



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO

BACHARELADO EM AGRONOMIA

KEYLA WALESCKA LOPES DA SILVA

**Aporte da rastreabilidade em Biofábrica de mudas
micropropagadas de cana-de-açúcar**

RECIFE-PE

2020

KEYLA WALESCKA LOPES DA SILVA

**Aporte da rastreabilidade em Biofábrica de mudas
micropropagadas de cana-de-açúcar**

Relatório de Estágio Supervisionado Obrigatório
apresentado à Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Campus Sede, sob a orientação
da professora Dr^a. Rejane Rodrigues da Costa e
Carvalho, em atendimento às exigências para
obtenção do título de Bacharel em Agronomia.

RECIFE-PE

2020

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação
Universidade Federal Rural de Pernambuco
Sistema Integrado de Bibliotecas
Gerada automaticamente, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

- S586a Silva, Keyla Walescka Lopes da
Aporte da rastreabilidade em Biofábrica de mudas micropropagadas de cana-de-açúcar / Keyla Walescka Lopes da Silva. - 2020.
22 f. : il.
- Orientadora: Rejane Rodrigues da Costa e Carvalho.
Inclui referências.
- Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) - Universidade Federal Rural de Pernambuco, Bacharelado em Agronomia, Recife, 2020.
1. Gestão da produção. 2. Indústria 4.0. 3. Saccharum officinarum. I. Carvalho, Rejane Rodrigues da Costa e, orient. II. Título

CDD 630

Dedico este trabalho aos meus amados pais, Maria Andrade Lopes e José da Silva Neto, que arduamente contribuíram para a minha formação ética e profissional.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Universidade Federal Rural de Pernambuco e ao Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste, entre docentes, técnicos e outros colaboradores, pela significativa contribuição à minha formação profissional.

À estimada supervisora e amiga, MSc. Bianca Galúcio Pereira de Araújo, pela confiança, ensinamentos e companheirismo.

À orientadora e amiga, Dr^a. Rejane Rodrigues da Costa e Carvalho, pelos conhecimentos compartilhados, incentivo e carinho.

Às companheiras, Cynthia Rocha, Elisabete Albuquerque, e Julianny Assunção, que sempre demonstraram muito apreço e zelo.

Às pessoas especiais que conheci ao longo do curso, representadas por Jacqueline Pereira e Fabian Santana, pelo carinho e momentos compartilhados.

Aos saudosos amigos de turma, carinhosamente representados por Sonny Delfim, Isabelle Santana e Alane Guimarães, pela parceria e tantos momentos especiais.

Aos amigos do Espaço Vivência, sempre muito receptivos e acolhedores.

E à minha família, em especial aos meus pais, Maria Andrade Lopes e José da Silva Neto, que sempre serão a minha principal referência em amor, caráter e perseverança.

“O silêncio é uma outra maneira da palavra viver e há coisas que não podem ser ditas de outra maneira.”

Mia Couto

SUMÁRIO

LISTA DE FIGURAS	7
APRESENTAÇÃO.....	8
1. INTRODUÇÃO	10
1.1 Objetivo do Estágio	11
1.1.1 Objetivos específicos	11
2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS	12
2.1 Contextualização: Micropropagação, Normas regulamentadoras e Cadeia de produção	13
2.2 Sistema alternativo de rastreabilidade	16
3. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	21
4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	22

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – Fluxograma da Cadeia de produção da Biofábrica Governador Miguel Arraes.

FIGURA 2 – Representação esquemática do sistema alternativo de rastreabilidade da Biofábrica Governador Miguel Arraes.

FIGURA 3 – Interface de acesso ao sistema alternativo de rastreabilidade da Biofábrica Governador Miguel Arraes.

FIGURA 4 – Interface das atividades administrativas do sistema alternativo de rastreabilidade da Biofábrica Governador Miguel Arraes.

FIGURA 5 – Interface das atividades de produção do sistema alternativo de rastreabilidade da Biofábrica Governador Miguel Arraes.

