

Meio Ambiente e Sustentabilidade: conceitos e aplicações

ISBN: 978-65-88884-45-4

Capítulo 06

IMPLANTAÇÃO E FUNCIONAMENTO DE UMA BIOFÁBRICA NO SETOR PÚBLICO - O EMPREENDIMENTO DA UFMG, CAMPUS MONTES CLAROS

Demerson Arruda Sanglard ^{a,*}, Jefferson Joe Moreira Alves^b, Maria Aparecida Milagres Machado^a,
Flávia Échila Ribeiro Batista^a, Ana Carolina Ataíde Silveira^a, Luan Souza de Paula Gomes^b

^aCentro de Pesquisas em Ciências Agrárias I (CPCA I), Universidade Federal de Minas Gerais (Campus Regional Montes Claros). Avenida Universitária, 1.000, Bairro Universitário, Montes Claros - MG, CEP: 39.404-547.

^bEmpresa Rural Consultoria J&L, credenciada na ANATER (Agência Nacional de Assistência Técnica e Extensão Rural). Rua Raul Corrêa, 766, Bairro Funcionários, Montes Claros - MG, CEP: 39.401-029.

***Autor correspondente:** Demerson Arruda Sanglard, Doutor em Genética e Melhoramento, Laboratório de Biotecnologia (CPCA I) - Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (ICA/UFMG) - Avenida Universitária, nº 1000 – Bairro Universitário, Montes Claros - MG, CEP: 39404-547, Brasil. demerson.ufmg@gmail.com.

Data de submissão: 22-07-2023

Data de aceite: 05-10-2023

Data de publicação: 29-11-2023



10.55811/integrar/livros/3821



RESUMO

Introdução: A micropropagação é uma modalidade de cultura de tecidos (cultivo *in vitro*), na qual são estabelecidas condições controladas para multiplicação massiva de espécies vegetais, enfatizando-se materiais resultantes do melhoramento genético. **Objetivos:** Instalar uma Biofábrica na UFMG (*Campus Montes Claros*), de modo a desenvolver soluções, parcerias e práticas acadêmicas, com ênfase para a Agricultura Familiar e Meio Ambiente. **Material e métodos:** A gênese desse empreendimento iniciou-se com mobilizações de diversos atores em prol da causa: docentes, acadêmicos, agricultores, sociedade civil e poder legislativo. Sua viabilização ocorreu por meio de um convênio entre MAPA e UFMG, consubstanciado na forma de projeto formal (Orçamento de R\$1.344.000,00 no exercício 2018). Este foi organizado em quatro eixos principais: (i) Ações e atividades para a instalação de estruturas laboratoriais e de campo; (ii) Diagnósticos locais participativos sobre as demandas comunitárias; (iii) Produção massiva de *explantes* e; (iv) Cursos de capacitação e assistência técnica. **Resultados:** Foram aparelhados oito ambientes laboratoriais quanto às rotinas de cultivo *in vitro* desenvolvidas para Palma Forrageira, Banana, Mandioca, Pitaia, Morango, Cagaita, Pequi, Cajuzinho-do-Cerrado, Aroeira, Rosa-do-Deserto, Gonçalves Alves, Paineira Rubi, Copaíba, Pau Preto, Angico, Mimosa, Maracujá Vermelho e Cártamo; além de procedimentos afeitos ao melhoramento genético vegetal assistido por ferramentas de Biologia Molecular. Além disso, foram organizados viveiros e estação experimental irrigável (3,0 ha). Durante o processo ocorreram as capacitações e remessas de propágulos para associações agrícolas. **Conclusão:** Este empreendimento, de base biotecnológica, tem viabilizado cadeias produtivas no Norte de Minas Gerais, considerando aplicações inovadoras para diferentes espécies vegetais e animais.

Palavras-chave: Micropropagação; Agricultura Familiar; Empreendedorismo; Meio Ambiente; Mudas.

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a atuação quantitativa e qualitativa de profissionais especializados na área de Ciências Agrárias é fundamental para potencializar e otimizar o aproveitamento dos recursos naturais de forma comprometida com a sustentabilidade (LIMA LEME *et al*, 2023). As ponderações de Harold *et al* (2023) enfatizam sobre o estímulo à produção agropecuária, a regularização do abastecimento, a competição no mercado internacional e, além disso, a necessidade imperativa de conservação do meio ambiente, o que demanda a formação direta de profissionais nessa área.

Vale ressaltar que nos espaços geográficos menos desenvolvidos, essa atuação se destaca, de modo a reverter o quadro de subdesenvolvimento e de degradação da natureza (HOFFMANN, 2020). Para essas regiões, a preocupação desses profissionais assume maior importância ao se considerar que a economia está assentada na produção agropecuária e nas perspectivas que a biotecnologia tem criado para esse setor econômico.

