



UNIVERSIDADE FEDERAL DO TOCANTINS
CAMPUS DE GURUPI
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO MESTRADO ACADÊMICO EM CIÊNCIAS
FLORESTAIS E AMBIENTAIS

ANA CRISTINA DE MENEZES

**CULTIVO DE *PLEUROTUS SAJOR-CAJU* (FR.) SINGER EM RESÍDUOS DE
SIAGRUS OLERACEA (MART.) BECC, COM SUPLEMENTAÇÃO ALTERNATIVA
NO SUL DO TOCANTINS**

Gurupi - TO

Março, 2022

ANA CRISTINA DE MENEZES

**CULTIVO DE *PLEUROTUS SAJOR-CAJU* (FR.) SINGER EM RESÍDUOS DE
SIAGRUS OLERACEA (MART.) BECC. COM SUPLEMENTAÇÃO ALTERNATIVA
NO SUL DO TOCANTINS**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Ciências Florestais e Ambientais. Foi avaliada para obtenção do título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais e aprovada em sua forma final pelo orientador e pela Banca Examinadora

Orientador: Prof. Dr. Augustus Caeser Franke Portella

Co Orientadora: Prof.^a Dra. Damiana Beatriz da Silva

Gurupi - TO

Março, 2022

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema de Bibliotecas da Universidade Federal do Tocantins

M543c Menezes, Ana Cristina de .
Cultivo de Pleurotus sajor-caju(Fr.) Singer em resíduos de Siagrus
oleracea (Mart.) Becc. com suplementação alternativa no Tocantins. / Ana
Cristina de Menezes. – Gurupi, TO, 2022.
68 f.

Dissertação (Mestrado Acadêmico) - Universidade Federal do Tocantins
– Câmpus Universitário de Gurupi - Curso de Pós-Graduação (Mestrado) em
Ciências Florestais e Ambientais, 2022.

Orientador: Augustus Caeser Franke Portella

Coorientadora : Damiana Beatris da Silva

1. Cultivo de cogumelos Houbitake. 2. Produção de spawns. 3. Substratos
de palha de gueroba. 4. Fenóis totais . I. Título

CDD 628

TODOS OS DIREITOS RESERVADOS – A reprodução total ou parcial, de qualquer
forma ou por qualquer meio deste documento é autorizado desde que citada a fonte.
A violação dos direitos do autor (Lei nº 9.610/98) é crime estabelecido pelo artigo 184
do Código Penal.

**Elaborado pelo sistema de geração automática de ficha catalográfica da UFT com os
dados fornecidos pelo(a) autor(a).**




ANA CRISTINA DE MENEZES

Cultivo de *Pleurotus sajor-caju* (fr.) Singer em resíduos de *Siagrus oleracea* (mart.) Becc. Com suplementação alternativa no Sul do Tocantins.


Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Ciências Florestais e Ambientais em 09/03/2022 foi julgada adequada para a obtenção do Título de Mestre em Ciências Florestais e Ambientais e aprovada em sua forma final pelo Orientador e pela Banca Examinadora.

Data da aprovação: 09/03/2022


Banca Examinadora:

Documento assinado digitalmente
 AUGUSTUS CAESER FRANKE PORTELLA
Data: 15/03/2022 10:00:37-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>


p/ Prof. Dr. Augustus Caesar Franke Portella – Orientador – UFT

Documento assinado digitalmente
 AUGUSTUS CAESER FRANKE PORTELLA
Data: 15/03/2022 10:00:37-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

p/ Dr^a. Dalmarcia de Jesus Carlos Mourão – Examinadora - UFT

Documento assinado digitalmente
 AUGUSTUS CAESER FRANKE PORTELLA
Data: 15/03/2022 10:00:37-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

p/ Prof^a Dr^a. Maria Cristina Bueno Coelho – Examinadora - UFT

Documento assinado digitalmente
 AUGUSTUS CAESER FRANKE PORTELLA
Data: 15/03/2022 10:00:37-0300
Verifique em <https://verificador.iti.br>

p/ Prof. Dr. Francisco Menino Destefanis Vitola – Examinador – UTFPR

*Ao meu filho, Marco Antônio de Menezes Rêgo
Tudo que faço, é por ele, para ele
Dedico*

Maria Passa na Frente

Maria, passa na frente e vai abrindo estradas, portas e portões, abrindo casas e corações. A Mãe indo à frente, os filhos estão protegidos e seguem teus passos. Ela leva todos os filhos sob sua proteção.

Maria, passa na frente e resolve aquilo que somos incapazes de resolver. Mãe, cuida de tudo que não está ao nosso alcance. Tu tens poderes para isso. Vai, Mãe, vai acalmando, serenando e amansando os corações, vai acabando com o ódio, os rancores, mágoas e maldições.

Maria, vai terminando com as dificuldades, tristezas e tentações, vai tirando seus filhos das perdições. Maria, passa na frente e cuida de todos os detalhes, cuida, ajuda e protege a todos os seus filhos. Maria Tu és a Mãe também porteira. Vai abrindo o coração das pessoas e as portas nos caminhos. Maria, eu te peço, passa na frente e vai conduzindo, levando, ajudando e curando os filhos que precisam de Ti.

Ninguém pode dizer que foi decepcionado por Ti, depois de a ter chamado ou invocado. Só tu, com o poder de teu Filho, podes resolver as coisas difíceis e impossíveis.

Amém!

AGRADECIMENTOS

Agradeço,

A Deus por ter estado sempre comigo e por muitas vezes ter me carregado em seus braços nos momentos mais difíceis.

Minha mãe, Neide Oliveira de Menezes, minhas irmãs Adriana e Patrícia e meu irmão Adalmir, meus sobrinhos Diego e Lucas, minha sobrinha neta Luiza por serem minha família!

Ao meu orientador Prof. Dr. Augustus Portella e a co-orientadora Prof^a Dra. Damiana Beatriz da Silva por aceitarem me orientar e pelas contribuições na minha pesquisa. Ao Prof. Dr. Francisco Vitola, da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, pela inestimável ajuda nas análises bromatológicas.

Ao meu colega de turma Thiago César Nunes dos Santos, pela amizade, companheirismo, por toda a ajuda e incentivo durante essa caminhada, sou muito grata.

A Dra. Dalmarcia, por estar sempre disposta em ensinar, colaborar, ajudar, ser amiga, sou muito grata por tudo que fez por mim no Laboratório de Fitopatologia.

A Dra. Damiana, e Jaci, por toda paciência, ensinamentos e ajuda nos experimentos nos laboratórios de Análises de Resíduos e Solos.

Tânia e Cláudio Sakai, que me receberam de braços abertos, sempre hospitaleiros e moeram meus substratos.

E por fim, agradeço meu marido, Antônio Carlos Gomes Rêgo, por ser meu grande incentivador.

RESUMO

Resíduos lignocelulósicos, compostos por lignina, hemicelulose e celulose, são importantes poluidores ambientais. As indústrias florestais e agrícolas geram uma grande quantidade de materiais, que podem facilmente serem decompostos por enzimas lignocelulósicas. Cogumelos do gênero *Pleurotus* secretam enzimas especializadas para degradar lignina, celulose e hemicelulose, e têm sido muito estudados por serem de fácil cultivo, se comparados a outras espécies comestíveis e por suas propriedades alimentícias e nutracêuticas. O objetivo desse estudo foi verificar a viabilidade de produção de *Pleurotus sajor-caju*, em condições rústicas - sala adaptada para o cultivo com controle de temperatura e umidade, através da produção de inóculos, descrita no capítulo 1, elaboração de um substrato principal e suplementação, conforme capítulo 2, ao final, fazer a análise bromatológica dos corpos de frutificação, no capítulo 3. No cultivo de cogumelos, a primeira etapa é a produção dos *spawns* ou “sementes”. A produção de matriz ou micélio possui a mesma técnica de inoculação de grãos de cereais e recomendações para diversas espécies. A escolha dos substratos à base de grãos pode variar de acordo com a região, e dependerá da oferta local, visando o barateamento do processo. Grãos de *Sorghum bicolor* L. Moench e *Zea mays* L., foram escolhidos para pesquisa, por serem de fácil aquisição e terem preços acessíveis. O inóculo usado para colonizar os cereais, foi cedido pelo Laboratório de Compostos Bioativos (LACOMBI), que foi repicado em ágar batata dextrosado (BDA). O sorgo apresentou melhor desempenho, em relação ao milho, mas ambos são viáveis para produção de *spawns*. Para a produção dos cogumelos, foi usado como substrato, palha de gueroba – *Syagrus oleracea*, e a suplementação feita com polpa de jatobá - *Hymenaea courbaril* L, farinha da casca do pequi *Caryocar brasiliense* Camb. e composto maduro. Foram montados sacos com 600g de palha moída e a suplementação foi feita a 10, 20 e 30% de peso seco da gueroba. A composição dos macro e micronutrientes demonstrou uma rica diversidade. O uso de aditivos ao substrato não contribuiu para o aumento da Eficiência Biológica atingindo o máximo de 33,93%, verificado no uso do resíduo puro de gueroba. A Produtividade máxima (11,36%) foi encontrada utilizando o substrato de gueroba suplementado com 10% de polpa de jatobá. As frutificações colhidas foram enviadas à Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, para análises bromatológicas. Foi detectado que os cogumelos apresentavam compostos fenólicos (CF) em sua composição, os basidiomas cultivados no substrato de gueroba com suplementação a 10% de farinha de casca do pequi apresentaram 74 mg EAG/g, sendo a maior quantidade entre os demais corpos de frutificação, cultivados nos demais substratos.

