

*Parte 1 - Capítulo 1*

**Panorama da Cultura de Tecidos no**

**Brasil com Ênfase em Flores  
e Plantas Ornamentais**

---

Capítulo 5 - Micropropagação da Cana-de-açúcar .....279

Capítulo 6 - Micropropagação de Helicônia .....309

Capítulo 7 - Micropropagação da Mandioca .....345

Capítulo 8 - Micropropagação de Orquídea .....373

Capítulo 9 - Micropropagação de Videira .....393

*Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho*

*Antonio Fernando Caetano Tombolato*

*Antonio Anderson de Jesus Rodrigues*

*Eder de Oliveira Santos*

*Fernando da Silva*

**Introdução**

Este capítulo tem como objetivo retratar a tendência atual da pesquisa com a cultura de tecidos de flores e plantas ornamentais no Brasil, destacando as principais espécies estudadas e os métodos mais empregados, bem como a distribuição das instituições envolvidas nas diferentes regiões brasileiras. O levantamento foi efetuado tendo-se como base os cinco Congressos Brasileiros de Cultura de Tecidos de Plantas realizados nos anos de 2003, 2005, 2007, 2009 e 2011, em Lavras-MG, Fortaleza-CE, Goiânia-GO, Aracaju-SE e Joinville-SC, respectivamente. Considerou-se que os trabalhos apresentados nesses eventos, organizados pela Associação

Brasileira de Cultura de Tecidos de Plantas (ABCTP), são representativos do universo da pesquisa nacional na área.

Para fazer este levantamento foram utilizadas as publicações com os trabalhos apresentados nos Congressos, considerando-se aqueles relacionados com a cultura de tecidos de plantas, listando-se: a) famílias mais estudadas; b) principais grupos de espécies (floricultura; fruticultura; olericultura; medicinal, condimentar e aromática; oleaginosa; forrageira; silvicultura; grandes culturas e outras); c) metodologia empregada (micropropagação por organogênese e embriogênese direta ou indireta, cultura de protoplastos, obtenção de haplóides, conservação in vitro de germinoplasma, transformação genética e obtenção de metabólitos secundários); d) estágio da micropropagação estudado (estágio I: seleção de explantes, desinfestação e início da cultura em meio nutritivo sob condições assépticas; estágio II: multiplicação dos propágulos; estágio III: alongamento e enraizamento dos propágulos; e estágio IV: aclimatização dos propágulos); e e) localização, por região, da instituição onde o trabalho foi conduzido.

### Importância da Floricultura

A floricultura abrange o cultivo de plantas ornamentais, tanto de flores para corte quanto para vasos, plantas envasadas floríferas ou não, e até a produção de material propagativo, tais como sementes, bulbos, entre outros e mudas de árvores de grande porte (INFORME AGROPECUÁRIO, 2005), destinadas à reposição ambiental e ao paisagismo.

A floricultura comercial, entendida como a atividade profissional e empresarial de produção, comércio e de distribuição de flores e plantas cultivadas com finalidade

ornamental, representa um dos mais promissores segmentos do agronegócio brasileiro contemporâneo (JUNQUEIRA; PEETZ, 2013b). É uma alternativa técnica viável economicamente para a geração de emprego e renda no País, em razão da existência, em todas as regiões, de clima e solos apropriados para o cultivo das espécies comercializadas nos principais mercados. Tem como características marcantes a possibilidade de retorno econômico relativamente rápido em pequenas áreas e ser uma atividade típica da agricultura familiar. Apresenta grande impacto econômico-social como geradora de postos de trabalho, superando 10 empregos/ha (ROOJEN; GEDANKEN, 2012), contribuindo para a fixação do homem no campo e ocupação das áreas com aptidão agrícola no entorno das grandes cidades.

O mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais movimentou, em 2012, em torno de R\$ 4,4 bilhões. Esse segmento vem registrando crescimento de cerca de 10% nos últimos anos, e já emprega 194 mil pessoas em todo país (FLORANET, 2012).

Segundo Junqueira e Peetz (2013b), no Brasil em 2011, a área ocupada com flores e plantas ornamentais foi de 11.400 ha, sendo destes 8.900 ha cultivados a céu aberto, 2.200 ha sob a proteção de estufas e 300 ha em telados de sombreamento. Os autores mencionam que a distribuição dessa área é de 50,4% para mudas; 28,8% para flores de corte; 13,2% para flores envasadas; 3,1% para folhagens em vasos; 2,6% para folhagens de corte e 1,9% para outros produtos da floricultura.

O agronegócio da Floricultura é essencialmente focado no consumo interno, para o qual dirige 97,3% dos valores anuais de comercialização (JUNQUEIRA; PEETZ, 2013b). Cerca de 75% de toda a produção de flores e plantas ornamentais são consumidos pelas regiões Sul e Sudeste. As demais ficam com apenas 25%, sendo, portanto, locais que merecem atenção, visando à expansão da comercialização (FLORANET, 2012).

Entretanto, esse mercado ainda é caracterizado pelo baixo consumo per capita, pequeno número de compradores frequentes, compras centradas em produtos tradicionais e demanda focada em datas especiais e comemorativas. Não obstante, pode e deve ser entendido como um ponto forte, uma vez que as exportações representam uma fatia muito pequena do PIB deste agronegócio.

Segundo o Instituto Brasileiro de Floricultura (Ibraflor), o consumo médio anual no país chega a R\$ 20,00 per capita (por pessoa), enquanto em alguns países da Europa, o valor alcança R\$ 140,00 per capita (PORTAL BRASIL, 2012). Além do poder de compra do brasileiro, o atual presidente do Ibraflor menciona que o aumento dos pontos de venda e da durabilidade dos produtos são fatores que estão contribuindo para o desenvolvimento do setor.

Do ponto de vista do mercado internacional, o Brasil, a despeito de já possuir uma larga tradição na exportação de flores e plantas ornamentais, não responde por volumes físicos ou valores relevantes (JUNQUEIRA; PEETZ, 2013b). De acordo com os autores, o País participa com uma parcela de apenas 0,2% das transações comerciais, além de possuir atuação fortemente centrada no comércio internacional de materiais propagativos vegetais, especialmente bulbos, mudas, rizomas e similares.

Em 2012, os resultados das exportações brasileiras de flores e plantas ornamentais confirmaram o ciclo de retração recentemente experimentado pela floricultura nacional, decaindo 7,76% em relação ao total vendido ao exterior em 2011 e exibindo fechamento no valor global de US\$ 26,01 milhões (JUNQUEIRA; PEETZ, 2013a).

Atualmente, no Brasil, são cultivadas cerca de 350 diferentes espécies de interesse ornamental, das quais se origina um conjunto de mais de duas mil variedades (JUNQUEIRA; PEETZ, 2012). De acordo com Junqueira e Peetz (2013a), em

2012, o principal grupo de produtos setoriais exportados pelo Brasil foi o dos bulbos, tubérculos, rizomas e similares em repouso vegetativo (55,93%), com destaque para bulbos de amarílis e de gladiolo, entre outros, tendo como origem os estados de São Paulo (72,93%) e Ceará (27,07%). O segundo grupo de maior expressão foi o de mudas de plantas ornamentais (33,18%). Os principais materiais exportados pelo Brasil são as estacas de crisântemo, seguidas por mudas sem raiz ou de raiz nua, tais como as de violetas, begônias, espatífilo e comigo-ninguém-pode, além daquelas produzidas em torrões de substratos estéreis, como antúrios, calatéias, marantas e forrações diversas tais como lantana, peperômia, singônio, impatiens e outras. Os autores mencionam que os outros grupos de mercadorias, focados no consumo final, mantiveram tendência de perda de expressão financeira na balança comercial. Assim, as exportações de rosas e seus botões frescos representaram somente 0,12% das vendas brasileiras no mercado internacional, enquanto que as de outras flores frescas e seus botões, que incluem lisianthus, gérberas, lírios, antúrios e outras flores tropicais, somaram participação relativa de apenas 0,51%. Entre as flores tropicais, os abacaxis ornamentais têm sido os principais produtos de penetração nos mercados europeus, seguidos das helicônias, entre outras flores e folhagens tropicais (JUNQUEIRA; PEETZ, 2013b).

No tocante às importações, os principais grupos de produtos adquiridos pelo País continuaram sendo aqueles que, como nos anos anteriores, destinaram-se à multiplicação vegetativa: bulbos, tubérculos e rizomas (28,32%); mudas de orquídeas (19,64%); mudas de outras plantas ornamentais (10,11%); mudas de outras plantas (17,79%) e outros (JUNQUEIRA; PEETZ, 2013b). Por outro lado, e intensificando o desempenho já observado no ano passado, os autores mencionam que foi notável o incremento das mercadorias destinadas ao consumo final: rosas e seus botões cortados

frescos (16,64%); outras flores frescas (5,60%) e cravos e seus botões cortados (1,06%), além de flores secas, folhagens frescas e secas e musgos.

Quanto à importação de material de propagação vegetal, os resultados apontam para o vigor do crescimento da atividade produtiva no País, na medida em que tais insumos constituem a base da indústria florícola nacional para muitas espécies cultivadas tanto para corte, como para vaso (JUNQUEIRA e PEET, 2013b).

O sucesso de todo e qualquer empreendimento agrícola está condicionado, entre outros fatores, à qualidade dos materiais propagativos utilizados, que devem ser produzidos segundo os mais modernos preceitos tecnológicos, resultando em um elevado potencial produtivo de espécies vegetais cultivadas em escala empresarial (ROCHA, 2009). Como a floricultura é uma atividade agrícola muito criteriosa em relação à qualidade do produto pelo mercado consumidor, tais exigências são ainda mais acentuadas quando se trata de exportação de produtos. Para atender a esse padrão de qualidade, os produtores de flores têm empregado as mais avançadas técnicas de produção e comercialização. Nesse sentido, a cultura de tecidos de plantas oferece ao produtor mudas de alto padrão genético e fitossanitário em quantidade suficiente para atender à demanda em curto espaço de tempo (TOMBOLATO e COSTA, 1998).

## Histórico da Cultura de Tecidos de Plantas no Mundo

Segundo Carvalho et al. (2011a), a cultura de tecidos de plantas engloba técnicas de cultivo em meio nutritivo, em

condições assépticas, de células, tecidos ou órgãos de plantas, sob condições controladas de densidade de fluxo de fótons, fotoperíodo, temperatura, dentre outros fatores.