A Mesorregião Norte Mineira apresenta, em sua trajetória histórica, forte ligação com o Nordeste brasileiro: a ocupação, o povoamento, as ligações inter-regionais, tudo isso aponta para a continuidade entre ambos. A marca histórica dessas regiões corresponde o fenômeno das secas, que, periodicamente, lança o homem do Norte de Minas, assim como os nordestinos, em uma luta pela sobrevivência (SILVA *et al*, 2023). A economia, por sua vez, embora tenha incorporado benefícios de órgãos governamentais, ainda ressenete-se da ausência de capitais, da falta de padrão tecnológico, da má distribuição de recursos e de níveis insatisfatórios de renda. Também denominada de Área Mineira do Nordeste, ocupa área de 120.701 km², correspondente a 20,7% da área total do Estado. Possui 86 municípios e população aproximada de 1.416.334 habitantes. Incluindo a população do semiárido do Vale do Jequitinhonha, a população total atinge 2.202.013 habitantes pertencentes a 140 municípios, compreendendo 10,46 % da população do semiárido brasileiro (IBGE, 2022).

É relevante destacar que a agricultura familiar, responsável por 60% da produção de alimentos básicos e 40% do valor bruto da produção agropecuária brasileira, tem ficado muitas vezes à margem do desenvolvimento tecnológico. De acordo com o Fundo das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação (FAO, 2022) e o Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária, 85% do total de propriedades rurais do país pertencem a grupos familiares. São 13,9 milhões de habitantes, que possuem nas atividades agrícolas e pecuárias praticamente as únicas alternativas de vida, em aproximadamente 4,1 milhões de estabelecimentos familiares, correspondendo a 77% da população ocupada na agricultura (INCRA, 2023).

Não obstante, a biotecnologia é reconhecida como um dos fatores chave para o alcance de desenvolvimentos sustentáveis no cenário agrícola mundial (MEIRA GUSMÃO *et al*, 2017), como é evidenciado por recentes e exaustivos relatórios dos Ministérios da Ciência e Tecnologia, do Planejamento e da Agricultura e Agropecuária, no Brasil e; da OCDE (Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico), composta por 30 países considerados ricos. Neste contexto, destaca-se as atividades de extensão tecnológica pertinentes a uma biofábrica, as quais podem ser aplicadas na produção, difusão e distribuição de mudas de espécies forrageiras, frutíferas e florestais (OLIVEIRA

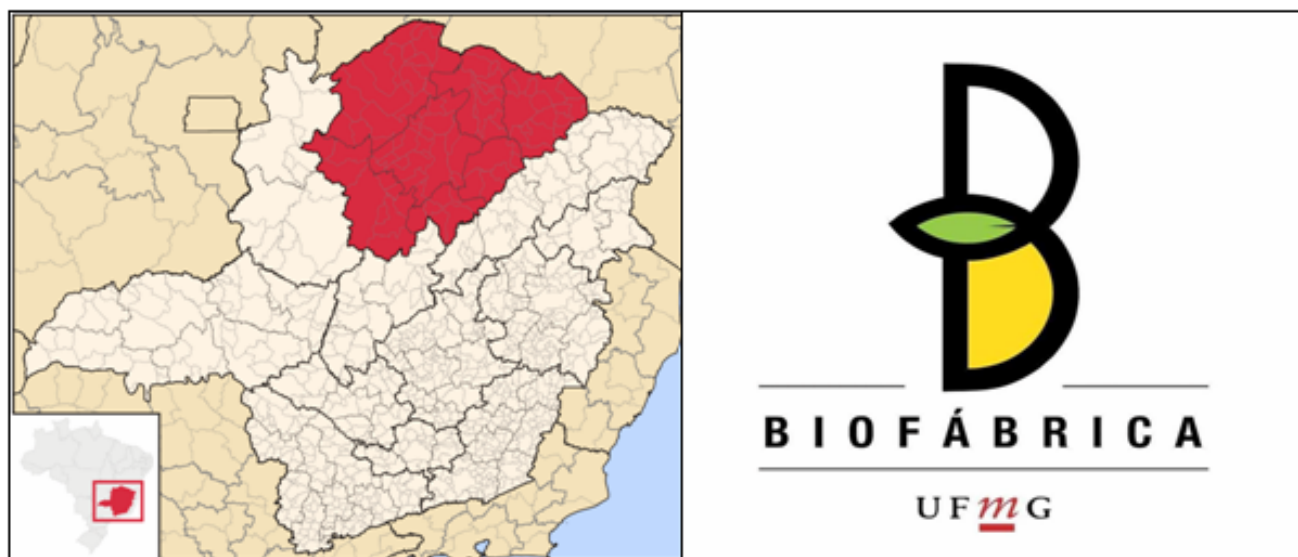
SANTANA *et al*, 2022). Uma seara importante é a cultura de tecidos vegetais (micropropagação), na qual estabelecem-se condições controladas de temperatura, umidade, luminosidade, nutrição, balanço hormonal; dentre outros fatores que contribuem para a produtividade e qualidade das espécies produzidas *in vitro*. Por meio dessa modalidade de cultivo surgiu o conceito de biofábricas, que são estruturas físicas (laboratoriais e a campo) onde uma ou mais espécies de plantas são produzidas massivamente, a partir de clones superiores gerados por meio da técnica (PAIVA e PAIVA, 2001). Por conseguinte, trata-se de um cenário muito claro do potencial da biotecnologia na minimização de problemas sociais no campo.

