



UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO SEMI-ÁRIDO
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRONÔMICAS E FLORESTAIS
CURSO DE ENGENHARIA FLORESTAL

LEONARDO DA SILVA DOS SANTOS

**CULTIVO DE *Calocybe indica*, *Pleurotus djamur* E *Pleurotus citrinopileatus* EM
REGIÃO SEMIÁRIDA**

MOSSORÓ
2022

LEONARDO DA SILVA DOS SANTOS

**CULTIVO DE *Calocybe indica*, *Pleurotus djamur* E *Pleurotus citrinopileatus* EM
REGIÃO SEMIÁRIDA**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Orientadora: Poliana Coqueiro Dias Araujo

MOSSORÓ
2022

© Todos os direitos estão reservados a Universidade Federal Rural do Semi-Árido. O conteúdo desta obra é de inteira responsabilidade do (a) autor (a), sendo o mesmo, passível de sanções administrativas ou penais, caso sejam infringidas as leis que regulamentam a Propriedade Intelectual, respectivamente, Patentes: Lei nº 9.279/1996 e Direitos Autorais: Lei nº 9.610/1998. O conteúdo desta obra tomar-se-á de domínio público após a data de defesa e homologação da sua respectiva ata. A mesma poderá servir de base literária para novas pesquisas, desde que a obra e seu (a) respectivo (a) autor (a) sejam devidamente citados e mencionados os seus créditos bibliográficos.

SSant Santos, Leonardo .
osc Cultivo de Calocybe indica, Pleurotus djamur e
Pleurotus citrinopileatus em região semeárida /
Leonardo Santos. - 2022.
36 f. : il.

Orientadora: Poliana Coqueiro Dias Araujo.
Monografia (graduação) - Universidade Federal
Rural do Semi-árido, Curso de Engenharia
Florestal, 2022.

1. Produção de Spawn. 2. colonização. 3.
substrato. 4. cogumelos. I. Coqueiro Dias Araujo,
Poliana, orient. II. Título.

Ficha catalográfica elaborada por sistema gerador automático em conformidade
com AACR2 e os dados fornecidos pelo(a) autor(a).
Biblioteca Campus Mossoró / Setor de Informação e Referência
Bibliotecária: Keina Cristina Santos Sousa e Silva
CRB: 15/120

O serviço de Geração Automática de Ficha Catalográfica para Trabalhos de Conclusão de Curso (TCC's) foi desenvolvido pelo Instituto de Ciências Matemáticas e de Computação da Universidade de São Paulo (USP) e gentilmente cedido para o Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal Rural do Semi-Árido (SISBI-UFERSA), sendo customizado pela Superintendência de Tecnologia da Informação e Comunicação (SUTIC) sob orientação dos bibliotecários da instituição para ser adaptado às necessidades dos alunos dos Cursos de Graduação e Programas de Pós-Graduação da Universidade.

LEONARDO DA SILVA DOS SANTOS

**CULTIVO DE *Calocybe indica*, *Pleurotus djamur* E *Pleurotus citrinopileatus* EM
REGIÃO SEMIÁRIDA**

Monografia apresentada à Universidade Federal Rural do Semiárido como requisito para obtenção do título de Bacharel em Engenharia Florestal.

Defendida em: 25 / 11 / 2022.

BANCA EXAMINADORA

Dra. Poliana Coqueiro Dias Araujo
(UFERSA)
Membro examinador

Dr. Carlos José da Silva
(UFERSA)
Membro Examinador

Dra. Ane Cristine Fortes da Silva
(UFERSA)
Membro Examinador

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha orientadora por toda a paciência e ensinamentos nesses anos de graduação.
A Universidade Federal Rural do Semiárido pela estrutura proporcionada para a minha formação profissional.

Aos meus pais por acreditarem em mim.

Ao produtor rural Mário Batista por oferecer os substratos para os testes do experimento.

Aos meus amigos Emídio Estevam, Gleydson Vinícius, Laíze Jorge, Nathália Cantanhede, Dimas Sombra, e Cleyton Santos por todo apoio e companheirismo nesses anos de graduação.

A minha namorada Luane Fernandes por toda paciência e amor.

A Deus.

Paixão é um sentimento do qual brotam alegria e tristeza, simultaneamente. Parece ser imprescindível ao ensino de qualquer coisa.

Joel Rufino dos Santos

RESUMO

Tendo excelentes valores nutricionais, o cogumelo é uma ótima alternativa para a segurança alimentar da população de muitos países. Tendo em vista que a produção de cogumelos vem crescendo no Brasil com o passar dos anos, a procura e consequentemente a produção também vem aumentando. No entanto, a maior oferta por cogumelos comestíveis encontra-se no Sul do país, em contrapartida, no Nordeste encontram-se poucos produtores e poucas pesquisas relacionadas aos métodos de cultivo. A temática desse trabalho justifica-se diante do crescente papel dos fungos na indústria e sua produção em pequenas propriedades, sendo assim, através de testes com fungos das espécies *Calocybe indica*, *Pleurotus djamor* e *Pleurotus citrinopileatus* em região semiárida no Nordeste brasileiro buscou-se definir estratégias para a produção destas espécies, testando-se diferentes substratos para cultivo. Além disso, foram utilizados o grão de sorgo e arroz vermelho produzindo a matriz terciária. A palha de arroz e a palha de sorgo foram testados como substratos para cultivo dos fungos. Ao final, ficou demonstrado a necessidade de fungos tolerantes a alta temperatura, a exemplo do *Calocybe indica*, para a produção de cogumelos comestíveis nas regiões semiáridas, no entanto, foi possível verificar que a palha de arroz mostrou-se ser um substrato com potencial para o cultivo, o que evidencia que o aproveitamento de produtos agroindustriais para produção de cogumelos é uma alternativa viável, especialmente para o produtor rural, pois o aproveitamento destes resíduos, que muitas vezes são descartados, resultará em retorno econômico.

Palavras-chave: Produção de Spawn, colonização, substrato, cogumelos

ABSTRACT

With its excellent nutritional values, the mushroom is a remarkable alternative for the food security of the population of many countries. Taking into account that the production of mushrooms has been growing in Brazil over the years, the demand and consequently the production has also been increasing. Nevertheless, the largest supply of edible mushrooms is found in the South of the country, while in the Northeast there are only a few producers and not enough researches related to the cultivation methods. The theme of this work is justified by the growing role of fungi in the industry and its production in small properties. Thus, through tests with fungi of the species *Calocybe indica*, *Pleurotus djamor* and *Pleurotus citrinopileatus* in a semi-arid region in northeastern Brazil, it was sought to define strategies for the production of these species, testing different substrates for cultivation. In addition, sorghum and red rice grain were used to produce the tertiary matrix. At the end, it was demonstrated the need of high temperature tolerant fungi for the production of edible mushrooms in semi-arid regions, however, it was possible to verify that rice straw proved to be a substrate with potential for cultivation, which shows that the use of agroindustrial products for mushroom production is a viable alternative, especially for the rural producer, since the use of these residues, which are often discarded, will result in an economic return.