A cultura de tecidos de plantas, uma das áreas de maior êxito da biotecnologia, é uma ferramenta de grande utilidade e com múltiplas finalidades na agricultura. Tem conquistado destacada posição na recuperação de plantas livres de vírus e de outros agentes causadores de doenças; na propagação comercial de plantas; no melhoramento genético; no manejo, no intercâmbio e na conservação de germoplasma; na engenharia genética e em outras aplicações como as pesquisas em fisiologia vegetal e produção industrial *in vitro* de compostos secundários.

Atualmente a cultura de tecidos de plantas, no Brasil, é uma realidade não apenas em muitos laboratórios acadêmicos de pesquisa e de ensino em instituições públicas, senão também em empresas do setor privado, bem articuladas comercialmente e relacionadas com culturas de importância econômica, tais como cana-de-açúcar, flores, eucalipto e pinheiros (CID, 2010).

A história da cultura de tecidos de plantas teve início, nos anos de 1838-1839, quando Schleiden (1938) e Schwann (1939), citados por Gautheret (1983), independentemente, estabeleceram a base da teoria celular e implicitamente postularam que a célula é capaz de ser autônoma, e consequentemente, totipotente. Entretanto, Schleiden e Schwann não apresentaram evidência experimental para demonstrar que as células somáticas também eram capazes de serem totipotentes.

Segundo Gautheret (1983), um marco importante da cultura de tecidos foi a descoberta por Recharging (1893) do limite de divisibilidade da célula vegetal, que permitisse a proliferação dos tecidos. Gautheret (1983) cita que Recharging colocou brotos isolados, pedaços de raízes, caules e outras

estruturas vegetais, em areia umedecida com água corrente, concluindo que partes com espessura maior que 1,5 mm, apresentavam desenvolvimento e crescimento. Entretanto, como o estudo foi conduzido sem o uso de nutrientes nem de condições assépticas, esse tipo de técnica não pode ser denominado de cultura de tecidos de plantas, como é conhecida atualmente. No entanto, como os experimentos conduzidos por Rechinger foram os primeiros relacionados com os princípios da cultura de tecidos vegetais, ele é considerado, de acordo com Gautheret (1983), o verdadeiro pioneiro nessa área.

Doze anos depois, os princípios da cultura de células foram formulados por Haberlandt, em 1902. Enquanto Rechinger pensou ter determinado os limites da divisibilidade vegetal, Haberlandt partiu da teoria celular, concluindo que não havia limites para essa divisibilidade. Haberlandt optou por trabalhar com células isoladas em solução nutritiva de Knop, verificando que elas continuavam vivas após 20 a 27 dias de cultivo. Mesmo depois desse período de tempo, apesar das células apresentarem 11 vezes o volume original, não se dividiam, sendo os resultados considerados desapontadores.

Sendo assim, como Rechinger, Haberlandt optou por uma abordagem indireta para a cultura de tecidos, entretanto em um nível mais avançado. Ele conduziu muitos experimentos usando seções de tubérculo de batata, constatando que a divisão celular ocorria em discos de pequena espessura, sem exceção, desde que o disco apresentasse um fragmento de feixe vascular. Se Haberlandt tivesse dado continuidade as suas investigações e usado ao invés de batata, outro tipo de material vegetal, tal como cenoura, que se desenvolve mesmo na ausência de substâncias de crescimento, ele teria obtido a primeira "cultura de tecido" (GAUTHERET, 1983).

De acordo com Thorpe (2006), Haberlandt é reconhecido como pai da cultura de tecidos de plantas, pois foi ele quem

tentou pela primeira vez demonstrar a totipotencialidade das células vegetais, cultivando células e tecidos somáticos de várias espécies em solução nutritiva (KRIKORIAN; BEROUAM, 1969). Infelizmente nenhum sucesso foi obtido em seus experimentos, sendo a ausência de divisão celular nas culturas atribuída a não suplementação do meio nutritivo com "hormônios", compostos até então desconhecidos (TORRES; CALDAS, 1990).

Desde então, até os dias de hoje, vários méritos no avanço das técnicas de cultivo *in vitro* devem-se a descobertas de diversos especialistas. Segundo Rout et al. (2006), a primeira utilização da cultura de tecidos em plantas ornamentais foi na década de 1920, quando sementes de orquídeas foram germinadas, sob condições assépticas, em laboratório, por Knudson, em 1922. Mas, visando à produção de mudas, esta técnica foi inicialmente desenvolvida por Morel e Martin, em 1952. Esses autores demonstraram que plantas livres de doenças infectadas com o vírus do mosaico podiam se tornar livres do patógeno a partir da cultura da gema apical. Entretanto, este método já havia sido usado anteriormente por Ball, em 1946, em plantas de nastúrio e de tremoço.

A equipe de Morel aplicou esta técnica para outras espécies, a exemplo das orquídeas do gênero *Cymbidium*, infectadas pelo vírus do mosaico (MOREL, 1960). Ao cultivar as gemas apicais de *Cymbidium*, além da eliminação do vírus, Morel observou a emissão de várias plantas por explante, ao invés de apenas uma, como esperado. Após constatar este mesmo processo em outros gêneros de orquídeas, Morel propôs que este método fosse denominado, inadequadamente, de "cultura de meristema", como alternativa para a propagação vegetativa de orquídeas. Por este novo processo, ele estimou a obtenção de mais de um milhão de plantas por ano. Assim, a técnica de Morel foi rapidamente adotada, como uma prática comercial, por vários propagadores de orquídeas.

Posteriormente, Murashige e Huang (1987) confirmaram a viabilidade desta técnica para outras espécies de flores e plantas ornamentais, como gérberas, samambaias, bromélias e folhagens tropicais. O emprego da técnica, então, se difundiu rapidamente para as flores e plantas ornamentais e, mais lentamente, para as oleícolas, fruteiras, grandes culturas e essências florestais (Murashige e Huang, 1987). Segundo esses autores, o número de espécies propagadas pela cultura de tecidos em 1987 foi de aproximadamente mil, porém nem todas produzidas em escala comercial.

## **Histórico da Cultura de Tecidos de Plantas no Brasil**

A história da cultura de tecidos de plantas no Brasil teve início por Agésilau Antônio Bitancourt, fitopatologista e pesquisador do Instituto Biológico de São Paulo. Em 1952 criou o "Centro de Estudos do Câncer Vegetal", no qual foram realizados os primeiros experimentos com culturas de tecidos vegetais no Brasil, estudando a multiplicação de calos e os efeitos das auxinas (INVITROPLANTA, 2012).

De acordo com Torres e Caldas (1990), o primeiro trabalho com cultura de tecidos de plantas foi conduzido na Universidade de São Paulo (USP), na década de 50, com orquídeas, e as primeiras equipes de cultura de tecidos estabelecidas na Escola Superior de Agricultura "Luiz de Queiroz" (ESALQ), em 1971, e posteriormente na Universidade de Brasília (UNB), em 1972, e na USP (1973-1974). Entre 1975 e 1980 foram criados laboratórios em Campinas-SP, na Universidade Estadual de Campinas (Unicamp) e no Instituto Agrônômico (IAC), e na Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), em Brasília e no Rio Grande do Sul.

## **Cultura de Tecidos de Flores e Plantas Ornamentais**

A propagação in vitro de flores e plantas ornamentais continua sendo a principal aplicação prática da cultura de tecidos vegetais e a atividade de maior importância dos laboratórios comerciais de micropropagação (GEORGE, 1996).

Dentre as diversas vantagens da micropropagação vegetal, merece destaque a produção rápida de materiais propagativos, livres de doenças e pragas, com elevada qualidade genética em tempo reduzido. Por meio dessa técnica é possível produzir grandes quantidades de plantas uniformes ao longo de todo o ano, sob condições controladas, sem a influência das variações climáticas (ROCHA, 2009). Além disso, o manuseio e o transporte dos materiais obtidos in vitro são de custo relativamente reduzido, embora exijam embalagens e cuidados especiais (SEREGEN, 2011). Assim, como técnica, a micropropagação permite o aumento da produção e causa menos danos ambientais, contribuindo para que os laboratórios e países que a adotam tenham mais vantagens competitivas (CID; TEIXEIRA, 2010).

Entretanto, para que a micropropagação tenha êxito, é imperativo que o comportamento das mudas micropropagadas, no campo, seja avaliado. Isto é, as plantas obtidas pela cultura de tecidos devem ser comparadas àquelas produzidas pelos métodos de propagação tradicionalmente utilizados (controle), em diferentes locais e épocas (PRAKASH, 2006).

## Principais Espécies de Flores e Plantas Ornamentais Micropropagadas

Em todo o mundo, as informações sobre a produção in vitro de mudas são infrequentes (WINKELMANN et al., 2006), não sendo registradas por nenhuma organização pública (MASTACHE, 2007), entretanto alguns dados estão disponíveis na literatura.

Segundo Winkelmann et al. (2006), os primeiros laboratórios de produção comercial de mudas micropropagadas foram implantados na Europa e na América do Norte, nas décadas de 1970 e 1980. De acordo com Liu e Liu (2010), na China, a tecnologia da cultura de tecidos de plantas teve início na década de 1970, se desenvolvendo rapidamente. Na Alemanha, desde a década de 1980, a cultura de tecidos vem sendo empregada como uma importante ferramenta para a propagação de plantas de interesse econômico, e, a partir de 1995, a produção comercial de mudas in vitro tem sido registrada com a criação da Associação Alemã dos Laboratórios de Cultura In Vitro (ADVK) (WINKELMANN et al., 2006). Na Índia, a micropropagação comercial teve início na década de 1990 (TOMAR et al., 2007), enquanto, nos países Árabes, alguns laboratórios ampliaram suas produções para o nível comercial, apenas na virada do século (OMAR e AOUINE, 2007). A partir de 2007, a indústria da micropropagação começou no México (MASTACHE, 2007).

A lista de espécies propagadas por cultura de tecidos aumentou consideravelmente durante os anos 1980, sendo a principal contribuição a de flores e plantas ornamentais, seguida das oleícolas, fruteiras, grandes culturas e essências florestais. Em 1974, em um levantamento efetuado por Murashige (1974), foram listadas 150 espécies vegetais micropropagadas. Quatro

anos depois, identificaram-se 300 espécies (MURASHIGE, 1978). Atualmente, mais de mil espécies podem ser micropropagadas (GERALD; LEE, 2011).