Palavras-chave: Spawn. Resíduos. Compostos fenólicos.

ABSTRACT

Lignocellulosic residues, composed of lignin, hemicellulose and cellulose, are important environmental pollutants. The forestry and agricultural industries generate a large amount of materials, which can be easily broken down by lignocellulosic enzymes. Mushrooms of the genus *Pleurotus* secrete specialized enzymes to degrade lignin, cellulose and hemicellulose, and have been extensively studied because they are easy to grow when compared to other edible species and because of their nutritional and nutraceutical properties. The objective of this study was to verify the viability of production of *Pleurotus sajor-caju*, under rustic conditions - room adapted for cultivation with temperature and humidity control, through the production of inoculum, described in chapter 1, elaboration of a main substrate and supplementation, according to chapter 2, at the end, perform the bromatological analysis of the fruiting bodies, in chapter 3. In mushroom cultivation, the first step is the production of spawns or “seeds”. The production of matrix or mycelium has the same technique of inoculation of cereal grains and recommendations for different species. The choice of grain-based substrates may vary according to the region, and will depend on the local supply, aiming at making the process cheaper. Grains of *Sorghum bicolor* L. Moench and *Zea mays* L. were chosen for research because they are easy to acquire and have affordable prices. The inoculum used to colonize the cereals was provided by the Laboratory of Bioactive Compounds (LACOMBI), which was subcultured on dextrose potato agar (DPA). Sorghum showed better performance than corn, but both are viable for spawn production. For the production of mushrooms, gueroba straw - *Syagrus oleracea* was used as substrate, and supplementation made with jatobá pulp - *Hymenaea courbaril* L, flour from the peel of the pequi *Caryocar brasiliense* Camb. and mature compost. Bags with 600g of ground straw were assembled and supplementation was carried out at 10, 20 and 30% of dry weight of the gueroba. The composition of macro and micronutrients showed a rich diversity. The use of additives to the substrate did not contribute to the increase in Biological Efficiency, reaching a maximum of 33.93%, verified in the use of pure gueroba residue. Maximum productivity (11.36%) was found using gueroba substrate supplemented with 10% jatobá pulp. The harvested fructifications were sent to the Federal Technological University of Parana – UTFPR, for chemical analysis. Were detected that the mushrooms had phenolic compounds (CF) in their composition, the basidiomes cultivated in the gueroba substrate with 10% supplementation of pequi peel flour presented 74 mg AGE/g, the highest amount among the other fruiting bodies cultivated in the other substrates.

Keywords: Spawns. Residue. Total phenolic.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1: Esquema de um Basidioma.....	15
Figura 2: Retirada de um fragmento do interior do cogumelo (A); Inoculação do fragmento em BDA na placa de petri (B).....	19
Figura 3: Fragmento inoculado (A); Colonização (B); Placa totalmente colonizada (C)	21
Figura 4: Diagrama do preparo do <i>spawn</i>	22
Figura 5: Grãos de sorgo inoculados.....	22
Figura 6: Grãos com 3 dias de inoculação.....	23
Figura 7: Médias da diferença no crescimento micelial em substratos de sorgo e milho.....	24
Figura 8: Grãos de sorgo e milho com 13 dias de colonização, da esquerda para direita notas 3, 2 e 1.....	25
Figura 9: Blocos com frutificações, A inoculado com PSC/AUG no sorgo e B no milho, ambos com desenvolvimento semelhante.....	26
Figura 10: Palha secado (A); Moagem (B).....	37
Figura 11: Palha de gueroba de molho.....	37
Figura 12: Substrato com excesso de umidade (A); Substrato com umidade ideal (B).....	38
Figura 13: Polpa de jatobá.....	38
Figura 14: Farinha da casca de pequi.....	39
Figura 15: Resíduos na composteira.....	40
Figura 16: Resíduos cobertos de folhas secas (A); Composto Maduro (B).....	40
Figura 17: Construção da cabana de frutificação.....	41
Figura 18: Saco inoculado (fase escura).....	42
Figura 19: Sacos colonizados (fase clara).....	43
Figura 20: Diagrama de Pareto para a Eficiência Biológica obtida com a utilização do substrato gueroba suplementado com resíduos alternativos.....	47
Figura 21: Diagrama de Pareto para a Produtividade obtida com a utilização do substrato Gueroba suplementado com resíduos alternativos.....	48
Figura 22: Curva padrão de ácido gálico.....	60

Figura 23: Diagrama de Pareto para os compostos fenólicos de acordo com o substrato onde os Pleutotus sajor-caju foram cultivados.....62

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Relação do peso fresco da frutificação, com tempo inicial das frutificações, produtividade e substrato utilizado.....	26
Tabela 2: Composição mineral dos substratos utilizados.....	45
Tabela 3: Comportamento agrônômico de <i>Pleurotus sajor-caju</i> nos substratos, com e sem adição de suplementos residuais agroindustriais (média de 3 repetições).....	46
Tabela 4: Compostos Fenólicos totais obtidos nos extratos hidroalcoólicos das amostras, de acordo com a composição do substrato utilizado.....	61

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BDA	Batata Dextrose Ágar
CEMAF	Centro de Monitoramento Ambiental e Manejo do Fogo
CFT	Composto Fenólico Tota
LABAP	Laboratório de Biotecnologia de Alimentos e Purificação de Proteína
LACOMBI	Laboratório de Compostos Bioativos
PSC/AUG	<i>Pleurotus sajor-caju</i> /Augustus
UFT	Universidade Federal do Tocantins
UTFPR – DV	Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO GERAL	14
1.2 OBJETIVOS	16
2 PRODUÇÃO DE <i>SPAWNS</i> EM CEREAIS DISPONÍVEIS REGIONALMENTE NO SUL DO TOCANTINS	17
2.1 INTRODUÇÃO	18
2.2 MATERIAL E MÉTODO	20
2.2.1 Repicagem da matriz primária	21
2.2.2 Preparação dos <i>spawns</i>	21
2.3 RESULTADO E DISCUSSÃO	23
2.3.1 Crescimento micelial	23
2.3.2 Frutificação	25
2.4 CONCLUSÃO	27
2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	27
3 CULTIVO DO COGUMELO <i>Pleurotus sajor-caju</i> EM SUBSTRATO DE PALHA DE GUEROBA COM SUPLEMENTAÇÃO ALTERNATIVA	31
3.1 INTRODUÇÃO	32
3.2 MATERIAIS E MÉTODO	36
3.2.1 Composição do substrato	36
3.2.2 Suplementação	38
3.2.2.1 Preparo do composto	39
3.2.3 Cabana de frutificação	40
3.2.4 Preparação do substrato	41
3.2.5 Incubação	42
3.2.6 Determinação de macro e micronutrientes	43
3.2.7 Determinação da eficiência biológica e produtividade	43
3.2.8 Análise estatística	44
3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	44
3.4 CONCLUSÃO	49
3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	49
4 COMPOSTOS FENÓLICOS EM FRUTIFICAÇÕES DE <i>Pleurotus sajor-caju</i> CULTIVADO EM DIFERENTES SUBSTRATOS	55
4.1 INTRODUÇÃO	56

4.2 MATERIAIS E MÉTODO	58
4.2.1 Cogumelos	58
4.2.2 Processamento das amostras	59
4.2.3 Análise estatística	60
4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO	60
4.4 CONCLUSÃO	63
4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	643

1 INTRODUÇÃO GERAL

O Reino Fungi está dividido em 18 filos, o grande filo Basidiomycota, possui reprodução macroscópica, também chamadas de “corpos de frutificação”, cogumelos, ou como tecnicamente é sugerido por micólogos, basidioma (PEREIRA, 2019). Por serem heterotróficos, não possuem a capacidade de produzir seu próprio alimento, secretam enzimas que irão degradar a matéria orgânica, transformando-as em compostos mais simples para serem absorvidos pelo cogumelo (BORAH et al., 2019; PEREIRA, 2019).

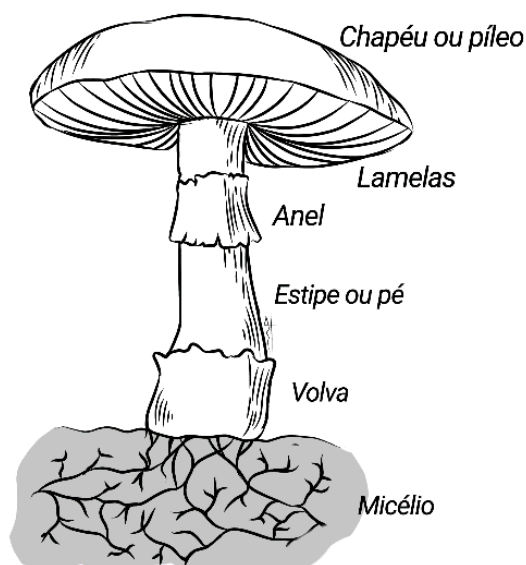
Steffen et al. (2020), afirmam que o consumo de cogumelos remonta de 1000 anos antes de Cristo. Nos séculos XII a XV, o consumo de cogumelos era feito por famílias feudais para complementar a alimentação, o consumo de champignons era associado a pobreza e somente a partir da Era Moderna que os cogumelos tiveram destaque na gastronomia (BELLETTINI; FIORDA; BELLETINE, 2015).

O conhecimento e hábito de comer cogumelos, principalmente de determinadas espécies, ocorreu essencialmente ao costume em alguns países de colher espécies silvestres, onde essa prática é tradição até os dias atuais, movimentando o comércio (RAMOS et al., 2019). Mundialmente, é esperado um aumento no consumo e produção de cogumelos comestíveis, isso se dá pelo seu alto valor nutritivo, fácil digestão, paladar e aroma agradáveis, controle do colesterol entre outros benefícios (VIANA, 2018).