Este trabalho visou apresentar as principais logísticas e experiências operacionais para a instalação de uma Biofábrica no Instituto de Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais - ICA/UFMG (*Campus* Montes Claros), de modo a desenvolver soluções, parcerias e práticas acadêmicas, sejam elas agroindustriais ou agrícolas de bases biotecnológicas, adaptadas às necessidades do semiárido e áreas de transição, de modo a fortalecer organizações produtivas da Agricultura Familiar e Meio Ambiente no Norte de Minas Gerais.

MATERIAL E MÉTODOS

O empreendimento Biofábrica, instalado no *Campus* Regional Montes Claros da Universidade Federal de Minas Gerais, teve como área de abrangência a Mesoregião Norte do Estado (Figura 1).

Figura 1. Referencial geográfico da Mesoregião Norte de Minas Gerais e logomarca alusiva ao empreendimento Biofábrica UFMG, *campus* regional Montes Claros.



Fonte: WIKIPEDIA (2023) e SANGLARD, D. A. (Autor), respectivamente.

O projeto foi organizado em quatro eixos de atuação sequencial: (i) Ações e atividades para a instalação das estruturas laboratoriais e a campo; (ii) Diagnósticos participativos sobre as demandas das comunidades envolvidas; (iii) Produção massiva dos explantes (protocolos já estabelecidos e novas adaptações) e; (iv) Cursos de capacitação e assistência técnica após a distribuição dos materiais

micropropagados. O fomento para viabilização do empreendimento deu-se através de um Termo de Execução Descentralizada - TED, conveniando a Universidade Federal de Minas Gerais - UFMG e a Secretaria Especial de Agricultura Familiar e Desenvolvimento Agrário - SEAD (Projeto Biofábrica: Fortalecimentos da Agricultura Familiar e Meio Ambiente no Norte de Minas Gerais) - Processo 55000.003361/2016-75 (Valor de R\$1.344.000,00 no interstício 2018 a 2022) (UFMG, 2017).

As logísticas de cultivo *in vitro* foram executadas conforme as etapas gerais, extrapoláveis para as diferentes espécies reproduzidas (PAIVA e PAIVA, 2001): (i) Preparação: Foram as fases de escolha e preparação das matrizes a serem clonadas. Selecionaram-se genótipos específicos para a realização de testes sobre agentes infecciosos, no intuito de induzir o crescimento vigoroso e saudável. Nessa fase, as “plantas-mãe” também receberam incrementos vitamínicos e preventivos contra pragas e viroses; (ii) Inoculação: Nessa etapa foram extraídos os explantes para iniciar o processo de propagação. Os materiais retirados foram levados ao laboratório para desinfecções, em condições assépticas. Levou-se em conta também as condições ambientais de temperatura, a umidade relativa do ar e luz; (iii) Estabelecimento: Nesse passo dá-se início efetivamente à cultura das mudas com as colocações dos explantes em meios nutritivos, no quais estão contidos vitaminas, minerais, hormônios, açúcar e ágar. Essa etapa teve durações até os plenos estabelecimentos dos explantes; (iv) Multiplicação: Os resultados obtidos na etapa de Estabelecimento foram removidos para novos meios nutritivos. O intuito desta fase foi multiplicar as estruturas dos explantes, capazes de gerar novas plantas completas. Nessa etapa também ocorreram os subcultivos das mudas para novos meios nutritivos, geralmente a cada 30 dias, a fim de aumentar as quantidades de mudas; (v) Alongamento e Enraizamento: Foram realizados procedimentos que possibilitassem que as pequenas plantas, formadas na etapa de multiplicação, atingissem a capacidade fotossintética plena, de modo a sobreviverem em ambientes naturais, sem condições superficiais de manutenções nutricionais. Nesse momento ocorre também a indução radicular das mudas, utilizando indutores de crescimento; (vi) Aclimação: Trataram-se de transferência e das condições *in vitro* para as condições de ambientes protegidos (telados), antes da realização dos plantios a campo. O foco dessa etapa foi a diminuição das perdas e aceleração do crescimento para atingir o estágio de aptidão.