As mudas de flores e plantas ornamentais são as mais produzidas no mundo inteiro pela cultura de tecidos, verificando-se que algumas espécies são comuns, enquanto outras são produzidas em apenas determinados países.

Em levantamento efetuado em 1984, por George e Sherrington (1984), as espécies mais propagadas in vitro, tanto nos Estados Unidos como no mundo, eram as orquídeas, sendo produzidas em 60% dos laboratórios. As folhagens e as outras flores ocupavam o segundo lugar, sendo produzidas em 28% dos laboratórios americanos e em 33% dos laboratórios em todo o mundo. Em terceiro e quarto lugares foram classificadas as samambaias e as espécies lenhosas, respectivamente.

Em 1986, nos Estados Unidos, o singônio era a cultura mais produzida, ficando as samambaias e o lírio-da-paz, respectivamente, em segundo e terceiro lugares, e em quarto lugar, empatadas, as azaleias e as orquídeas (JONES, 1987). Entretanto, esses autores mencionam que nessa época, a situação era bem diferente na Europa, onde o produto mais produzido era a gébera e em segundo lugar as samambaias, ficando em terceiro e quarto lugares, respectivamente, os lírios e a violeta-africana, e em quinto lugar, empatados, o ficus e o singônio. Chu e Kurtz (1990) citam que naquela época, na Ásia, incluindo os laboratórios no Japão, Taiwan, Coreia, Malásia, Tailândia e China, eram classificadas em ordem de importância, as folhagens, as orquídeas, a cana-de-açúcar, várias plantas ornamentais e, em quinto lugar a bananeira.

Segundo Jones (1987), naquele ano existia aproximadamente 250 laboratórios comerciais de plantas, além de 50 unidades de pesquisa sobre este agronegócio, nos Estados Unidos. As principais espécies produzidas eram singônio,

gérbera, lírio-da-paz, samambaia, violeta africana, corniguinguê-m-pode e azaleia.

Segundo Winkelmann et al. (2006), na Alemanha, desde 1998, tem sido observado um aumento acentuado da produção total de mudas por cultura de tecidos, o que pode ser atribuído à propagação das orquídeas. Nessa família, o gênero mais empregado é o *Phalaenopsis*, que nos últimos anos, tornou-se extremamente popular como planta ornamental para vaso, em vários países europeus. Outras espécies também vêm sendo propagadas, embora, em menor escala, tais como as dos gêneros *Anthurium*, *Cyclamen*, *Dendranthema*, *Dionaea*, *Gentiana*, *Gerbera*, *Helleborus*, *Sinningia*, *Spathiphyllum*, *Streptocarpus*, *Zantedeschia* e algumas plantas ornamentais aquáticas. Entre as lenhosas são propagadas in vitro espécies dos gêneros *Rhododendron*, *Rosa*, *Clematis*, *Kalmia*, *Syringa*, *Bamboo*, entre outras.

No México, a produção de mudas micropropagadas de espécies ornamentais está focada nas folhagens tropicais, nas orquídeas e nos antúrios, sendo as duas primeiras responsáveis por 4% e 3%, respectivamente, das exportações de mudas para a Comunidade Europeia (MASTACHE, 2007).

Já nos países Árabes, as flores e plantas ornamentais são micropropagadas em menor escala quando comparadas com as fruteiras e olícolas. As principais espécies citadas são as ornamentais perenes e tropicais utilizadas como folhagens, espécies do gênero *Hosta*, rosas, espécies do gênero *Syringa*, orquídeas, gerânios, cravos, bambus, sendo as orquídeas as de maior importância (OMAR; AOJINE, 2007).

Na China, segundo Liu e Liu (2010) já foram desenvolvidos protocolos para produção de mudas micropropagadas de aproximadamente 300 espécies ornamentais, sendo destas 100 empregadas em escala comercial. Os autores mencionam que das plantas produzidas 63% são herbáceas, 37% lenhosas,

14% bulbos, 11% suculentas, 6% orquídeas e 3% pteridófitas. As principais espécies são *Phalaenopsis afrodita*, *Dianthus caryophyllus*, *Dianthus plumarius*, *Gypsophila oldhamiana*, *Gypsophila elegans*, *Gerbera jamesonii*, *Cymbidium grandiflorum*, folhagens (*Cordyline fruticosa*, *Trachelospermum jasminoides*, *Philodendron erubescens*, *Monstera deliciosa* e *Maranta arundinaceae*), *Oncidium luridum*, *Aloe vera*, *Aloe arborescens*, *Aloe nobilis*, *Anthurium andraeanum*, *Eucalyptus* spp., *Photinia fraseri*, pteridófitas (*Adiantum capivarisveneris*, *Nepholopsis cordifolia*, *Davallia bullata*, *Neprolepis exaltata* 'Bostoniensis', *Pteris wallichiana* e *Platyserium wallichii*), *Prunus serrulata*, suculentas (*Kalanchoe blossfeldiana*, *Haworthia fasciata*, *Spathiphyllum pallas*, *Faucaia tigrina*, *Casteria batesiana*, *Haworthia cymbiformis*, *Haworthia comptoniana*, *Haworthia truncata*, *Haworthia retusa* e *Haworthia fasciata*), *Zantedeschia* spp., *Dendrobium* spp., *Populus tomentosa*, *Rosa* spp., *Sinningia speciosa*, *Taxus* spp. e *Petunia hybrida*.

Na Índia, as principais espécies produzidas, para o mercado interno, são antúrios, orquídeas, crisântemos, rosas, lírios e gérberas (SINGH; SHETTY, 2011). Já para atender a demanda do mercado externo, os autores citam como espécies mais importantes as dos gêneros *Ficus*, *Spathiphyllum*, *Syngonium*, *Philodendron*, *Nerium*, *Yucca*, *Cordyline*, *Euphorbia*, *Sansevieria*, *Gerbera*, *Anthurium*, *Rosa*, *Limonium*, *Lilium*, *Astromeria*, entre outros.

No Brasil, as primeiras empresas produtoras de mudas micropropagadas foram criadas na década de 1980. Em 2010 foram registradas em torno de 60 empresas envolvidas nesse agronegócio (CARVALHO et al., 2011b). E, mais recentemente, em 2012, o número de total de entidades inscritas no Sistema de Registro Nacional de Sementes de Mudas (Renasem), no Relatório Geral de Requerentes emitido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa) para "unidade de

propagação in vitro” são 111, sendo mais da metade (55,5%) localizadas na região Sudeste (CARVALHO et al., 2012).

Em levantamento realizado em 1995, indicou-se a existência de um elevado número de laboratórios particulares de micropropagação, os quais multiplicavam espécies ornamentais, principalmente no Estado de São Paulo (TOMBOLATO; COSTA, 1998). Existiam cerca de 30 laboratórios em São Paulo, dois no Rio de Janeiro e apenas um no Distrito Federal e nos Estados do Espírito Santo, Maranhão e Pernambuco. As principais espécies micropropagadas, na época, nesses laboratórios particulares, eram: orquídeas (11 laboratórios), espatifilo (5 laboratórios), antúrio (5 laboratórios), violeta africana (5 laboratórios) e samambaia (4 laboratórios). Outras espécies também micropropagadas, em menor escala, eram: alstroemeria, amarílis, aráceas, begônia, ciclame, copo-de-leite, cravo, filodendro, gerânio, gérbera, gloxínia, gipsofila, helicônia, lírio, nerine, palmeira, plumbago, estaticé, singônio e zingiberáceas.

Na mesma época, as espécies mais estudadas em laboratórios de pesquisa eram: alstroemeria, amarílis, antúrio, áster, bromélias, cravo, crisântemo, estaticé, gérbera, *Gomphrena*, gipsofila, helicônia, lírio, lisiantus, *Nematanthus*, nerine, rosa, samambaia, espatifilo, violeta e zingiberáceas.

Quinze anos depois, isto é, em 2010, em levantamento feito por Carvalho et al. (2011b) verificou-se que 38,8% do volume total produzido de mudas micropropagadas correspondiam às flores e plantas ornamentais, com liderança das orquídeas. Os gêneros mais citados dessa família foram: *Cattleya*, *Oncidium*, *Laelia*, *Miltonia*, *Dendrobium*, *Encyclia* e *Sophranitis*. E, nos últimos dois anos (2011 e 2012), os gêneros mais micropropagados têm sido *Cattleya*, *Laelia*, *Oncidium*, *Phalaenopsis* e *Dendrobium* (CARVALHO et al., 2012). Comparando-se esses gêneros de acordo com levantamento

efetuado por Carvalho et al. (2009), constatou-se uma correspondência dos três primeiros (*Cattleya*, *Laelia*, *Oncidium*) como os mais empregados nos trabalhos de pesquisa, bem como os mais produzidos em escala comercial. O aumento no número de biofábricas que produzem orquídeas foi de 120% nos últimos anos (CARVALHO et al., 2012). Segundo os autores, mais da metade (59,1%) dedica-se somente à produção dessa cultura.

Depois das orquídeas, as bromélias foram as mais produzidas comercialmente por cultura de tecidos, correspondendo a 30,7% do volume total produzido de mudas micropropagadas de flores e plantas ornamentais, em 2010 (CARVALHO et al., 2011b). Os autores mencionam que os principais gêneros foram *Guzmania*, *Tillandsia*, *Vriesea*, *Neoregelia* e *Aechmea*.

Em 2012, seis biofábricas produzem mudas micropropagadas de bromélias, representando um aumento de 50% em relação a 2008, e uma estabilização nos últimos três anos (CARVALHO et al., 2012). Bromeliaceae além de ser a segunda família mais produzida comercialmente, foi também a mais estudada em cultura de tecidos de flores e plantas ornamentais no Brasil (CARVALHO et al., 2009). Em 2012, os gêneros mais produzidos foram *Ananas* (com destaque para os abacaxizeiros ornamentais), *Vriesea*, *Tillandsia*, *Guzmania*, *Neoregelia* e *Aechmea* (CARVALHO et al., 2012).

Depois das orquídeas e das bromélias, a família Araceae é a terceira com o maior número de mudas obtidas por cultura de tecidos, destacando-se os gêneros *Anthurium*, *Spathiphyllum*, *Philodendron*, *Alocasia*, *Zantedeschia* e *Dieffenbachia* (CARVALHO et al., 2012). Em menor escala, em comparação com as orquídeas, bromélias e aráceas, são produzidas mudas micropropagadas de gérbera, limonium (estaticé), lírio, crisântemo, rosa, dracena, calateia, maranta, gipsofila, alstroemeria, violeta, petúnia, pteridófitas, entre outras (CARVALHO et al., 2012).