FIGURA 6 – Modelo de etiqueta de identificação da etapa de processamento de material.

APRESENTAÇÃO

Em consonância aos dispostos na Lei Nº 11.788, de 25 de setembro de 2008, que institui e regulamenta o estágio supervisionado como parte do projeto pedagógico de instituições de educação básica, profissional e superior, foi desenvolvida na Biofábrica Governador Miguel Arraes do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste - CETENE, entre 24 de agosto e 13 de outubro de 2020, a atividade educacional complementar inerente ao processo para obtenção do título de Bacharel em Agronomia pela Universidade Federal Rural de Pernambuco – UFRPE, sob a orientação da Doutora Rejane Rodrigues da Costa e Carvalho, atualmente exercendo a docência nas áreas de Tecnologia da Produção de Sementes, e Plantas Medicinais, Aromáticas e Condimentares.

A atividade compreendeu a adequação dos registros de procedimentos e de não conformidades da cadeia de produção da Biofábrica Governador Miguel Arraes à uma base de dados como aporte para a rastreabilidade, desenvolvida remotamente sob a supervisão da Mestre Bianca Galúcio Pereira de Araújo, Tecnologista e Coordenadora do Programa de Desenvolvimento Tecnológico em Biotecnologia do CETENE.

Inaugurada em 2005, a Biofábrica Governador Miguel Arraes, situada na capital pernambucana, à Avenida Professor Luís Freire, 1, Cidade Universitária, integra o Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste, uma unidade do Ministério da Ciência, Tecnologia, Inovações e Comunicação – MCTIC, para apoio ao desenvolvimento tecnológico e econômico da região Nordeste, promovendo a integração entre a sociedade, a inovação e o conhecimento.

A Biofábrica Governador Miguel Arraes atua na elaboração de protocolos para micropropagação em larga escala, e no desenvolvimento de pesquisas buscando a viabilização comercial de plantas melhoradas geneticamente e para a rápida recomposição de biomas, além da produção de plantas em escala comercial, com qualidade genética e fitossanitária, de interesse econômico ou estratégico para conservação da biodiversidade regional, com destaque para a cultura da cana-de-açúcar, e contando com um portfólio composto por espécies ornamentais, oleaginosas, frutíferas, e florestais nativas da Mata Atlântica e do Semiárido brasileiro. A unidade dispõe de uma infraestrutura composta por laboratórios e estufas agrícolas

para aclimatização de mudas, instaladas estrategicamente próximas as áreas de plantio, em municípios da Zona da Mata de Pernambuco, onde desenvolve ainda a capacitação de produtores rurais, gerando empregos e promovendo o aumento da produtividade da região.

1. INTRODUÇÃO

A rastreabilidade desponta como uma importante ferramenta na gestão e controle da qualidade frente aos desafios da globalização, sendo definida pela *International Organization for Standardization* - ISO, representada no Brasil pela Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT, 2005), como a habilidade de rastrear o histórico, aplicação ou localização de um objeto.

Um sistema de rastreabilidade é fundamentado no controle sistemático do processo de produção a partir da descrição e registros de procedimentos, constituindo um histórico detalhado dos produtos, e viabilizando o planejamento estratégico para a otimização dos resultados. Segundo Leonelli & Toledo (2006), a adoção de um sistema de rastreabilidade pode ser motivada pela busca por maior eficiência na coordenação da cadeia produtiva, diferenciação de produtos e processos, necessidade de estipular direitos e responsabilidades aos agentes da cadeia, imprimir maior controle de defesa sanitária, e principalmente, atender as exigências normativas e comerciais.

O mercado dispõe de avançados recursos tecnológicos direcionados ao aporte de sistemas de rastreabilidade, para adequação e atendimento aos diferentes seguimentos de produção. Estes recursos, em sua maioria, são complexos e onerosos, inviabilizando o uso em parte das organizações. Bonassa & Cunha (2011), destacam o uso de planilhas eletrônicas Excel como uma opção de baixo custo para empresas com poucos recursos e que buscam a implementação de um sistema de apoio para a otimização de processos.

