

Panorama da Produção de Mudas Micropropagadas no Brasil



ISSN 2179-8184

Dezembro, 2012

*Empresa Brasileira de Pesquisa Agropecuária
Embrapa Agroindústria Tropical
Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento*

Documentos 157

Panorama da Produção de Mudanças Micropropagadas no Brasil

*Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho
Antonio Anderson de Jesus Rodrigues
Eder de Oliveira Santos*

Embrapa
Fortaleza, CE
2012

Unidade responsável pelo conteúdo e edição

Embrapa Agroindústria Tropical
Rua Dra. Sara Mesquita 2270, Pici
CEP 60511-110 Fortaleza, CE
Fone: (85) 3391-7100
Fax: (85) 3391-7109
www.cnpat.embrapa.br
cnpat.sac@embrapa.br

Comitê de Publicações da Embrapa Agroindústria Tropical

Presidente: *Marlon Vagner Valentim Martins*
Secretário-Executivo: *Marcos Antonio Nakayama*
Membros: *José de Arimatéia Duarte de Freitas, Celli Rodrigues Muniz, Renato Manzini Bonfim, Rita de Cassia Costa Cid, Rubens Sonsol Gondim, Fábio Rodrigues de Miranda*
Revisão de texto: *Marcos Antonio Nakayama*
Normalização bibliográfica: *Edineide Maria M. Maia*
Editoração eletrônica: *Arilo Nobre de Oliveira*
Fotos da capa: *Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho e Cláudio Norões*

1ª edição (2012): versão eletrônica

Todos os direitos reservados

A reprodução não autorizada desta publicação, no todo ou em parte, constitui violação dos direitos autorais (Lei no 9.610).

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Embrapa Agroindústria Tropical

Panorama da produção de mudas micropropagadas no Brasil / Ana Cristina P. P. de Carvalho, Antonio Anderson de Jesus Rodrigues, Eder de Oliveira Santos. – Fortaleza : Embrapa Agroindústria Tropical, 2012.

42 p. : 15 cm x 21 cm. – (Documentos / Embrapa Agroindústria Tropical, ISSN 2179-8184, 157).

1. Micropropagação. 2. Renasem. 3. Biofábricas. I. Rodrigues, Antonio Anderson de Jesus. II. Santos, Eder de Oliveira. III. Título. IV. Série.

CDD 571.5382

© Embrapa 2012

Autores

Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho

Bióloga, D.Sc. em Genética, pesquisadora da Embrapa Agroindústria Tropical, Fortaleza, CE, cristina.carvalho@embrapa.br

Antonio Anderson de Jesus Rodrigues

Engenheiro-agrônomo, mestrando em Fitotecnia na Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, andersonnjr@hotmail.com

Eder de Oliveira Santos

Engenheiro-agrônomo, mestrando em Solos e Nutrição de Plantas na Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, CE, ederolisan@gmail.com.br

Apresentação

A produção in vitro de mudas, denominada de micropropagação, movimentava bilhões de dólares em todo o mundo, notadamente na Alemanha, Holanda, Inglaterra, Índia e nos Estados Unidos, entre outros países. O número de empresas que empregam essa tecnologia vem crescendo significativamente, nos últimos anos, visando atender à demanda por material propagativo de alta qualidade fitossanitária e genética de culturas de importância econômica, tais como fruteiras, flores e plantas ornamentais, espécies florestais, grandes culturas (como a cana-de-açúcar), entre outras. No Brasil, é uma realidade não apenas em muitos laboratórios de pesquisa e de ensino em instituições públicas, mas também em empresas do setor privado.

A micropropagação tem aquecido os mercados e vem promovendo a criação de novas biofábricas, empregos, tecnologias e patentes. Entretanto, as informações sobre esse agronegócio, tanto no mundo, quanto no Brasil, são escassas, principalmente em relação ao número de empresas envolvidas nesse setor, bem como aos principais grupos de plantas e às quantidades de mudas produzidas por espécie, anualmente.

Sendo assim, este documento apresenta um panorama da produção de mudas micropropagadas no Brasil, durante os últimos 5 anos, enfatizando o número de entidades envolvidas, sua distribuição dentro das diferentes regiões brasileiras e as principais espécies produzidas por essa técnica.

Vitor Hugo de Oliveira

Chefe-Geral da Embrapa Agroindústria Tropical

Sumário

Introdução.....	8
Importância da produção de mudas micropropagadas.....	9
Produção de mudas micropropagadas	11
Principais espécies micropropagadas.....	14
Tendência atual da produção de mudas micropropagadas no Brasil	17
Considerações	35
Conclusões.....	37
Agradecimentos	38
Referências	39

Panorama da Produção de Mudanças Micropropagadas no Brasil

*Ana Cristina Portugal Pinto de Carvalho
Antonio Anderson de Jesus Rodrigues
Eder de Oliveira Santos*

Introdução

Este documento tem como objetivo registrar e divulgar informações relacionadas com a tendência atual da produção de mudas micropropagadas no Brasil, destacando as principais espécies produzidas, bem como a distribuição das entidades envolvidas nesse setor, nas diferentes regiões brasileiras. O levantamento foi efetuado tendo-se como base os dados contidos no Relatório Geral de Requerentes, emitido pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (Mapa). Considerou-se que os dados apresentados no relatório citado, organizados pela Coordenação de Sementes e Mudanças (CSM), pelo Departamento de Fiscalização de Insumos Agrícolas (DFIA) e pela Secretaria de Defesa Agropecuária (SDA), são representativos do universo nacional de entidades que produzem mudas por cultura de tecidos, no período de 2008 a 2012.

Foram considerados todos os registros que constam no Sistema de Registro Nacional de Sementes de Mudanças (RenaseM). O objetivo desse sistema é inscrever e cadastrar as pessoas físicas e jurídicas (entidades) que exerçam as atividades previstas no Sistema Nacional de Sementes de Mudanças, instituído pela Lei nº 10.711 de 5 de agosto de 2003. As obrigações legais para registro no RenaseM estão contidas na Lei nº 10.711/2003, no Decreto 5.153/2004, na Instrução

Normativa nº 09/2005 e, em especial, no que preceitua a Instrução Normativa nº 24/2005 (Normas para Produção e Comercialização de Mudanças). Recentemente, em 27 de agosto de 2012, o ministro do Mapa, no uso das suas atribuições, conferiu a Instrução Normativa nº 22, que resolve, no Art. 1º, estabelecer as “Normas para a Produção e a Comercialização de Mudanças e de Outras Estruturas de Propagação Obtidas por Meio de Cultura de Tecidos de Plantas”.

Na IN 24/2005, a unidade de propagação pode ser em viveiro (definido como: área convenientemente demarcada e tecnicamente adequada para a produção e manutenção de mudanças) e in vitro (definida como: local destinado à propagação vegetativa visando à produção de mudanças a partir da cultura de tecidos). Já na IN 22/2012, a unidade de propagação in vitro é definida como sendo a estrutura física para a produção de mudanças e de outras estruturas de propagação obtidas por meio de cultura de tecidos de plantas.

No Relatório Geral de Requerentes, constam as seguintes informações, para cada espécie produzida: nome vulgar/comum, nome científico e o tipo de unidade de produção, em viveiro ou in vitro.

No levantamento, foram considerados: a) número total de entidades registradas no Renasem; b) número total de entidades registradas no Renasem como “unidade de propagação in vitro”; c) localização, por região, das entidades; e) grupo da espécie micropropagada (floricultura, fruticultura, olericultura, silvicultura, medicinais, grandes culturas e outras); f) principais gêneros/espécies, dentro de cada um desses grupos.

Importância da Produção de Mudanças Micropropagadas

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). Tais exigências são ainda mais acentuadas quando se trata de exportação de produtos. Para atender a esse padrão de qualidade, os produtores têm empregado as mais avançadas técnicas de produção e comercialização. Nesse sentido, a propagação *in vitro* de plantas é certamente uma das principais tecnologias disponíveis para a produção de materiais propagativos, possibilitando oferecer ao produtor mudas certificadas e de alto padrão, fitossanitário e genético, em quantidade suficiente para atender à demanda em curto período de tempo (TOMBOLATO; COSTA, 1998).

O mercado da micropropagação movimentava bilhões de dólares em todo o mundo, notadamente na Alemanha, Holanda, Inglaterra, Índia, Estados Unidos, entre outros países (CID, 2010). Em escala comercial, já é realidade, com destaque para a Europa Ocidental, América do Norte, Ásia, Austrália e Israel. No Brasil, uma das principais limitações para o maior acesso dos produtores às mudas micropropagadas é o elevado custo desses materiais, ainda muito superior ao das mudas obtidas pelos métodos convencionais (ROCHA, 2009). Outro entrave é a existência de protocolos definidos apenas para algumas espécies de interesse econômico.

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 vegetal permite o aumento da produção e causa menos danos ambientais, contribuindo para que os laboratórios e os países que a adotam tenham mais vantagens competitivas (CID; TEIXEIRA, 2010).

Produção de Mudanças Micropropagadas

Desde a pesquisa visionária de Haberlandt, em 1902, que empregou a técnica da cultura de tecidos de plantas pela primeira vez, mais de 100 anos já se passaram. Após a descoberta dos hormônios vegetais (das auxinas na década de 1930 e das citocininas na de 1950) e dos reguladores de crescimento, seguida do desenvolvimento das formulações para os meios de cultura na década de 1960, vários laboratórios de cultura de tecidos de plantas foram implantados em diversos países, durante as décadas de 1960 e 1970 (WINKELMANN et al., 2006).