O funcionamento envolveu, em todos os anos, dezenas de estudantes dos cursos de Agronomia, Engenharia Florestal, Engenharia Agrícola e Ambiental, Engenharia de Alimentos e Administração, além das Pós-Graduações em “Produção Vegetal” e “Ciências Florestais” pertencentes ao ICA/UFMG. Durante a implementação formal do projeto, foram atendidos agricultores distribuídos em municípios pólos do Norte de Minas: Bocaiúva, Icarai de Minas, Itacambira, Juramento, Lagoa dos Patos, Montes Claros, Pai Pedro, Porteirinha e São Francisco.

Os diagnósticos focaram nos contextos dos agroecossistemas de cada um dos pólos municipais, com temáticas relacionadas aos aspectos sociais, culturais, econômicos e ambientais, seguindo um roteiro adaptado de Machado e Machado (2006). Os cursos de capacitação em “Cultivos e Manejos Sustentáveis” tiveram durações de oito horas, praticados aos sábados, com até 60 participantes por ocasião. Os conteúdos abordaram diferentes temas agrícolas, de acordo com as espécies e interesses comunitários:

- Preparação do local adequado para plantio;
- Efetuação de tratos culturais;
- Controle e manejo integrado de pragas e doenças;
- Colheita e pós-colheita do produto final;
- Práticas gerenciais das atividades produtivas;
- Manejo da fertilidade do solo;
- Produção sustentável de bioinsumos (mudas, fertilizantes, defensivos, etc.);
- Operações com máquinas e implementos agrícolas;
- Legislação aplicada à produção, comercialização e normas sanitárias;
- Procedimentos de segurança no trabalho.
- Fundamentos de transição agroecológica;

Os conteúdos foram ministrados utilizando sistemática da pesquisa-ação (THIOLLENT, 1988), visando instigar os agricultores à busca de novos conhecimentos. As abordagens expositivas utilizaram recursos de projeção em tela, quadro de acrílico e grupos de discussões. Também foram utilizados recursos de mídias sociais, além de demonstrações práticas de procedimentos técnicos no manejo das espécies-alvo.