Keywords: Spawn production, colonization, substrate, mushrooms

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Frutificação de <i>Calocybe indica</i>	15
Figura 2 - Frutificação de <i>Pleurotus djamor</i>	16
Figura 3 - Frutificação de <i>Pleurotus citrinopileatus</i>	16
Figura 4 - Fluxograma da metodologia de produção de cogumelos adotada na pesquisa.....	18
Figura 5 - Repicagem da matriz primária em meio de cultura.....	19
Figura 6 - Repicagem da matriz secundária em meio de cultura.....	20
Figura 7 - Preparo de substrato para matriz terciária.....	21
Figura 8 - Matriz terciária em processo de colonização.....	21
Figura 9 - Corte de Substrato em forrageira.....	22
Figura 10 - Inoculação do substrato para produção do cogumelo.....	23
Figura 11 - Incubação do substrato em câmara de plástico.....	24
Figura 12 - Total de recipientes da matriz terciária colonizada quando cultivada em palha de arroz e palha de sorgo.....	25
Figura 13 - Total de recipientes colonizados.....	26
Figura 14 - Percentual de colonização dos fungos: <i>Calocybe indica</i> , <i>Pleurotus djamur</i> e <i>Pleurotus citrinopileatus</i>	27
Figura 15 - Percentual de colonização do substrato.....	29
Figura 16 - Percentual de colonização considerando diferentes dias de maturação do spawn.....	29

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Análise Química dos substratos palha de arroz e palha de sorgo.....	22
Tabela 2 – Tratamentos adotados na inoculação do substrato.....	23

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	10
2. OBJETIVO.....	12
2.1 Objetivo Geral.....	12
2.2 Objetivos Específicos.....	12
3. REVISÃO DE LITERATURA.....	13
3.1. Cogumelos comestíveis e medicinais.....	13
3.2. <i>Calocybe indica</i>	14
3.3. <i>Pleurotus djamor</i>	15
3.4. <i>Pleurotus citrinopileatus</i>	16
3.5. Substratos utilizados na produção de cogumelos.....	17
4. MATERIAIS E MÉTODOS.....	18
4.1. Processo para produção do inóculo (Spawn) de cogumelo.....	18
4.2. Matriz Primária.....	19
4.3. Matriz Secundária.....	19
4.4. Matriz Terciária.....	20
4.5. Produção de Spawn.....	21
4.6. Substrato para cultivo.....	22
5. RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	25
6. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	31
7. REFERÊNCIAS.....	32

1 INTRODUÇÃO

Pesquisas apontam que existem mais de 70.000 espécies de fungos no mundo (SILVA; MALTA, 2016, p. 49). Cerca de 2.000 espécies são comestíveis ou têm algum benefício medicinal (RATHORE; PRASAD; SHARMA, 2017). No final do século XX, a produção mundial de cogumelos teve grande aumento, que se deu por conta de incentivos governamentais, a exemplo da China que intensificou os incentivos ao cultivo de cogumelos comestíveis (ZHANG et al., 2014). Nesse sentido, com alto valor proteico e baixa concentração de lipídeos, os cogumelos são uma ótima alternativa para a dieta humana (KAKON; CHOUDHURY; SAHA, 2012). Além disso, os cogumelos desempenham um importante papel de aceleração de ciclagem de nutrientes, desse modo, auxiliam na recuperação de uma área degradada (SILVA; MALTA, 2016, p. 49).

Os cogumelos também têm sido usados na indústria farmacêutica, a exemplo de tratamentos quimioterápicos (MINGYIA et al., 2019), e em outras aplicações biotecnológicas, como a produção de couro (ZHANG et al., 2014). Além do potencial industrial, os fungos estão diretamente ligados à recuperação ambiental, tanto na reciclagem de resíduos agrícolas e agroindustriais, como na biodegradação de materiais com função econômica, social e ambiental (SILVA; MALTA, 2016, p. 49).

No Brasil, quando comparado a China, Europa e Estados Unidos da América, o consumo de cogumelos e seus derivados é muito inferior, sendo a China o maior produtor e consumidor mundial, fruto de alto investimento na agricultura familiar (VALVERDE; HERNÁNDES-PÉREZ; PAREDES-LÓPES, 2016). Apesar de os registros de indígenas brasileiros usando cogumelos para fins medicinais ou culinários serem limitados, há relatos de que os grupos Sanema e Yanomani são consumidores de cogumelos (MACHADO, 2019). Isso expõe que o Brasil tem espécies nativas de cogumelos comestíveis e que podem ter potencial econômico.

A produção de cogumelos no Brasil começou a ser explorada na metade do século 20, com a chegada dos japoneses e chineses em grande número ao Sul e Sudeste do país. Hoje a principal espécie cultivada no Brasil é o *Agaricus bisporus* (conhecido como Champion de Paris), a estimativa é que sua produção represente 66% do total de cogumelos produzidos “in natura” no país (ANPC, 2022). Os cogumelos *Pleurotus* sp tem a estimativa de produção de 16% do total de cogumelos produzidos ‘in natura’ no país (ANPC, 2022). *Lentinula edodes*, mais conhecido por shitake, representa 12% da produção “in natura” no mercado nacional (ANPC, 2022). *Agaricus blazei*, mais conhecido como hitake brasileiro, é um cogumelo

nativo do país e com primeiros relatos de ocorrência do cultivo em Piedade no Interior de São Paulo, que foi introduzido no Japão, onde tornou-se muito popular. Estima-se que a produção “in natura” desse cogumelo no Brasil fique em torno de 4% (ANPC, 2022).

Dessa forma, a crescente demanda por cogumelos comestíveis justifica-se devido às suas propriedades culinárias e medicinais únicas que estimulou a produção global, com aumento anual entre 6 a 7% (LEONG et al., 2022). Seguindo essa tendência mundial, existe no Nordeste brasileiro uma demanda crescente por cogumelos, principalmente pelo consumidor vegano e vegetariano. Esse consumo estimula a procura por restaurantes ou até mesmo a aquisição em grandes ou pequenas redes de mercado, sendo que essa demanda é atendida na maioria das vezes com a importação dos cogumelos de outros países ou originários da região sul e sudeste do país. Quando importado, o produto vem congelado, em conserva ou dissecado e acaba por perder parte de suas propriedades. Portanto, a solução seria investir na produção de cogumelos na região Nordeste com vistas a atender a demanda do mercado interno e exportação para outros países, oportunizando a entrada de um novo produto no mercado local, com renda aos produtores envolvidos.

Assim, considerando as condições para o cultivo dos cogumelos, tem-se observado que esses fungos precisam de controle das condições ambientes para a sua produção, sendo a temperatura mais amena e a umidade elevada ideais para o seu desenvolvimento (HANEMANN, 2021). Sendo assim, o calor e a baixa umidade representam uma barreira para a produção de cogumelos em lugares áridos, fazendo com que a maioria dos produtores não se concentrem em locais com temperaturas mais baixas e com alta umidade relativa do ar. Nesse sentido, isso explica a baixa produção de cogumelos na região do Nordeste.

Dessa forma, essa pesquisa tem por objetivo investigar a produção de cogumelos em regiões com temperaturas elevadas, como na região do semiárido nordestino. Busca-se, com isso, incentivar os produtores da agricultura familiar da região a cultivar cogumelos comestíveis e com propriedades medicinais e, por consequência, aumentar a oferta para o seu consumo, principalmente para o público vegano e vegetariano, pois os cogumelos representam uma alternativa de proteína rica em vitaminas essenciais.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo Geral

Investigar os fungos *Calocybe indica*, *Pleurotus djamur* e *Pleurotus citrinopileatus* e os substratos que melhor desenvolvem esses fungos na região Oeste do Rio Grande do Norte, parte do semiárido nordestino, para incentivar o seu consumo e produção na região.

2.2 Objetivos específicos

- Testar o grão de arroz e o grão de sorgo na produção de matriz terciária dos fungos *Calocybe indica*, *Pleurotus djamur* e *Pleurotus citrinopileatus*;
- Indicar quais espécies podem ser produzidas no semiárido;
- Avaliar o cultivo dos cogumelos *Calocybe indica*, *Pleurotus djamur* e *Pleurotus citrinopileatus* em casca de arroz e palha de sorgo, resíduos agroindustriais de origem lignocelulósica;
- Avaliar a influência do tempo de “maturação” do inóculo em relação a colonização dos substratos;

3 REVISÃO DE LITERATURA

3.1 Cogumelos comestíveis e medicinais

Atualmente existem cerca de 200 espécies de cogumelos comestíveis comercializadas ao redor do mundo, sendo as principais espécies produzidas: *Agaricus bisporus* (Champignon de Paris), *Pleurotus spp* (Cogumelo ostra), *Lentinula edodes* (*hitake*) e *Agaricus blazei*, este último além de comestível também apresenta propriedades medicinais (ANPC, 2022). Os maiores produtores e consumidores são a China, Itália e EUA, sendo que a Europa é o continente onde mais se consome cogumelos comestíveis (ANPC, 2022). Vale destacar também que a China se tornou um grande consumidor nas últimas 5 décadas (ZHANG et al., 2014).

No Brasil, a produção de cogumelos concentra-se nos estados de São Paulo e Paraná, também existindo produtores em Minas Gerais, Rio de Janeiro, Bahia, Pernambuco, Brasília e Rio Grande do Sul. O cultivo de cogumelos no país destacou-se após a imigração de europeus de regiões onde tinha a cultura do consumo do cogumelo (ANPC, 2022). No entanto, no Nordeste há poucos registros de produtores, sendo estes concentrados no sul da Bahia, Paraíba e Pernambuco (ANPC, 2022). Em Pernambuco se tem uma produção com tecnologia já aprimorada por conta da larga experiência, porém não se tem relatos de cultivo no semiárido nordestino.