A possibilidade de produção de mudas micropropagadas teve início quando Morel (1960), trabalhando com cultura de tecidos de orquídeas do gênero *Cymbidium*, por meio de meristemas, além da eliminação do vírus, observou a emissão de várias plantas por explante, ao invés de apenas uma, como esperado, constatando que milhões de protocormos surgiam durante o processo. Por esse novo método, Morel estimou a obtenção de mais de 1 milhão de plantas por ano, a partir de um único meristema. Outro marco importante foi o desenvolvimento e a aplicação de um novo meio de cultura, contendo alta concentração de sais minerais, na cultura de tecidos de fumo. Essa realização de Murashige e Skoog (1962) contribuiu sobremaneira para o sucesso da produção in vitro de muitas espécies vegetais.

Em todo o mundo, as informações sobre a produção in vitro de plantas 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 Ocidental 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* (ADVК), (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; AOUINE, 2007). Mais recentemente, desde a década de 2000, a indústria da micropropagação começou no México (MASTACHE, 2007).

No Brasil, as primeiras empresas produtoras de mudas micropropagadas foram criadas na década de 1980. A primeira foi a Biomatrix, em 1983, em Teresópolis, no Rio de Janeiro, e a segunda, a Bioplanta, em 1990, nos arredores de Campinas, São Paulo, tendo ambas suas atividades suspensas após algum tempo de funcionamento. Esses dois exemplos de insucesso empresarial geraram, no Brasil, previsões negativas sobre a Biotecnologia Vegetal. Todavia, examinados os casos nos seus detalhes, constata-se que o insucesso não teve relação com a técnica propriamente dita, mas com o pouco conhecimento na implantação da tecnologia, no desenvolvimento industrial e na comercialização de seus produtos (CARVALHO, 1993).

No Brasil, um levantamento realizado em 1995 por Tombolato e Costa (1998) indicou a existência de um elevado número de laboratórios particulares de micropropagação, os quais multiplicavam principalmente espécies ornamentais, sendo a maioria localizada no Estado de São Paulo. Segundo os autores, existiam cerca de 30 laboratórios naquele estado, 2 no Rio de Janeiro e apenas 1 no Distrito Federal e nos estados do Espírito Santo, Maranhão e Pernambuco. O levantamento, publicado mais recentemente, foi efetuado, em 2010, por Carvalho et al. (2011), registrando-se em torno de 60 empresas envolvidas nesse agronegócio.

Informações sobre a indústria da micropropagação são escassas e esporádicas. Como em qualquer negócio dependente do mercado, ela

está sujeita a flutuações quanto ao número de empresas envolvidas na atividade, devido ao encerramento de algumas, e à criação de novos laboratórios (WINKELMANN et al., 2006). Observações semelhantes foram feitas por Kitto (1997), que descreve a indústria da cultura de tecidos de plantas, nos Estados Unidos, como “volátil”. Como exemplo dessa volatilidade, Pierik (1997) relata que, na Holanda, houve um aumento significativo no número de laboratórios comerciais, de 28 (em 1983) para 78 (em 1990); entretanto, no período de 1990 a 1995, esse número caiu para 67. Tendências semelhantes de aumento do número de laboratórios seguido de redução, após alguns anos, foram relatadas por Mascarenhas (1999), na Índia.

Na década de 1980, na Alemanha (WINKELMANN et al., 2006), nos Estados Unidos (ZIMMERMAN; BARNHILL JONES, 1991) e em alguns países da Europa Ocidental, houve uma grande expansão da indústria da micropropagação comercial, enquanto, logo no início da década de 1990, observou-se estagnação ou até mesmo quedas drásticas (HOLDGATE; ZANDVOORT, 1999). Na Holanda, a redução foi causada pelo aumento da importação de mudas micropropagadas de países com baixo custo da mão de obra, como Polônia e Índia (PIERIK; RUIBING, 1997). Outra razão seria o fato de as expectativas criadas com a adoção da nova tecnologia não terem sido alcançadas, em algumas espécies vegetais, em razão de alguns laboratórios não terem atendido a demanda dentro dos prazos estabelecidos, e/ou com a qualidade desejada das mudas comercializadas (WINKELMANN et al., 2006). Na Alemanha, em 2004, a produção de mudas por cultura de tecidos resultou num total 48 milhões, sendo realizada por 30 empresas (WINKELMANN et al., 2006).

Os dados mais recentes revelam que é comercializado aproximadamente 1,5 bilhão de mudas obtidas por essa técnica, anualmente no mundo, sendo mais da metade de orquídeas (MASTACHE, 2007). Na China, estão em funcionamento entre 2.500 e 3.000 empresas que empregam a tecnologia da cultura de tecidos de plantas, gerando de 15 mil a 20 mil empregos e vendendo em torno de 100 milhões de mudas, que representam um quarto do total de propágulos produzidos por propagação

vegetativa no país (LIU; LIU, 2010). O cenário da cultura de tecidos de plantas, na Índia, indica claramente que a indústria é próspera e conta atualmente com 125 empresas com uma capacidade total de 300 milhões de mudas/ano (SINGH; SHETTY, 2011).

Recentemente, tem-se empregado o termo “biofábrica” para as empresas que produzem e comercializam mudas micropropagadas. Segundo Gerald e Lee (2011), uma biofábrica de plantas pode ser definida como um laboratório de cultura de tecidos vegetais que produza maciçamente in vitro determinada quantidade de mudas e cujo processo de produção esteja bem definido.

Nessa área, a Europa Ocidental e os Estados Unidos ainda detêm a tecnologia mais avançada, embora a Ásia, especialmente a China e Taiwan, esteja alcançando esse mesmo nível e, possivelmente, já tenha a maior quantidade de mudas produzidas pela cultura de tecidos do mundo. A tendência, nesses últimos anos, é a transferência das biofábricas de países desenvolvidos (EUA e Europa Ocidental) para as nações em desenvolvimento, como China, México, Índia, Brasil e países da África e Europa Oriental, em razão, principalmente, do baixo custo de mão de obra, que pode chegar a até 60% dos custos de produção (GERALD; LEE, 2011). Essa estratégia de transferência das biofábricas para países em desenvolvimento pode acarretar uma redução significativa dos custos de produção com a mão de obra, representando aproximadamente a metade do percentual nos países desenvolvidos (DEBERGH; READ, 1991).

Principais Espécies Micropropagadas

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 olerícolas, fruteiras, grandes culturas e espécies lenhosas. Em 1974, em um levantamento efetuado por Murashige (1974), foram listadas 150

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

A seguir, são relacionadas as principais espécies micropropagadas em alguns países, como Alemanha (WINKELMANN et al., 2006), México (MASTACHE, 2007), países árabes (OMAR; AOUINE, 2007), China (LIU; LIU, 2010) e Índia (SINGH; SHETTY, 2011), verificando-se que algumas plantas são comuns, enquanto outras são produzidas apenas em determinados locais.

As mudas de flores e plantas ornamentais são as mais produzidas no mundo inteiro, e, dependendo da região, as espécies frutíferas também são propagadas com bastante frequência por meio dessa tecnologia. Gerald e Lee (2011) mencionam que culturas extensivas raramente são produzidas por esse método, com exceção da cana-de-açúcar.

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 de orquídeas. Já em relação aos outros grupos, esses autores ressaltam que os números de mudas produzidas ficaram estáveis, como para fruteiras (morango, framboesa, kiwi e uva) e olerícolas (beterraba, batata e aspargos) ou apresentaram uma ligeira redução, como no caso das espécies lenhosas.

No México, a produção de mudas micropropagadas está focada em agave azul (*Agave tequilana* Weber 'Azul'), bananeira (das cultivares Grand Naine e Williams), folhagens tropicais ornamentais, antúrios e café (MASTACHE, 2007).

Nos países Árabes, as principais espécies micropropagadas são de fruteiras (tâmara, banana, morango e porta-enxertos para maçã, pera e citros), olerícolas (batata) e, em menor quantidade, medicinais, flores e plantas ornamentais, incluindo as folhagens (OMAR; AOUINE, 2007).

Na China, além de flores e plantas ornamentais, são produzidas mudas de espécies medicinais e florestais, sendo as mais importantes a babosa e o eucalipto, respectivamente (LIU; LIU, 2010).

Na Índia, as principais espécies produzidas *in vitro* concentram-se principalmente nas fruteiras (banana, uva, abacaxi e morango), olerícolas (batata), condimentares e aromáticas (baunilha, cardamomo, cúrcuma e gengibre), grandes culturas (cana-de-açúcar), flores e plantas ornamentais (antúrios, orquídeas, crisântemos, rosas, lírios e gérbas), e, em menor quantidade, as espécies medicinais (babosa) e as florestais (bambu, eucalipto, sândalo, teca e *Acacia mangium* (SINGH; SHETTY, 2011).

Dentre os grupos de plantas que têm suas mudas produzidas por micropropagação, o de flores e plantas ornamentais merece destaque. Em levantamento efetuado por George e Sherrington (1984), as espécies mais propagadas *in vitro* eram as orquídeas, sendo produzidas em 60% dos laboratórios. As folhagens e as outras flores ocupavam o segundo lugar, sendo produzidas 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, as três espécies mais produzidas eram singônio, samambaia, espatifilo, nessa ordem, e, em quarto lugar, empatadas, azaleias e orquídeas, somando o montante de 38 milhões de mudas (CHU; KURTZ, 1990). Entretanto, nessa época, a situação era bem diferente na Europa, onde o produto mais produzido era a gérbas, com volume anual de 18 milhões de mudas, e, em segundo lugar, as samambaias, com 12 milhões de mudas produzidas ao ano, ficando em terceiro e quarto lugares, respectivamente, os lírios e as violetas-africanas, e, em quinto lugar, empatados, o fícus e o singônio (JONES; SLUIS, 1991). Chu e Kurtz (1990) citam que, naquela época, na Ásia, eram classificadas em ordem de importância as folhagens, as orquídeas, a cana-de-açúcar, várias plantas ornamentais e, em quinto lugar, a bananeira.