Em 2010, as espécies de flores e plantas ornamentais e de fruteiras representavam, aproximadamente, 80% da produção total de mudas micropropagadas (CARVALHO et al., 2011). Carvalho et al. (2012) constataram que, nos últimos 5 anos, essa tendência foi mantida, isto é, os grupos das ornamentais e das fruteiras são os mais significativos quanto à quantidade de espécies e de mudas produzidas. Izquierdo e Riva (2000) enfatizam que esses dois grupos de plantas resultam em maior rentabilidade devido do alto valor agregado das mudas obtidas por essa técnica.

## Tendência Atual da Pesquisa com a Cultura de Tecidos de Flores e Plantas Ornamentais no Brasil

O objetivo deste levantamento é dar uma ideia dos trabalhos apresentados, nos cinco Congressos realizados, considerando-se aqueles envolvendo flores e plantas ornamentais e levando-se em conta os seguintes itens: famílias mais estudadas, principais grupos de espécies, sistemas e estágios mais empregados de micropropagação e localização das instituições de pesquisa nas quais foram conduzidos os trabalhos.

Nos cinco eventos constatou-se tendência do aumento no número de trabalhos apresentados com flores e plantas ornamentais, exceto do ano de 2005 para 2007, no qual foi registrada uma queda de 7,6%. Entretanto, cabe ressaltar que houve um aumento significativo, de 72,6%, do número de trabalhos apresentados entre os dois últimos eventos, isto é, em 2011, foram registrados 273 trabalhos a mais do que em 2009 (Figura 1).

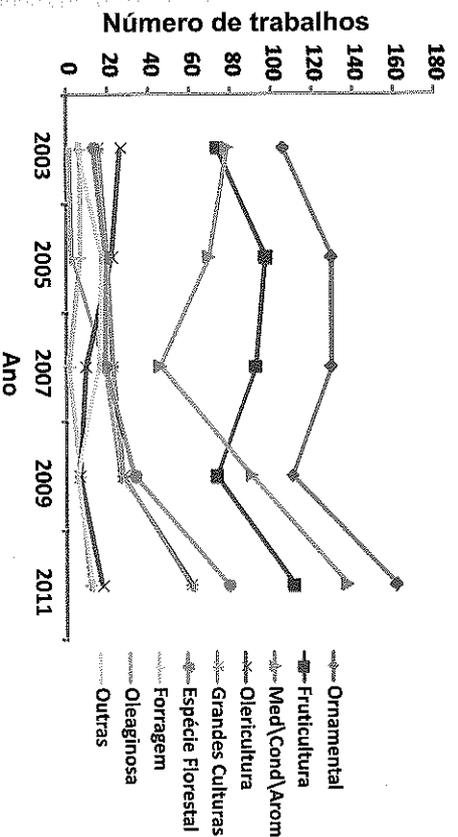


Figura 1. Número de trabalhos apresentados nos cinco Congressos Brasileiros de Cultura de Tecidos de Plantas (CBCTP): 1º CBCTP, 2003; 2º CBCTP, 2005; 3º CBCTP, 2007; 4º CBCTP, 2009 e 5º CBCTP, 2011.

## Análise por Famílias

Nos cinco eventos foram apresentados trabalhos com 43 famílias diferentes de flores e plantas ornamentais, com destaque para as orquídeas, que lideraram o esforço de pesquisa com 31,23% dos trabalhos (Figura 2), confirmando a tendência mundial de ser a família mais estudada na área de micropropagação. Nos cinco eventos foram apresentados 198 trabalhos e estudados 26 gêneros da família Orchidaceae. Os gêneros mais citados foram *Cattleya* (46,97%), *Laelia* (9,09%), *Epidendrum* (6,06%), *Dendrobium* (4,55%) e empatados *Catasetum* e *Oncidium* (4,04%).

Em segundo lugar estão as bromélias, com média de 19,87% das atividades de pesquisa expostas nos cinco

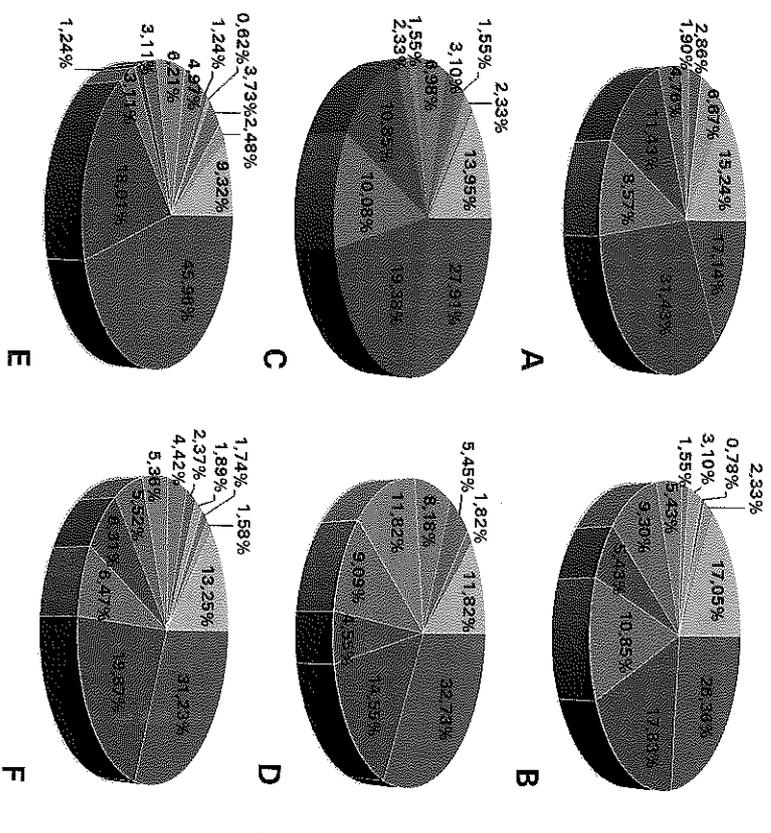


Figura 2. Distribuição percentual das principais famílias de flores e plantas ornamentais estudadas nos trabalhos apresentados nos cinco Congressos Brasileiros de Cultura de Tecidos de Plantas (CBCTP): 1º CBCTP, 2003 (A); 2º CBCTP, 2005 (B); 3º CBCTP, 2007 (C); 4º CBCTP, 2009 (D); 5º CBCTP (E), 2011; total nos cinco eventos (F).

eventos. Foram apresentados 126 trabalhos e estudados 17 gêneros da família Bromeliaceae, sendo os mais citados: *Ananas*, representado pelos abacaxis ornamentais (31,01%), *Vriesea* (17,83%), *Aechmea* (13,95%), *Orthpphyllum* (8,53%), e empatados *Neoregelia* e *Alcantarea* (5,43%).

Somente essas duas famílias, Orchidaceae e Bromeliaceae, representaram quase a metade dos trabalhos apresentados com cultura de tecidos de flores e plantas ornamentais, 48,57%, 44,19%, 47,29% e 47,29%, respectivamente em 2003, 2005, 2007 e 2009. Em 2011, esse percentual ultrapassou a metade dos trabalhos expostos, com 63,97%.

Em terceiro lugar estão as heliconias, representadas por 6,47% dos trabalhos apresentados nos cinco eventos, seguindo-se com valores muito próximos as asteráceas, com 6,31%. Nos cinco eventos, na família Heliconiaceae foram apresentados 41 trabalhos e estudadas dez espécies, sendo relacionadas às três mais citadas a seguir em ordem decrescente no número de trabalhos expostos: *Heliconia rostrata* (36,11%), *H. bihai* (30,56%), *H. chartaceae* (16,67%). Para a família Asteraceae foi apresentado um total de 40 trabalhos e estudadas apenas quatro espécies: *Dendranthema grandifolia*, *Gerbera jameasonii*, *Chrysanthemum coronarium* e *Schlechtendalla luzuifolia*, com 19, 17, 3 e 1 trabalhos, respectivamente.

Em quinto lugar, as aráceas foram representadas por 35 trabalhos (5,52%), sendo a maioria do gênero *Anthurium* sp. (22 trabalhos). Além dessas, outras espécies contempladas com estudos foram *Zantheodeschia* sp. (9 trabalhos), *Synonium* sp. (2 trabalhos) e com apenas 1 trabalho *Aglaonema pseudobracteatum*.

A família Cactaceae situou-se em sexto lugar na classificação geral, em termos de trabalhos apresentados nos eventos. Os gêneros mais estudados foram *Melocactus* (13 trabalhos), *Cereus* (8 trabalhos), *Pilosocereus* (5 trabalhos), *Discocactus* (3 trabalhos), *Maytenus* com 2 trabalhos, e *Hylocerus*, *Nopalaea*, *Rhipsalidopsis* e *Schlumbergera* com apenas 1 trabalho cada.

Considerando-se apenas as espécies tropicais, verificou-se que as famílias Orchidaceae, Bromeliaceae, Heliconiaceae, Araceae e Cactaceae representam um total de 68,45% dos trabalhos apresentados, nos cinco eventos. As flores tropicais compõem um grupo de plantas ornamentais que tem apresentado significativo aumento no interesse do seu cultivo, bem como na sua inclusão, nos últimos anos, em estudos desenvolvidos tanto em instituições de pesquisa, a exemplo da Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária (Embrapa), como de ensino.

### **Análise por Grupos de Espécies**

Para a identificação e estratificação do grupo da espécie estudada, considerou-se a ênfase dada no próprio trabalho. Nos casos em que não foi possível identificar o grupo da espécie na própria publicação, foi feita uma revisão da literatura, para a constatação do uso mais importante da espécie citada no trabalho. Por esta metodologia, verificou-se que houve aumento no número de trabalhos apresentados em todos os grupos entre os dois últimos eventos realizados (Figura 1). O maior acréscimo foi registrado no grupo das oleícolas (183,00%), seguido das espécies florestais (139,39%), das oleaginosas (134,61%) e das grandes culturas (122,00%). O percentual de ampliação para o grupo das forrageiras foi de 83,33%. E, com avanços muito próximos estão as medicinais, condimentares e aromáticas (52,22%), as fruteiras (52,05%) e as flores e plantas ornamentais (46,36%).