O gênero *Pleurotus* é o segundo mais produzido no mundo cerca de 25 países da Ásia, Europa e América cultivam em grande escala, sendo a China o principal fornecedor, com 85% da produção mundial (RATHOD et al., 2021). Este gênero possui aproximadamente 31 espécies comestíveis, sendo as mais conhecidas *P. ostreatus*, *P. djamor*, *P. sajor-caju*, *P. eryngii* e *P. citrinopileatus* (VIANA, 2018). Segundo Borah et al. (2019), sua facilidade de cultivo se dá devido a sua capacidade de bioconversão; ampla faixa de temperatura ideal, entre 20°C e 30°C; tecnologia simples e rápido crescimento; pode ocupar pequenos espaços com baixo custo de produção e frutifica o ano todo em ambiente controlado.

Pleurotus sajor-caju (Fr.) Singer (Pleurotaceae) é um cogumelo saboroso com alto valor nutricional, rico em proteínas, fibras, minerais, vitaminas, além de baixo teor de calorias e lipídeos, e com propriedades terapêuticas e diversas aplicações ambientais e biotecnológicas (HAN; AHMAD; ISHAK, 2016). Conhecido popularmente como cogumelo ostra marrom ou Houbitake, é de fácil cultivo, muito parecido com *P. ostreatus*, apresenta corpo de frutificação de coloração cinza-claro a escuro, com tons de marrom, sua haste é curta e cilíndrica, com textura delicada (URBEN; CORREIA, 2017).

Figura 1: Esquema de um Basidioma



Fonte: autoria própria (2021).

No Brasil, devido à pouca oferta no mercado, causada pela pequena produção interna e preço elevado, os cogumelos não representam parte significativa da cultura e nem da dieta dos brasileiros (URBEN, 2017). Os principais cogumelos produzidos são o champignon de Paris (*Agaricus bisporus* ou *bitorquis*), o shiitake (*Lentinula edodes*), o shimeji (*Pleurotus ostreatus*) e o houbitake (*Pleurotus sajor-caju*) (CABRERA et al., 2020).

O cultivo de cogumelos pode ser um importante recurso para melhoria de renda de pequenos e grandes agricultores, facilitado pela grande variedade de substratos que podem ser usados (MARTINS et al., 2018). É também um excelente exemplo de desenvolvimento econômico rural e redução da pobreza, bem como economia de reciclagem típica, agricultura e silvicultura sustentáveis (SINGH; MAHENDRA; SHEKHAR, 2020), outra vantagem do cultivo, é que pode ser feito em pequenos espaços, muitas vezes, usando construções ociosas existentes na propriedade, que servem bem para a atividade.

Entre muitos fatores envolvidos na produção de cogumelos, a preparação do substrato é a etapa mais crítica, que pode ser influenciada por técnicas de gerenciamento de compostagem (VIEIRA; ANDRADE, 2016). Steffen et al. (2021) chamam a atenção para os valores nutricionais do substrato, que quando em excesso causam proliferação de outros microrganismos que poderão propiciar contaminações, e quando pobres atrapalham ou inviabilizam o crescimento dos cogumelos.

A suplementação dos substratos onde serão cultivados os cogumelos é um processo agrônomico que compreende a aplicação de corretivos nutricionais; pode ser composto por

farinhas de cereais, serragens, cascas de amendoim e soja, e muitos outros compostos vegetais (CARRASCO et al., 2018). A adição de suplementos incrementa a composição dos macro e micronutrientes do substrato, podendo ser direcionada de acordo com o tipo de composição nutricional que o produtor quer ter no cogumelo.

Este estudo busca através da utilização de palha de gueroba - *Syagrus oleracea* descartada, formular um substrato que seja viável para o cultivo de Houbitake - *Pleurotus sajor-caju*, com suplementação alternativa, usando farinha da casca do pequi - *Caryocar brasiliense*, polpa de jatobá – *Himenaea coubaril* e composto orgânico oriundo de compostagem de resíduos orgânicos.

1.2 OBJETIVOS

O objetivo geral deste estudo:

- Verificar a viabilidade de substrato constituído por palha de gueroba moída, com suplementação a base de polpa de jatobá, farinha da casca do pequi e composto, para o cultivo de cogumelos *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer – Houbitake.

Os objetivos específicos:

- Produzir *spawns*;
- Analisar a viabilidade no cultivo em ambiente rústico, e com mínimo controle de umidade e temperatura;
- Testar substrato alternativo regional;
- Verificar viabilidade da suplementação do substrato com polpa de jatobá, farinha da casca do pequi e composto orgânico;
- Caracterizar a composição química do substrato puro e suplementado;
- Determinar as propriedades bromatológicas das frutificações.

2 PRODUÇÃO DE SPAWNS EM CEREAIS DISPONÍVEIS REGIONALMENTE NO SUL DO TOCANTINS

RESUMO

Os fungos vêm acompanhando a humanidade desde a antiguidade, são organismos diferenciados, podendo viver no solo e na água e participam da ciclagem de nutrientes no ambiente. A produção de cogumelos comestíveis é uma atividade interessante e atualmente muito pesquisada. O processo inicia com a seleção de um cogumelo saudável - um fragmento é retirado para ser inoculado em placas de Petri com meio de cultura adequado (para cogumelos do gênero *Pleurotus*, pode ser utilizado batata – dextrose – ágar); isso pode garantir uma produção uniforme e consistente. A próxima etapa é a produção de *spawn*, que pode ser chamado também de matriz ou sementes, e deve ocorrer em laboratório, para garantir a eficiência no controle de contaminações. Esses inóculos irão colonizar grãos de cereais que por sua vez serão usados em substratos para produção de cogumelos; esta é uma das principais fases do cultivo, e pode garantir a uniformidade da colonização do substrato e boa frutificação. Neste estudo foram usados grãos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) e milho (*Zea mays*), que foram inoculados com micélios de Cogumelo Houbitake (*Pleurotus sajor-caju* FR. Singer). Os cereais apresentaram mesmo tempo de colonização: 13 dias. Já na eficiência de colonização, que foi medida pelo parâmetro nota, de 1 a 3, sendo, 1- fracamente adensado; 2 – moderadamente adensado e 3 – fortemente adensado, o sorgo se mostrou estatisticamente mais eficiente em relação ao milho, com notas médias de 2,65 e 1,76 respectivamente.

Palavras-chave: Sorgo. Milho. Cogumelo houbitake.

2 PRODUCTION OF SPAWNS IN CEREALS AVAILABLE REGIONALLY IN THE SOUTH OF TOCANTINS

ABSTRACT

Fungi have been following humanity since ancient times. They are differentiated organisms that can live in soil and water and participate in the cycling of nutrients in the environment. The production of edible mushrooms is an interesting activity and currently much researched. The process starts with the selection of a healthy mushroom - a fragment is removed to be inoculated in Petri dishes with adequate cultivation medium (potato – dextrose – agar can be used for mushrooms of the genus *Pleurotus*); this can guarantee a uniform and consistent production. The next step is the production of spawns, which can also be called matrix or seeds, and must take place in the laboratory, to ensure efficiency in contamination control. This inoculum will colonize cereal grains, which in turn will be used in substrates for mushroom production. This is one of the main stages of cultivation, and can guarantee uniformity of substrate colonization and good fruiting. In this study, grains of sorghum (*Sorghum bicolor* L. Moench) and corn (*Zea mays*) were used, which were inoculated with mycelia of Houbitake Mushroom or Gray Oyster (*Pleurotus sajor-caju* FR. Singer). Both cereals had the same colonization time: 13 days. In terms of colonization efficiency, which was measured by the score parameter, from 1 to 3,

being, 1- weakly densified; 2 – moderately dense and 3 – highly dense, sorghum was statistically more efficient in relation to corn, with average scores of 2.65 and 1.76 respectively.

Keywords: Sorghum. Corn. Houbitake mushroom.

2.1 INTRODUÇÃO

Os fungos são organismos diversificados, podem ser microscópicos ou macroscópicos, e estão presentes em diferentes ambientes, tanto aquáticos como terrestres (PEREIRA, 2019). Habitam o planeta Terra há aproximadamente 500 milhões de anos, algumas espécies são capazes de realizarem a ciclagem de nutrientes, transformando-os em fontes de alimento e compostos benéficos para a saúde humana (STEFFEN et al., 2021).

O metabolismo dos fungos é baseado em exoenzimas secretadas no meio para digestão do substrato, degradando moléculas complexas em moléculas menores que são assimiláveis pelo fungo (VIANA, 2018). Na natureza, sua reprodução se dá através dos esporos, que são estruturas microscópicas. Existem espécies que possuem reprodução assexuada, e outras, sexuadas (PEREIRA, 2019). O micélio cresce profusamente pela absorção de materiais alimentares (matéria orgânica, madeira podre, ou solo), e desenvolve uma estrutura reprodutiva portadora de esporos chamada corpo de frutificação ou cogumelo (BORAH et al., 2019; OLIVEIRA; NAOZUKA, 2020), que para os micólogos é denominada basidioma.

Uma das principais etapas na produtividade dos cogumelos é a tecnologia de produção do inóculo, também chamado de *Spawn*, semente, ou matriz, que possui a incumbência de manter uniformidade dos corpos de frutificação, precocidade, resistência a pragas e doenças (VIANA, 2018). Para a maioria dos cogumelos comestíveis ou não, a produção de matriz ou micélio segue a mesma técnica e recomendações (URBEN; OLIVEIRA, 2017). Ramos et al. (2019) destacam que na preparação dos inóculos deve-se usar matéria-prima que facilite o desenvolvimento micelial, promova a rápida colonização e possua elementos nutritivos essenciais.