Nessa perspectiva, o mercado vegano e vegetariano está em alta no mundo, com isso impulsionando a procura por cogumelos comestíveis, despontando como uma ótima alternativa alimentar, rica em proteínas. Além disso, a produção de cogumelos comestíveis também representa uma oportunidade para complementar a produção da agricultura familiar, já que a produção de cogumelos não necessita de água constante e a região do semiárido é carente nesse sentido, embora a agricultura nessa região esteja relacionada ao período de chuva. Sendo assim, a produção de cogumelos será uma alternativa para esses produtores rurais. Dessa forma, existe também a preocupação da segurança alimentar da população, e os cogumelos podem proporcionar mais uma opção de nutrientes na região.

Com relação aos fungos, o gênero *Pleurotus* é o mais consumido no ocidente e o terceiro mais consumido no mundo, possuindo uma grande variedade de espécies, além de ser relativamente fácil e rápido de cultivar. Esses cogumelos apresentam sabor suave, atrativo para as pessoas que não estão acostumadas a consumir cogumelos. Contudo, o cultivo de cogumelos também acaba por deixar resíduos, que podem ser aproveitados em diversas

formas como suplemento adicional para novos cultivos, como adubação de culturas agrícolas, suplementação para ração animal e até para produção de biocombustíveis (LEONG et al., 2022).

Há uma grande variedade de metodologias de cultivos de cogumelos comestíveis, podendo variar desde o tipo de substrato até o recipiente em que esse substrato vai ser alocado. Dito isso, a sua frutificação pode ser feita em sacolas plásticas de polietileno, garrafas pet ou até mesmo em potes de plástico (CALGAROTO, 2019). Além da possibilidade de utilizar substratos variados e realizar misturas. Assim, o cultivo de cogumelos tem a possibilidade de se adaptar à disponibilidade regional de substratos disponíveis.

No entanto, existem algumas barreiras para o cultivo em regiões quentes, pois em sua maioria os cogumelos necessitam de temperaturas mais amenas e alta umidade para o seu desenvolvimento. Porém, há espécies que são mais toleráveis ao calor, como no caso do *Pleorotus djamur* e *Calocybe indica*, espécies que são mais toleráveis a altas temperaturas (SENTHILNAMBI; ESWARAN; BALABASKAR, 2011).

No Nordeste brasileiro, local com temperaturas mais elevadas, existem poucos produtores de cogumelos, sendo estes situados em área de mata atlântica que normalmente apresenta alta umidade, é o caso dos produtores do sul da Bahia. Nessa região, a produção é realizada tanto pela agricultura familiar quanto por empresas, em sua maioria de outros países que se instalam no Brasil e exploram o potencial de regiões que apresentam um mercado favorável ao cultivo do cogumelo.

3.2 *Calocybe indica*

Conhecido também como cogumelo leitoso, o *Calocybe indica* foi descoberto nos anos 90 na Índia e seu primeiro cultivo comercial foi no ano de 1998. Por ser rico em proteínas tem por finalidade a alimentação humana, é comercializado em grande escala no sul do país indiano onde se tem temperaturas mais elevadas. O tempo de crescimento do micélio em meio de cultura leva de 8 a 10 dias, a faixa de PH ideal varia de 5,5 a 8,5 e a temperatura ideal do crescimento dos micélios pode variar de 30° C a 35 °C. Para a produção de matriz terciária, o melhor substrato é o grão de sorgo, onde deve ser levado a autoclave por 2h a 127° C. Em seguida, deve-se esperar o material esfriar e realizar a inoculação da matriz secundária. Na sequência, espera-se a incubação total do grão de sorgo e finalmente é feita a inoculação no substrato. Deve-se manter a temperatura entre 28° C a 35° C e umidade em torno de 80% a

85% e em cerca de 12 dias aparecerão as primeiras frutificações (Figura 1) (SENTHILNAMBI; ESWARAN; BALABASKAR, 2011)

Figura 1 – Frutificação de *Calocybe indica*.



Fonte: Fungicultura (<https://www.fungicultura.com.br>)

3.3 *Pleurotus djamor*

Naturalmente encontrado em florestas úmidas tropicais, o *Pleurotus djamor* é rico em proteínas, tendo hoje sua principal finalidade a alimentação humana. Porém, quando descoberto nas florestas úmidas, foi notado também a alta capacidade em degradar celulose e lignina, sendo assim um ótimo fungo para auxiliar na recuperação de áreas degradadas. O *Pleurotus djamor* é bastante comercializado no Brasil, muito por conta da sua boa resistência a temperaturas mais elevadas e seu rápido metabolismo, fazendo com que suas fases de colonização de substrato sejam mais rápidas (RAGASA; TAN; TING, 2016). O tempo de crescimento do micélio em meio de cultura leva de 7 a 10 dias, a faixa de PH ideal varia de 6,5 a 7,5 e a temperatura ideal do crescimento dos micélios pode variar de 25° C a 30 °C. Para a produção de matriz terciária, o melhor substrato é o grão de sorgo, onde deve ser levado a autoclave por 2h a 127° C. Em seguida, é preciso esperar o resfriamento e fazer a inoculação da matriz secundária. Na sequência, deve-se aguardar a incubação total do grão de sorgo e finalmente é feita a inoculação no substrato. Deve ser mantida a temperatura entre 20° C a 28° C e umidade em torno de 85% a 95% (RAJARATHNAM; BANO; MILES, 1987).

Figura 2 – Frutificação de *Pleurotus djamor*.



Fonte: Fungicultura (<https://www.fungicultura.com.br>)

3.4 *Pleurotus citrinopileatus*

Essa espécie de cogumelo é encontrada nas matas de várias partes do mundo, como Rússia, China, América do Norte e América do Sul. O *Pleurotus citrinopileatus* tem condições de cultivo parecidas com a do *Pleurotus djamor*. Contudo, essa espécie é mais resistente ao calor. O tempo de crescimento do micélio em meio de cultura leva de 8 a 10 dias, a faixa de PH ideal varia de 6,5 a 7,5 e a temperatura ideal do crescimento dos micélios pode variar de 25° C a 30 °C. Para a produção de matriz terciária, o melhor substrato é o grão de sorgo, onde deve ser levado a autoclave por 2h a 127° C. Em seguida espera o material esfriar e faz a inoculação da matriz secundária. Na sequência, deve-se esperar a incubação total do grão de sorgo e finalmente é feita a inoculação no substrato. Deve-se manter a temperatura entre 22° C e 29° C e umidade em torno de 85% a 95%. Em cerca de 10 dias já aparecerão as primeiras frutificações (BOLSON, 2016), conforme Figura 3.

Figura 3 – Frutificação de *Pleurotus citrinopileatus*.



Fonte: Fungicultura (<https://www.fungicultura.com.br>)

3.5 Substratos utilizados na produção de cogumelos

O cultivo de cogumelos comestíveis para fins comerciais em suma é feito utilizando resíduos lignocelulósicos como a palha de milho, sorgo, casca de arroz e toras de madeira. Esses resíduos têm a possibilidade de reciclagem transformando matérias de baixa qualidade em alimentos de alta qualidade nutricional, a exemplo do cultivo de cogumelos utilizando os resíduos da agroindústria tais como: palha de trigo e sorgo, casca de arroz, resíduos de algodão e serragem (LUNARDI, 2019). O cultivo em toras, é a técnica mais antiga que provavelmente já é utilizada a milênios na china, contudo essa técnica foi substituída pelo cultivo com diversos tipos de serragem (GRIMM; WÖSTEN, 2018).

Estima-se que a produção anual de resíduos agrícolas lignocelulósicos no mundo chegue a 140Gt toneladas por ano (BOLYEN et al., 2019). Esses são definidos como resíduos que permanecem após as atividades agrícolas, antes ou depois de seu processamento e contêm três tipos de polímeros: celulose, hemicelulose e lignina (TREUER et al., 2017).