O grupo de espécies com uso ornamental esteve presente em 30,51% dos trabalhos apresentados nos cinco

eventos. Durante todos os congressos as maiores porcentagens foram registradas para esse grupo (Figura 3), com variações de 36,75% (Figura 3C) a 24,81% (Figura 3E). As flores e plantas ornamentais formam, por excelência, um grupo de plantas em que a aplicação da micropropagação é significativa pela repercussão direta na economia (BOSA et al., 2003), devido principalmente ao alto valor agregado ao produto final.

Em segundo e terceiro lugares estão as fruteiras e o grupo das espécies com propriedades medicinais, condimentares e aromáticas, com médias gerais de 21,46% e 20,16%, respectivamente (Figura 3F). No Congresso realizado em 2003 foram apresentados números muito semelhantes de trabalhos com estes dois grupos de plantas, sendo 78 para as medicinais, condimentares e aromáticas e 73 para as fruteiras. Nos dois eventos posteriores, verificou-se redução do número de trabalhos apresentados com o grupo das medicinais, condimentares e aromáticas, com o total de 45 no ano de 2007, tendo sido praticamente a metade em relação a 2003 (78). Entretanto, nos últimos dois congressos, registrou-se um aumento significativo do número de trabalhos apresentados nesse grupo; o dobro em relação ao ano de 2007, e, em 2011, um acréscimo de 52,22% em relação a 2009. Embora o grupo das fruteiras, na avaliação geral dos cinco eventos, ocupe a segunda posição (21,46%), esse lugar foi ultrapassado pelo grupo das medicinais, condimentares e aromáticas, nos eventos realizados em 2003, 2009 e 2011. Apesar da redução de 20,65% do número de trabalhos apresentados com fruteiras em 2009, tendo-se como referência o ano de 2007, logo a seguir constatou-se novo aumento, com 52,05% em 2011.

Em quarto lugar (7,84%), no levantamento geral, o grupo das espécies florestais (silvicultura) registrou crescimento

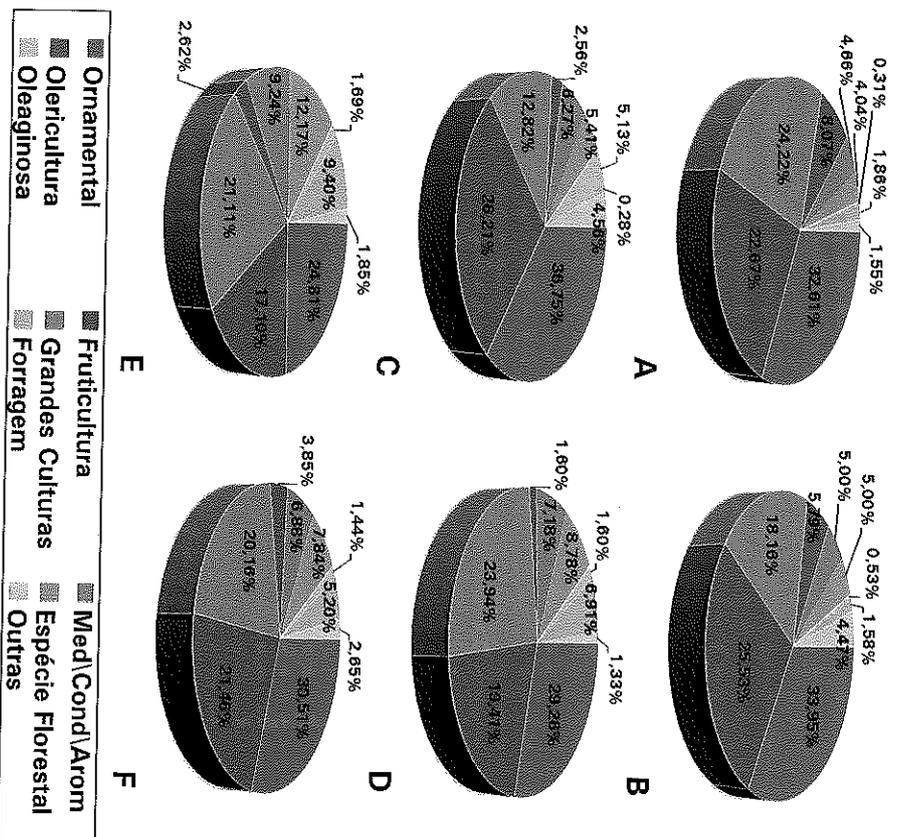


Figura 3. Distribuição percentual dos grupos de espécies estudadas nos trabalhos apresentados nos cinco Congressos Brasileiros de Cultura de Tecidos de Plantas (CBCTP): 1º CBCTP, 2003 (A); 2º CBCTP, 2005 (B); 3º CBCTP, 2007 (C); 4º CBCTP, 2009 (D); 5º CBCTP (E), 2011; total nos cinco eventos (F).

durante os cinco eventos, sendo o mais expressivo no último congresso, com 46 trabalhos a mais do que em 2009, representando um incremento de 139,39%. Os representantes desse grupo são utilizados principalmente no reflorestamento para extração de madeira e de celulose. A espécie mais estudada desta classe foi o eucalipto.

O grupo das grandes culturas (principalmente cana-de-açúcar e café), com 6,88% dos trabalhos apresentados, ocupou o quinto lugar geral. Durante a realização dos eventos, constatou aumento do número de trabalhos, registrando-se acréscimos de 122%, em 2011, em relação ao ano de 2009. E, quando se compara o número de trabalhos expostos no primeiro evento em relação ao último, o percentual atinge 300%.

Apesar de terem sido representados por apenas 5,20% dos trabalhos apresentados nos cinco eventos, e ocupado o sexto lugar, as oleaginosas constituem um grupo que merece destaque, em razão da importância atual relacionada com a demanda global dos biocombustíveis. Tanto é que, em 2011, o número de trabalhos (61) aumentou significativamente em relação aos eventos de 2007 e 2009, nos quais foram apresentados, respectivamente, 18 e 26 trabalhos. É importante ressaltar que no ano de 2003 foi apresentado apenas um trabalho e em 2005, dois. Este aumento está relacionado com as pesquisas voltadas para as culturas do dendê, pinhão manso e mamona, espécies consideradas prioritárias para a produção de biodiesel no Brasil.

Constatou-se redução no número de trabalhos apresentados com as espécies olerícolas, que ocuparam o sétimo lugar no esforço de pesquisa, com média geral de 3,85%. Em 2009 foi registrado o menor número de trabalhos, apenas 6, embora no evento seguinte esse valor tenha aumentado para 17, entretanto, muito inferior ao número exposto no primeiro congresso, em 2003, 26. As principais espécies citadas são batata e as do gênero  *Capsicum*.

Em último lugar, com apenas 1,44% dos trabalhos apresentados, está o grupo das forragens. O mesmo número de trabalhos expostos (6) foi constatado nos eventos de 2003, 2005 e 2009. Em 2007 apenas um trabalho foi apresentado, e

em 2011 esse número subiu para 11. Como forragens foram consideradas as culturas do capim braquiária, sorgo e palma forrageira.

As espécies não incluídas nos oito grupos principais representaram, em média, 2,65% dos trabalhos. Neste total também foram incluídos os estudos que tratavam de espécies sem a identificação de uma utilização principal, bem como os que enfocavam aspectos gerais da cultura de tecidos, como assepsia de laboratório e esterilização de meio de cultura.

### Análise por Estágios da Micropropagação

Os trabalhos também foram ordenados de acordo com os estágios de desenvolvimento estudados no processo de propagação in vitro, assim considerados: estágio I - seleção, desinfestação e introdução de explantes em meio nutritivo, sob condições assépticas; estágio II - multiplicação dos propágulos mediante sucessivas subculturas em meio próprio para a multiplicação; estágio III - transferência das partes aéreas produzidas para meio de alongamento e enraizamento; e estágio IV - transplantio das plantas obtidas para substrato ou solo. Como essa sequência não é necessariamente seguida, alguns trabalhos apresentaram alterações conforme as peculiaridades das espécies estudadas.

Por este ordenamento, verifica-se que a maioria dos trabalhos está relacionada com o estágio I, média de 55,05% (Figura 4), reforçando que um dos obstáculos inevitáveis ao uso da cultura de tecidos vegetais é a assepsia do explante, principalmente quando este é proveniente do campo. O processo de desinfestação, primeira etapa para o estabelecimento de uma cultura in vitro, segundo Souza et al.

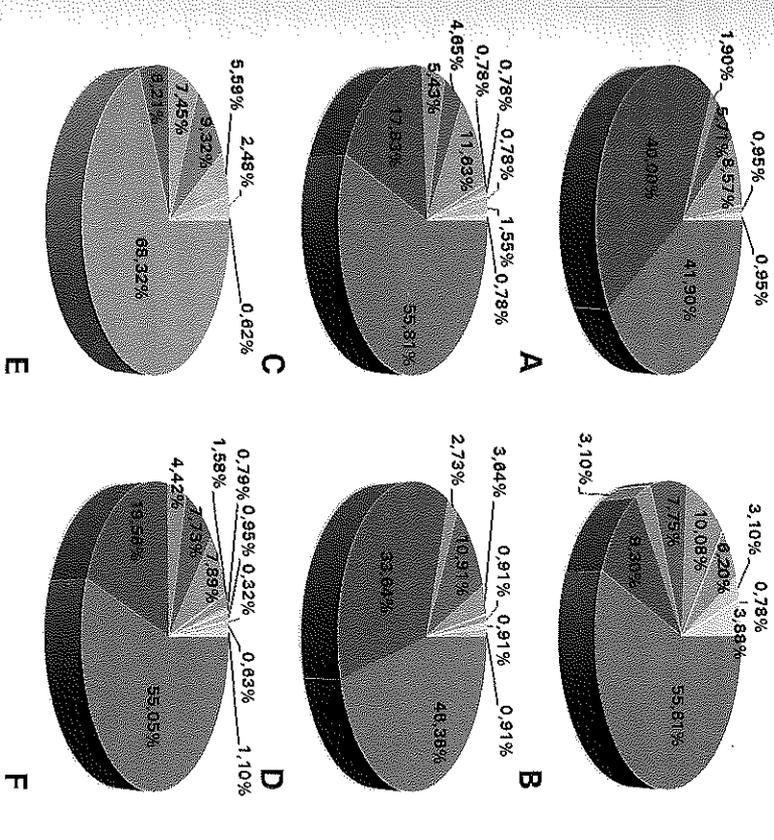


Figura 4. Distribuição percentual dos estágios da micropropagação estudados nos trabalhos apresentados nos cinco Congressos Brasileiros de Cultura de Tecidos de Plantas (CBCTP): 1º CBCTP, 2003 (A); 2º CBCTP, 2005 (B); 3º CBCTP, 2007 (C); 4º CBCTP, 2009 (D); 5º CBCTP (E), 2011; total nos cinco eventos (F).