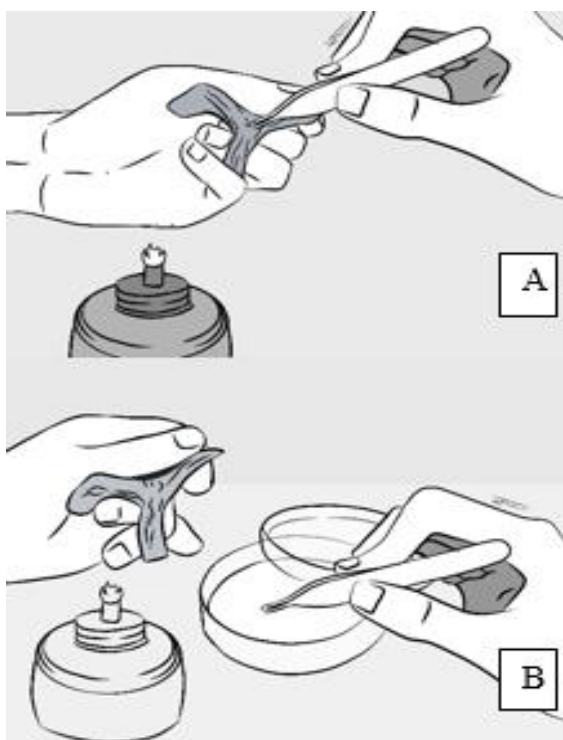
O substrato mais usado para cultivar os spawns são grãos de cereais (URBEN; OLIVEIRA, 2017), mas pode-se usar bagaços, farelos, serragens (RAMOS et al., 2019) e borra de café (GROFF; MARMENTINI; ALMEIDA, 2017).

O uso de grãos de cereais mostrou-se mais promissor devido serem mais arejados, dando agilidade na colonização do micélio e da facilidade da sua distribuição no substrato de cultura (RAMOS et al. 2019).

Segundo Farnet et al. (2014), para cultivadores de cogumelos que produzem seu próprio inóculo, a qualidade do *Spawn* é o primeiro obstáculo, já que é necessário ter padrões de qualidade bem definidos. Mas a maioria dos produtores não dominam esta tecnologia e nem possuem local em condições ambientais controladas, necessário para o desenvolvimento (RAMOS et al., 2019).

A produção da matriz inicia-se com a escolha de um cogumelo de boa aparência e saudável. Um pequeno pedaço de tecido interno do píleo fresco é removido assepticamente com uma pinça estéril; posteriormente faz-se o isolamento do fungo em placas de Petri com meio de cultura, sendo o mais utilizado, Batata Dextrose Ágar – BDA, (Figura 2) (BELLETTINE; FIORDA; BELLETTINE, 2015; JEGADEESH et al., 2018), nesse processo obtém-se a matriz primária, que deve ser desenvolvida em laboratório buscando evitar contaminações por outros fungos, bactérias ou insetos.

Figura 2: retirada de um fragmento do interior do cogumelo (A); Inoculação do fragmento em BDA na placa de Petri (B)



Fonte: autoria própria (2021).

Na produção de matrizes secundárias, que é o material usado para inocular substratos e produzir cogumelos, chamados de inóculo, *Spawn* ou semente, fragmentos do meio de cultura com matriz primária são inoculados em substratos à base de grãos de cereais, como trigo, sorgo, milho, entre outros (FERREIRA; ALMEIDA NETO; ASSUNÇÃO, 2020; URBEN;

CORREIA, 2017). Dentre os fatores relacionados à alta produtividade de cogumelos, a tecnologia de produção de *Spawns* é um dos mais importantes (BORAH et al., 2019; VIANA, 2018).

Matrizes de boa qualidade são resistentes à contaminação, propiciando benefício econômico ao cultivador; quando por algum motivo apresentarem má qualidade, são o principal problema na produção de cogumelos (BORAH, et al., 2019).

O *Spawn* ideal para uso deve ter como atributos preparação fácil, pouca necessidade de espaço, baixo custo, crescimento rápido de micélio e alto rendimento de frutificação, podendo ser usado após longo período de armazenamento com pouca ou nenhuma perda de produtividade (ZHANG et al., 2019).

Apesar da importância da produção de matrizes para o cultivo de cogumelos, pouco se sabe sobre suas interferências na eficiência da produção de cogumelos, sendo interessante sua investigação (VIANA, 2018).

A escolha dos substratos a base de grãos pode variar de acordo com a região: a preferência do tipo de cereal dependerá da oferta local, visando o barateamento do processo de produção de *Spawns*.

2.2 MATERIAL E MÉTODO

A primeira etapa no cultivo de cogumelos inicia-se com o crescimento micelial *in vitro* em meios de cultura, chamado de matriz primária, posteriormente transferida para substrato sólido, constituído de algum cereal, nomeada como matriz secundária, *Spawn* ou semente, e então utilizado como inóculo para produção de cogumelos (VIANA, 2018).

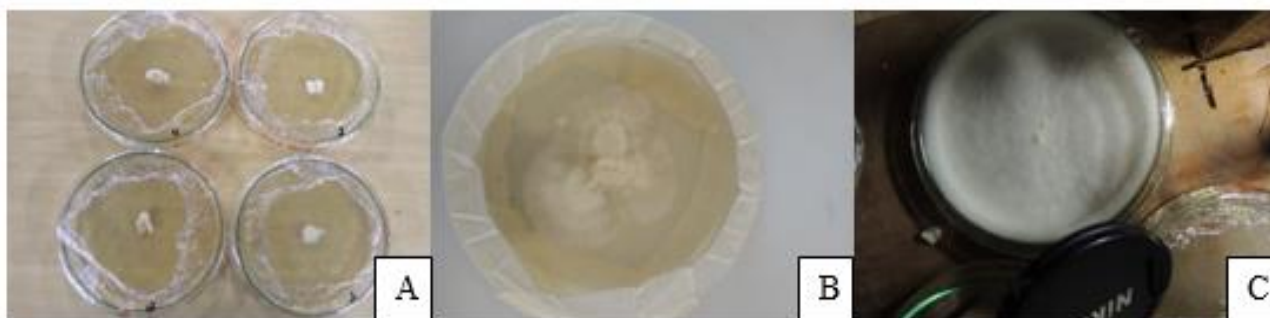
O inóculo de *Pleurotus sajor-caju* (Fr) Singer usado nesta pesquisa foi cedido pelo Laboratório de Compostos Bioativos (LACOMBI), e identificado como PSC/AUG, as siglas correspondem ao gênero e espécie do cogumelo, seguido por 3 dígitos referentes ao doador.

O meio de cultura Batata-Dextrose-Ágar foi preparado no laboratório do Centro de Monitoramento Ambiental e Manejo do Fogo (CEMAF). A cada preparo de inóculos, em Erlenmeyer, 40 gramas do meio de cultura BDA Kasvi® foram diluídos em 1 litro de água deionizada. Os frascos contendo meio de cultivo foram posteriormente, autoclavado a 121°C por 20 minutos. Ao final da autoclavagem, logo antes do plaqueamento, um comprimido de amoxicilina de 500 mg/L foi diluído no meio de cultura, que foi vertido nas placas de Petri, na câmara de fluxo laminar previamente esterilizada com luz ultravioleta e álcool 70°.

2.2.1 Repicagem da matriz primária

Esse processo foi executado na câmara de fluxo laminar do Laboratório de Fitopatologia, esterilizada com luz ultravioleta e álcool 70%. Fragmentos do inóculo de PSC/AUG foram repicados em 12 placas de Petri com meio BDA, para a crescimento micelial. As matrizes secundárias ficaram 15 dias em câmara B.O.D., na ausência de luz a $25\text{ °C} \pm 2$; quando o crescimento do micélio foi completado, separou-se seis placas para nova repicagem, e mais 30 placas foram inoculadas e o processo de incubação em câmara B.O.D. foi repetido. Todo material foi depositado no laboratório do Centro de Monitoramento Ambiental e Manejo do Fogo (CEMAF/UFT), campus Gurupi e conservado sob refrigeração a 4 °C .

Figura 3: Fragmento inoculado (A); Colonização (B); Placa totalmente colonizada (C)



Fonte: autoria própria (2020).

2.2.2 Preparação dos *spawns*

Para a produção de *Spawns* foram utilizados sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) e milho (*Zea mays* L.). Os cereais foram lavados, submersos em água e fervidos por 20 minutos, conforme Figueiró e Graciolli (2011) modificado. Após o procedimento, os grãos foram despejados em uma peneira de malha 55, coberta com um pano de algodão para drenar o excesso de água por 2 horas.

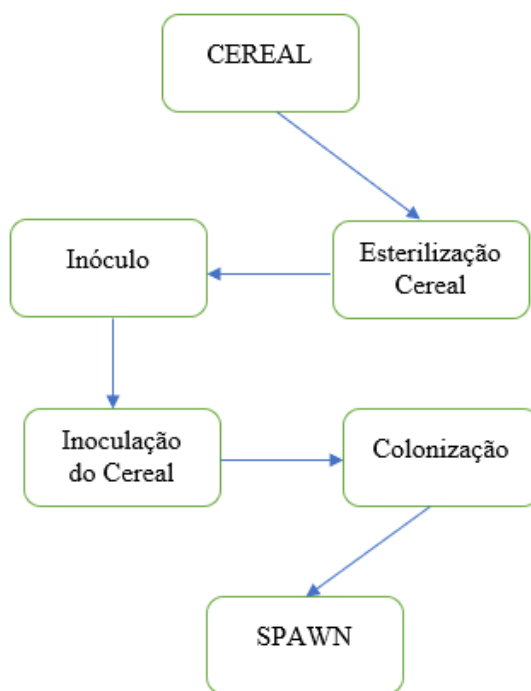
Depois de escorridos, foram colocados 300 g dos cereais em 47 potes de vidros reutilizados, com capacidade para 500 ml, as tampas foram furadas com auxílio de uma furadeira doméstica, a abertura foi vedada com três camadas de esparadrapo microporoso, para possibilitar a troca gasosa sem haver contaminação.