Segundo Rout et al. (2006), aproximadamente 156 gêneros eram propagados, em diferentes laboratórios no mundo. Após 1995, com a entrada da China, ocorreu um aumento de 14% nos países asiáticos. Atualmente o mercado chinês produz em torno de 100 milhões de mudas micropropagadas apenas para as flores e plantas ornamentais, sendo 110 espécies produzidas em escala comercial (LIU; LIU, 2010).

No Brasil, o primeiro levantamento foi efetuado por Tombolato e Costa (1998). Esses autores constataram que, em 1995, as principais espécies micropropagadas nos laboratórios nacionais privados eram: orquídeas (11 laboratórios), espatifilo (5 laboratórios), antúrio (5 laboratórios), violeta africana (5 laboratórios) e samambaia (4 laboratórios). Outras espécies também micropropagadas, embora em menor escala, eram: alstroeméria, amarílis, aráceas, begônia, ciclame, copo-de-leite, cravo, filodendro, gerânio, gérbera, gloxínia, gipsofila, helicônia, lírio, nerine, palmeira, plumbago, estaticite, singônio e zingiberáceas.

Quinze anos depois, em levantamento feito por Carvalho et al. (2011), 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 *Sophronitis*. A seguir, as bromélias, com 30,7%, confirmando ser a segunda família mais produzida comercialmente, sendo os principais gêneros *Guzmania*, *Tillandsia*, *Vriesea*, *Neoregelia* e *Aechmea* (CARVALHO et al., 2011).

Tendência Atual da Produção de Mudanças Micropropagadas no Brasil

O objetivo deste levantamento é apresentar um panorama da produção nacional de mudas micropropagadas, levando-se em conta os seguintes itens: número de entidades registradas no Renasem, segundo dados do Mapa, por estado, grupos mais estudados, principais gêneros/espécies e localização das entidades onde foram produzidas as mudas.

Análise por Registro no Renasem

Em 2012, o número total de entidades registradas no Renasem, no Relatório Geral de Requerentes emitido pelo Mapa, foi de 5.861, das quais apenas 111 possuem registro para “unidade de propagação in vitro”. Sendo assim, apenas 1,9% das inscrições contidas no Renasem contemplam atividades relacionadas com a produção de mudas por cultura de tecidos. Esse percentual, nos anos anteriores, variou muito pouco, entre 1,6%, em 2010, 1,7% em 2008, e 1,8%, em 2009 e 2011, respectivamente.

Análise por Localização das Entidades

Levando-se em consideração as 111 entidades registradas no Relatório Geral de Requerentes, como unidade de propagação in vitro, em 2012, em relação à localização por região, verifica-se, em ordem decrescente, a seguinte situação: Sudeste (55,0%), Nordeste (17,1%), Sul (16,2%), Centro-Oeste (8,12%) e Norte (3,6%). Essa ordem tem sido mantida nos últimos 5 anos (Figura 1), sendo o Sudeste a região líder.

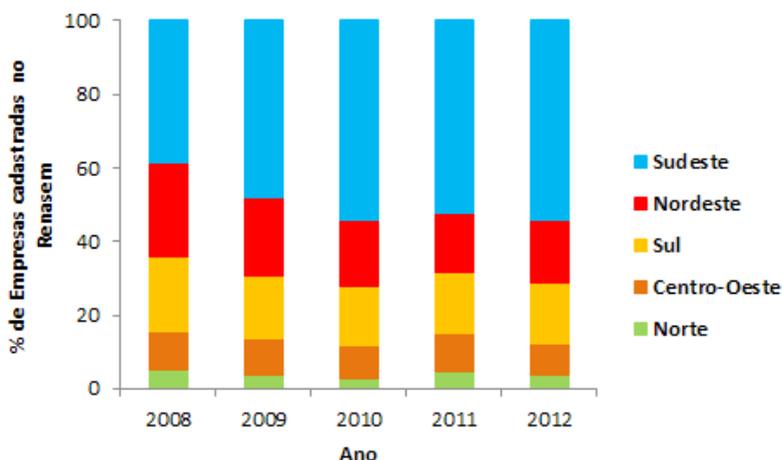


Figura 1. Percentual de entidades registradas no Relatório Geral de Requerentes do Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento, como unidades de propagação in vitro, em relação à localização por região, no período de 2008 a 2012.

Na região Sudeste, o Estado de São Paulo lidera o número de entidades registradas para a produção de mudas por cultura de tecidos. É importante salientar que essa liderança já tinha sido constatada, há 17 anos, por Tombolato e Costa (1998). Atualmente, 28,8% das biofábricas brasileiras estão localizadas em São Paulo. Nos anos anteriores, esses percentuais foram de 23,1%, 34,0%, 30,6% e 30,2%, em 2008, 2009, 2010 e 2011, respectivamente.

Dos 27 estados da federação brasileira, em 9 ainda não constam instaladas empresas de produção de mudas micropropagadas, cadastradas no Renasem, sendo 4 nas regiões Norte e Nordeste, e 1 na região Centro-Oeste. Por outro lado, todos os estados das regiões Sudeste e Sul apresentam empresas que atuam nesse agronegócio (Figuras 2, 3, 4, 5 e 6).

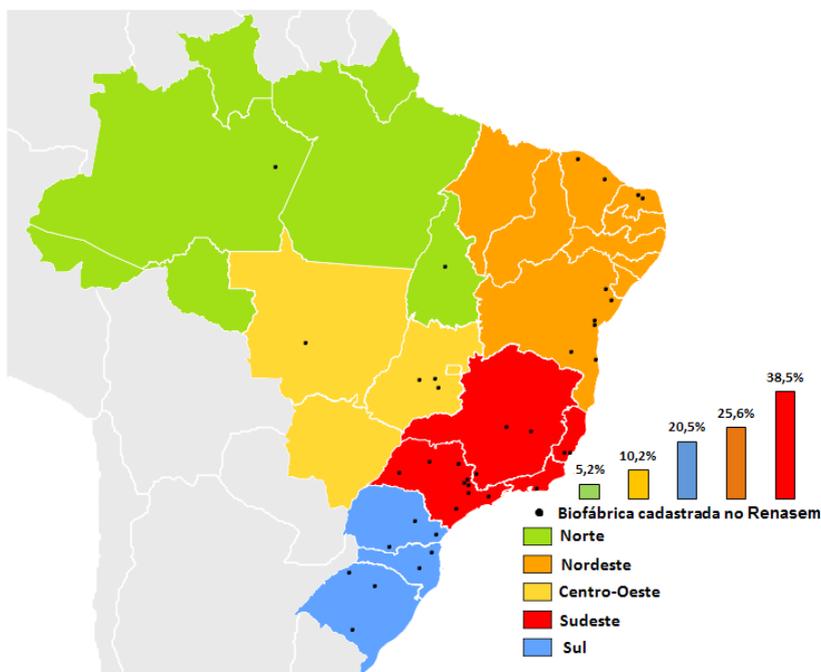


Figura 2. Localização das entidades registradas no Renasem como unidades de propagação in vitro, por região, no ano de 2008.

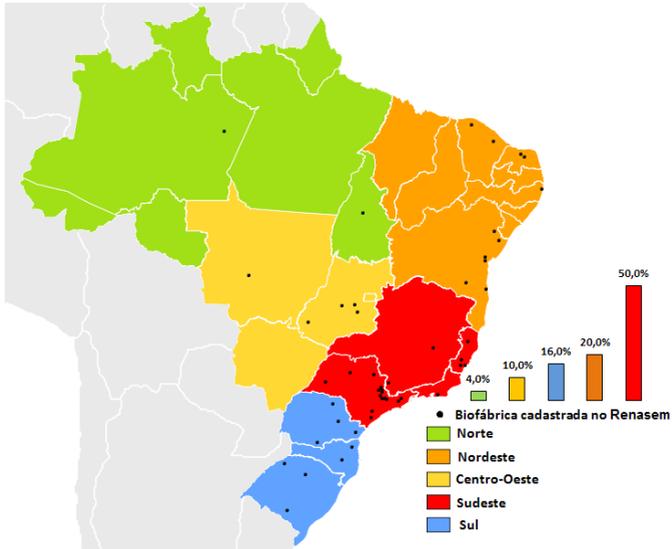


Figura 3. Localização das entidades registradas no Renasem como unidades de propagação in vitro, por região, no ano de 2009.

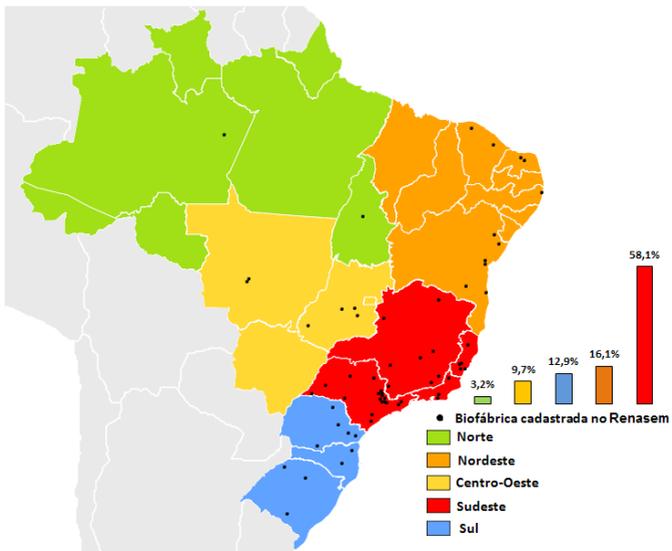


Figura 4. Localização das entidades registradas no Renasem como unidades de propagação in vitro, por região, no ano de 2010.