No Brasil, país com uma produção agropecuária de destaque, estima-se que essa produção chegue a cerca de 451Mt (BOLYEN et al., 2019). Resíduos agroindustriais, como bagaço de cana, espiga de milho e farelo de arroz, têm sido amplamente investigados para serem aproveitados como matéria-prima para diferentes estratégias de fermentação com vistas à produção de biomoléculas (RAVINDRAN; JAISWAL, 2016, p. 275-283). Com isso, significativas quantidades de resíduos são descartadas, dando a possibilidade de reutilizar esses resíduos reduzindo os impactos ambientais causados pelo descarte, muitas vezes incorretos desses resíduos, no meio ambiente.

Os substratos necessitam passar por desinfestação, na qual as principais técnicas são a desinfestação através de vapor quente, utilizando a autoclave, onde o substrato é condicionado a 2h em temperatura de 121 °C ou pasteurização a frio, onde o substrato é mantido por 24h em uma mistura de água e cal a fim de matar os micro-organismos. O substrato deve estar em condições ideais de pH e uma boa relação C/N, além de estarem úmidos.

Os fungos *Calocybe indica*, *Pleurotus djamor* e *Pleurotus citrinopileatus* são fungos de degradação primária, ou seja, tem uma atividade enzimática mais sofisticada, podendo assim ser cultivados em uma grande variedade de material lignocelulósico, tendo assim diferentes níveis de relação C/N (VIEIRA, 2016).

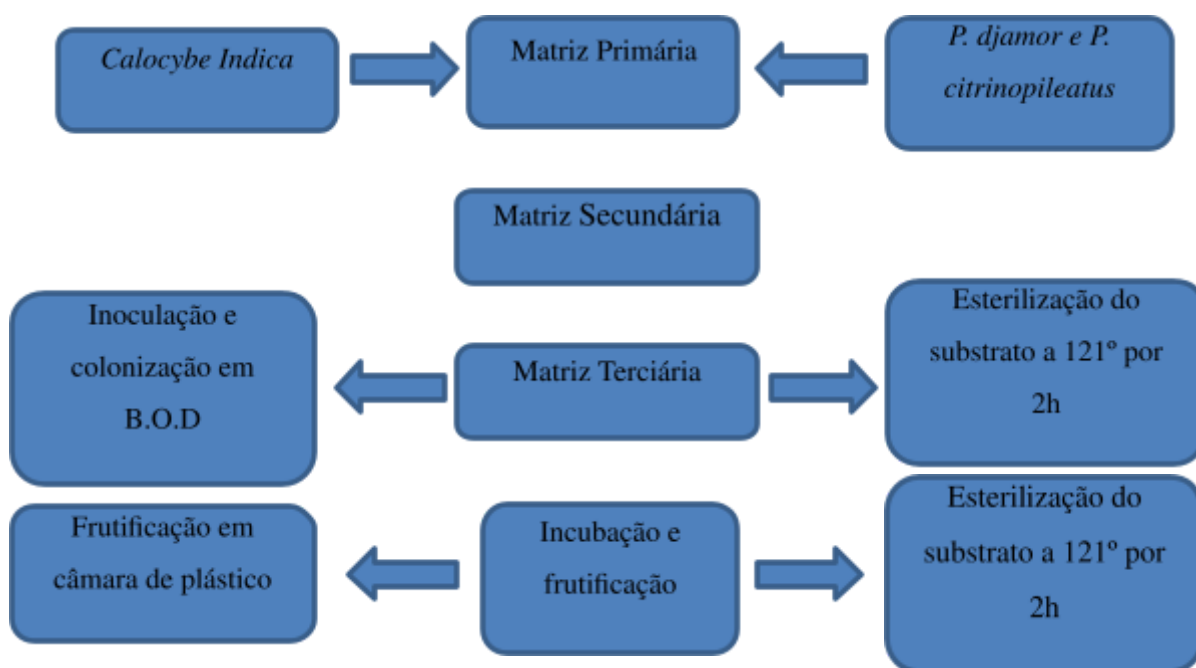
4 MATERIAL E MÉTODOS

O experimento com a produção do Spawn e cultivo de *Calocybe indica*, *Pleurotus djamur* e *Pleurotus citrinopileatus*, foi conduzido no Laboratório de Patologia Florestal da Universidade Federal Rural do Semi-Árido. Os fungos foram adquiridos do laboratório fungicultura, localizado na cidade de São Paulo-SP.

4.1 Processo para produção do inóculo (Spawn) de cogumelo

A metodologia empregada para o desenvolvimento do inóculo, foi a de (MINHONI et al., 2007), que consiste em quatro fases (Figura 4): 1- matriz primária: a cultura do cogumelo é inserida em uma placa de Petri com meio de cultura, 2- matriz secundária: a matriz primária é repicada para outra placa de Petri com meio de cultura, 3- matriz terciária: a placa de Petri já colonizada da matriz secundária é dividida em 8 e um pedaço é transferido para um pote de vidro esterilizado com grãos cozidos na autoclave, e 4- 2% do Spawn da matriz terciária, já totalmente colonizado, foi transferido para um saco estéril com os substratos devidamente esterilizados.

Figura 4 – Fluxograma da metodologia de produção de cogumelos adotada na pesquisa.

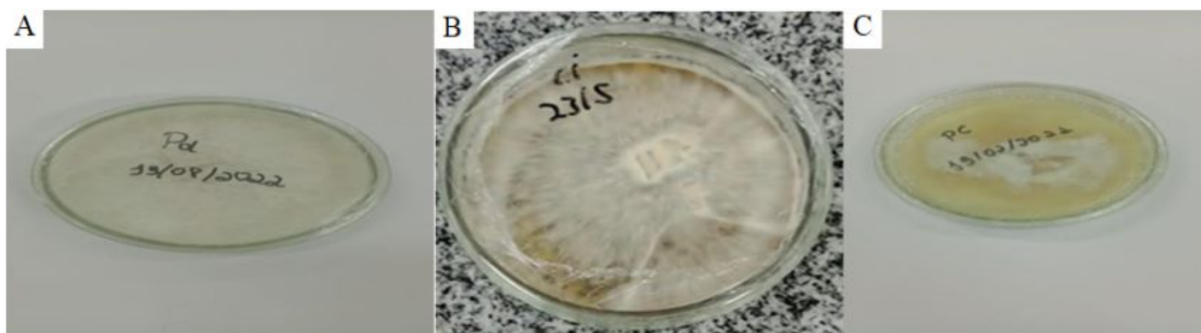


Fonte: Autor

4.2 Matriz Primária

A matriz primária, obtida em cultura líquida, foi inoculada em placa de Petri contendo meio de cultura BDA (batata, dextrose e ágar). O meio foi previamente esterilizado em autoclave a 121 °C por 30 minutos. Logo após, foi adicionado 20 ml do meio a cada placa de Petri (Figura 5). A colonização dos fungos, no meio de cultura, ocorreu em temperatura de 26 °C $\pm$ 2 em B.O.D. (Demanda Bioquímica de Oxigênio), durante 10 dias no escuro.

Figura 5 – Repicagem da matriz primária em meio de cultura. (A): *Calocybe indica*, (B): *Pleurotus djamur* e (C): *Pleurotus citrinopileatus*.

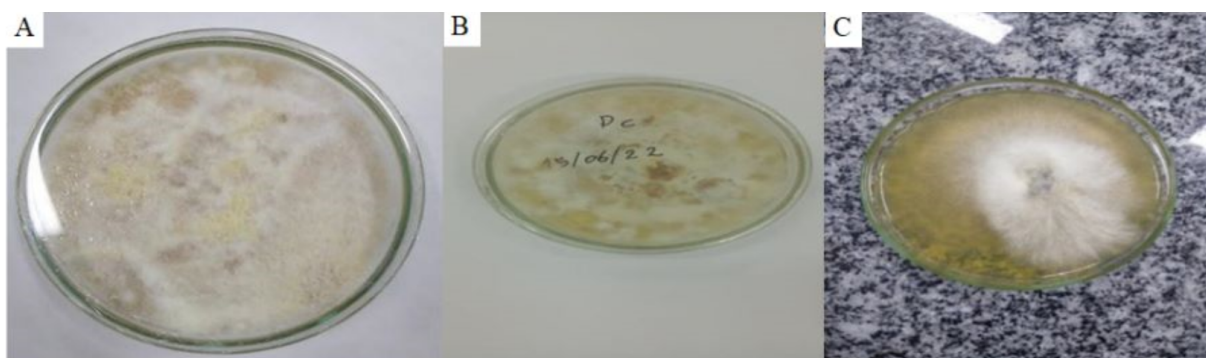


Fonte: Autor

4.3 Matriz secundária

Após 10 dias de incubação da matriz primária deu-se início à matriz secundária. Com auxílio de uma espátula de 5 mm de largura, foram cortados quadrados de 5 mm x 5 mm de meio colonizado e transferido para uma placa de Petri nova preenchida com meio de cultura BDA (Figura 6). Destaca-se que o procedimento para o preparo do meio, inoculação e incubação foram os mesmos da matriz primária.