Os vidros foram autoclavados por 2 horas a 121 °C . Após o resfriamento dos cereais esterilizados, estes foram inoculados com pedaços de micélio do PSC/AUG, de

aproximadamente 5 x 5 cm e colocados em B.O.D. a $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$, no escuro, por 13 a 20 dias, até observar a completa colonização.

Os vidros foram colonizados em 13 dias e armazenados sob refrigeração a $4\text{ }^{\circ}\text{C}$ no CEMAF, e LACOMBI.

Figura 4: Diagrama do preparo do *Spawn*



Fonte: Ramos *et al.* (2019) modificado.

O vigor micelial foi avaliado pelo critério subjetivo de notas (1- fracamente adensado; 2 – mediamente adensado e 3 – fortemente adensado) conforme Palheta *et al.*, 2011.

Figura 5: Grãos de sorgo inoculados



Fonte: autoria própria (2021).

Figura 6: Grãos com 3 dias de inoculação



Fonte: autoria própria (2021).

Posteriormente, os vidros com os inóculos foram deixados sob refrigeração de 4 a 8 °C no laboratório do CEMAF/UFT, até o momento de serem usados para inocular substratos.

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, correspondente às 12 placas de Petri colonizadas com quatro repetições, totalizando 47 potes de produção. Os resultados foram obtidos através da análise de variância (ANOVA), e pelo teste Tukey ($p \leq 0,05\%$).

2.3 RESULTADO E DISCUSSÃO

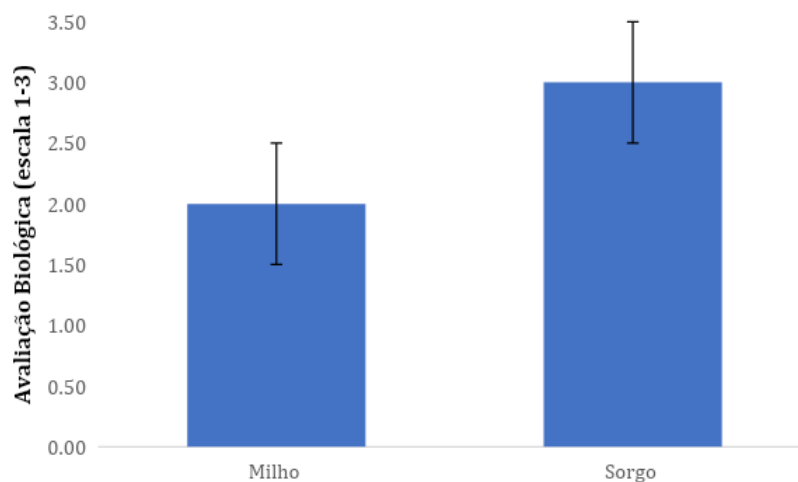
2.3.1 Crescimento micelial

Em dois experimentos preliminares, foram testados milho (*Pennisetum glaucum*) e cevada (*Hordeum vulgare*) para a obtenção dos *Spawns* na cultura de cogumelos. No caso do primeiro cereal, os grãos contaminaram 100%, sendo descartado seu uso. A cevada, apresentou bom desempenho na corrida micelial, porém não existia a disponibilidade local e o preço do material inviabilizava o projeto, chegando a custar quatro vezes mais que os demais substratos. Por apresentarem valores acessíveis e de fácil aquisição, os grãos de sorgo (*Sorghum bicolor* L. Moench) e milho (*Zea mays* L.) foram escolhidos para o estudo.

Comumente a eficiência biológica expressa a produtividade do cultivo de cogumelos, neste trabalho foi adotado a escala numérica visual (EVN, 1-3) para avaliar diferença no crescimento micelial nos substratos de sorgo e milho.

A maior eficiência biológica obtida pela escala visual foi encontrada quando utilizado *Spawns* contendo sorgo em seu substrato, cerca de 3 % maior em relação ao milho. No entanto, não foi observado uma uniformidade entre os *Spawns* de sorgo e milho, divergindo bastante na avaliação biológica dentro da escala (Figura 7).

Figura 7: Avaliação Biológica de crescimento micelial para os substratos sorgo e milho seguindo escala numérica visual (EVN, 1-3).



Fonte: autoria própria (2022).

A literatura mostra que os grãos mais utilizados na produção de *spawns* são trigo, sorgo, milho e arroz (ALMEIDA et al., 2018; DEHARIYA e VYAS, 2013; FIGUEIRÓ e GRACIOLLI, 2011; JATWA et al., 2017; SILVA et al., 2020; SINGH, MAHENDRA e SHEKHAR, 2020), Borah et al. (2019) destacam que sorgo, milho e milheto são os melhores cereais para a produção de *Spawns*, e o uso de determinado cereal depende majoritariamente da fácil disponibilidade para aquisição. Por serem cereais que fazem parte dos cultivos regionais mais comuns, são de fácil obtenção.

Jatwa et al (2017), descreveram que o tempo necessário para que micélios de *P. florida*, *P. sajor-caju* e *P. eous*, colonizarem grãos de sorgo foi de nove dias. No experimento de Silva et al. (2020) o mesmo cereal foi colonizado em 20 dias, por inóculos de *P. ostreatus*.

Neste estudo os grãos de sorgo e milho, que foram colonizados, levaram 13 dias para completarem a corrida micelial de *Pleurotus sajor-caju*, em B.O.D. a $25\text{ }^{\circ}\text{C} \pm 2$.

Os grãos de sorgo, tiveram melhor desempenho visual em relação ao tempo quando comparados com os grãos de milho, como demonstrado na Tabela 1.

O tempo de colonização do substrato é variável e depende da espécie de cogumelo (MOREIRA, 2019).

Jegadeesh et al. (2018) encontraram em seu estudo, para arroz, 16 dias, trigo 14 dias, e sorgo e milheto 12 dias, de tempo para colonização - um resultado semelhante ao desta pesquisa, o milho não foi amostrado. Jarial et al. (2020) encontraram em teste com diversos cereais que o milho teve o terceiro melhor desempenho de colonização com micélios de

Pleurotus cornucopiae, 11 dias, e a cevada, 13 dias, ainda na mesma pesquisa, sorgo foi colonizado com sete dias seguido de grãos de trigo, com oito dias.

Gupta e Sharma (2014) com objetivo de encontrar o melhor substrato para produção de *Spawns*, e usando como método tempo em dias que os inóculos de *P. sajor-caju* levavam para completarem a colonização, produziram em grãos de arroz, trigo e grama, encontrando o melhor resultado nos grãos de arroz.

Neste trabalho os parâmetros para inoculação do sorgo e milho foram os mesmos, mas houve preferência do micélio pelo sorgo em relação ao milho (Fig. 8).

Figura 8: Grãos de sorgo e milho com 13 dias de colonização, da esquerda para direita notas 3, 2 e 1



Fonte: autoria própria (2021).

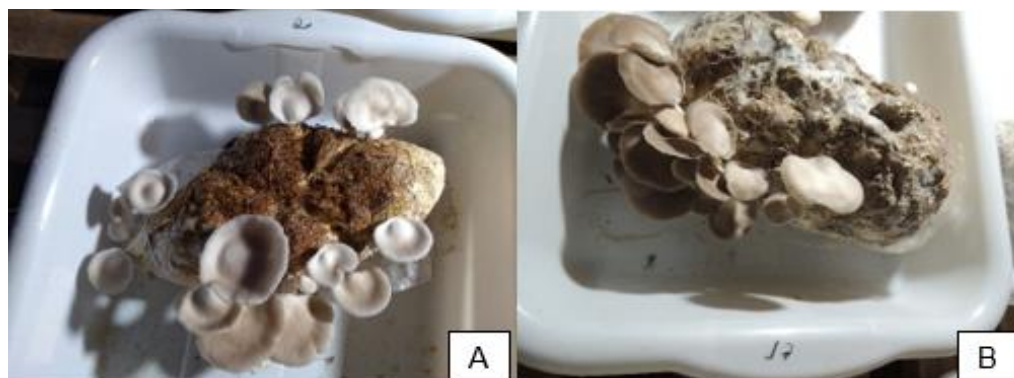
Fatores como qualidade do cereal, idade do inóculo, temperatura, umidade do grão podem interferir na corrida micelial (BORAH et al., 2019). Segundo Borah et al. (2019) sorgo por ser um grão de tamanho reduzido, comparado ao milho pode ter favorecido a corrida micelial. Outro fator que pode ser sugerido, é a qualidade do grão de milho, que pode não ter sido ideal para a corrida micelial.

2.3.2 Frutificação

Avaliando o tamanho dos píleos dos cogumelos colhidos, pode-se classificá-los entre 2 e 7 cm, não havendo diferença significativa entre os substratos. Bem como para os blocos que apresentaram desenvolvimento satisfatório, não foi verificada diferença significativa entre os grãos de milho e sorgo inoculados ($p > 0,05$). Mas outros fatores podem ter influenciado na produtividade, como concentração de CO_2 , ou granulometria do substrato.