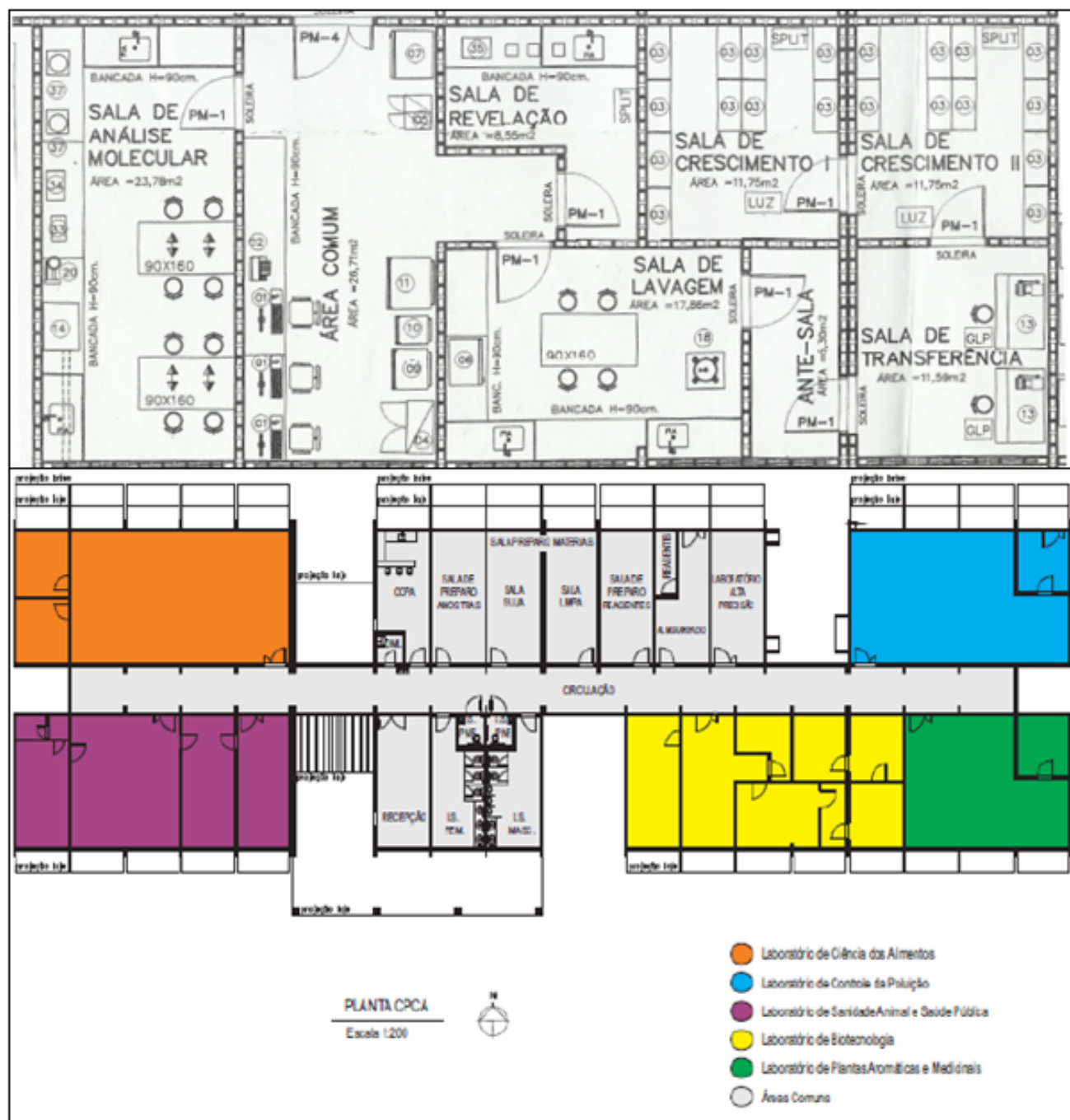
RESULTADOS E DISCUSSÕES

A quase totalidade dos itens laboratoriais (aparelhamentos e consumíveis) previstos no projeto foram entregues pelas empresas e testados quanto às especificações solicitadas nos processos licitatórios. Em alguns casos isolados houve desistências de remessa ou substituições por novos aparelhos configurados adequadamente. Estes, por sua vez, foram alocados no Laboratório de Biotecnologia do Centro de Pesquisas em Ciências Agrárias (ICA/UFMG), o qual abriga, concomitantemente, o funcionamento da Biofábrica (Figuras 2).

O agronegócio busca constantemente técnicas inovadoras e modernas que visam aumentar a eficiência dos plantios, produzir produtos de melhor qualidade e garantir a segurança alimentar. Nesse sentido, a cultura de tecidos vegetais, em especial a micropropagação, vem sendo empregada para atender a essas demandas (SOARES *et al*, 2023), revolucionando o cenário da agricultura em todo o mundo, por meio da produção massiva de mudas para várias espécies (QUEIROZ *et al*, 2011).

A produção de mudas *in vitro* constitui um avanço para obtenção de materiais propagativos, possibilitando oferecer grande quantidade de propágulos certificados, com alto padrão fitossanitário e em curto espaço de tempo. O mercado de mudas micropropagadas movimenta anualmente bilhões de dólares na Alemanha, Holanda, Inglaterra, Índia, Estados Unidos da América do Norte, Brasil e em outros países (CID, 2014; SOARES *et al*, 2023).

Figura 2. Plantas baixas do Laboratório de Biotecnologia / Biofábrica (área delimitada em amarelo), com alocação no Centro de Pesquisas em Ciências Agrárias da Universidade Federal de Minas Gerais (CPCA/UFMG), *Campus* Regional Montes Claros.



Fonte: SANGLARD, D. A. (Autor).

A estrutura física do Laboratório de Biotecnologia ficou composta por um hall de entrada (uso comum) ($26,72 \text{ m}^2$), sala de análises moleculares ($23,78 \text{ m}^2$), sala de revelação ($8,55 \text{ m}^2$), sala de lavagem ($17,86 \text{ m}^2$), ante-sala de higienização ($5,30 \text{ m}^2$), sala de transferência ($11,59 \text{ m}^2$) e salas de crescimentos I e II ($23,75 \text{ m}^2$). Portanto, o fluxo de trabalho deve seguir este fluxograma rigorosamente. Normalmente, uma estrutura de único nível é recomendado para que o acesso a todas

as áreas da biofábrica seja facilitado. Caso a estrutura possua dois níveis, o andar superior deve ser utilizado para atividades que não estejam diretamente ligadas ao processo de produção técnico em si como por exemplo, escritório, centro de funcionários e outros (LEE, 2007). O Projeto Biofábrica foi importante também no apoio a outras modalidades de pesquisas conduzidas no CPCA/UFMG (Figura 3), sobretudo no atendimento de análises moleculares, preparos de amostras, repicagens e incubações para crescimentos *in vitro*.

Figura 3. Recortes de perfis panorâmicos do Centro de Pesquisas em Ciências Agrárias da UFMG, *Campus* Regional Montes Claros.



Fonte: SANGLARD, D. A. (Autor).