Figura 6: Matriz secundária em meio de cultura. (A): *Calocybe indica*, (B): *Pleurotus djamur* e (C): *Pleurotus citrinopileatus*.



Fonte: Autor

4.4 Matriz Terciária

O substrato utilizado na produção da matriz terciária foi o grão de sorgo (*Sorghum bicolor*), doado por um produtor rural da cidade de Assú-RN, e arroz vermelho (*Oryza sativa* L.) comprado no mercado de produtores rurais local. O sorgo e o arroz foram autoclavados em recipientes contendo o dobro de água que a quantidade de grão, por 45 minutos, chegando ao ponto de cozimento. Em sequência, o excesso de água foi drenado e os grãos tiveram a superfície seca com papel toalha.

Foram adicionados 90g de grãos de sorgo ou arroz vermelho, cozidos em recipientes de vidro com uma tampa com filtro para evitar possíveis contaminações. Estes foram levados a autoclave vertical e esterilizados (121 °C por 2h) com resfriamento natural (Figura 7).

A cultura, colonizada, da matriz secundária foi dividida em oito pedaços e uma amostra foi transferida para recipientes contendo grãos de sorgo ou arroz. Posteriormente, ocorreu a incubação em B.O.D., a 28 °C no escuro por 12 dias até completar a colonização dos grãos.

O experimento foi montado no delineamento inteiramente ao acaso em esquema fatorial 3x2 (3 fungos: *Calocybe indica*, *Pleurotus djamur* e *Pleurotus citrinopileatus*, e dois substratos: grão de sorgo ou grão de arroz) com cinco repetições e dois frascos por unidade de medição. Assim, para cada microrganismo testado foram alocados 20 recipientes, sendo 10 contendo sorgo e 10 contendo arroz vermelho como substrato, totalizando 60 recipientes no total. Avaliou-se o período (dias) para a colonização e a colonização total dos grãos ao final de 16 dias. Ao final foi realizada análise estatística dos dados pela análise de variância e

quando significativo aplicou-se o teste de Tukey a 95% de significância.

Figura 7: Preparo de substrato para matriz terciária.



Fonte: Autor

4.5 Produção de Spawn

Com o objetivo de produzir inóculo para o substrato de produção da frutificação, seguiu-se a mesma metodologia da matriz terciária, com uma mudança no armazenamento, utilizando-se sacos de polietileno de 1 L de capacidade com filtros. Contudo, o processo de esterilização do grão foi o mesmo adotado no tópico anterior. Sendo em sequência 10 g dos grãos adicionados nos sacos e estes foram esterilizados em autoclave a 121°C por 30 minutos. Em sequência, uma amostra da matriz terciária, colonizada, foi acrescida nos saquinhos e homogeneizada (Figura 8). Os saquinhos foram mantidos em B.O.D a uma temperatura de 28°C por 10 a 15 dias.

Figura 8 - Matriz terciária em processo de colonização do substrato.



Fonte: Autor

4.6 Substrato para cultivo

Os substratos, palha de sorgo e palha de arroz, foram adquiridos através da doação de produtores de assentamentos na região de Assu-RN e Apodi-RN. Na Tabela 1, consta os dados em relação a composição dos substratos testados.

Tabela 1: Análise Química dos substratos palha de arroz e palha de sorgo.

Substrato	Hemicelulose	Celulose	Lignina	C/N
Palha de arroz	35,5	32,7	4,5	44,2
Palha de sorgo	32,6	35,3	5,7	79,3

Fonte: Adaptado de Figueiró e Graciolli (2020)

O preparo do substrato se iniciou picando-o, para deixá-lo com granulometria de até 10 cm (Figura 9) para facilitar a corrida do micélio no composto. Em seguida, em sacos de polietileno com 2 L de capacidade foi adicionado 200g de substrato e feita a autoclavagem (121°C por 2h) com objetivo de desinfestar o mesmo.

Figura 9 - Corte de Substrato em forrageira.



Fonte: Autor

4.7 Inoculação do substrato

A inoculação do substrato foi realizada de forma manual, com as mãos devidamente higienizadas. Para tanto, uma porção de 10% de Spawn ou 20 g foi adicionado em cada saco (Figura 10). A mistura foi feita manualmente, e os sacos foram numerados para a identificação.

Figura 10 - Inoculação do substrato para produção do cogumelo.



Fonte: Autor

Para a avaliação da maturidade do Spawn e sua influência na colonização do substrato foi adotado dois períodos de cultivo do Spawn: 10 dias e 15 dias. Como substrato foram testados: palha de sorgo e palha de arroz, conforme a Tabela 2.

Tabela 2 – Tratamentos adotados na inoculação do substrato.

Tratamento	Fungo	Substrato de cultivo	Maturidade do Spawn
T1	<i>Calocybe indica</i>	palha de sorgo	10 dias
T2	<i>Calocybe indica</i>	palha de sorgo	15 dias
T3	<i>Calocybe indica</i>	palha de arroz	10 dias
T4	<i>Calocybe indica</i>	palha de arroz	15 dias
T5	<i>Pleurotus djamur</i>	palha de sorgo	10 dias
T6	<i>Pleurotus djamur</i>	palha de sorgo	15 dias
T7	<i>Pleurotus djamur</i>	palha de arroz	10 dias
T8	<i>Pleurotus djamur</i>	palha de arroz	15 dias
T9	<i>Pleurotus citrinopileatus</i>	palha de sorgo	10 dias
T10	<i>Pleurotus citrinopileatus</i>	palha de sorgo	15 dias
T11	<i>Pleurotus citrinopileatus</i>	palha de arroz	10 dias
T12	<i>Pleurotus citrinopileatus</i>	palha de arroz	15 dias

Fonte: Autor

Os tratamentos seguem conforme ilustrado na tabela 2. O experimento foi montado em delineamento inteiramente casualizado com três repetições e três unidades de medição por tratamento. Após 24 dias foi avaliada a colonização dos substratos pelos fungos, sendo definido o nível de colonização pela presença do micélio no substrato: 100% (sacos completamente colonizados pelos fungos); 50% (sacos colonizados em até 50% da quantidade total de substrato) e 0 (sem colonização aparente). Ao final foi realizada análise estatística dos dados pela análise de variância e quando significativo aplicou-se o teste de Tukey a 95% de significância.

4.8 Incubação

A colonização do substrato ocorreu em câmara de plástico em temperatura ambiente e umidade controlada (Figura 11). Foram adotados aspersores aéreos para manutenção da umidade (80%). Os saquinhos foram dispostos e instalados termômetros e higrômetros para avaliar a temperatura e umidade do ambiente.

Figura 11 – Incubação do substrato em câmara de plástico.