Na Figura 9, substrato de palha de gueroba moída inoculada com sorgo (A) e milho (B).

Figura 9- Blocos com frutificações, A inoculado com PSC/AUG no sorgo e B no milho, ambos com desenvolvimento semelhante



Fonte: autoria própria (2021).

Jatwa et al (2017), realizaram cultivos com substratos de sementes de *Pleurotus sajor-caju* inoculando palha de arroz, em que os spawns de grãos de sorgo tiveram 125,8% de eficiência biológica, seguido pelo milho que obteve 125%. Ferreira, Almeida Neto e Assunção (2020) relatam que obtiveram 20,36% de produtividade em substrato à base de *Paspalum notatum* Flüggé, grama Batatais, inoculada com spawns de sorgo.

O sorgo é preferido entre vários autores. Urben e Oliveira (2017), elencam que se pode usar diversos tipos de cereais, mas indicam o sorgo como substrato ideal para o cultivo de spawns. Borah et al. (2019) recomendam que as inoculações sejam feitas em grãos menores, como sorgo e milheto, grãos maiores como o milho, apresentam maior área, sendo necessário maior quantidade para inocular os substratos.

Na Tabela 1, mostra que o tempo em dias para frutificação variou, porém, a produtividade não apresentou diferenças significativas entre os substratos.

Tabela 1 – Relação peso fresco da frutificação, com o tempo inicial das frutificações, produtividade e substrato utilizado

Substrato Utilizado	Peso bruto (g) *	Tempo (dias)	Produtividade e (%)
Milho	47,42±1,12	16	11,36
Sorgo	48,28±0,83	14	11,63

*Média e desvio padrão do Peso bruto dos *Spaws* após colonizados.

Outros fatores, como temperatura, umidade, teor de CO₂, também podem ter influenciado nos resultados de frutificação, mas os substratos inoculados com os diferentes *Spawns* testados frutificaram satisfatoriamente. Outros estudos são necessários para ajustes no

substrato lignocelulósico, e aumentar a eficiência biológica, que é a taxa de bioconversão dos substratos (biomassas vegetais) em biomassa fúngica (micélio), e a produtividade.

2.4 CONCLUSÃO

O estudo demonstrou que os grãos de sorgo são mais eficientes na propagação do micélio, para produção de *Spawns*. O milho apesar de ter tido uma menor eficiência, também pode ser uma alternativa viável, caso o sorgo esteja indisponível, ou o custo compense a mudança.

Deve-se buscar grãos que estejam disponíveis no comércio e que tenham o valor acessível, para que a produção de *Spawns*/sementes/inóculo seja economicamente viável.

2.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, A. C. P. S. de; SILVA, L. M. de M. M. da; BRITO NETO, J. S.; GUEDES-CELESTINO, E. L. F.; SILVA, J. M. da; SILVA, C. dos S; NASCIMENTO, M. da S.; CRISTO, C. C. N. de; SANTOS, T. M. C.dos. Cultivo axênico de cogumelos comestíveis em resíduos agroindustriais. *Revista Craibeiras de Agroecologia*, v. 3, n. 1, p., 2018.

BELLETTINI, M. B.; FIORDA, F. A.; BELLETTINI, S. **Aspectos gerais do cultivo de cogumelo *Pleurotus ostreatus* e djamor pela técnica Jun-Cao**. 1ª Ed. Apprehendere, Guarapuava – PR, 2015, 92 p.

BORAH, T. R.; SINGH, A. R.; PAUL, P.; TALANG, H.; KUMAR, B.; HAZARIKA, S. **Spawn production and mushroom cultivation technology**. ICAR Research Complex for NEH Region, Meghalaya, India, 2019, 46p.

CABRERA, L. C.; CONSTANTINO, L.V.; ANTUNES, P. dos S.; GONÇALVES, L. S. A.; CORTE, L. E.-D. Caracterização da produção de cogumelos comestíveis: estudo de caso na região de Londrina, Paraná. **Research, Society and Development**, v. 9, n. 7, p. 1-14, 2020.

CARRASCO, J.; ZIED, D. C.; PARDO, J. E.; PRESTON, G. M.; PARDO-GIMENEZ, A. Supplementation in mushroom crops and its impact on yield and quality. **AMB Express**, v.8, n. 146, 2018.

DEHARIYA, P.; VYAS, D. Effect of different agro-waste and their combinations on the yield and biological efficiency of *Pleurotus sajor-caju*. **Journal of Pharmacy and Biological Science**, v. 8, n. 3, p. 60-64, 2013.

FARNET, A.-M.; QASEMIAN, L.; PETER-VALENCE, F.; RUAUDEL, F.; SAVOIE, J.-M.; ROUSSOS, S.; GAIME-PERRAUD, I.; ZIARELLI, F.; FERRÉ, E. Do spawn storage conditions influence the colonization capacity of a wheat-straw-based substrate by *Agaricus subrufescens*? **Comptes Rendus Biologies**, v. 337, p.443-450, 2014.

FERREIRA, D. G.; ALMEIDA NETO, O. B.; ASSUNÇÃO, L. S. Utilização da técnica Jun-Cao para o cultivo de cogumelos comestíveis no Brasil. **Caderno de Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia – CPTT**, v. 2, n. 1, 2020.

FIGUEIRÓ, G. G.; GRACIOLLI, L. A. Influência da composição química do substrato no cultivo de *Pleurotus florida*. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 35, n.5, p. 924-930, 2011.

GROFF, D. B.; MARMENTINI, J.; ALMEIDA, D. J. de. Produção de sementes. In: STUTZ, H. e ALVAREZ, D. C, (Org.). **Produção de cogumelos: uma experiência na região centro-sul do Paraná**. Ed. CRV, Curitiba – PR, 2017, 124 p.

GUPTA, A.; SHARMA, P. Comparative study of different grains on spawn development of *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer. **International Journal of Plant Sciences**, v. 9, p. 190-192, 2014.

HAN, N. S.; AHMAD, W. A. N. W.; ISHAK, W. R. W. Quality characteristics of *Pleurotus sajor-caju* powder: study on nutritional compositions, functional properties and storage stability. **Sains Malaysiana**, n. 45, v.11, p. 1617–1623, 2016.

JARIAL, R. S.; SHARMA, A. K.; JARIAL, K.; JANDAİK, S. Evaluation of different grain substrates for the spawn production of *Pleurotus cornucopiae*. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 9, n. 6, p. 1689-1700, 2020.

JATWAN, T. K.; APET, K. T.; SINGH, R.; SAYYED, K. S.; KADAM, V. Evaluation of different grains used for production of spawn material and utilization of spawn material for cultivation of *Pleurotus* spp. **The Bioscan**, v.12, n. 1, p. 349-353, 2017.

JEGADEESH, R.; LAKSHMANAN, H.; KAB-YEUL, J.; SABAR-ATNAM, V.; RAAMAN, N. Cultivation of pink oyster mushroom *Pleurotus djamor* var. *roseus* on various agro-residues by low cost technique. **Journal of Mycopathological Research**, v.56, n. 3, p. 213-220, 2018.

MARTINS, O. G.; ABILIO, D. P.; SIQUEIRA, O. A. P. A.; RONCHESEL, M.; ANDRADE, M. C. N. de. Sobra de alimentos como alternativa para a formulação de novos substratos para o cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Basidiomycota, Fungi). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá – PR, v.11. n. 2, p. 505-518, 2018.

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.)**. 2019. 94 p. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências Agrônomicas, Botucatu, 2019.

OLIVEIRA, A. P.; NAOZUKA, J. Enriquecimento elementar por meio de cultivo: plantas e cogumelos. **Revista Química Nova**, v. 43, n. 9, p. 1277-1293, 2020.

PALHETA, R. A.; VIEIRA, J. N.; NEVES, K. C. da S.; TEIXEIRA, M. F. S. Crescimento micelial vertical de duas espécies de *Pleurotus* em resíduo agroindustrial da amazônia utilizando planejamento fatorial. **Caderno de Pesquisa, Série Biologia**, v. 23, n. 3, p. 52-59, 2011.

PEREIRA, Larissa Trierveiler. **FANCs de Angatuba**: fungos alimentícios não convencionais de Angatuba e região. Ed. Simplíssimo, Epub, 1. ed. - Porto Alegre, 2019, 70p.

RAMOS, A. C. M.; MACHADO, M. H. N.; SAPATA, M. M. R. L.; QUINTANILLA, M. J. B. **Cogumelos**: produção, transformação e comercialização. Editora Agrobook, 2. Ed. -Porto, Portugal, 2019, 135p.

RATHOD, M. G.; GADADE, R. B.; THAKUR, G. M.; PATHAK, A. P. Oyster mushroom: cultivation, bioactive significance and commercial status. *In*: DESHMUKH, R. S.; BHOSALE, H. J.; CHAHAL, K. S.; MUTHUKUMARAN, M. (ed.). **Frontiers in Life Science**. Bhumi Publishing, 1. ed. - Índia, 2021, p. 21-30.

SILVA, R. M.; CARMO, C. O. do; OLIVEIRA, T. A. S. de; FIGUEIRÊDO, V. R. de; DUARTE, E. A. A.; SOARES, A. C. F. Biological efficiency and nutritional value of *Pleurotus ostreatus* cultivated in agroindustrial wastes of palm oil fruits and cocoa almonds. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 87, p. 1-10, 2020.

SINGH, U. P.; MAHENDRA; SHEKHAR, C. Evaluation of different varying amounts of spawn production on oyster mushrooms. **International Journal of Chemical Studies**, v.8, n. 3, p. 1246-1248, 2020.