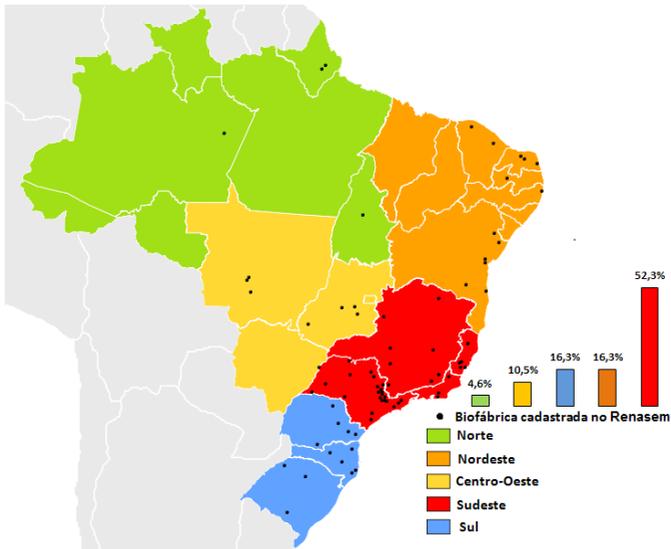


Figura 5. Localização das entidades registradas no Renasem como unidades de propagação in vitro, por região, no ano de 2011.

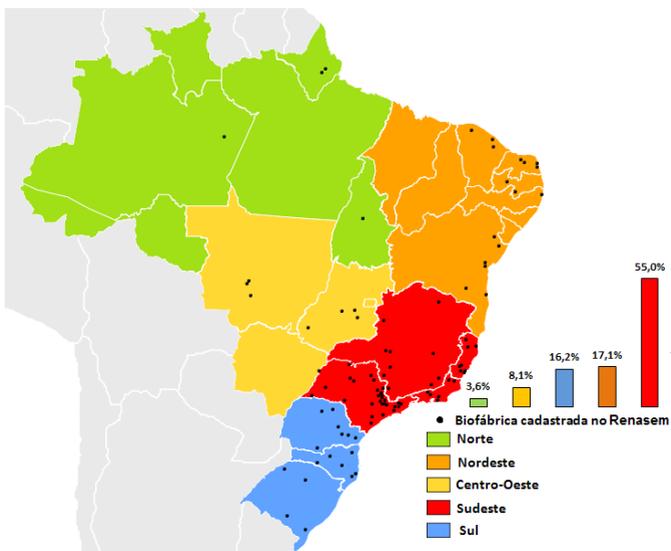


Figura 6. Localização das entidades registradas no Renasem como unidades de propagação in vitro, por região, no ano de 2012.

Análise das espécies micropropagadas

Para a identificação e estratificação do grupo da espécie produzida, consideraram-se as classes: floricultura, fruticultura, olericultura, silvicultura, medicinais, grandes culturas e outras.

Entre as fruteiras, as principais culturas micropropagadas são banana, abacaxi, morango, maçã, amora, uva, maracujá, mirtilo, marmelo, pera, guaraná, figo e açaí (essas últimas sete espécies são produzidas por apenas uma empresa). Produzidas por 23 biofábricas, as mudas micropropagadas de bananeira lideram a lista, sendo seguidas pelas de abacaxi (13 biofábricas) e morango (9 biofábricas).

Em relação à bananeira, o número de biofábricas dedicadas à produção de mudas vem crescendo a cada ano, e hoje já é 91,7% a mais do que no ano de 2008. Atualmente, 69,6% das biofábricas que produzem mudas de bananeira por micropropagação também multiplicam outras culturas, e apenas 30,4% fazem a micropropagação somente dessa espécie (Figura 7A e B).

No Brasil, em 2010, foram produzidas em torno de 7,5 milhões de mudas de bananeira, por cultura de tecidos (CARVALHO et al., 2011), enquanto, no período de 2002 a 2003, na Índia, o consumo já era de 18 milhões, com projeção de mercado para 64 milhões, em 2008 (BIOTECH CONSORTIUM INDIA LIMITED, 2005).

Quanto ao abacaxizeiro, todas as biofábricas cadastradas no Renasem que produzem mudas dessa espécie, 13 registradas em 2012, também geram propágulos de outras culturas. O número de biofábricas que produzem mudas micropropagadas dessa espécie aumentou 62,5% nos últimos 5 anos (Figura 8A e B).

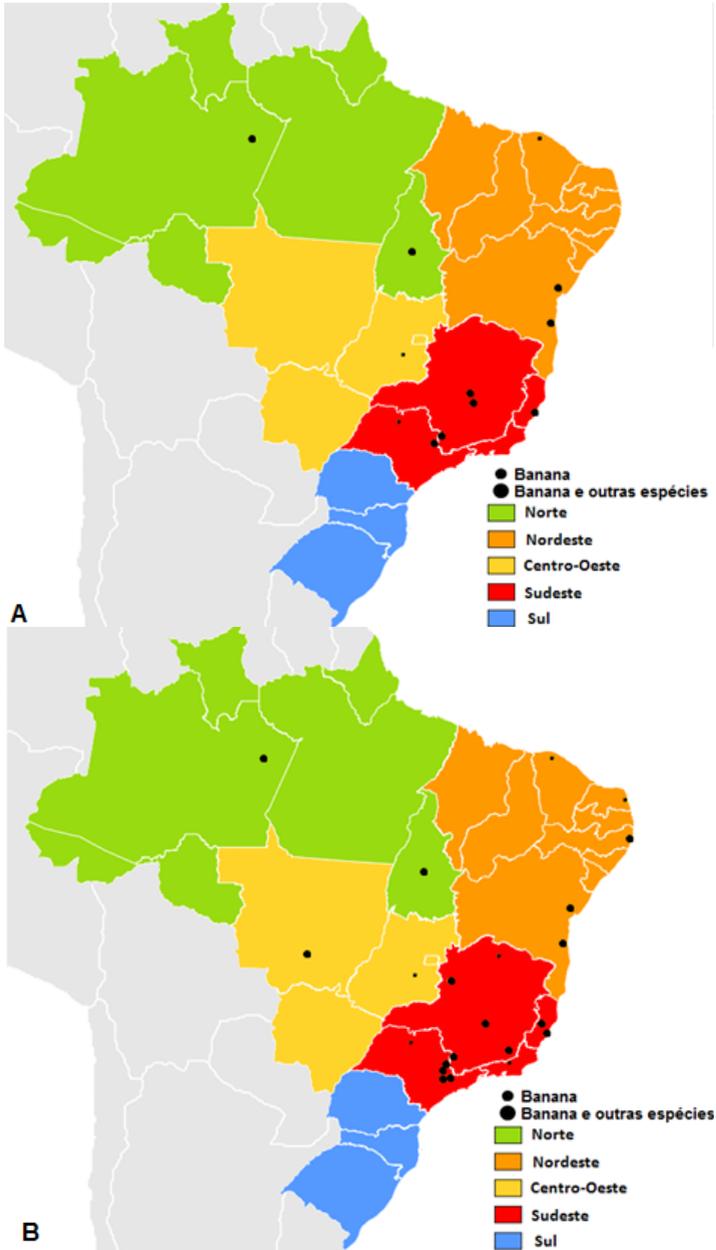


Figura 7. Localização das entidades registradas no Renasem como unidades de propagação in vitro, de mudas de bananeira, nos anos de 2008 (A) e 2012 (B).