(2006b), implica na eliminação dos microrganismos superficiais do explante, a fim de evitar contaminações extremamente prejudiciais na introdução, incubação e manipulação do material. Como algumas etapas podem se tornar limitantes para o estabelecimento de um protocolo de micropropagação de uma determinada espécie, é fundamental

que sejam conduzidas com muito critério, especialmente pelo fato das culturas se contaminarem principalmente por fungos e bactérias. Para esses autores, a presença de bactérias endógenas dificulta sobremaneira o estabelecimento de protocolos de micropropagação de muitas espécies.

O estágio II, que é a fase de multiplicação, foi alvo de 19,56% dos trabalhos encontrados neste estudo. Se forem considerados apenas os trabalhos que tratam dos dois primeiros estágios, tem-se um total de 74,61% dos esforços de pesquisa em cultura de tecidos, no Brasil, nos últimos dez anos.

O estágio III isoladamente foi alvo de 4,42% dos trabalhos realizados. A possível explicação está no fato de se tratar de uma fase que pode ser simplificada em algumas espécies com a eliminação da etapa de enraizamento *in vitro*, manipulando-se as partes aéreas como microestacas, as quais podem enraizar diretamente no substrato de transplantio. Ou seja, o enraizamento é uma fase que pode ser realizada *in vitro* ou *in vivo*. Além disso, o enraizamento de espécies herbáceas, na maioria das culturas estudadas, é geralmente mais fácil quando comparado com o de espécies lenhosas (GRATTAPAGLIA; MACHADO, 1998).

Finalmente, 7,73% dos trabalhos focaram o estágio IV, isto é, a aclimatização das mudas obtidas. Esta etapa envolve a transferência da planta da condição *in vitro* para uma casa de vegetação, onde é submetida a uma fase de aclimatização e endurecimento. Grattapaglia e Machado (1998) afirmam que existem relativamente poucos trabalhos que relatam os detalhes do procedimento de transplantio e de aclimatização, as dificuldades e as soluções encontradas durante este processo. Segundo Souza et al. (2006a) a importância da aclimatização é tal que pode significar a limitação de todo o processo de multiplicação *in vitro* de plantas.

Apenas 7 (1,10%) dos 634 trabalhos apresentados, nos cinco eventos, tratam de todos os quatro estágios isto é, abordando todas as etapas necessárias para a produção de mudas micropropagadas.

### **Análise por Sistemas de Micropropagação**

Seguindo a tendência observada nos trabalhos apresentados, considerou-se como micropropagação, em 90% do total (Figura 5), a multiplicação por proliferação de gemas axilares e a indução de gemas adventícias mediante organogênese direta ou indireta. Essa convergência está de acordo com a afirmação de Grattapaglia e Machado (1998) de que a multiplicação via proliferação de gemas axilares abrange a maioria dos sistemas de micropropagação. Seguem-se, com média de 3,15%, os trabalhos que empregaram a multiplicação por embriogênese somática. Isto se deve, talvez, ao fato deste sistema ainda apresentar algumas limitações que têm dificultado sua aplicação como um método de micropropagação. A primeira e maior delas diz respeito à necessidade de obtenção de um sistema de embriogênese reproduzível em larga escala (GRATTAPAGLIA; MACHADO, 1998). Esses autores ainda apontam como outros entraves a variabilidade genética indesejável, às vezes, introduzida pelo processo, e a perda da capacidade embriogênica das células. Por estas razões, a cultura de partes aéreas ainda é preferida para a micropropagação. Por se reproduzir *in vitro* um fenômeno natural, o sistema de micropropagação por gemas axilares é mais facilmente controlado e apresenta uma fidelidade genética muito alta.

A germinação *in vitro* de sementes ocupa o terceiro lugar, com média de 2,05% dos trabalhos apresentados nos cinco

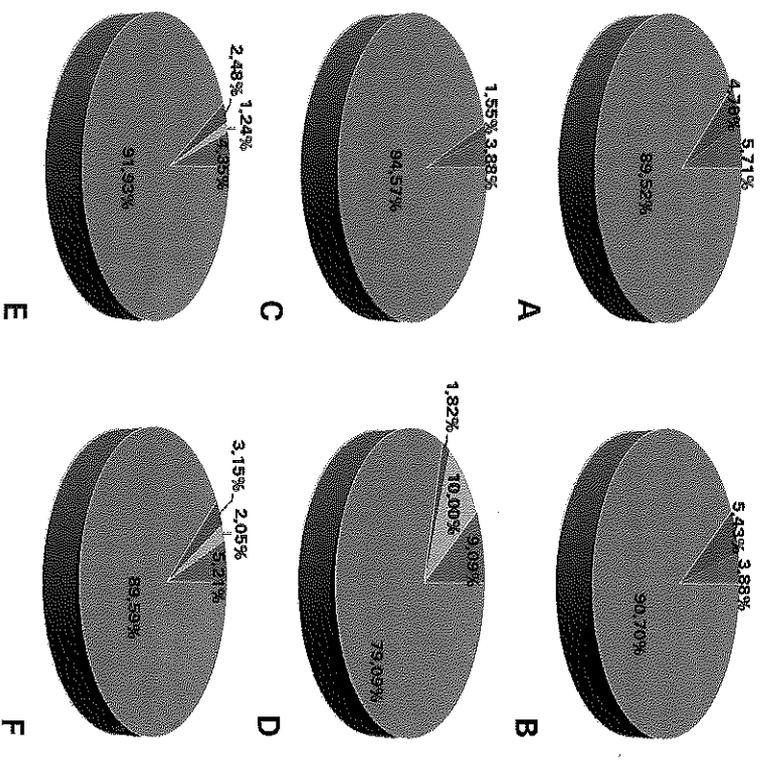


Figura 5. Distribuição percentual dos sistemas de micropropagação estudados nos trabalhos apresentados nos cinco Congressos Brasileiros de Cultura de Tecidos de Plantas (CBCTP): 1º CBCTP, 2003 (A); 2º CBCTP, 2005 (B); 3º CBCTP, 2007 (C); 4º CBCTP, 2009 (D); 5º CBCTP (E), 2011; total nos cinco eventos (F).

eventos. Dentre as técnicas utilizadas na conservação das espécies ameaçadas de extinção, em especial as orquídeas e as bromélias, destaca-se o cultivo in vitro a partir da germinação de sementes (SARASAN et al., 2006). Entre as principais vantagens do cultivo in vitro a partir de sementes está a maior porcentagem de sementes germinadas e

velocidade de germinação quando comparadas ao processo ocorrido em ambiente natural (MERCIER; KERBAUY, 1995) e a possibilidade de gerar um grande número de plantas-matrizes, evitando a retirada de indivíduos da natureza (AOYAMA et al., 2012). Adicionalmente, as plântulas obtidas in vitro podem funcionar como doadoras de explantes para posterior processo de propagação, visando à clonagem em larga escala, auxiliando na redução da atividade extrativista e no abastecimento do mercado paisagístico e floricultor (PEREIRA et al., 2011).

Em quarto lugar, a conservação in vitro com 8 trabalhos (1,26%), sendo destes, 3 trabalhos com criopreservação, apresentados um em 2009 e dois em 2011.

Em quinto lugar, a cultura de células haploides com média de 0,95%. A relevância desta técnica está na simplicidade da análise genética, eliminando-se as complexidades do estado heterozigoto, representando para os programas de melhoramento economia de tempo para obtenção de novas linhagens (MORAES-FERNANDES, 1990).

### Análise por Localização das Instituições de Pesquisa

Neste estudo também foi identificada a instituição, pública ou privada, de ensino ou de pesquisa, onde o trabalho foi conduzido. Quando esta informação não constava no próprio trabalho, considerou-se a instituição onde a maioria dos autores está associada e, quando o número de instituições e de autores coincidia, foi solicitada do autor principal, informação que permitisse identificar o local em que o trabalho foi realizado. Entretanto, é importante salientar que houve alguns

casos em que os trabalhos foram conduzidos em instituições onde os autores já não estavam mais lotados.

A maioria dos trabalhos foi conduzida no Estado de Minas Gerais (23,34%), com média de 30 trabalhos por evento, seguido da Bahia, com 14,67% do total. Esse último Estado apresentou um acréscimo significativo entre o primeiro e o terceiro eventos. De apenas dois resumos em 2003, passou para 16 em 2005 e alcançou 36 trabalhos em 2007, isto é, mais do dobro do evento anterior. Entretanto, nos últimos dois eventos o número de trabalhos apresentados, foi reduzido para 20.

Em terceiro lugar ficou São Paulo, com 8,83% dos artigos expostos. Este Estado apresentou uma tendência de diminuição no número de trabalhos, com uma redução de 20 artigos em 2003 para apenas 4 em 2009, embora o número tenha elevado em 2011, para 13. Em quarto e quinto lugares ficaram os Estados do Ceará e de Santa Catarina, respectivamente. Já o único Estado que não contou com instituições representativas com apresentação de trabalhos de pesquisa de cultura de tecidos de flores e plantas ornamentais, foi o Amapá, pelo menos nos cinco eventos que foram considerados para compor este capítulo.

Com relação à localização das Instituições por Região (Figura 6), verifica-se em ordem decrescente a seguinte situação: Sudeste (38,33%), Nordeste (31,55%), Sul (16,25%), Centro-Oeste (10,41%) e Norte (3,47%). De forma geral, o número de trabalhos apresentados, oriundos da Região Sudeste apresenta uma redução, ao longo dos eventos, e a Região Nordeste, o inverso.