STEFFEN, G. P. K.; STEFFEN, R. B.; HANDTE, V. G.; COSTA, A. F. P.; PIAIA, A.; MORAIS, R. M. de. **Produção de cogumelos comestíveis em substratos orgânicos**. Circular Técnica, Porto Alegre: SEAPDR/DDPA, 2020, 38 p.

STEFFEN, G. P. K.; STEFFEN, R. B.; PIAIA, A.; HANDTE, V. G.; COSTA, A. F. P.; MORAIS, R. M. de. **Aspectos técnicos sobre a produção de cogumelos comestíveis em substratos orgânicos**. *In*: S. A. BARBOSA JUNIOR (Org.) As vicissitudes da pesquisa e da teoria nas ciências agrárias 5. Atena Editora, 2021, p. 44-61.

URBEN, A. F. **Produção de cogumelos por meio da tecnologia chinesa modificada**: biotecnologia e aplicações na agricultura e saúde. 3ª ed. Brasília – DF, Embrapa, 2017, 274p.

URBEN, A. F.; CORREIA, M. J. Biologia, morfologia, fisiologia e reprodução de cogumelos. *In*: URBEN, A. F. (Ed. Tec.). **Produção de cogumelos por meio da tecnologia chinesa modificada**: biotecnologia e aplicações na agricultura e saúde. 3ª ed. Brasília – DF, Embrapa, 2017, 274p.

URBEN, A. F.; OLIVEIRA, H. C. B. de. Formulação e preparo de meios de cultura para a produção de “sementes”. *In*: URBEN, A. F. (Ed. Tec.). **Produção de cogumelos por meio da tecnologia chinesa modificada**: biotecnologia e aplicações na agricultura e saúde. 3ª ed. Brasília – DF, Embrapa, 2017, 274p.

VIANA, S. R. F. **Influência de diferentes condições de preparo do spawn na capacidade de aumento de produtividade de *Pleurotus ostreatus***. 2018. Tese. 65p. Doutora em Agronomia. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu. 2018.

VIEIRA, F. R.; ANDRADE, M. C. N. de. Optimization of substrate preparation for oyster mushroom (*Pleurotus ostreatus*) cultivation by studying different raw materials and substrate

preparation conditions (composting: phases I and II). **World Journal of Microbiology Biotechnology**, v.32, n.190, p. 1-9, 2016.

ZHANG, W.-R.; LIU, S.-R.; KUANG, Y-B; ZHENG; S.-Z. Development of a Novel Spawn (Block Spawn) of an Edible Mushroom, *Pleurotus ostreatus*, in Liquid Culture and its Cultivation Evaluation. **Mycobiology**, v.47, n.1, p. 97-104, 2019.

3 CULTIVO DO COGUMELO *Pleurotus sajor-caju* EM SUBSTRATO DE PALHA DE GUEROBA COM SUPLEMENTAÇÃO ALTERNATIVA

RESUMO

No Brasil, o cultivo de cogumelo tem sido amplamente estudado por sua funcionalidade, sendo utilizado como alimento nutracêutico. É uma cultura que possibilita usar diversos tipos de resíduos lignocelulósicos, que normalmente seriam descartados na natureza, causando considerável impacto ambiental. Este trabalho buscou determinar a viabilidade do cultivo do cogumelo Houbitake - *Pleurotus sajor-caju*, em ambiente minimamente asséptico e com o uso de resíduos alternativos regionais, a composição do substrato base foi de palha de gueroba, *Syagrus oleracea*, resíduo do palmito amargo muito apreciado e comercializado nas feiras locais na região, e com 3 tipos de suplementação: composto, oriundo de compostagem de restos orgânicos (frutas, legumes e verduras), cedidos por 2 mercados, polpa do jatobá - *Hymenaea courbaril*, farinha da casca do pequi - *Caryocar brasiliense*. A composição dos macro e micronutrientes analisados demonstraram uma rica diversidade, benéfica ao cultivo, mas a eficiência biológica e produtividade ficaram abaixo do comumente encontrado em outras pesquisas, com substratos mais usados, tais como palhas de soja e feijão, bagaço de cana-de-açúcar, suplementados com cereais, principalmente o trigo preconizado por outros autores. O uso de aditivos ao substrato não contribuiu para o aumento da Eficiência Biológica atingindo no máximo 33,93% verificado com o uso do resíduo puro de gueroba, e a Produtividade máxima (11,37%) foi encontrada utilizando o substrato de gueroba suplementado com 10% de polpa de jatobá.

Palavras-chave: Resíduos. Houbitake. Ambiente asséptico.

3 CULTIVATION OF HOUBITAKE MUSHROOM IN GUEROBA STRAW SUBSTRATE WITH ALTERNATIVE SUPPLEMENTATION

ABSTRACT

In Brazil, mushroom cultivation has been widely studied for its functionality, being used as food and medicine, it is a culture that makes it possible to use different types of lignocellulosic residues, which would normally be discarded in nature, causing considerable environmental impact. This work aimed to determine the viability of the cultivation of the Houbitake mushroom - *Pleurotus sajor-caju*, in a minimally axenic environment and with the use of alternative regional residues, the composition of the base substrate was gueroba straw - *Syagrus oleracea*, residue from the bitter palm heart, much appreciated and sold at local fairs, and with 3 types of supplementation: compost, coming from composting organic remains (fruits, vegetables and greens), provided by 2 markets, jatobá pulp - *Hymenaea courbaril*, flour from husks do pequi - *Caryocar brasiliense*. The composition of the macro and micronutrients analyzed showed a rich diversity, beneficial to the crop, but the biological efficiency and productivity were below what is commonly found in other researches, with the most used

substrates, such as soybean and bean straw, sugarcane bagasse, supplemented with cereals, mainly wheat recommended by other authors. The use of additives to the substrate did not contribute to the increase in Biological Efficiency reaching a maximum of 33.93% verified with the use of pure gueroba residue, and the maximum Productivity (11,37%) was found using the gueroba substrate supplemented with 10% jatobá pulp.

Key words: Waste. Houbitake. Aseptic Environment.

3.1 INTRODUÇÃO

Os estudos sobre cultivo de cogumelos comestíveis têm sido impulsionados a cada ano, em decorrência das descobertas dos seus valores nutritivos, medicinais, e devido ao aumento de dietas saudáveis, onde são considerados o alimento do futuro (MARTINS et al., 2018; SINGH; MAHENDRA; SHEKHAR, 2020). Do ponto de vista nutricional, pode ser consumido por todas as faixas etárias e ocupam um lugar entre a carne e os vegetais (BORAH et al., 2019); possuem poucas calorias, sem gorduras, colesterol e glúten, com baixo teor de sódio, além de minerais como potássio, ferro, cobre, zinco e manganês (SINGH; MAHENDRA; SHEKHAR, 2020).

Sua produção mundial que no final da década de 1970 era de 1 bilhão de quilos, passou para 34 bilhões de quilos em 2013; se comparado com o crescimento da população mundial que foi de 1,7 vezes, o cultivo de cogumelos cresceu 30 vezes no mesmo período (ROYSE; BAARS; TAN, 2017).

Os cogumelos do gênero *Pleurotus*, também conhecidos como cogumelos ostras, e que causam a podridão branca da madeira, podem ser cultivados em diversos substratos agroindustriais que possuam em sua composição celulose, hemicelulose, lignina, amido, pectina e proteínas (FIGUEIRÓ; GRACIOLLI, 2011). Estão entre os cogumelos mais produzidos mundialmente, ocupando terceiro lugar no ranking dos mais cultivados, entretanto devido sua rusticidade e facilidade de se desenvolver em diferentes substratos vegetais/agroindustriais, este ranking pode mudar, elevando o *Pleurotus* spp a primeiro lugar (VIANA, 2018; URBEN, 2017).

Essa espécie, requer um curto tempo de crescimento, em comparação com outros cogumelos. Seu corpo de frutificação não é frequentemente atacado por doenças e pragas e pode ser cultivado de forma simples e barata, com alto rendimento, maior utilização de substrato, evitando produção de esporos, ampla temperatura e tolerância química, bem como biorremediação ambiental (BELLETTINE et al., 2019).

No Brasil, em razão à falta de conhecimento, de tradição e o elevado valor de mercado, o consumo em média é de apenas 200 gramas *per capita* por ano, o que é considerado baixo quando comparado aos países asiáticos que consomem de 4 a 8 quilos anualmente, França e Alemanha 4 quilos/ano e Itália 1,3 quilo/ano (PAZZA et al., 2019; URBEN; OLIVEIRA, 2017). Apesar da produção ainda escassa, e os maiores cultivadores estarem nas regiões sul e sudeste, o mercado interno é promissor na expansão do consumo dos cogumelos, dependendo apenas de maior divulgação das propriedades nutritivas e nutraceuticas (BELLETTINI; FIORDA; BELLETTINI, 2015). O aumento da produção pode tornar os cogumelos um alimento acessível para a população, contribuindo até para o combate da desnutrição (FERREIRA; ALMEIDA NETO; ASSUNÇÃO; 2020).

As práticas florestais e agrícolas causam relevante quantidade de resíduos lignocelulósicos, que contribuem para poluição ambiental, e são decompostas com facilidade por enzimas lignocelulolíticas secretadas por cogumelos do gênero *Pleurotus* (FASEHAH; SHAH, 2017). A fungicultura pode unir diversas características positivas em um único processo: fornece uma fonte de alimento nutritiva, diminui a quantidade de resíduos descartados no meio ambiente e permite uma fonte de renda que pode auxiliar no desenvolvimento sustentável regional (AGUIAR, 2016; BETT, 2016).