Foram instalados nos ambientes supracitados: 01 (um) liofilizador, 01 (um) termociclador em tempo real, 03 (três) termocicladores convencionais com gradiente de temperatura, 01 (um) sistema de fotodocumetação com integrador de imagens, 02 (dois) transluminadores, 02 (dois) condutivímetros de bancada, 02 (duas) estufas de secagem de vidrarias, 03 (três) ultrafreezers verticais (-80 °C), 03 (três) destiladores de água, 02 (dois) deionizadores de água, 20 (vinte) incubadoras BOD, 04 (quatro) refrigeradores duplex, 05 (cinco) freezers verticais, 02 (dois) espectrofotômetros UV-Vis, 01 (um) espectrômetro NIR (*Near Infrared Reflectance*), 02 (duas) capelas de fluxo laminar horizontal, 05

(cinco) capelas de fluxo laminar vertical, 02 (duas) capelas de exaustão de gases, 02 (dois) sistemas de ultrapurificação de água por osmose reversa, 02 (dois) banhos-maria, 01 (um) banho-maria ultratermostático, 01 (uma) máquina de gelo em escamas, 05 (cinco) balanças analíticas, 01 (uma) câmara de germinação tipo Mangelsdorf, 04 (quatro) agitadores magnéticos, 01 (uma) balança convencional, 01 (um) simulador de estresses fisiológicos (estufa de CO₂), 01 (uma) incubadora shaker com controle de temperatura, 02 (duas) estufas de secagem com circulação forçada de ar, 01 (uma) leitora de microplacas ELISA, 02 (duas) centrífugas refrigeradas, 04 (quatro) centrífugas de microtubos, 06 (seis) pHômetros de bancada, 01 (um) agitador orbital, 03 (três) autoclaves horizontais, 72 (setenta e duas) prateleiras para crescimento vegetal *in vitro*, 09 (nove) microscópios estereoscópicos (lupas), 04 (quatro) microscópios de luz (1000X), 25 (vinte e cinco) micropipetas, 08 (oito) cubas de eletroforese, 04 (quatro) fontes voltaicas, vidrarias e reagentes para Biologia Molecular em geral (Figuras 4 e 5).

Figura 4. Recortes de disposições dos ambientes laboratoriais da Biofábrica (estruturas para Biologia Molecular e Melhoramento Genético Vegetal).



Fonte: SANGLARD, D. A. (Autor).

Figura 5. Recortes de disposições dos ambientes laboratoriais da Biofábrica (estruturas para cultivo *in vitro*).

Fonte: SANGLARD, D. A. (Autor).

O risco está presente em qualquer empreendimento, independentemente de sua natureza, seja ela de iniciativa pública ou privada. Dias e Loiola (2004) descrevem os gargalos sobre as montagens de Biofábricas, as quais, invariavelmente, possuem investimentos iniciais relativamente altos. De acordo com os mesmos, para aumentarem-se as chances de sucesso e latência no tempo, é fundamental ter uma equipe técnica competente e bem gerenciada, além de dinâmicas eficazes para o cumprimento das prestações de serviços e escoamentos de produtos. No caso do setor público, uma receita de subsistência é importante após o investimento governamental, cobrando-se valores subsidiados abaixo dos praticados pelo mercado.

Neste contexto, uma Biofábrica é uma linha de produção que necessita de aparelhamentos almejando patamares massivos em larga escala, nos quais seus processos precisam ser bem definidos, podendo chegar a desenvolver milhares de mudas por ano (LEE *et al*, 2007; SOARES *et al*, 2023). O progresso de uma Biofábrica e a produção de mudas com elevada qualidade, estão intimamente dependentes de sua elaboração e direcionamento dos materiais de consumo e infraestruturas (HARTMANN *et al*, 2018). É necessário que haja cautela com relação ao ambiente, impedindo que poeira, microrganismos, entre outros; entrem em contato com as áreas em que serão realizados os processos (TEIXEIRA *et al*, 2012).

Turco e Paiva (2021) afirmam que é crescente o número de empresas que optam por essa tecnologia, buscando abranger a demanda de um material propagativo de alta qualidade e primazia genética, de modo a envolver culturas como plantas ornamentais, frutíferas, silvícolas, forrageiras, etc. No entanto, a situação mercadológica é mais difícil para pequenas empresas, já que as maiores portes dominam o mercado através da produção em larga escala e portfólios (SOARES *et al*, 2023).