O Microsoft Excel é uma ferramenta usual pela praticidade e aplicabilidades que apresenta, seja de maneira isolada ou atrelada a outras ferramentas, como o Microsoft Access que consiste em um sistema de gerenciamento de banco de dados, e o Visual Basic for Applications – VBA, uma linguagem de programação que permite a flexibilização dos aplicativos da Microsoft Office para atendimento das especificidades de seus usuários. O uso do VBA em Excel com vinculação em Access configura uma alternativa simples e a baixo custo para a adequação do sistema interno de gestão da

qualidade da Biofábrica Governador Miguel Arraes do Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste – CETENE, para aporte da rastreabilidade.

1.1 Objetivo do Estágio

Adequar os registros de procedimentos e de não conformidades da cadeia de produção da Biofábrica Governador Miguel Arraes à uma base de dados para aporte da rastreabilidade.

1.1.1 Objetivos específicos

- Desenvolver habilidades profissional no âmbito da produção de mudas mediante técnicas de cultura de tecido de plantas;
- Desenvolver um sistema alternativo de rastreabilidade, a baixo custo, para integração e aprimoramento do Sistema Interno de Gestão da Qualidade da Biofábrica Governador Miguel Arraes.

2. ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Em conformidade com as medidas adotadas pelo Centro de Tecnologias Estratégicas do Nordeste (CETENE), embasadas nas orientações da Organização Mundial de Saúde (OMS) para prevenção contra o novo Coronavírus (Covid-19), a atividade de estágio supervisionado obrigatório foi desenvolvida de maneira remota com o auxílio de ferramentas usuais de gerenciamento de atividades e comunicação, partindo do entendimento acerca da cadeia de produção da Biofábrica Governador Miguel Arraes quanto a estruturação, normas regulamentadoras e seu sistema interno de gestão da qualidade, visando adequações para aporte da rastreabilidade.

Contribuíram para o desenvolvimento da atividade, as informações obtidas mediante visita técnica às instalações da Biofábrica Governador Miguel Arraes, para compreensão do arranjo organizacional e definição da atividade de estágio, realizada em 6 de fevereiro de 2020, antes de declarada a pandemia do novo Coronavírus pela OMS, sob a supervisão de André Dias, responsável técnico pelo laboratório de micropropagação; Bianca Galúcio, responsável técnica pela unidade de produção perante o Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento (MAPA); Pauliana Lima, programadora de produção que atua no acompanhamento direto das atividades de micropropagação; e James Melo, coordenador da unidade.

Na ocasião, foram apresentadas as dependências destinadas ao atendimento dos colaboradores, a estrutura laboratorial usada para a o processamento e produção de mudas, e algumas das estufas agrícolas que a unidade dispõe para aclimatização das mudas, sendo detalhadamente explicadas as etapas do processo conforme o fluxo da cadeia de produção, e apontados os critérios normativos atendidos em seu sistema interno de gestão da qualidade.

2.1 Contextualização: Micropropagação, Normas regulamentadoras e Cadeia de produção

A micropropagação consiste na aplicação da biotecnologia de cultura de tecido para a rápida propagação de espécies vegetais a partir de partes em crescimento ativo, apresentando células indiferenciadas de elevada capacidade de multiplicação e especialização, provenientes de uma planta matriz, como meristemas, gemas apicais, laterais e axilares, denominadas explantes, sob condições assépticas e em ambiente controlado, buscando evitar contaminações e proporcionar o crescimento sob condições adequadas de luz, temperatura e meio de cultura. A técnica é empregada buscando a produção de um material propagativo, em escala comercial, com qualidade genética e fitossanitária para a produção agrícola sustentável.