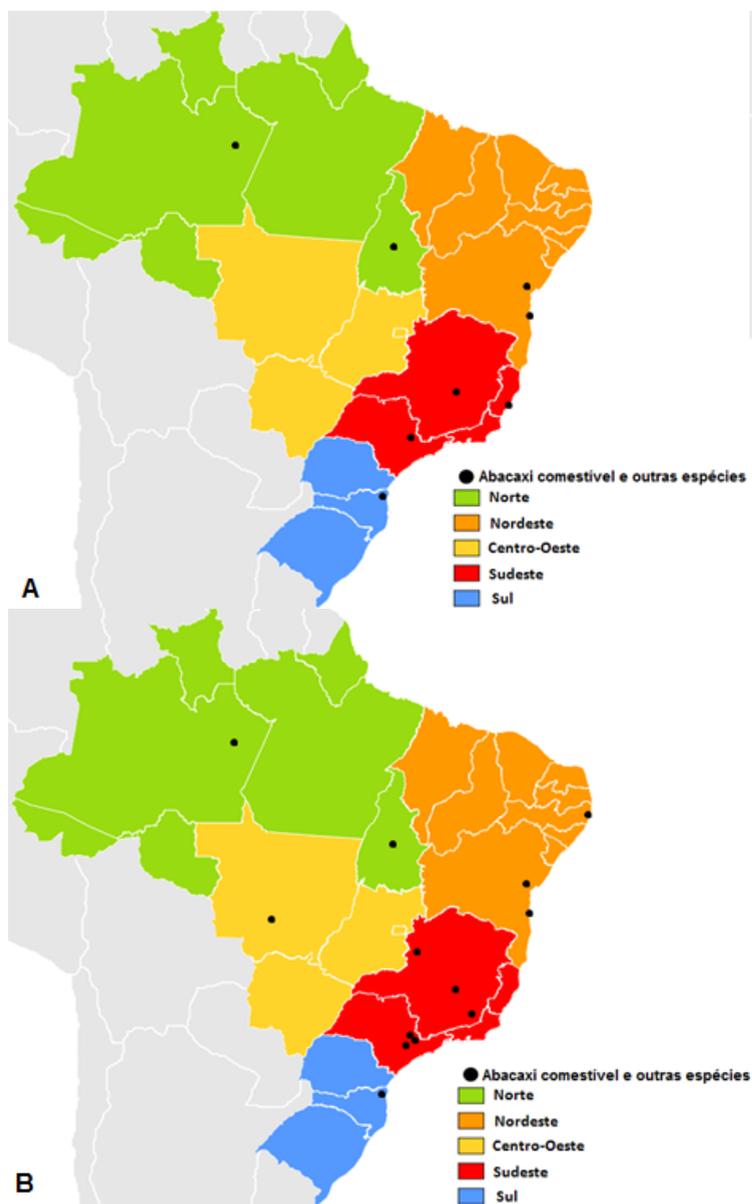


Figura 8. Localização das entidades registradas no Renasem como unidades de propagação in vitro, de mudas de abacaxizeiro comestível, nos anos de 2008 (A) e 2012 (B).

O morango tem suas mudas produzidas *in vitro* por nove empresas, sendo 22,2% das entidades apenas para a geração de propágulos dessa espécie. No período de 2008 a 2012, houve um aumento de 50% do número de biofábricas que desenvolvem atividades com essa fruteira (Figura 9A e B).

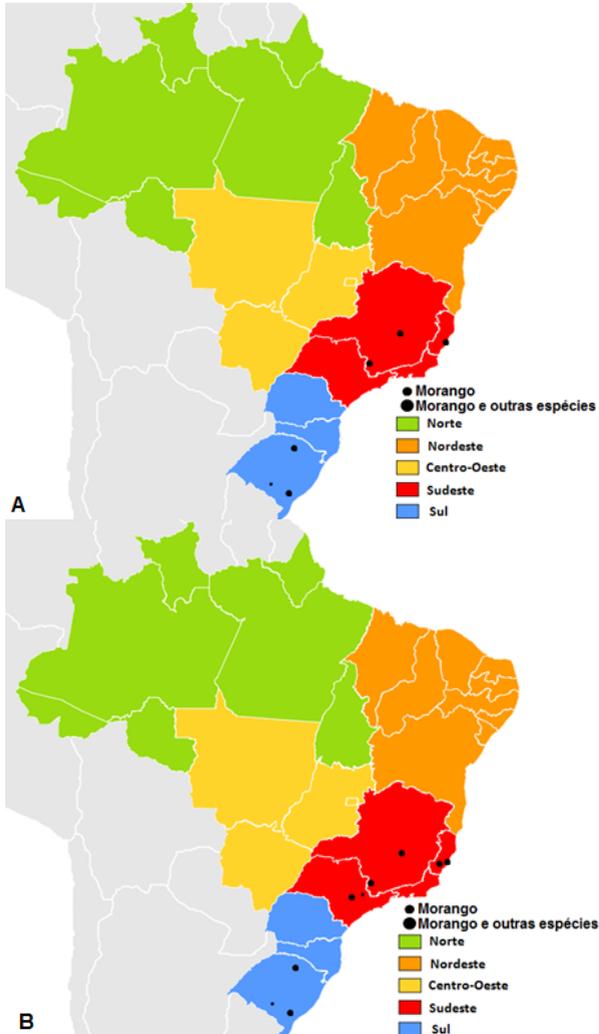


Figura 9. Localização das entidades registradas no Renasem como unidades de propagação *in vitro*, de mudas de morango, nos anos de 2008 (A) e 2012 (B).

Entre as flores e plantas ornamentais, as principais espécies micropropagadas são as orquídeas, bromélias e aráceas, sendo outras produzidas, mas em menor escala. Nesse grupo, a aplicação da micropropagação é significativa, pela repercussão direta na economia (BOSA et al., 2003), devido principalmente ao alto valor agregado ao produto final. A propagação *in vitro* de flores e plantas ornamentais continua sendo a principal aplicação prática da cultura de tecidos de plantas e a atividade de maior importância dos laboratórios comerciais de micropropagação.

Em relação às espécies de flores e plantas ornamentais, as orquídeas merecem destaque. Seu cultivo remonta a mais de um século e vem sendo desenvolvido e aprimorado continuamente. A família Orchidaceae desperta interesse por ser uma das maiores e mais diversificadas entre as plantas superiores, bem como por seu elevado valor ornamental (KERBAUY; CHAER, 2011).

Nos últimos 2 anos, os gêneros mais micropropagados têm sido *Cattleya*, *Laelia*, *Oncidium*, *Phalaenopsis* e *Dendrobium*. Comparando-se esses gêneros com aqueles mais pesquisados em cultura de tecidos de orquídeas, no Brasil, de acordo com levantamento efetuado por Carvalho et al. (2009), constata-se uma correspondência dos três primeiros (*Cattleya*, *Oncidium* e *Laelia*) como os mais empregados nos trabalhos de pesquisa, bem como os mais produzidos em escala comercial.

O aumento do número de biofábricas que produzem orquídeas foi de 120% nos últimos 5 anos. Além disso, mais da metade, 59,1%, dedica-se somente à produção dessa cultura (Figura 10A e B). Esse fato pode estar relacionado com a sustentabilidade dessas biofábricas no mercado atual. Seregen (2011) ressalta que, visando ao atendimento preciso do exigente mercado de flores e plantas ornamentais, em especial de orquídeas, essas empresas podem se especializar em apenas algumas espécies, no perfeito domínio dos protocolos e no fortalecimento das parcerias com geneticistas para a apresentação de novidades. Segundo o mesmo autor, ultimamente,

as empresas tendem a se aperfeiçoar em um pequeno grupo de plantas atingindo a confiabilidade e a autossuperação de seu nicho de mercado. Na Alemanha, existe uma grande especialização de alguns laboratórios na produção de poucos gêneros de plantas ornamentais (WINKELMANN, 2006).

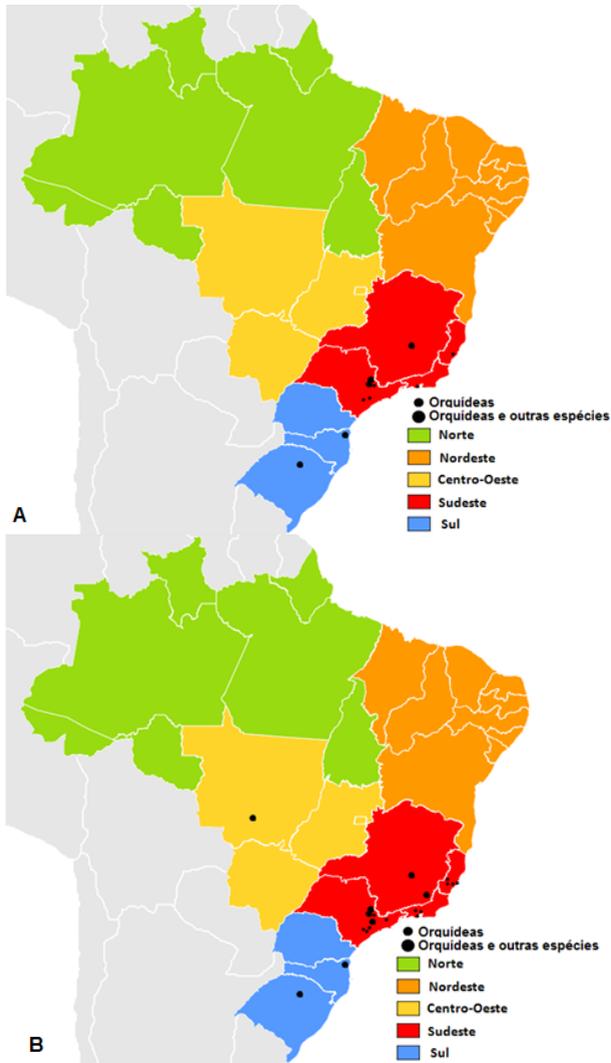


Figura 10. Localização das entidades registradas no Renasem como unidades de propagação in vitro, de mudas de orquídeas, nos anos de 2008 (A) e 2012 (B).

Depois das orquídeas, a família produzida por um maior número de entidades, em 2012, foi a das bromélias, em seis biofábricas, representando um aumento de 50% em relação a 2008 e uma estabilização nos últimos 3 anos (Figura 11A e B). Em 2010, esse grupo foi responsável por 30,7% das mudas micropropagadas produzidas de espécies ornamentais (CARVALHO et al., 2011), confirmando ser a segunda família mais produzida comercialmente, como também a mais estudada em cultura de tecidos de flores e plantas ornamentais no Brasil (CARVALHO et al., 2009). Os gêneros mais produzidos têm sido *Ananas* (com destaque para os abacaxizeiros ornamentais), *Vriesea*, *Tillandsia*, *Guzmania*, *Neoregelia* e *Aechmea*.

Depois das orquídeas e das bromélias, a família Araceae é a terceira com maior número de mudas obtidas por cultura de tecidos, destacando-se os gêneros *Anthurium*, *Spathiphyllum*, *Philodendron*, *Alocasia*, *Zantedeschia* e *Dieffenbachia*.