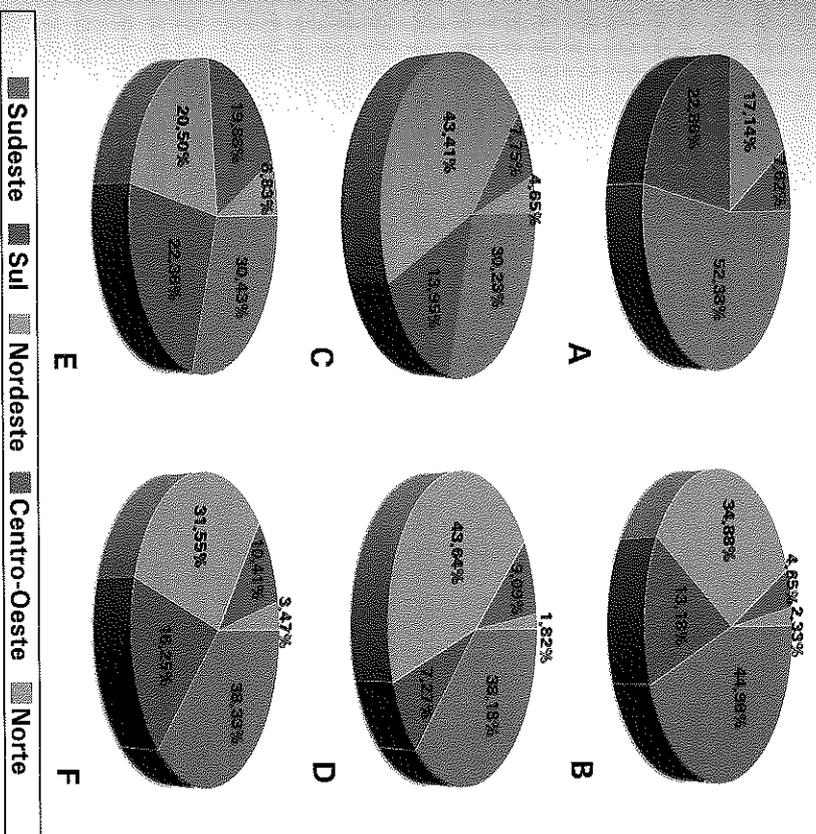


Figura 6. Distribuição percentual da localização, por região, da instituição de pesquisa onde os trabalhos apresentados nos cinco Congressos Brasileiros de Cultura de Tecidos de Plantas (CBCTP) foram conduzidos: 1º CBCTP, 2003 (A); 2º CBCTP, 2005 (B); 3º CBCTP, 2007 (C); 4º CBCTP, 2009 (D); 5º CBCTP (E), 2011; total nos cinco eventos (F).

## Considerações Finais

As flores e plantas ornamentais são produzidas principalmente por valores estéticos. Sendo assim, a melhoria dos atributos de qualidade, tais como tipo de folha, cor da inflorescência, longevidade e conservação pós-colheita, forma e arquitetura da planta, e a criação de novas variações, são objetivos de ordem econômica importantes a serem alcançados.

O sucesso da aplicação prática das técnicas de propagação *in vitro* de flores e de plantas ornamentais vem sendo cada vez mais empregado para fins comerciais, uma vez que o setor da floricultura demanda grande número de mudas uniformes e de alta qualidade genética e fitossanitária durante todo o ano. Além de mudas das espécies utilizadas como flor de corte e plantas envasadas, a demanda também tem sido crescente para as plantas usadas como folhagem, forração e paisagismo. Muitos laboratórios comerciais e instituições de pesquisa e de ensino, no mundo, empregam o sistema do cultivo *in vitro* para multiplicação de plantas, conservação de germoplasma, eliminação de patógenos, manipulações genéticas e produção de metabólitos secundários. Anualmente, milhões de mudas de flores e plantas ornamentais são rotineiramente produzidas *in vitro*.

O grande potencial da micropropagação para a multiplicação de plantas, em larga escala, pode ser alcançado com a aplicação de técnicas de cultura de tecidos de baixo custo. Isto é, com a adoção de práticas adequadas, uso apropriado de equipamentos e de recursos, utilização de meios de cultura orgânicos e de práticas ambientalmente corretas, visando à redução do custo unitário do micropropágulo, sem comprometer a qualidade do produto.

Independentemente do tipo de produto e da demanda de mercado, interno ou externo, a ampliação da linha de produtos, a redução dos custos de produção e a maior interação entre todos os elos da cadeia produtiva é fundamental para expansão do setor. Além disso, a indústria da cultura de tecidos vegetais necessita utilizar com maior frequência tecnologias mais avançadas, tais como a indexação viral, o uso de biorreatores, a mecanização de algumas etapas, a micropropagação fotoautotrófica (utilização de luz solar) e a produção de sementes sintéticas.

A utilização de biorreatores pode contribuir na redução destes custos, desde que cuidados especiais sejam adotados visando à prevenção da contaminação. Outras técnicas, tais como a embriogênese somática, o desenvolvimento de sementes sintéticas, a criopreservação, a indução de mutações e a transformação genética devem ser pesquisadas mais profundamente, para sua ampla utilização.

Embora a técnica de micropropagação de flores e plantas ornamentais tenha sido amplamente pesquisada, a comercialização continua aquém da demanda de mercado, principalmente por causa das seguintes razões. Em primeiro lugar, a tecnologia da cultura de tecidos de plantas propriamente dita não é perfeita. Desta forma, a produção de centenas de mudas em nível de pesquisa é bem diferente da produção comercial de milhões de propágulos, mesmo fazendo-se uso de meio de cultura idêntico, das mesmas combinações de reguladores de crescimento, e de condições de cultivo iguais. É necessária a condução de testes pilotos visando ao aumento da escala de produção para o nível comercial. Em segundo lugar, a demanda de mercado para cada cultivar ou variedade é limitada. Novas espécies e cultivares são lançadas no mercado a cada ano e a quantidade demandada para cada uma é bastante restrita. Liu e Liu (2010) ressaltam que a micropropagação comercial é

rentável apenas quando são vendidas 100 mil mudas de cada variedade. Os autores destacam que se a quantidade de plantas for menor que um milhão, o preço às vezes não compensaria, pois seria no mínimo igual ao das mudas obtidas pelos métodos convencionais. Em terceiro lugar, as atividades de pesquisa não estão intimamente associadas com a produção. Estudos com a cultura de tecidos de plantas são geralmente conduzidos em universidades ou institutos de pesquisa, enquanto que a produção de mudas micropropagadas é realizada em pequenas empresas. Ainda existe uma longa distância entre as universidades e as empresas, quando se trata de transferência de tecnologia.

Entim, a micropropagação é uma poderosa ferramenta que pode contribuir bastante para o setor de flores e plantas ornamentais. Entretanto, requer criatividade e planejamento para garantir seu crescimento e futuros sucessos.

## Referências

- AOYAMA, E. M.; GONTIJO, A. B. P. L.; FARIA, D. V. Propagação em Bromeliaceae: germinação de sementes e cultivo in vitro. *Enciclopédia Biosfera*, Centro Científico Conhecer, Goiânia, v.8, n.15, p.1452-1471, 2012.
- BOSA, N.; CALVETE, E. O.; NIENOW, A. A.; SUZIN, M. Enraizamento e aclimatização de plantas micropropagadas de gipsofília. *Horticultura Brasileira*, Brasília, DF, v, 21, n. 2, p. 207-210, 2003.
- CARVALHO, A. C. P. P. de; RODRIGUES, A. A. de J.; SANTOS, E. de O. **Panorama da produção de mudas micropropagadas no Brasil**. Fortaleza: Embrapa Agroindústria Tropical, 2012. 23p. (Embrapa Agroindústria Tropical. Documentos, 157).
- CARVALHO, A. C. P. P. de; SANTOS, E. de O.; RODRIGUES, A. A. de J. Panorama da produção de mudas micropropagadas no Brasil. In: GERALD, L. T. S. (Org.). *Biotécnica de plantas: produção industrial de plantas in vitro*. 1 ed. São Paulo: Atiqua, 2011b. p. 380-393.
- CARVALHO, A. C. P. P. de; TOMBOLATO, A. F. C.; RODRIGUES, A. A. de J.; SANTOS, E. de O.; SILVA, F. da. Panorama da micropropagação no Brasil com ênfase em flores e plantas ornamentais. In: JUNGHANS, T. G.; SOUZA, A. da S. (Ed.). *Aspectos práticos da micropropagação de plantas*. Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. p. 13-42.
- CARVALHO, A. C. P. P. de; TORRES, A. C.; BRAGA, E. J. B.; LEMOS, E. E. P. de; SOUZA, F. V. D.; PETERS, J. A.; WILLADINO, L.; CÂMARA, T. R. Glossário de cultura de tecidos de plantas. **Plant Cell Culture e Micropropagation**, Lavras, v. 7, n. 1, p. 30-60, 2011a.
- CHU, I. Y. E.; KURTZ, S. L. Commercialization of plant micropropagation. In: AMMIRATO, P. V.; EVANS, D. A.; SHARP, W. R.; BAJAJ, Y. P. S. (Ed.). *Handbook of plant cell culture: ornamental species*. New York: McGraw-Hill Publishing Company, 1990. v. 5, cap. 6, p. 126-164.
- CID, L. P. B. **Cultivo in vitro de plantas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. 303 p.
- CID, L. P. B.; TEIXEIRA, J. B. Explante, meio nutritivo, luz e temperatura. In: CID, L. P. B. (Ed.). **Cultivo in vitro de plantas**. Brasília: Embrapa Informação Tecnológica, p. 15-49, 2010.
- CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 14.; CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 1., 2003, Lavras. *Anais... Lavras: UFLA-FAEPE*, 2003. 462 p.
- CONGRESSO BRASILEIRO DE OLERICULTURA, 45.; CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 15.; CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 2., 2005, Fortaleza. *Resumos expandidos; resumos simples; palestras. Horticultura Brasileira*. Brasília, v. 23, n. 2, ago. 2005. Suplemento 2. CD-ROM.
- CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 16.; SIMPÓSIO DE PLANTAS ORNAMENTAIS NATIVAS, 1.; CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 3., 2007, Goiânia. *Resumos... Revista Brasileira de Horticultura Ornamental*, v. 23, Suplemento, 2007. 1 CD-ROM.
- CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 17.; CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 4., 2009, Aracaju. *Ciência, inovação e sustentabilidade: anais*. Aracaju: Embrapa Tabuleiros Costeiros; Cruz das Almas: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. 1 CD-ROM. (Embrapa Tabuleiros Costeiros. Documentos, 150). Organizadores: Ana da Silva Lédo, Fernanda Vidigal S. Souza, Vivian Lopes, Everton Hilo de Souza, Ana Cecília R. de Castro.