Os itens para atividades a campo (aclimatação) também foram auferidos via licitação, com destaque para sistemas de irrigação, materiais para montagem de ambientes protegidos, cercamentos e demais insumos agrícolas (Figura 6). Após a confirmação destes empenhos, foi necessária a solicitação formal junto à Congregação do ICA/UFGM, relativa a área de produção vinculada à Biofábrica. Montou-se comissão interna para estudo de alocação, resultando no apontamento de uma área localizada na Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro (FEHAN), órgão complementar pertencente ao próprio *Campus* Regional Montes Claros da UFGM. Concomitantemente, realizou-se a perfuração de poço artesiano para atendimento das demandas hídricas do projeto (vazão de 12 m³/h). Portanto, no que se refere aos trabalhos biométricos a campo, a Biofábrica dispõe de uma estação produtiva irrigada com 3,10 ha, além de 300 m² de viveiros; estes últimos localizados ao lado do CPCA (primeiras etapas de aclimações) (Figura 7).

Foram realizados treinamentos de introdução e cultivo *in vitro* das culturas da palma forrageira, banana, mandioca e arbóreas, envolvendo a equipe técnica selecionada para o projeto. Foram capacitados 03 (três) docentes, 21 (vinte e um) estudantes de graduação e 01 (uma) técnica de laboratório. Os aprendizados foram aplicados e estabelecidos na forma de rotinas envolvendo toda a equipe atuante na Biofábrica, o que incluíram as renovações de estudantes à medida que cumpriram suas permanências na instituição.

Figura 6. Planta de situação de área para aclimação anexa à Biofábrica no Centro de Pesquisas em Ciências Agrárias da UFMG, *Campus Regional Montes Claros*. (2.100 m²), destinada para ampliação de viveiros, canteiros e demais estruturas de aclimação de mudas.



Fonte: SANGLARD, D. A. (Autor).

Figura 7. Recortes de área a campo (delimitada em vermelho) para atendimento das demandas de produção da Biofábrica UFMG. Localização: Fazenda Experimental Professor Hamilton de Abreu Navarro (FEHAN), *Campus* Regional Montes Claros.



Fonte: SANGLARD, D. A. (Autor).

A despeito do foco voltado para variedades de palma forrageira, reitera-se a consolidação e aperfeiçoamento de protocolos de cultivo *in vitro* relacionados a outras culturas (Capiáçu), frutíferas (Pitaia, Cagaita, Pequi e Cajuzinho-do-Cerrado) e espécies florestais (Aroeira, Gonçalo Alves, Paineira Rubi, Copaíba, Pau Preto, Angico e Mimosa) de interesse regional (PAIVA e PAIVA, 2001) (Figura 8).

Figura 8. Recortes sobre subcultivos desenvolvidos para banana, capiaçu e espécies florestais (Aroeira e Gonçalo Alves), nas dependências da Biofábrica UFMG, *Campus* Regional Montes Claros.



Fonte: SANGLARD, D. A. (Autor).

O empreendimento tem mantido um canal aberto de contato com lideranças e representações comunitárias agrícolas regionais, pertencentes aos municípios envolvidos. Nas interações, estes receberam propágulos e esclarecimentos sobre manejos. Subsequentemente, os produtores também foram acompanhados por estudantes e professores da UFMG, no que se refere aos aspectos técnicos e outras demandas nas suas propriedades ou comunidades.

Os dias de campo e encontros (Figura 9) foram caracterizados por palestras de divulgação do empreendimento Biofábrica e sua proposta de funcionamento, bem como esclarecimentos de aspectos técnicos relacionados às mudas em fase de preparo e bioinsumos repassados nas vitrines. Um evento inaugural foi realizado no dia 13 de novembro de 2017, o qual pode ser acesso no seguinte link: https://www.youtube.com/watch?v=N_f44DzHE7s.

Figura 9. Recortes de apresentações, encontros e dias de campo envolvendo ações da Biofábrica UFMG, em municípios alvo do projeto no Norte de Minas Gerais. Fonte: SANGLARD, D. A. (Autor).



CONCLUSÃO

Durante a implementação formal do projeto (2018 a 2022, foram beneficiados cerca de 1.500 agricultores de diversos municípios do Norte de Minas. O Instituto de Ciências Agrárias da UFMG tem sido uma unidade de liderança em atividades de extensão no contexto do Norte de Minas Gerais. De forma progressiva e escalonada, foram repassados gratuitamente mais de 800.000 propágulos. Não obstante, pretende-se que o projeto tenha continuidade nas próximas décadas, uma vez que os custos de manutenção são sobremaneira inferiores aos de implantação.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

CID, L. P. B. **Cultivo *In Vitro* de Plantas**. 3. ed. Brasília, DF: Embrapa Cenargem, 2014. 325 p.

DIAS, C. C.; LOIOLA, E. Conflito, cooperação e aprendizado nos complexos agroindustriais: o caso do Instituto Biofábrica de Cacau de Ilhéus (BA). **Revista de Administração Pública**, v. 38, n. 1, p. 33 - 56, 2004.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo Demográfico (2022)**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html>. Acessado em 18 de julho de 2023.