A produção e comercialização de mudas obtidas a partir de técnicas de cultura de tecidos de plantas é regulamentada pelo Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento – MAPA, através da Instrução Normativa Nº 22 de 27 de agosto de 2012, em conformidade com os dispostos na Lei 10.711 de 5 de agosto de 2003 que institui o Sistema Nacional de Sementes e Mudas, sendo regulamentada pelo Decreto 5.153 de 23 de julho de 2004, objetivando a garantia de identidade e a qualidade do material produzido.

Entre os critérios estabelecidos em norma, destaca-se o condicionamento das atividades de produção de mudas e de outras estruturas de propagação, obtidas por meio de cultura de tecidos de plantas, à uma unidade de propagação in vitro, mediante o controle de qualidade em todas as suas etapas, sob a responsabilidade do produtor. Cabe a este ainda, a incumbência de manter, inclusive eletronicamente, pelo prazo de cinco anos, para fins de fiscalização pelo órgão responsável, a descrição sintética dos recursos técnicos e metodológicos aplicados, indicando, entre outros, a procedência, o tipo de explante, o número de subcultivos, a via morfogenética, o cronograma de execução e a descrição das atividades relacionadas a cada etapa do processo de produção.

A cadeia de produção da Biofábrica Governador Miguel Arraís compreende as fases de cultivo *in vitro* e *ex vitro* estabelecidas em norma, estando a sua conformação e protocolos atrelados as especificidades do material vegetal, quanto a espécie, fisiologia, tipo de explante, entre outros fatores. Baseado no protocolo de produção da *Saccharum officinarum* (cana-de-açúcar), que caracteriza a principal atividade desenvolvida na unidade, a cadeia de produção está condicionada principalmente a fisiologia da planta e o tipo de material usado como fonte de explante, sendo caracterizado pela bandeira e/ou colmo da planta matriz.

A primeira etapa da produção consiste na recepção e processamento do material, obtido em campo, nos laboratórios de entrada, controle de processo e microbiológico, onde é realizada a programação das atividades inerentes ao lote para controle do processo, a amostragem para execução de análises microbiológicas, e a submissão do material a um pré-tratamento térmico e químico visando a eliminação de possíveis pragas e/ou fitopatógenos, seguido do desbaste para retirada de folhas ou preparo de minirebolos, posteriormente conduzidos a um processo mais efetivo de desinfestação e encaminhados para a etapa de produção de mudas, quando provenientes de bandeira, ou conduzidos ao plantio em estufa, quando oriundos de colmo, cujo explante é constituído das brotações dos minirebolos.