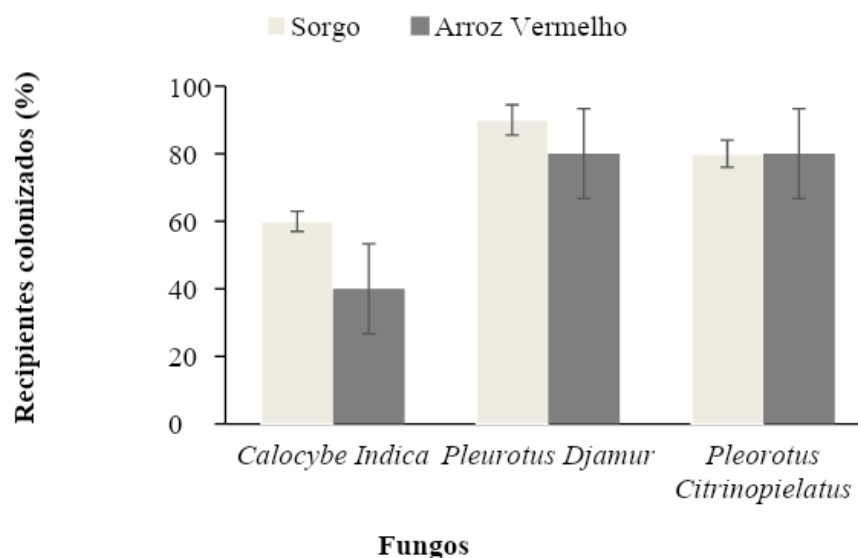
Fonte: Autor

5 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na primeira fase da metodologia aplicada para produção do inóculo, observou-se para matriz primária e secundária, que a completa colonização do meio de cultura se deu no décimo dia de sua repicagem para todos os fungos em estudo.

Na produção da matriz terciária, não houve interação significativa entre as espécies *Calocybe indica*, *Pleurotus djamur* e *Pleurotus citrinopileatus* e os substratos testados ($p>0,05$). Observou-se que o fungo *Calocybe indico* resultou em 40% e 60%, respectivamente, dos recipientes de arroz vermelho e de sorgo totalmente colonizados (Figura 12). Isso se deu provavelmente por conta da temperatura em que os fungos se encontravam, em B.O.D $26^{\circ}\text{C} \pm 2$. A literatura sugere como temperatura ideal para fungos da espécie *Calocybe indico* entre 28°C e 32°C (GUPTA et al., 2018). Com relação ao fungo da espécie *Pleurotus djamur*, este colonizou 90% dos recipientes de grão de sorgo completamente e 80% dos recipientes contendo arroz vermelho foram completamente colonizados (Figura 12). Já o fungo *Pleurotus citrinopileatus* resultou em 80% de colonização para ambos os substratos (Figura 12). Assim, a produção do Spawn para os fungos *Calocybe indica*, *Pleurotus djamur* e *Pleurotus citrinopileatus* é satisfatória para ambos os substratos testados.

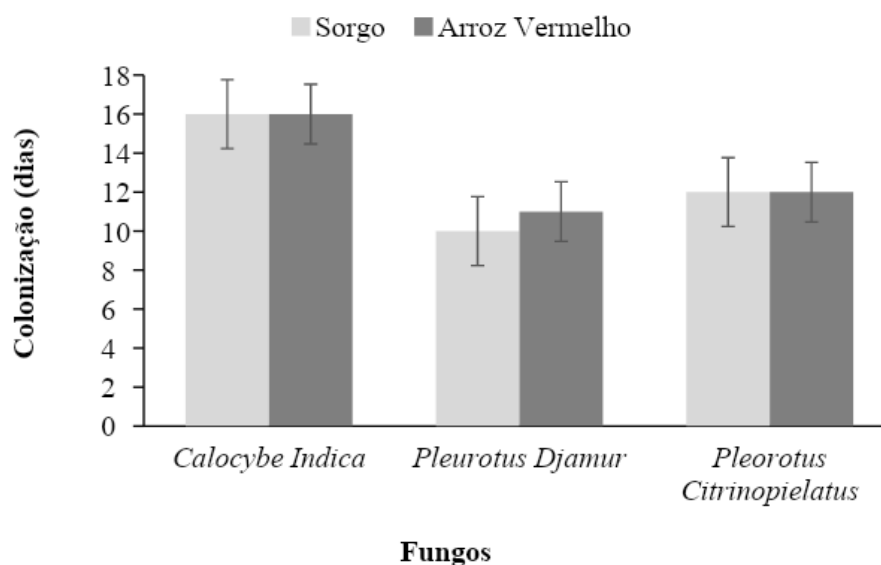
Figura 12 - Total de recipientes da matriz terciária colonizados quando cultivados em arroz vermelho e grão de sorgo.



Fonte: Autor

Analisando a figura 13, a produção da matriz terciária do fungo *Calocybe indicio* resultou em uma colonização mais lenta, levando 16 dias para a colonização completa dos substratos. No que diz respeito ao fungo *Pleurotus djamur*, este colonizou completamente os substratos em menos dias, levando 10 dias quando cultivado no grão de sorgo e 11 dias quando cultivado com o grão de arroz vermelho. Já o fungo *Pleurotus citrinopileatus* levou 12 dias para colonização completa de ambos os substratos. Para as espécies do gênero *Pleurotus*, esse resultado mostrou-se semelhante a trabalhos anteriores, que indicam 12 dias como tempo ideal para colonização completa da matriz terciária (MOREIRA, 2019). Assim, tanto o grão de sorgo quanto o grão de arroz podem ser utilizados para a produção da matriz terciária dos fungos aqui testados. Esse resultado evidencia que os grãos de arroz e sorgo, produtos da agricultura familiar do Oeste Potiguar, podem ser utilizados para a produção de inóculo. O que reduz os custos da produção dos cogumelos, já que há na região substratos que eficientemente podem ser colonizados pelos fungos aqui testados. Não havendo, portanto, a necessidade de aquisição de substrato para o cultivo do Spawn em outras regiões.

Figura 13 – Período (dias) para a colonização dos recipientes contendo grão de sorgo e arroz vermelho.

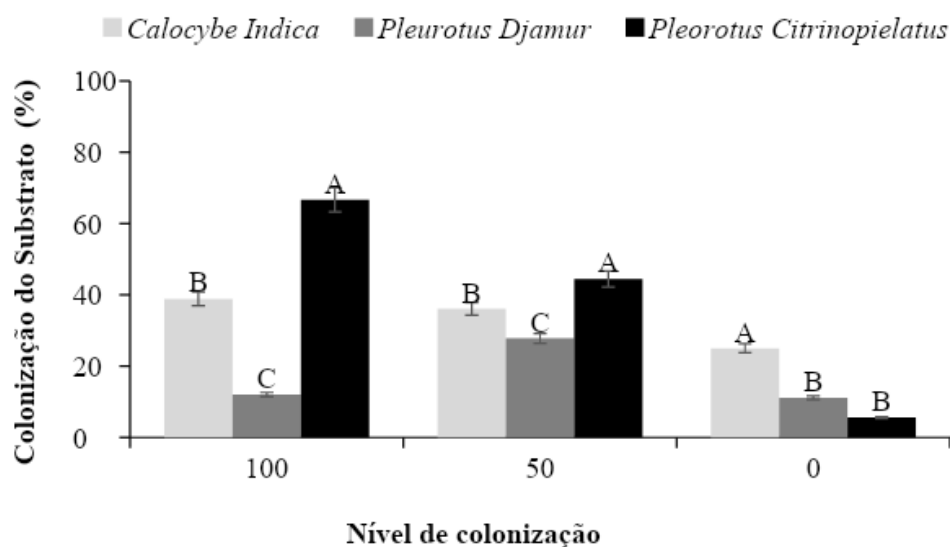


Fonte: Autor

Em relação ao crescimento do micélio na fase de colonização do substrato para a frutificação, não houve interação significativa entre os tipos de fungo, substrato e tempo de cultivo do Spawn ($p > 0,05$). Procedeu-se com a avaliação individual dos tratamentos, sendo significativo para tipo de substrato ($p < 0,031$) e tipos de fungo ($p > 0,04$), indicando que há diferença entre os tratamentos. Entretanto, não ocorreu diferença estatística significativa para tempo de inoculação do Spawn com vistas a colonização dos substratos de cultivo.

O crescimento do micélio variou entre o fungo *Calocybe indica* e os fungos do gênero *Pleurotus*, e a maior taxa de crescimento micelial ocorreu no cultivo com o fungo *Calocybe indica* (Figura 14). O cultivo dos cogumelos do gênero *Pleurotus*, obteve resultados inferiores quando comparados à espécie *Calocybe indica* devido a maior tolerância ao calor deste, mostrando-se uma ótima alternativa de cultivo para a região semiárida. Diante disso, a produção de cogumelos comestíveis em região semiárida, sem a instalação de câmaras frias, necessita de fungos que sejam tolerantes a altas temperaturas, a exemplo do *Calocybe indica*.