Em menor escala, em comparação com as orquídeas, bromélias e aráceas, são produzidas mudas micropropagadas de gérbera, (estatices), lírio, crisântemo, rosa, dracena, calateia, maranta, gipsofila, alstroeméria, violeta, petúnia, pteridófitas, entre outras.

Em 2010, os grupos da floricultura e da fruticultura representavam aproximadamente, 80% da produção total de mudas micropropagadas (CARVALHO et al., 2011). No levantamento efetuado, constatou-se que, nos últimos 5 anos, essa tendência foi mantida, isto é, os grupos das flores e plantas 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 ao alto valor agregado das mudas obtidas por essa técnica.

Em terceiro lugar estão as espécies florestais (silvicultura), representadas principalmente pelos eucaliptos, teca e pínus. Atualmente, 17 biofábricas dedicam-se à produção de mudas dessas espécies, sendo mais da metade, 65,7%, especificamente para a

propagação in vitro dessas culturas. Comparando-se o número de biofábricas registradas, em 2008, verifica-se um aumento significativo, o maior registrado para os diferentes grupos de espécies estudadas, 142,9%, em 2012 (Figura 12A e B).

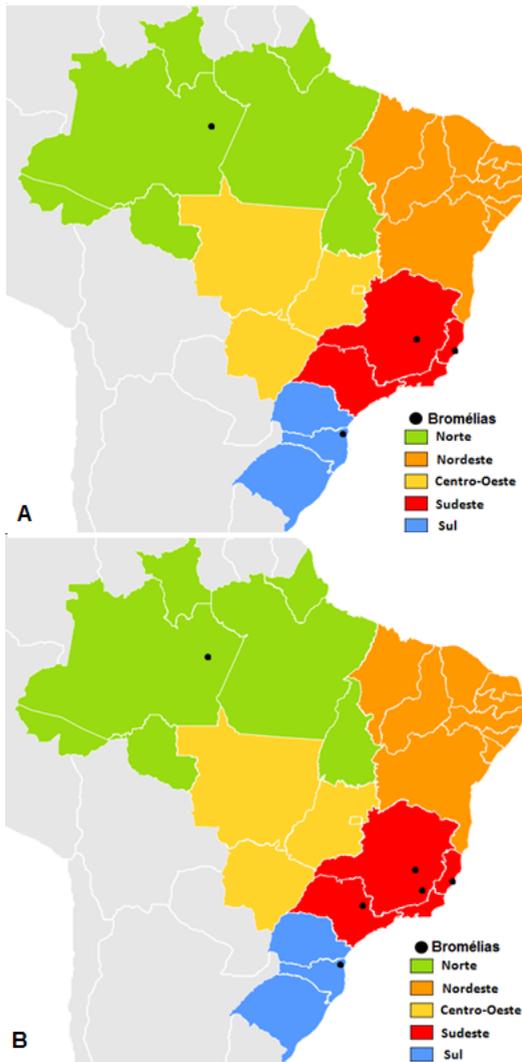


Figura 11. Localização das entidades registradas no Renasem como unidades de propagação in vitro, de mudas de bromélias, nos anos de 2008 (A) e 2012 (B).

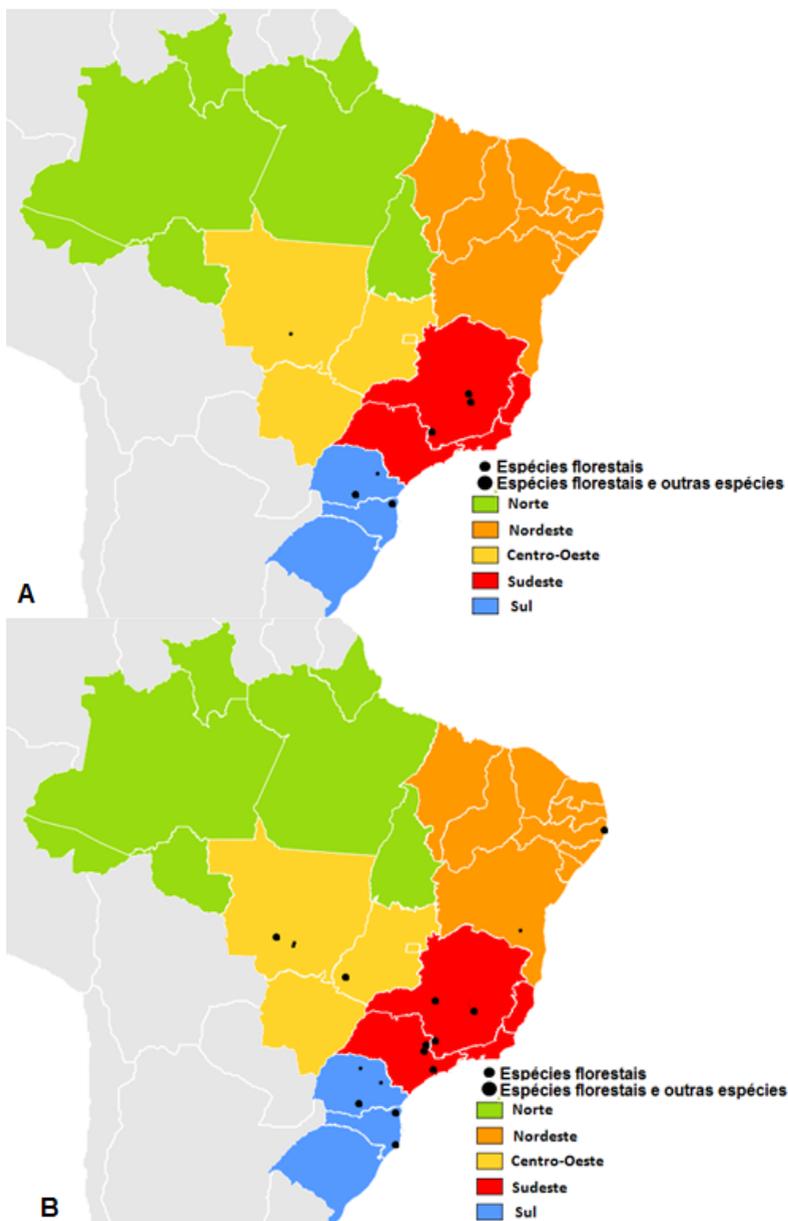


Figura 12. Localização das entidades registradas no Renasem como unidades de propagação in vitro, de mudas de espécies florestais, nos anos de 2008 (A) e 2012 (B).

Em quarto lugar, estão as grandes culturas, com destaque para a cana-de-açúcar. Em 2008, apenas três entidades possuíam registro no Renasem para a produção de mudas dessa espécie, em unidade de propagação *in vitro*. Já, em 2012, esse número saltou para sete; portanto, um aumento de 133,3% (Figura 13A e B). Dessas sete, quatro são biofábricas especializadas na produção unicamente de mudas de cana-de-açúcar. Provavelmente, a significativa ampliação do número de biofábricas pode estar relacionada com a posição de destaque mundial que o Brasil vem apresentando no setor canavieiro, como maior produtor e exportador de açúcar e de álcool biocombustível veicular, oriundos dessa cultura.

A cadeia produtiva da cana-de-açúcar no Brasil é bastante estruturada, pois é o único país do mundo que domina todos os estágios da tecnologia da produção, possuindo os maiores níveis de produtividade e rendimento industrial e menores custos de produção (BARROS et al., 2011). Entretanto, existem limitações na oferta de material de alta qualidade fitossanitária e genética, no que diz respeito à quantidade e aos preços (SILVA, 2011). Em diagnóstico efetuado por Veiga (2006), foi constatado que a produção de mudas é um dos principais entraves para os pequenos produtores, em especial em relação às variedades melhoradas geneticamente. Estudos evidenciam que as mudas produzidas *in vitro* podem aumentar a produtividade da cultura de 10% a 30% e a longevidade dos canaviais em até 30% (LEE et al., 2007), uma vez que possibilitam melhor padrão fitossanitário, controle das condições ambientais do processo, produção durante todo o ano e otimização da área utilizada, quando comparadas com mudas produzidas pelos métodos convencionais (CRUZ et al., 2009). Sendo assim, o fornecimento, em larga escala, de mudas produzidas *in vitro* de variedades adaptadas, de alta qualidade genética e fitossanitária, permitirá cada vez mais o aumento da produção e da competitividade do produtor, sem a necessidade de avançar sobre áreas de preservação ambiental; além disso, por terem maior potencial de crescimento, as mudas micropropagadas exercem um melhor controle da vegetação invasora, reduzindo os custos de produção com os tratamentos culturais (CRUZ et al., 2009). Entretanto, Barros et al. (2001) ressaltam que, apesar de todo avanço tecnológico, a produção de mudas *in vitro* ainda

é altamente demandante de mão de obra, e tal procedimento só deve ser utilizado em condições especiais.