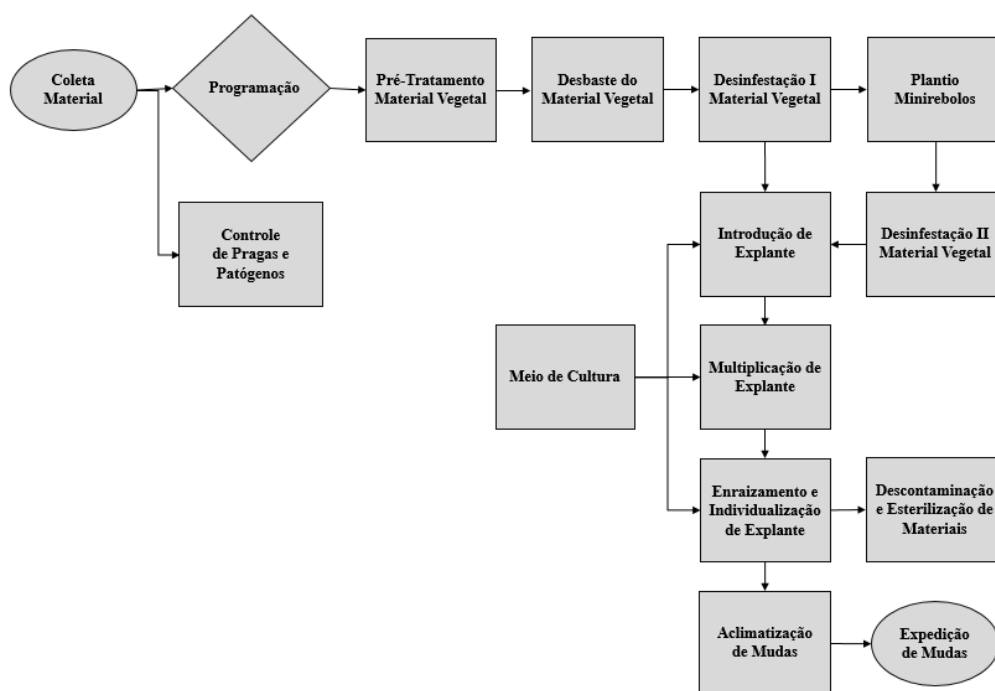
A etapa seguinte caracteriza a fase de cultivo *in vitro*, sendo também a mais complexa de todo o processo, exigindo maior habilidade e cuidados para evitar contaminações. Os explantes devidamente processados são encaminhados aos laboratórios de procedimento e lavagem, para limpeza do material; esterilização e desinfestação, para eliminação efetiva de microrganismos; e de inoculação, para estabilização em meio de cultura. Após a fase de estabelecimento, o material é induzido ao crescimento e brotação ao longo de seis subcultivos sucessivos, em meio de cultura específico e sob condições controladas de luz e temperatura, nos laboratórios de crescimento, resultando na multiplicação do material. Posteriormente são induzidos o alongamento e o enraizamento em Sistema de Imersão Temporária, que consiste em equipamentos compostos por pares de fracos, reservados para o cultivo e armazenamento de meio, respectivamente, que através de um conjunto de válvulas e temporizador, o meio de cultura é disponibilizado temporariamente para o material em cultivo, retornando, conforme programação, ao reservatório de

armazenamento até que o ciclo recomece. O processo é finalizado com a individualização das mudas.

As mudas provenientes da fase de cultivo in vitro apresentam tamanho reduzido e estão condicionadas ao ambiente de laboratório, sendo necessária a realização de uma etapa intermediária entre a produção e a expedição, caracterizando a fase de cultivo ex vitro, dada pelo processo de aclimatização. Nessa etapa, as mudas são expostas progressivamente ao ambiente externo para adaptação as condições em que estarão sujeitas em campo, dispostas em estufas situadas nas proximidades das áreas de produção agrícola. As atividades da cadeia de produção são consideradas concluídas com a expedição das mudas.

Outras atividades, apesar de não constituir uma etapa específica na linha de produção, são inerentes ao processo, como a lavagem e esterilização de materiais e equipamentos, e a produção e estoque de meio de cultura, conforme demonstrado na figura 1. Em geral, a cadeia de produção possui ainda um banco de Germoplasma in vitro, e dispõe de apoio laboratorial em Microbiologia, Biologia Molecular, Cultura de Tecidos, Diagnose Fitossanitária, Microscopia Eletrônica e uma Central Analítica com cromatógrafos líquidos e gasosos acoplados a massa.

Figura 1 – Fluxograma da Cadeia de produção da Biofábrica Governador Miguel Arraes.



Fonte: SILVA, K. W. L.