- CONGRESSO BRASILEIRO DE FLORICULTURA E PLANTAS ORNAMENTAIS, 18.; CONGRESSO BRASILEIRO DE CULTURA DE TECIDOS DE PLANTAS, 5., 2011, Joinville, SC. **Guia do congressista**. Itajaí, SC: ABCPT; SBFP, 2011. CD-ROM. Editores: Eliseo Soprano, Henri Stuker, Dilnei Souza Medeiros e Gilmar Roberto Zaffari.
- FRORANET. Mercado brasileiro de flores e plantas ornamentais emprega mais de 190 mil pessoas. São Paulo, 2012. Disponível em: <<http://www.floranet.com.br/noticias.php?id=8>>. Acesso em: 18 mar. 2013.
- GAUTHERET, R. J. Plant tissue culture: a history. **The Botanical Magazine**, Tokyo, v. 96, n. 4, p. 393-410, 1983.
- GEORGE, E. F. Micropropagation in practice. In: GEORGE, E. F. (Ed.). **Plant propagation by tissue culture**. Part 2. In practice. 2 ed. Edington: Exegetics, 1996. v. 2, p. 834-1231.
- GEORGE, E. F.; SHERRINGTON, P. D. Plant propagation and micropropagation. In: GEORGE, E. F.; SHERRINGTON, P. D. (Ed.). **Plant propagation by tissue culture**: handbook and directory of commercial laboratories. Eversley: Exegetics, 1984. p. 39-72.
- GERALD, L. T. S.; LEE, L. L. Biotécnicas de plantas: por que biorreator? In: GERALD, L. T. S. (Org.). **Biotécnicas de plantas** produção industrial de plantas in vitro. 1 ed. São Paulo: Atiqua, p. 14-31, 2011.
- GRATTAPAGLIA, D.; MACHADO, M. A. Micropropagação. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S.; BUSO, J. A. (Ed.). **Cultura de tecidos e transformação genética de plantas**. Brasília, DF: Embrapa-SPI: Embrapa-CNPq, 1998. p. 183-260.
- INFORME Agropecuário. Floricultura, v. 26, n. 227, Belo Horizonte, MG, Epamig., 2005. 102p.
- INVIITROPLANTA. Pioneiros no Brasil, 2012. Disponível em: <<http://inviitroplanta.blogspot.com.br>>. Acesso em: 18 mar. 2013.
- IZQUIERDO, J.; RIVA, G. A. de la. Plant biotechnology and food security in Latin America and the Caribbean. **Electronic Journal of Biotechnology**, v. 3, n. 1, Valparaiso, p.1-8, 2000.
- JONES, J. B. Commercial plant tissue culture in the United States. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 212, p. 639-643, 1987.
- JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. da S. **Análise conjuntural do mercado de flores e plantas ornamentais no Brasil**: Janeiro de 2013. Hórtica Consultoria e Treinamento, São Paulo, 2013a. 7p.
- JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. da S. Exportações da floricultura caem, mas mercado interno continua aquecido. **AgriAnual**: anuário da agricultura brasileira, São Paulo: FNP Consultoria e Comércio, p. 295-299, 2013.
- JUNQUEIRA, A. H.; PEETZ, M. da S. Flores e plantas ornamentais: a importância da moda e da novidade. São Paulo, 2012. Disponível em: <[http://jornalentreposto.com.br/arquivo\\_portal/index.php/component/content/article/4388-flores-e-plantas-ornamentais-a-importancia-da-modade-novidade](http://jornalentreposto.com.br/arquivo_portal/index.php/component/content/article/4388-flores-e-plantas-ornamentais-a-importancia-da-modade-novidade)>. Acesso em: 18 mar. 2013.3.
- KRIKORIAN, A. D.; BERQUAM, D. L. Plant cell and tissue cultures: the role of Haberlandt. **The Botanical Review**, New York, v. 35, p. 59-67, 1969.
- LIU, Q.; LIU, Q. Commercial micropropagation of ornamental plants in China. **Chronica Horticulturae**, Belgium, v. 50, n. 1, p. 16-20, 2010.
- MASTACHE, L. C. N. Large scale commercial micropropagation in Mexico: the experience of Agromond, S.A. de C.V. **Acta Horticulturae**, Cancun, v. 748, p. 91-94, 2007.
- MERCIER, H.; KERBAUY, G. B. The importance of tissue culture technique for conservation of endangered Brazilian bromeliads from Atlantic rain forest canopy. **Selbyana**, USA, v. 16, n. 2, p. 147-149, 1995.
- MORAES-FERNANDES, M. I. B. de. Obtenção de plantas haplóides através da cultura de anteras. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S. (Ed.). **Técnicas e aplicações da cultura de tecidos de plantas**. Brasília, DF: Embrapa-CNPq, 1990. p. 311-332.
- MOREL, G. Producing virus-free *Cymbidium*. **American Orchid Society Bulletin**, San Diego, v. 29, p. 495-497, 1960.
- MOREL, G.; MARTIN, C. Guérison de dahlias atteints d'une maladie à virus. **Comptes Rendus Hebdomadaires des Séances de l'Académie des Sciences**, Paris, v. 235, p. 1324-1325, 1952.
- MURASHIGE, T. Plant propagation through tissue culture. **Annual Review of Plant Physiology**, Palo Alto, v. 25, p. 135-166, 1974.
- MURASHIGE, T. The impact of plant tissue culture on agriculture. In: THORPE, T. A. (Ed.). **Frontiers of plant tissue culture**. Calgary: University of Calgry, 1978. p. 15-26.
- MURASHIGE, T.; HUANG, L. C. Cloning plants by tissue culture: early years, current status and future prospects. **Acta Horticulturae**, Wageningen, n. 212, p. 35-42, 1987.
- OMAR, M. S.; AOUINE, M. Commercial in vitro mass propagation of plants: current status and future investment prospects. **Journal Agricultural Investment**, Sudan, v. 5, p. 94-99, 2007.
- PEREIRA, E.O.; LIMA, A.B.P.; NOGUEIRA, E.U.; COUTO, D.R.; SOARES, T.C.B. Germinação in vitro de *Pitcairnia flammea* (Bromeliaceae): efeito do meio de cultivo e do carvão ativo. **Enciclopédia Biosfera**, Goiânia, v.7, n.13, p. 634-642, 2011.

PORTAL Brasil. Mercado brasileiro de flores crescerá 15% em relação ao ano passado. Brasília, DF, 2012. Disponível em: <http://www.brasil.gov.br/noticias/arquivos/2012/08/29/mercado-brasileiro-de-flores-deve-crescer-15-em-relacao-ao-ano-passado>. Acesso em: 18 de mar. 2013.2013.

PRAKASH, J. Micropropagation industry in India: biology and business. *Acta Horticulturae*, Wageningen, n. 725, p. 293-300, 2006.

ROCHA, H. S. Biofábricas: estrutura física e organização. In: JUNGHANS, T. G.; SOUZA, A. da S. (Ed.). **Aspectos práticos da micropropagação de plantas**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009, p. 121-152.

ROOIJEN, S. VAN; GEDANKEN, A. **Capacitação tecnológica em flores e plantas ornamentais**. Brasília, DF: Serviço Nacional de Aprendizagem Rural (SENAR) e CNA Brasil, 2012. 9p.

ROUT, G. R.; MOHAPATRA, A.; JAIN, S. M. Tissue culture of ornamental pot plant: a critical review on present scenario and future prospects. *Biotechnology Advances*, Oxford, v. 24, p. 531-560, 2006.

SARASAN, V.A.; CRIPPS, R.; RAMSAY, M.M.; ATHERTON, C.; MCMICHEN, M.; PRENDERGAST, G.; ROWNTREE, J.K. Conservation *in vitro* of threatened plants – progress in the past decade. In *vitro Cellular e Developmental Biology-Plant*. Ohio, v. 42, n. 3, p. 206-214, 2006.

SEREGEN, M. I. Micropropagação *in vitro* de flores e plantas ornamentais. In: GERALD, L. T. S. (Org.). **Biofábrica de plantas: produção industrial de plantas *in vitro***. 1 ed. São Paulo: Atiqua, cap. 8, p. 134-147, 2011.

SINGH, G.; SHETTY, S. Impact of tissue culture on agriculture in India. *Biotechnology, Bioinformatics and Bioengineering*, Dharwad, v. 1, p. 279-288, 2011.

SOUZA, F. V. D.; COSTA, M. A. P. de C.; SILVA NETO, H. P. da; Acilimatização. In: SOUZA, A. da S.; JUNGHANS, T. G. (Ed.). **Introdução à micropropagação de plantas**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006a. p. 131-141.

SOUZA, F. V. D.; JUNGHANS, T. G.; SOUZA, A. da S.; SANTOS-SEREJO, J. A. dos; COSTA, M. A. P. de C. Micropropagação. In: SOUZA, A. da S.; JUNGHANS, T. G. (Ed.). **Introdução à micropropagação de plantas**. Cruz das Almas, BA: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2006b. p. 38-52.

THORPE, T. A. History of plant tissue culture. In: LOYOLA-VARGAS, V. M.; VÁZQUEZ-FLOTA (Ed.). **Plant cell culture protocols**. Totowa: Humana Press, 2006. p. 9-32.

TOMAR, U. K.; NEGI, U.; SINHA, A.K.; DANTU, P.K. An overview of the economic factors influencing micropropagation. *My Forest*, Little Wippenham, v. 43, p. 523-532, 2007.

TOMBOLATO, A. F. C.; COSTA, A. M. M. **Micropropagação de plantas ornamentais**. Campinas: Instituto Agronômico, 1998. 72 p. (Instituto Agronômico. Boletim Técnico, 174).

TORRES, A. C.; CALDAS, L. S. Histórico da cultura de tecidos de plantas. In: TORRES, A. C.; CALDAS, L. S. (Ed.). **Técnicas e aplicações da cultura de tecidos de plantas**. Brasília, DF: ABCTP/Embrapa-CNPq, 1990. p. 15-18.

WINKELMANN, T.; GEIER, T.; PREIL, W. Commercial *in vitro* plant production in Germany in 1985-2004. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, Netherlands, v. 86, p. 319-327, 2006.