Figura 14 - Percentual de colonização dos fungos: *Calocybe indica*, *Pleurotus djamur* e *Pleurotus citrinopileatus*. Letras distintas, dentro de um nível de colonização, difere as espécies de fungos pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Fonte: Autor

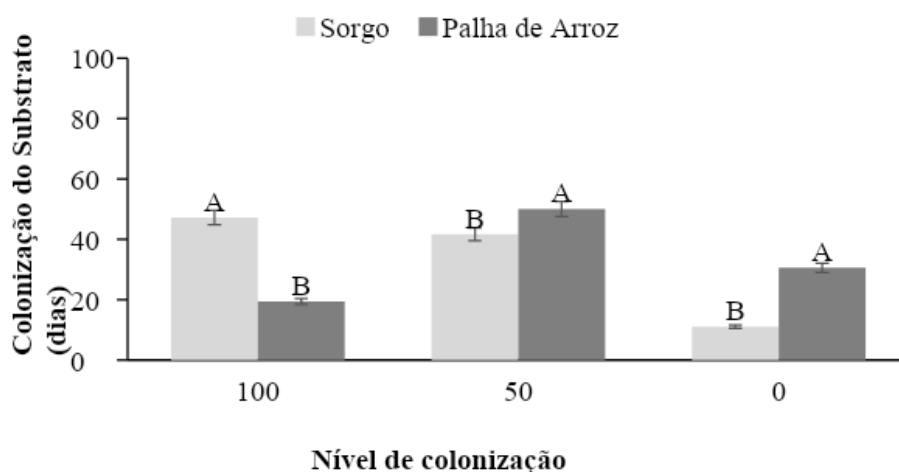
Quando comparado o crescimento micelial em cada substrato (figura 15), a palha de arroz mostrou melhor eficiência nos caracteres avaliados. O nitrogênio, devido a sua participação direta no metabolismo de proteínas e aminoácidos tem maior importância no metabolismo do cogumelo, logo, concentrações muito baixas e muito altas acabam por influenciar na produtividade (ZWIRTES, 2021). Assim, a palha de arroz que apresenta relação C/N de 44,1 é mais eficiente na colonização das hifas no substrato. Segundo Eira (2000), a relação C/N ideal do substrato para a colonização e frutificação de cogumelos está entre 20 e 50:1.

Além da melhor relação C/N a palha de arroz apresenta menor conteúdo de lignina que a palha de sorgo (Tabela 1) o que também facilita a colonização desse substrato pelos fungos. A produção comercial de cogumelos comestíveis representa a exploração única de uma tecnologia microbiana para a bioconversão de resíduos agrícolas, industriais, florestais e domésticos em alimentos nutritivos (cogumelos). Os cogumelos têm a capacidade de quebrar a lignina e utilizá-la como fonte de alimento, expondo assim a celulose e a hemicelulose subjacentes para uso alimentar por outros organismos. Assim, o cultivo de cogumelos representa um processo natural muito básico de decomposição realizado pelos fungos (GUPTA et al., 2018).

Sendo assim, quanto ao substrato, deve-se atentar para utilizar como base produtos que se tenha em abundância na região de cultivo, acarretando assim redução no custo de produção e valorização dos resíduos. Com isso, a escolha do substrato adequado, pode proporcionar ganhos no peso e na velocidade da produção dos cogumelos, além de possibilitar a reciclagem de resíduos agrícolas e florestais (CALGAROTO 2019).

No Brasil, os resíduos agrícolas mais utilizados na produção de cogumelos comestíveis são provenientes do milho, sorgo e arroz, tendo estes uma ótima relação Carbono/Nitrogênio, quando combinados a temperaturas de 20°C a 28°C e umidade superior a 75% (CALGAROTO, 2019). Sendo, portanto, ideais para o cultivo de cogumelos. Desta forma, a palha de sorgo e a casca de arroz foram escolhidas para a pesquisa por conta de sua abundância na região do Oeste potiguar, devido ao decreto presidencial (nº 0-001 de 10 de junho de 2011) que autorizou a desapropriação de mais de 13 mil hectares de terras produtivas (BRASIL, 2011) para as obras do Perímetro de Agricultura Irrigada de Santa Cruz- RN e Apodi- RN, bem como instalação de empresas do agronegócio. Além disso, o decreto incentivou a agricultura familiar, que efetivou suas atividades em 2016, facilitando a produção agrícola na região, gerando toneladas de resíduos agrícolas.

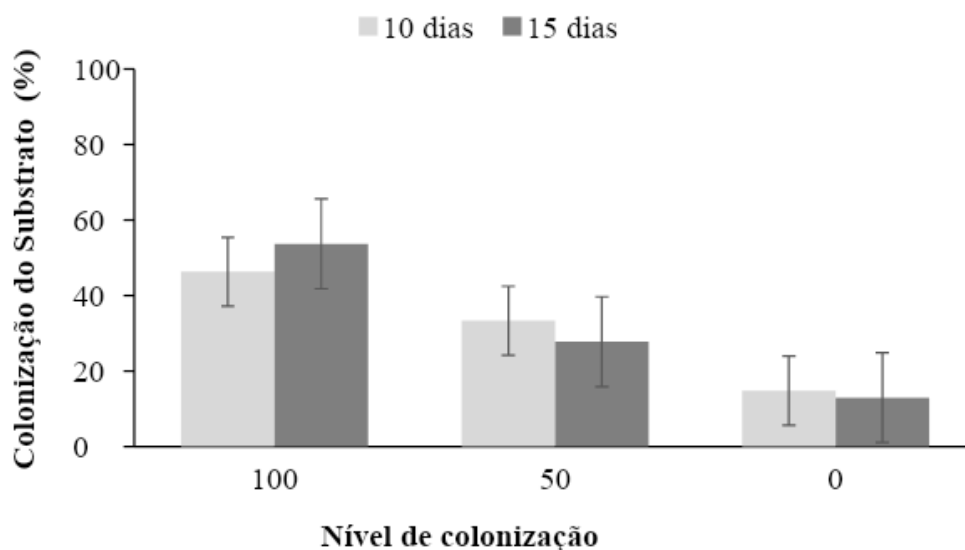
Figura 15: Percentual de colonização do substrato palha de sorgo e palha de arroz. Letras distintas, dentro de um mesmo nível de colonização, difere os substratos entre si pelo teste de Tukey a 5% de probabilidade.



Fonte: Autor

A figura 15 mostra que não houve diferença estatística para inoculação do Spawn com maturação de 10 e 15 dias. Desta forma, o tempo de maturação do Spawn não influencia na colonização do substrato.

Figura 16: Percentual de colonização considerando diferentes dias de maturação do Spawn.



Fonte: Autor

Em média, o quilo do cogumelo é comercializado a R\$75,00 no Nordeste brasileiro, um valor agregado bastante significativo. Nesse sentido, uma das maneiras de reduzir o valor desse produto seria incentivar a produção na região utilizando substratos que existam em abundância nesta localidade. De acordo com os resultados apresentados nos experimentos realizados, a palha de arroz mostrou-se ser um substrato com potencial para o cultivo de cogumelos, isso ajuda a evidenciar que o aproveitamento de produtos agroindustriais para produção de cogumelos é uma alternativa viável, principalmente visando o produtor rural, dando a possibilidade de retorno econômico no aproveitamento destes resíduos que muitas vezes são descartados.

6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A produção do Spawn para os fungos *Calocybe indica*, *Pleurotus djamur* e *Pleurotus citrinopileatus* é satisfatória utilizando o grão de sorgo e o grão de arroz.

A palha de arroz é um substrato com potencial para o cultivo de cogumelos, isso ajuda a evidenciar que o aproveitamento de produtos agroindustriais para produção de cogumelos é uma alternativa viável.

A maturação do inóculo por 10 dias é suficiente para colonização do substrato.

A produção de cogumelos comestíveis em região semiárida, sem a instalação de câmaras frias, necessita de fungos que sejam tolerantes a altas temperaturas, a exemplo do *Calocybe indica*.