2.2 Sistema alternativo de rastreabilidade

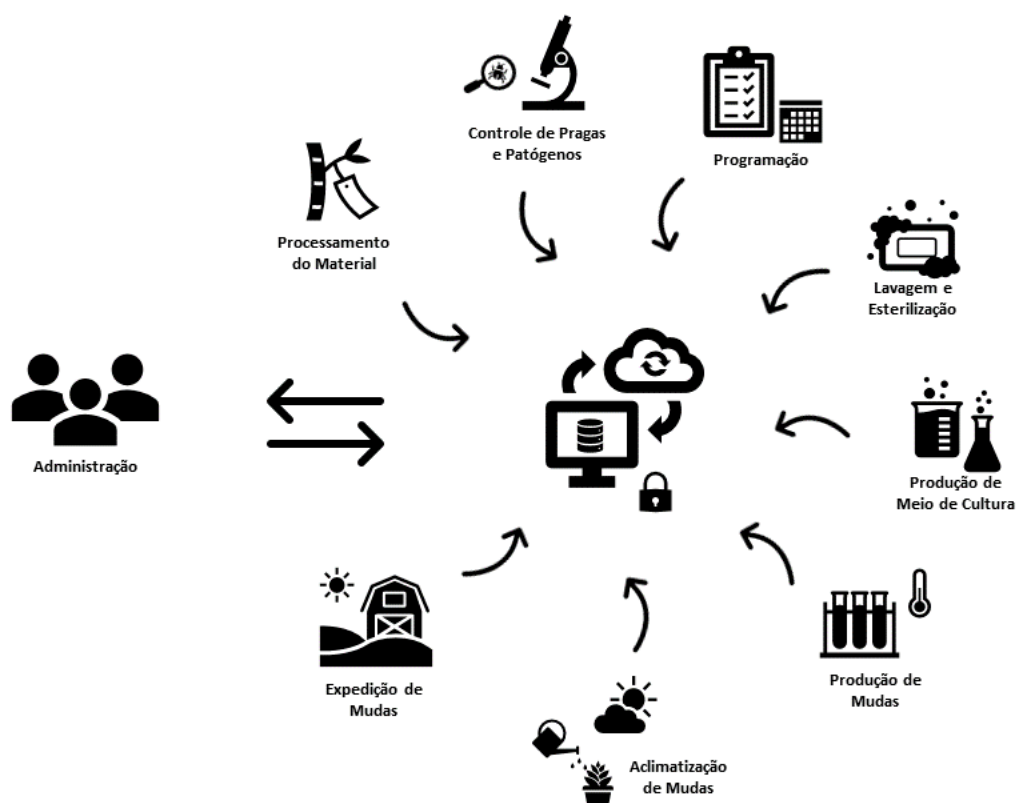
Considerada a contribuição da rastreabilidade para a gestão e controle da qualidade no âmbito da produção, buscou-se o desenvolvimento de um sistema alternativo, a baixo custo, para a integração e aprimoramento do Sistema Interno de Gestão da Qualidade da Biofábrica Governador Miguel Arraes.

Esse sistema consiste na associação de ferramentas computacionais básicas, usualmente aplicadas as atividades organizacionais, visando, principalmente, a maior praticidade aos operadores no desempenho das suas funções, e da efetividade do controle sistemático da produção no suporte ao planejamento estratégico, acompanhamento e otimização dos resultados.

O processo de desenvolvimento partiu da compreensão acerca da estrutura e funcionamento da cadeia de produção; especificações normativas aplicadas para garantia de identidade e qualidade do material produzido; estruturação do Sistema Interno de Gestão da Qualidade; disponibilidade de recursos; e as demandas apontadas pelos gestores da unidade, resultando na definição dos requisitos básicos operacionais, material de apoio e o esboço do sistema.

A modelagem foi realizada no Microsoft Excel através do Visual Basic for Applications – VBA, uma linguagem de programação que permite a flexibilização dos aplicativos da Microsoft para atendimento das especificidades dos usuários; e vinculado ao Microsoft Access, tendo em vista o volume de dados a ser manipulado e armazenado durante longos períodos, configurando o ambiente da base de dados, com backup em nuvem, conforme representação esquemática apresentada na figura 2.

Figura 2 – Representação esquemática do sistema alternativo de rastreabilidade da Biofábrica Governador Miguel Arraes.



Fonte: SILVA, K. W. L.

Como resultado, obteve-se um sistema de acesso restrito a equipe de gestores e os respectivos responsáveis de cada etapa da produção, configurado em conformidade com as atividades de cada setor (figura 3). A área reservada a administração dispõe de recursos de agendamento; consulta de informações; relatórios de produção e produtividade; controle de usuários; Configuração de formulários e etiquetas; e o acesso ao banco de dados (figura 4).