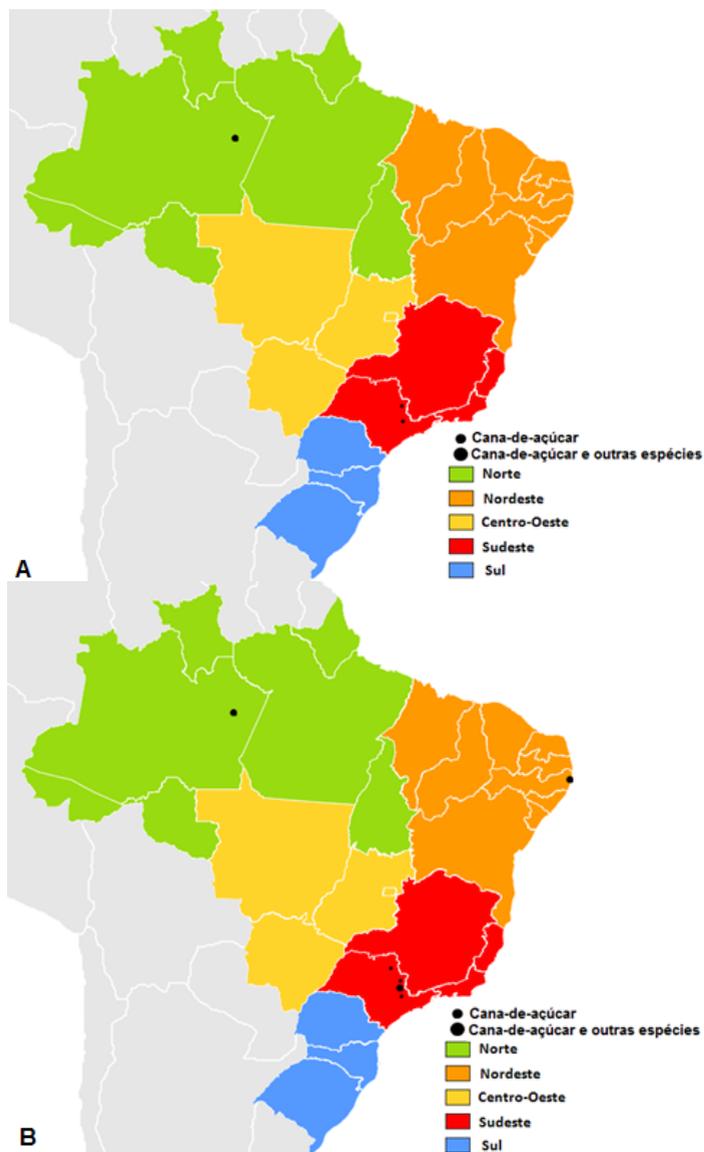


Figura 13. Localização das entidades registradas no Renasem como unidades de propagação in vitro, de mudas de cana-de-açúcar, nos anos de 2008 (A) e 2012 (B).

Segundo Barros et al. (2011), com o emprego da técnica de biorreatores de imersão temporária (BIT), a qual se destaca pela utilização do meio de cultivo líquido em sistema automatizado, é possível reduzir significativamente o custo com mão de obra, chegando até a 30% do gasto total. Entretanto, os autores enfatizam que, apesar do grande sucesso em relação ao sistema tradicional, esses equipamentos ainda são pouco difundidos na maioria dos laboratórios de cultura de tecidos de plantas, embora o lançamento de biorreatores comerciais prontos para uso, comercializados no mercado, tem popularizado cada vez mais o emprego desses equipamentos. No Brasil, o BIT é utilizado com sucesso em algumas biofábricas de produção de mudas micropropagadas de cana-de-açúcar, como a do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (Cetene), em Recife, PE, com capacidade para produzir 1,5 milhão de mudas dessa espécie por mês; outras biofábricas também utilizam essa tecnologia, entretanto em menor escala (BARROS et al., 2011). Gerald e Lee (2011) acreditam que, com o constante aperfeiçoamento e automação da tecnologia, a produção de mudas de cana-de-açúcar, por cultura de tecidos, será o único processo viável e eficaz na rápida obtenção de novas variedades livres de pragas e de doenças, que podem assegurar o constante aumento na produtividade para a indústria canavieira.

O grupo das olerícolas é representado pela batata, mandioca, alho, batata-doce e mandioquinha-salsa, sendo a primeira espécie a mais representativa. Em termos de crescimento, em 2008, constavam apenas duas entidades registradas no Renasem; em 2012 passaram para oito, sendo três exclusivamente para a cultura da batata (Figura 14A e B).

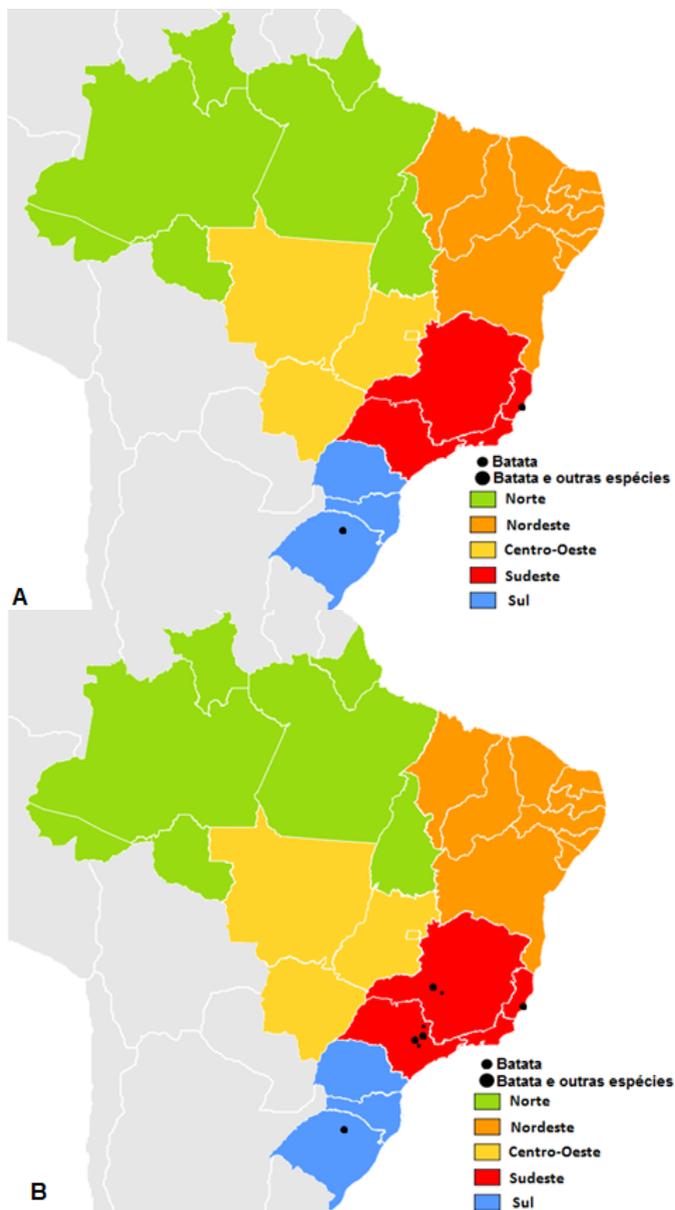


Figura 14. Localização das entidades registradas no Renasem como unidades de propagação *in vitro*, de mudas de batata, nos anos de 2008 (A) e 2012 (B).

Em relação às plantas medicinais, elas ainda são produzidas em menor escala quando comparadas com os grupos citados anteriormente, sendo as principais espécies calêndula, hortelã, espinheira-santa, carqueja, guaco, babosa, clúcia, freijó-laranjeira, pau-brasil, pau-ferro, aroeira e alcachofra.

Considerações

Merece atenção o número de entidades cadastradas no Renasem como produtoras de mudas em unidade de propagação in vitro. No levantamento efetuado, verificou-se que, entre os entes participantes, alguns produzem mudas apenas nesse tipo de unidade de propagação. Já outras possuem a maior parte da produção das espécies em unidade de propagação em viveiro, com poucas espécies produzidas no sistema in vitro, às vezes apenas uma. Por outro lado, foram identificadas entidades que, embora estejam registradas no Renasem como produtoras de mudas em unidade de propagação in vitro, multiplicam espécies por macropropagação. As espécies citadas são principalmente de fruteiras propagadas por estaquia e enxertia. Quanto às espécies produzidas na unidade de propagação in vitro, segundo informação dos técnicos do Mapa, os dados ali contidos são originários de declaração feita pelo próprio interessado, embora estejam sujeitas à fiscalização desse ministério.

Além disso, convém ressaltar que devem existir empresas sem registro no Renasem que produzem mudas micropropagadas, e o inverso também pode ocorrer. Outro caso que merece menção são as empresas que produzem mudas por micropropagação, como prestadoras de serviço e/ou para consumo próprio, mas o produto final comercializado não é a muda propriamente dita, mas sim seus derivados.

O desenvolvimento e a organização do setor de produção de mudas por cultura de tecidos, no Brasil, vêm se destacando cada vez mais. Em 2010, ocorreram três ações que merecem destaque nessa área: a realização do II Seminário de Biofábrica – Produção Industrial de Plantas In Vitro,

na Universidade Federal de São Carlos, em Araras, e do Workshop Biofábrica de Plantas – Realidades e Desafios na Legislação Brasileira, em Holambra, ambos em São Paulo, além da criação da Associação Brasileira de Biofábricas de Plantas. Essas iniciativas apresentam papel fundamental no incremento no setor de produção de mudas micropropagadas. Em 2011, um marco importante foi o lançamento do livro intitulado “Biofábrica de plantas: produção de plantas in vitro”, sob organização do Professor Dr. Lee Tseng Sheng Gerald, com o objetivo de divulgar os mais recentes conhecimentos nessa área, focando o uso de biorreatores na biofabricação de plantas, bem como a eficiência e o gerenciamento de biofábricas de plantas.

Em 2012, duas ações possuem mérito: o estabelecimento, pelo Mapa, da IN 27/2012, que trata das “Normas para a Produção e a Comercialização de Mudanças e de Outras Estruturas de Propagação Obtidas por Meio de Cultura de Tecidos de Plantas”, e a realização do III Seminário Nacional de Biofábricas de Plantas, em Recife, PE.

