesas, Maranhão, Brasil. Biota Amazônia: NOTA CIENTÍFICA. v. 8. n. 2. p. 60-62. 2018.

PASQUAL, M.; SANTOS, F. C.; FIGUEIREDO, M. A.; JUNQUEIRA, K. P.; REZENDE, J. C.; FERREIRA, E. A. Micropropagação do abacaxizeiro ornamental. **Horticultura Brasileira**, n. 26, p. 045-049, 2008.

PEREIRA, A. R.; CARVALHO, M. PASQUAL, S. P.; SANTOS, F. C.; embriogênese somática direta em explantes foliares de *Coffea arabica* L. cv. *acaiá* cerrado: efeito de cinetina e ácido giberélico. Ciênc. agrotec., Lavras, v. 31, n. 2, p. 332-336, 2007.

PLACHNO, B. J, STPICZYŃSKA, M., DAVIES, *et al.* **Protoplasma**. p. 254–353. 2017.

SALGADO. S. M. L.; CUNHA. R. L.; NIELLA, G. R.; TEIXEIRA, H.; PASQUAL, M. Efeito da utilização de TDZ e Benomyl na micropropagação do crisântemo (*Dendranthema morifolium*). **Ciênc. agrotec.**, v. 25, n.2, p.274-280, 2001.

STEWART JR, C. N.; NILSEN, E. T. Responses of *Drosera capensis* and *D. binata* var. *multifida* (*Droseraceae*) to manipulations of insect availability and soil nutrient levels. **New Zealand Journal of Botany**, n. 31, p. 385-390, 1993.

TENG, W. L. Source, etiolation and orientation of explants affect in vitro regeneration of Venus fly-trap (*Dionaea muscipula*). **Plant Cell Reports**, n 18, p. 363–368. 1999.

THORÉN, L. M.; TUOMI, J.; KÄMÄRÄINEN, T.; LAINE, K. Resource availability affects investment in carnivory in *Drosera rotundifolia*. **New Phytologist**, n. 159, p. 507-511, 2003.

WAWROSCH, C.; BENDA, E.; KOPP, B. An Improved 2-step Liquid Culture System for Efficient In Vitro Shoot Proliferation of Sundew (*Drosera rotundifolia* L.). **Sci Pharm.** n. 77. p. 827–835. 2009.

WOLF, E.; GAGE, E.; COOPER, D. J. *Drosera rotundifolia* L. (roundleaf sundew): atechanical conservation assessment. **USDA Forest Service**, 2006.

YANTHAN, J. S.; KEHIE, M.; KUMARIA, S.; TANDON, P. In vitro regeneration of *Drosera burmannii* Vahl.: a carnivorous plant of north-east India. **3 Biotech.** n. 7. p. 124. 2017.

YELLI, F. Induksi pembentukan kantong dan pertumbuhan dua spesies tanaman kantong semar (*Nepenthes* spp.) pada berbagai konsentrasi media ms secara *in vitro*. **Jurnal Agrotropika.** v. 18. n. 2. p. 56-62. 2013.

ZIARATNI, S. M.; KUNERT, K. J.; LALL, N. Elicitation of 7-methyljuglone in *Drosera capensis*. **South African Journal of Botany.** n. 75. p. 97–103. 2009.