Figura 3 – Interface de acesso ao sistema alternativo de rastreabilidade da Biofábrica Governador Miguel Arraes.



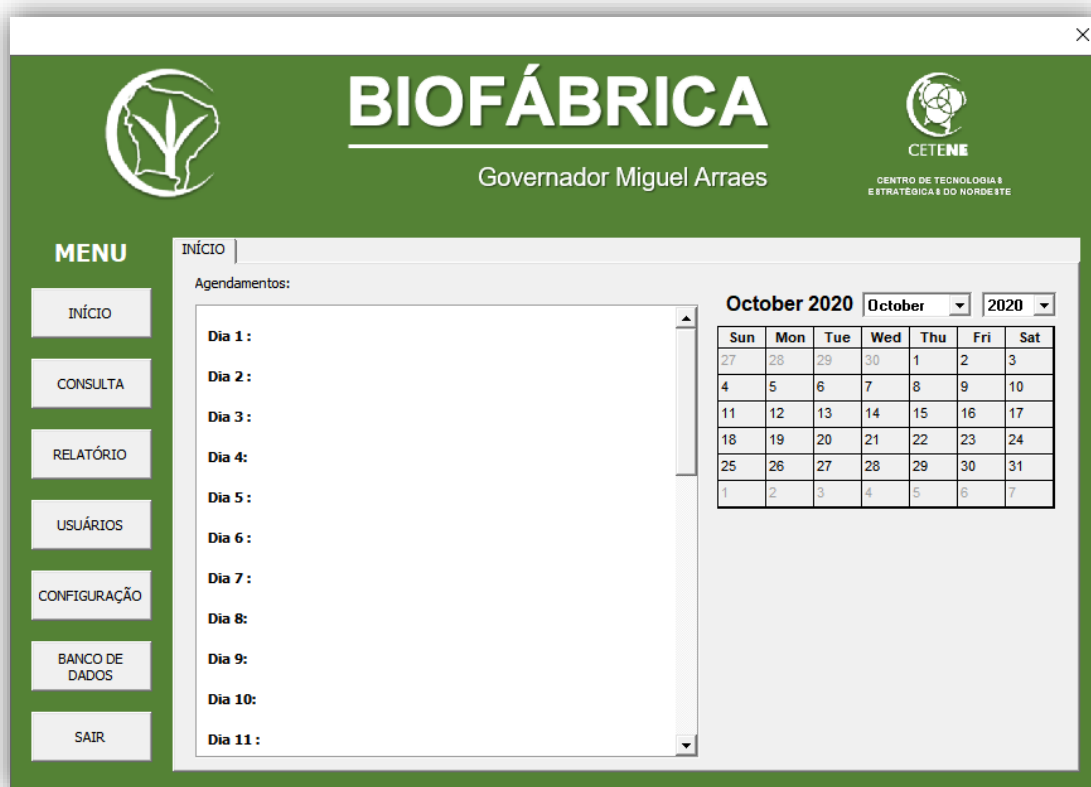
USUÁRIO:

SENHA:

ENTRAR SAIR

Fonte: SILVA, K. W. L.

Figura 4 – Interface das atividades administrativas do sistema alternativo de rastreabilidade da Biofábrica Governador Miguel Arraes.



BIOFÁBRICA
Governador Miguel Arraes

CETENE
CENTRO DE TECNOLOGIA E ESTRATÉGIAS DO NORDESTE

MENU

- INÍCIO
- CONSULTA
- RELATÓRIO
- USUÁRIOS
- CONFIGURAÇÃO
- BANCO DE DADOS
- SAIR

INÍCIO

Agendamentos:

Dia 1 :
Dia 2 :
Dia 3 :
Dia 4 :
Dia 5 :
Dia 6 :
Dia 7 :
Dia 8 :
Dia 9 :
Dia 10 :
Dia 11 :

October 2020 | October | 2020

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
27	28	29	30	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31
1	2	3	4	5	6	7

Fonte: SILVA, K. W. L.