REFERÊNCIAS

- ANPC. ASSOCIAÇÃO NACIONAL DOS PRODUTORES DE COGUMELOS. Disponível em: <<https://www.anpccogumelos.org/>>. Acesso em: 1 dez. 2022.
- BOLSON, S. Efeito da suplementação na ração de *Drosophila melanogaster* (MEIGEM, 1830) com o fungo *Pleurotus citrinopileatus* (SINGER, 1942) e *Lentinus sajor-caju* (Fr.) Fr. e a sua relação com a reprodução de moscas das frutas. Dissertação (Mestrado em Ciências biológicas) – Pós-graduação Stricto sensu em Ciências biológicas, Universidade Federal do Pampa. São Gabriel, Rio Grande do Sul, p. 48. 2016. Disponível em: <https://dspace.unipampa.edu.br/bitstream/riu/712/1/DISSERTAC%cc%a7AO_SIBELE_BO_LSON.pdf>. Acesso em: 1 dez. 2022.
- BOLYEN, E. et al. Reproducible, interactive, scalable and extensible microbiome data science using QIIME 2. *Nature Biotechnology*, v. 37, n. 8, p. 852–857, 24 jul. 2019.
- BRASIL. Decreto nº 0-001, de 10 de junho de 2011. Declara de Utilidade Pública, para fins de desapropriação, pelo Departamento Nacional de Obras Contra as Secas - Dnocs, a área de terra que menciona, localizada no Município de Apodi, no Estado do Rio Grande do Norte. 2011.
- CALGAROTO, B. Substratos para produção de cogumelos *Lentinula edodes* (Shiitake). 2019. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Ambiental) – Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Francisco Beltrão, p. 40, 2019.
- CUNHA ZIED, D. et al. Use of Spent Mushroom Substrate in New Mushroom Crops to Promote the Transition towards A Circular Economy. *Agronomy*, v. 10, n. 9, p. 1239, 21 ago. 2020.
- EIRA, A. F. Cultivo de Cogumelos: Compostagem, Condução e Ambiente. 2000. Disponível em: <<http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/files/rifib/IIIRifib/71-81.pdf>>. Acesso em: 2 dez. 2022.
- FIGUEIRÓ, G. G.; GRACIOLLI, L. A. Influência da composição química do substrato no cultivo de *Pleurotus florida*. *Ciência e Agrotecnologia*, v. 35, p. 924–930, 1 out. 2020.
- GRIMM, D.; WÖSTEN, H. A. B. Mushroom cultivation in the circular economy. *Applied Microbiology and Biotechnology*, v. 102, n. 18, p. 7795–7803, 19 jul. 2018.
- GUPTA, S. et al. Edible Mushrooms: Cultivation, Bioactive Molecules, and Health Benefits. *Reference Series in Phytochemistry*, p. 1–33, 2018.
- HANEMANN, M. Aplicações biotecnológicas na indústria alimentícia: importância da produção dos fungos comestíveis em pequena propriedade. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Ciências Biológicas, Florianópolis, p. 37. 2021. Disponível em <https://repositorio.ufsc.br/bitstream/handle/123456789/233965/Micheli_Hanemann.pdf?sequence=1>. Acesso em: 1 dez. 2022.
- HILL, D. B. Introduction to Shiitake The “Forest” Mushroom. Kentucky Shiitake Production Workbook. University of Kentucky, Cooperative Extension Service, College of

Agriculture. Lexington, KY, USA. p. 6. 2013. Disponível em: <<http://www2.ca.uky.edu/agcomm/pubs/for/for78/for78.pdf>>. Acesso em: 1 dez. 2022.

KAKON, A.; CHOUDHURY, M. B. K.; SAHA, S. Mushroom is an Ideal Food Supplement. **Journal of Dhaka National Medical College & Hospital**, v. 18, n. 1, p. 58–62, 19 out. 2012.

LEONG, Y. K. et al. Recent advances and future directions on the valorization of spent mushroom substrate (SMS): A review. **Bioresource Technology**, v. 344, p. 126157, jan. 2022.

LUNARDI, J. S. **Cultivo de *Pleurotus ostreatus* utilizando bagaço de malte, serragem e casca de arroz**. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Engenharia Química) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Departamento de Engenharia Química. Porto Alegre, p. 60. 2019.

MACHADO, A. E. V. **Cultivo integrado do cogumelo *Pleurotus ostreatus* e tomate (*Solanum lycopersicum*)**. Dissertação (Mestrado em Biotecnologia) – Universidade Federal do Tocantins. Campus Universitário de Gurupi. Gurupi, Tocantins, p. 78. 2019. Disponível em:

<<https://www.alice.cnptia.embrapa.br/alice/bitstream/doc/1117453/1/UFTDISSERTACAOMESTRADO.pdf>>. Acesso em: 2 dez. 2022.

MINGYI, Y. et al. Corrigendum to “Trends of utilizing mushroom polysaccharides (MPs) as potent nutraceutical components in food and medicine: A comprehensive review” [Trends in Food Science & Technology 92 (2019) 94–110]. **Trends in Food Science & Technology**, v. 123, p. 144, maio 2022.

MINHONI, M. T. A. et al. **Cultivo de *Lentinula edodes* (Berk.) Pegler (Shiitake)**. 3.ed. Botucatu: FEPAF, 2007. 91 pp.

MOREIRA, M. S. **Influência de diferentes condições de spawn na produção de *Pleurotus ostreatus* (jacq.) p. Kumm. e de diferentes concentrações do resíduo da produção de cogumelo na qualidade de alface (*Lactuca sativa* L.)**. Dissertação (Mestre em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Câmpus de Botucatu. Botucatu, p. 93. 2019.

RAGASA, C.; TAN, M. C.; TING, J. Chemical constituents of *Pleurotus djamor*. **Der Pharma Chemica**, v. 8, n. 2, p. 343–346, 1 jan. 2016.

RAJARATHNAM, S.; BANO, Z.; MILES, P. G. *Pleurotus* mushrooms. Part I A. morphology, life cycle, taxonomy, breeding, and cultivation. **C R C Critical Reviews in Food Science and Nutrition**, v. 26, n. 2, p. 157–223, jan. 1987.

RATHORE, H.; PRASAD, S.; SHARMA, S. Mushroom nutraceuticals for improved nutrition and better human health: A review. **PharmaNutrition**, v. 5, n. 2, p. 35–46, jun. 2017.

RAVINDRAN, R.; JAISWAL, A. Microbial Enzyme Production Using Lignocellulosic Food Industry Wastes as Feedstock: A Review. **Bioengineering**, v. 3, n. 4, p. 30, 16 nov. 2016.

SENTHILNAMBI, D.; ESWARAN, A.; BALABASKAR, P. Cultivation of *Calocybe indica* (P and C) during different months and influence of temperature and relative humidity on the yield of summer mushroom. **African Journal of Agricultural Research**, v. 6, n. 3, p. 771–773, 4 fev. 2011.

SILVA, C. J. A. da; MALTA, D. J. do N. A importância dos fungos na biotecnologia. **Caderno de Graduação - Ciências Biológicas e da Saúde - UNIT - PERNAMBUCO**, v. 2, n. 3, p. 49–49, 2016.

TREUER, T. L. H. et al. Low-cost agricultural waste accelerates tropical forest regeneration. **Restoration Ecology**, v. 26, n. 2, p. 275–283, 21 ago. 2017.

VALVERDE, M. E.; HERNÁNDEZ-PÉREZ, T.; PAREDES-LÓPEZ, O. Edible Mushrooms: Improving Human Health and Promoting Quality Life. **Int J Microbiol**. Epub Jan. 2015. Disponível em: <<https://www.hindawi.com/journals/ijmicro/2015/376387/>>.

VIEIRA, F. R. **Substrato de cultivo para os cogumelos *Pleurotus ostreatus* e *Agaricus bisporus*: composição físico-química e metagenômica microbiana**. Tese (Doutorado em Agronomia) – Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônômicas, Câmpus de Botucatu. Botucatu, p. 138. 2016.

ZHANG, Y. et al. Edible Mushroom Cultivation for Food Security and Rural Development in China: Bio-Innovation, Technological Dissemination and Marketing. **Sustainability**, v. 6, n. 5, p. 2961–2973, 15 maio 2014.

ZWIRTES, L. de S. **Influência da composição do substrato na produção de cogumelos do tipo *Pleurotus Ostreatus***. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Engenharia Química) – Universidade Federal do Pampa, Bagé, p. 5. 2021. Disponível em <<https://repositorio.unipampa.edu.br/jspui/handle/riu/5988>>. Acesso em: 1 dez. 2022.