O sucesso da aplicação prática das técnicas de propagação in vitro de plantas vem sendo cada vez mais empregado para fins comerciais, uma vez que o setor agrícola demanda grande número de mudas uniformes e de alta qualidade genética e fitossanitária durante todo o ano. No mundo, muitos laboratórios comerciais e instituições de pesquisa e de ensino 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, bilhões de mudas 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 são fundamentais para a 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 da luz solar) e a produção de sementes sintéticas.

Apesar do desenvolvimento de protocolos para a produção de mudas por cultura de tecidos para diferentes espécies vegetais, a comercialização em larga escala desse tipo de propágulo ainda permanece aquém da capacidade de produção e demanda de mercado. Entre as principais causas, podem-se citar: os entraves intrínsecos da própria técnica quando esta é transferida da escala laboratorial para a comercial; o alto custo unitário da muda, quando a produção se limita a pequenas quantidades; o não alinhamento entre as atividades de pesquisas desenvolvidas pelas universidades e instituições de pesquisa com as demandas do setor produtivo, além do longo tempo necessário para a transferência das tecnologias entre esses setores.

Enfim, a micropropagação é uma poderosa ferramenta que pode contribuir bastante para o setor agrícola. Entretanto, requer criatividade, planejamento e empreendedorismo para garantir seu crescimento e futuros sucessos.

Conclusões

No Brasil, o número de biofábricas vem crescendo a cada ano, sinalizando que o agronegócio da produção de mudas micropropagadas está em expansão. A maioria dessas empresas está localizada na região Sudeste, e as principais espécies produzidas são ornamentais e fruteiras.

Agradecimentos

Os autores agradecem ao técnico do Mapa, Dr. Rômulo Gondim Barbosa, da Coordenação de Sementes e Mudas/Departamento de Fiscalização de Insumos Agrícolas/Secretaria de Defesa Agropecuária, pela colaboração no envio das informações solicitadas.

Referências

BARROS, A. C. B.; COSTA, D. A. da; MEDEIROS, E. C. Biorreator de imersão temporária aplicado na biofabricação de cana-de-açúcar. In: GERALD, L. T. S. (Org.). **Biofábrica de plantas**: produção industrial de plantas in vitro. 1 ed. São Paulo: Atiqua, 2011. cap. 3, p. 52-69.

BIOTECH CONSORTIUM INDIA LIMITED. **Summary report on market survey on tissue culture plants**. 2005. Disponível em: <<http://dbtmicropropagation.nic.in/surveytcp.pdf>>. Acesso em : 21 mar. 2013.

BOSA, N.; CALVETE, E. O.; NIENOW, A. A.; SUZIN, M. Enraizamento e aclimatização de plantas micropropagadas de gipsofila. **Horticultura Brasileira**, Brasília, DF, v. 21, n. 2, p. 207-210, 2003.

CARVALHO, A. P. de. **Ciência e tecnologia no Brasil**: uma nova política para um mundo global, 1993. 52p. Disponível em : <<http://www.schwartzman.org.br/simon/scipol/pdf/biotec.pdf>>. Acesso em: 21 mar. 2013.

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.). **Biofábrica de plantas**: produção industrial de plantas in vitro. 1 ed. São Paulo: Atiqua, 2011. cap. 18, 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.

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, 1990. v. 5, cap. 6, p. 126-164.

CID, L. P. B. **Cultivo in vitro de plantas**. Brasília, DF: 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, DF: Embrapa Informação Tecnológica, 2010. p. 15-49.

CRUZ, A. A. L.; SILVA, A. D. C. da; VEIGA, C. F. de M.; SILVEIRA, V. Biofábricas para produção de mudas por micropropagação: estratégia para o aumento da produtividade de cana-de-açúcar no Rio de Janeiro. **InterScience Place**, v. 2, n. 5, 2009. 8 p.

DEBERGH, P. C.; READ, P. E. Micropropagation. In: DEBERGH, P. C.; ZIMMERMAN, R. H. (Ed.). **Micropropagation: technology and application**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1991. p. 1-13.

GEORGE, E. F.; SHERRINGTON, P. D. Plant propagation and micropropagation. In: GEORGE, E. F.; SHERRINGTON, P. D. (Ed.). **Plant propagation by tissue cultured: handbook and directory of commercial laboratories**. Eversley: Exegetics, 1984. p. 39-72.

GERALD, L. T. S.; LEE, L. L. Biofábrica de plantas: por que biorreator? In: GERALD, L. T. S. (Org.). **Biofábrica de plantas: produção industrial de plantas in vitro**. 1 ed. São Paulo: Atiqua, 2011. cap. 1, p. 14-31.

HOLDGATE, D. P.; ZANDVOORT, E. A. Securing cost effective product quality, an essential for sustainable business. In: ALTMAN, A.; ZIV, M.; SHAMAY, I. (Ed.). **Plant biotechnology and in vitro biology in the 21st century**. Dordrecht: Kluwer Academic, 2009. p. 709-712. (Current plant science and biotechnology in agriculture, 36).

IZQUIERDO, J.; RIVA, G. A. de la. Plant biotechnology and food security in Latin America and the Caribbean. **EJB Electronic Journal of Biotechnology**, Valparaíso, v. 3, n. 1, p.1-8, 2000.

JONES, J. B.; SLUIS, C. J. Marketing of micropropagated plants. In: DEBERGH, P. C.; ZIMMERMAN, R. H. (Ed.). **Micropropagation: technology and application**. Dordrecht: Kluwer Academic. 1991. p. 141-154.

KERBAUY, G. B.; CHAER, L. Micropropagação comercial de orquídeas: conquistas, desafios e perspectivas. In: GERALD, L. T. S. (Org.). **Biofábrica de plantas: produção industrial de plantas in vitro**. 1 ed. São Paulo: Atiqua, 2011. cap. 10, p. 178-205.

KITTO, S. L. Commercial micropropagation. **HortScience**, Alexandria, v. 32, n.6, p. 1012-1014, 1997.

LEE, T. S. G.; BRESSAN, E. A.; CORREIA, A.; LEE, L. L. Implantação de biofábrica de cana-de-açúcar: riscos e sucessos. **Revista Brasileira de Horticultura Ornamental**, Campinas, v. 13, p. 2032-2040, 2007. Suplemento.

LIU, Q.; LIU, Q. Commercial micropropagation of ornamental plants in China. **Chronica Horticulturae**, Wageningen, v. 50, n. 1, p. 16-20, 2010.

MASCARENHAS, A. F. Scope of the tissue culture industry in India. In: ALTMAN, A.; ZIV, M.; SHAMAY, I. (Ed.). **Plant biotechnology and in vitro biology in the 21st century**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1999. p. 713-720. (Current plant science and biotechnology in agriculture, 36).

MASTACHE, L. C. N. Large scale commercial micropropagation in Mexico: the experience of Agromond, S.A. de C.V. **Acta Horticulturae**, Leuven, n. 748, p. 91-94, 2007.

MOREL, G. Producing virus-free cymbidiums. **American Orchid Society Bulletin**, v. 29, p. 495-497, 1960.

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 Calgary, 1978. p. 15-26.

MURASHIGE, T.; SKOOG, F. A revised medium for rapid growth and bioassays with tobacco cultures. **Physiology Plantarum**, Copenhagen, v. 15, n. 3, p. 473-497, 1962.

OMAR, M. S.; AOUINE, M. Commercial in vitro mass propagation of plants: current status and future investment prospects. **Journal Agricultural Investment**, v. 5, p. 94-99, 2007.

PIERIK, R. L. M. **In vitro culture of higher plants**. Dordrecht: Kluwer Academic, 1997. 348 p.

PIERIK, R. L. M.; RUIBING, M. A. Developments in the micropropagation industry in The Netherlands. **Plant Tissue Culture Biotechnology**, v. 3, p. 152-156. 1997.

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: Embrapa Mandioca e Fruticultura Tropical, 2009. p. 121-152.

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, n. 6, p. 531-560, 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, 2011. cap. 8, p. 134-147.

SILVA, A. D. C. Implantação e gerenciamento de uma biofábrica de plantas de cana-de-açúcar (*Saccharum*) – riscos e desafios. In: GERALD, L. T. S. (Org.). **Biofábrica de plantas**: produção industrial de plantas in vitro. 1 ed. São Paulo: Atiqua, 2011. Cap. 16, p. 320-361.

SINGH, G.; SHETTY, S. Impact of tissue culture on agriculture in India. **Biotechnology, Bioinformatics and Bioengineering**, Krishnagiri, v. 1, n. 3, p. 279-288, 2011.

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

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

VEIGA, C. F. M. **Diagnóstico da cadeia produtiva da cana-de-açúcar do Estado do Rio de Janeiro**. Rio de Janeiro: FAERJ; SEBRAE-RJ, 2006. 107 p.

WINKELMANN, T.; GEIER, T.; PREIL, W. Commercial in vitro plant production in Germany in 1985-2004. **Plant Cell Tissue and Organ Culture**, Dordrecht, v. 86, n. 3, p. 319-327. 2006.

ZIMMERMAN, R. H.; BARNHILL JONES, J. Commercial micropropagation in North America. In: ALTMAN, A.; ZIV, M.; SHAMAY, I. (Ed.). **Plant biotechnology and in vitro biology in the 21st century**. Dordrecht: Kluwer Academic, p.173-179, 1991. (Current plant science and biotechnology in agriculture, 36).



Agroindústria Tropical

Ministério da
Agricultura, Pecuária
e Abastecimento