A área reservada as atividades de produção, dispõe de recursos de agendamento; registros de procedimentos e de não conformidades; consulta de informações; impressão de formulários e etiquetas; e a configuração de senhas (figura 5).

Figura 5 – Interface das atividades de produção do sistema alternativo de rastreabilidade da Biofábrica Governador Miguel Arraes.

Sun	Mon	Tue	Wed	Thu	Fri	Sat
27	28	29	30	1	2	3
4	5	6	7	8	9	10
11	12	13	14	15	16	17
18	19	20	21	22	23	24
25	26	27	28	29	30	31
1	2	3	4	5	6	7

Fonte: SILVA, K. W. L.

Além da adequação dos registros de procedimentos e de não conformidades para composição de um histórico mais detalhado do material produzido, foi incrementado às etiquetas de identificação o recurso QrCode, que consiste em um código bidimensional de leitura em dispositivos eletrônicos, como tablets e celulares, visando facilitar o acesso as informações mais detalhadas do material para acompanhamento e uso na execução das atividades (figura 6).

Figura 6 – Modelo de etiqueta de identificação da etapa de processamento de material.

LOTE:		
DATA:		
LOTE:		
DATA DA COLETA: OPERADOR:		
MATERIAL VEGETAL: VARIEDADE: IDADE (MESES):		
TALHÃO: QUANTIDADE COLETADA:		
QUANTIDADE DE MINIREBOLOS:		
PRÉ-TRATAMENTO QUÍMICO:		
PRÉ-TRATAMENTO TÉRMICO:		
PRÉ-TRATAMENTO OUTRO:		
DESTINO: OBSERVAÇÕES:		

Fonte: SILVA, K. W. L.

Em virtude de atualizações nos protocolos de procedimentos e o tempo demandado para sua conclusão, ficou convencionado a posterior inserção das atividades de aclimatização de mudas e de controle de pragas e patógenos, para testagem do sistema, análise de desempenho, possíveis ajustes e validação.

3. CONSIDERAÇÕES FINAIS

A contribuição da rastreabilidade no âmbito da produção e comercialização de mudas obtidas a partir de técnicas de cultura de tecido de plantas é evidenciada no suporte ao atendimento das normas regulamentadoras, quanto a garantia de identidade e qualidade do material produzido, ao permitir a composição do histórico detalhado do produto para acompanhamento e uso no desenvolvimento das atividades ao longo da cadeia de produção.

A atual conformação do sistema de rastreabilidade proposto, apresenta potencial para atendimento das especificidades da cadeia de produção da Biofábrica Governador Miguel Arraes, podendo ainda ser aprimorado para um sistema local baseado em internet.

O desenvolvimento da atividade permitiu aprimorar os conhecimentos sobre biotecnologia obtidos ao longo do curso, a partir da percepção sob o contexto mais amplo do processo de produção, e se estendendo as habilidades adquiridas mediante adequações para a realização do trabalho de maneira remota.

4. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABNT - Associação Brasileira de Normas Técnicas. **NBR ISO 9000: Sistema de gestão da qualidade – Fundamentos e vocabulário**. Rio de Janeiro, RJ, 2015. 59 p.

BONASSA, A.C. & CUNHA, C.B. da. **Sistema de apoio à decisão para a otimização da roteirização da separação manual de peças em armazém utilizando planilhas eletrônicas**. Gest. Prod., São Carlos, v. 18, n. 1, p. 105-118, 2011.

LEONELLI, F.C.V. & TOLEDO, J.C. de.; **Rastreabilidade em cadeias agroindustriais: conceitos e aplicações**. São Carlos, SP: Embrapa Instrumentação, 2006. 7 p. (Circular Técnica 33).