INCRA - Instituto Nacional de Colonização e Reforma Agrária. **Notícias (2023)**. Disponível em: <https://www.gov.br/incra/pt-br>. Acessado em 18 de julho de 2023.

FAO - Fundo das Nações Unidas para a Agricultura e Alimentação. **Panorama Regional de Segurança Alimentar e Nutricional na América Latina e no Caribe (2022)**. Disponível em: <https://www.fao.org/brasil/pt/>. Acessado em 18 de julho de 2023.

LEE, T. S. G.; BRESSAN, E. A.; SILVA, A. C.; LEE, L. L. Implantação de biofábrica de cana-de-açúcar: riscos e sucessos. **Ornamental Horticulture**, v. 13, p. 2002 - 2010, 2007.

LIMA LEME, L. M.; LUCAS, A.; TRIVELLATO, G. M. L.; SARRIÉS, G. A.; FURLAN, G. N. O papel da formação universitária para o (a) extensionista rural, sob a perspectiva da lei de ATER (nº 12.188/2010): os cursos de Ciências Agrárias, Gestão Ambiental e Administração da ESALQ (USP). v. 1, n. 1, p. 1 - 17, **Revista Fitos**, 2023.

HAROLD, C. A.; MATTE, A.; MOURA VICTORIO, A.; LENZ, D. R. Protagonismo de cooperativas agropecuárias de agricultura familiar no Brasil. **Revista Grifos**, v. 32, n. 58, p. 1 - 20, 2023.

HARTMANN, H. T.; KESTER, D. E.; DAVIES JÚNIOR, F. T.; GENEVE, R. L. WILSON, S. B. **Plant propagation: principles and practices**. 9.ed. New Jersey: Prentice Hall, 2018. 1024 p.
HOFFMANN, R. Vinte anos de desigualdade e pobreza na agricultura brasileira. **Revista de Economia e Sociologia Rural**, v. 30, n. 2, p. 97 - 113, 2020.

MACHADO, C. T. T.; MACHADO, A. T. **Roteiro para diagnóstico participativo de agroecossistemas: proposta para avaliações com enfoque na agrobiodiversidade e em práticas agroecológicas**. Planaltina, DF: Embrapa Cerrados, 2006. 87p. (Documentos).

MEIRA GUSMÃO, A. O.; SILVA, A. R.; MEDEIROS, M. O. A biotecnologia e os avanços da sociedade. **Biodiversidade**, v. 16, n. 1, p. 135 - 154, 2017.

OLIVEIRA SANTANA, D.; SOARES, D.; ARAGÃO, I. M. Estudo das estratégias de empreendedorismo e marketing social da Biofábrica (BioMudaSe) em Sergipe-Brasil. **Redmarka. Revista de Marketing Aplicado**, v. 26, n. 1, p. 76 - 95, 2022.

PAIVA, R.; PAIVA, P. D. O. **Cultura de Tecidos**. 1. ed. Lavras, MG: UFLA/FAEPE, 2001. 97 p.

SILVA, W. A.; SANTOS, C. A. B.; ANDRADE, W. M. Que fatores socioeconômicos influenciam a dinâmica da Ecologia Humana nos saberes etnobotânicos de comunidades circunscritas no Semiárido Mineiro? **Desenvolvimento em Questão**, v. 21, n. 59, p. 1 -18, 2023.

SOARES, I. A.; MENEZES FILHO, A. C. P.; VENTURA, M. V. A. Biofábricas no cenário atual agrícola brasileiro: revisão. **Brazilian Journal of Science**, v. 2, n. 1, p. 16-33, 2023.

QUEIROZ, M. A. Recursos genéticos vegetais da Caatinga para o desenvolvimento do Semiárido brasileiro. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 6, p. 1135 - 1150, 2011.

THIOLLENT, M. J. M. **Metodologia da Pesquisa-Ação**. 1ª Ed. São Paulo: Cortez, 1988. 296p.
TURCO, C. S.; PAIVA, E. N. Produzindo seres vivos: uma biofábrica brasileira. **Revista Scientiarum Historia**, v. 1, p. 9-9, 2021.

UFMG - Universidade Federal de Minas Gerais. **Pesquisa e Inovação (2017)**. Disponível em: <https://ufmg.br/comunicacao/noticias/campus-montes-claros-lanca-biofabrica-com-foco-em-mudas-e-melhoramento-genetico>. Acessado em 18 de julho de 2023.

WIKIPEDIA - Enciclopédia Livre. **Norte de Minas Gerais (2023)**. Disponível em: https://pt.wikipedia.org/wiki/Norte_de_Minis_Gerais. Acessado em 18 de julho de 2023.