Técnicas de cultivo vêm sendo cada vez mais estudadas, objetivando melhorar a qualidade do produto, aumentar a produtividade e diminuir custos de produção (FERREIRA; ALMEIDA; NETO; ASSUNÇÃO; 2020). A utilização de substratos vegetais à base de palha (feijão, soja, capim etc.), tem vindo a assumir uma importância crescente na cultura de cogumelos, principalmente para as espécies do gênero *Pleurotus* (RAMOS et al., 2011); o cultivo de cogumelos comestíveis, pode ser classificado como uma cultura sustentável, por aproveitar resíduos agrícolas e florestais, por precisar de áreas pequenas e ter altos níveis de produtividade ao final do ciclo (OLIVEIRA; NAOZUKA, 2020). Outro aspecto que deve ser destacado, é o fato de seu substrato após ser exaurido pelos cogumelos, poder ser usado para forragem e /ou alimentação de animais, na compostagem e vermicompostagem ou proteção do solo, não deixando resíduos indesejáveis no ambiente (ALMEIDA, et al., 2019; MACHADO, 2019).

Outra etapa importante na preparação do substrato, é a suplementação, que normalmente é feita com farelos de diversos cereais. Segundo Carrasco, et al. (2018) a suplementação consiste em adicionar corretivos nutricionais aos substratos, para aumentar a produtividade.

Pouco se sabe a respeito da utilização de substratos à base de sobra de alimentos para o cultivo de cogumelos (MARTINS, et al., 2018), e combinação com resíduos de gueroba, mesocarpo de jatobá e farinha da casca de pequi até o momento não foram testadas.

A gueroba ou guariroba (*Syagrus oleracea* (Mart.) Becc.) é uma palmeira nativa do Cerrado e produz palmito de gosto amargo, muito apreciado localmente; é extraído da natureza geralmente de maneira extrativista e vendido em feiras livres. A sua utilização econômica abrange diferentes áreas, devido às suas possibilidades e potencial alimentar, aromático, forrageiro, medicinal e paisagístico (REIS; PINTO; FALEIRO, 2016).

Por não apresentar perfilho e rebrota, para a retirada do palmito a planta precisa ser abatida, o que acarreta sérios problemas na regeneração e conservação da espécie (REIS; PINTO; FALEIRO, 2016). A redução de áreas com vegetação nativa no Brasil Central, devido ao desmatamento descontrolado, vem reduzindo o tamanho das subpopulações de gueroba (SILVA-CARDOSO; SOUZA; SCHERWINSKI-PEREIRA, 2017).

Alguns estudos sobre cultivo comercial da palmeira *Syagrus oleracea* (Mart.) Becc, têm sido realizados no Estado de Goiás (REIS et al., 2017; SILVA-CARDOSO; SOUZA; SCHERWINSKI-PEREIRA, 2017; PINTO et al., 2012), mas por ainda não ser uma espécie domesticada, sua cadeia produtiva apresenta dificuldades para expandir (REIS; PINTO; FALEIRO, 2016). Não foram encontradas na literatura pesquisas sobre a produção de gueroba no Tocantins, e a retirada desordenada do palmito pode acarretar sua extinção local.

O jatobá, *Hymenaea courbaril* Linn, é uma espécie arbórea, da família Leguminosae que ocorre no Cerrado; sua madeira possui média resistência ao ataque de insetos, sendo muito utilizada na construção civil em caibros, vigas, acabamentos internos e assoalho e na fabricação de móveis (LORENZI, 2020; SOUSA et al., 2012). Seu fruto é uma vagem lenhosa, glabra, oblonga a cilíndrica, medindo de 8 a 15 cm de comprimento, com endocarpo farináceo comestível, de cor amarela, e altos teores de fibras, cálcio, potássio, magnésio e zinco (RAMOS et al., 2018; SOUSA et al., 2012).

Segundo Lorenzi (2020) suas sementes são de fácil germinação e suas árvores são ideais para reflorestamento e arborização de parques.

Caryocar brasiliense Cambess, pequi, é um fruto característico do Cerrado, muito apreciado em pratos típicos regionais, pode ser consumido tanto *in natura* quanto cozido em diversos acompanhamentos, também usado na medicina popular, sua polpa é rica em lipídeos, fibras, carotenóides e potássio (ARRUDA; CRUZ; ALMEIDA, 2012). Seu fruto apresenta casca (pericarpo) de coloração verde, com polpa amarela alaranjada e amêndoa coberta com espinhos finos de 2 a 5 mm de comprimento (BATISTA; SOUSA, 2019), a casca apresenta alto

teor de fibras alimentares, quando maduro representa cerca de 84% do peso, a polpa representa 10% e a semente 6% do peso total (COSTA; PINTO, SOARES, 2017).

Apesar de estudos mostrando a importância dos subprodutos do fruto do pequi, normalmente são descartados, gerando um volume grande de resíduos, principalmente as cascas.

A matéria orgânica representa aproximadamente 50% de todo resíduo produzido no Brasil, e sua reciclagem é relativamente simples, sem a necessidade de técnicas muito avançadas ou maquinário sofisticado (MMA, 2017).

A compostagem transforma resíduos orgânicos em fertilizante, sendo uma boa alternativa de reutilização de restos de legumes, frutas, verduras, que iriam para o aterro sanitário (SOUZA; SOUZA; PANATIERI, 2020), que se descartada de forma inadequada, acarreta sérios danos ao meio ambiente (FIGUEIREDO, et al., 2019). A decomposição da matéria orgânica gera um produto denominado composto orgânico, altamente nutritivo, constituído por macro (N, P, K, Ca e Mg) e micronutrientes (Bo, Cl, Cu, Co, Na) (FERREIRA; BORBA; WIZNIEWSKY, 2013).

Segundo a Associação Nacional dos Produtores de Cogumelos (ANPAC, 2021), os principais produtores estão nos Estados de São Paulo e Paraná, seguidos por Minas Gerais, Rio de Janeiro, Sul da Bahia, Pernambuco, Brasília e Rio Grande do Sul, onde as condições climáticas são favoráveis. Borah et al. (2019), demonstraram que cogumelos do gênero *Pleurotus* podem ser cultivados em temperaturas que variam entre 20 e 30°C.

O Tocantins possui mais de 87% do seu território inserido no bioma Cerrado, sendo atualmente o maior produtor de soja da região Norte (SILVA; REIS; MACIEL, 2020); A temperatura máxima anual é de 32,9°C e mínima de 21,18°C (INMET, 2021). A pluviosidade média é de 1642,9 mm/ano, com 6 meses de seca e 6 meses de chuva, sendo esta última entre os meses de novembro e abril (ROLDÃO; FERREIRA, 2019). Para o cultivo de cogumelos no Estado, faz-se necessário o controle de temperatura e umidade, que sendo eficiente permite produção o ano todo.

Gurupi é o terceiro município do Estado em população, e possui temperaturas médias máximas em torno de 33°C e mínimas entre 20°C e 16°C, a média de chuvas fica em torno de 1408 mm, sendo fevereiro o mês mais chuvoso (SEFAZ TO, 2020).

O cultivo de cogumelos no Estado é inexistente ou desconhecido, e devido suas peculiaridades climáticas a produção precisa de eficiente controle de temperatura e umidade. Em Gurupi existe a comercialização de cogumelos *in natura* em dois supermercados, mas apenas em um a venda é satisfatória, e as espécies ofertadas são Shimeji (*Pleurotus sp*), Shiitake

(*Lentinula edodes*), Paris e variedade Portobello (*Agaricus bisporus*). Os produtos chegam semanalmente, duas vezes, e vêm de São Paulo principalmente, Brasília e Goiás, segundo o gerente do estabelecimento. Apesar do preço ser relativamente elevado, a procura é alta, e caso houvesse produção local, as vendas poderiam ser aumentadas, devido a oferta dos produtos locais.

3.2 MATERIAIS E MÉTODO

Os experimentos foram executados nos laboratórios do CEMAF e LACOMBI, na Universidade Federal do Tocantins, Campus Gurupi. A linhagem PSG/AUG, de *Pleurotus sajor-caju* (FR) Singer, usada na pesquisa foi cedida pelo LACOMBI.

A primeira etapa foi a replicação de um isolado de *Pleurotus sajor-caju*, em placas de Petri. A partir desses isolados, grãos de sorgo e milho foram inoculados para a produção de *spawns*, conforme descrito no Capítulo 1, que foram usados no substrato preparado para a produção dos cogumelos.

3.2.1 Composição do substrato

O palmito da gueroba – *Syagrus oleracea* Mar. (Becc.) é muito apreciado na região, e comercializado *in natura* em feiras livres, a limpeza do palmito gera muito resíduo, que normalmente é descartado no ambiente, ficando a céu aberto ou sendo queimado, gerando poluição. Este material que foi descartado como rejeito foi usado como substrato no cultivo experimental de *Pleurotus sajor-caju* (Fr.) Singer.

As aparas do palmito foram convencionalmente denominadas de palha e foram cedidas pelo feirante que comercializa o palmito, a coleta do vegetal é feita por ele mesmo de maneira extrativista. Após a coleta, a palha foi colocada para secar à sombra por 5 dias e posteriormente moída em triturador de grãos particular, na cidade vizinha Cariri do Tocantins, distante de Gurupi 22 km. Após a moagem, a palha foi tratada segundo Siqueira *et al.* (2012), modificado.

Figura 10: Palha secando (A); Moagem (B)



Fonte: autoria própria (2021).

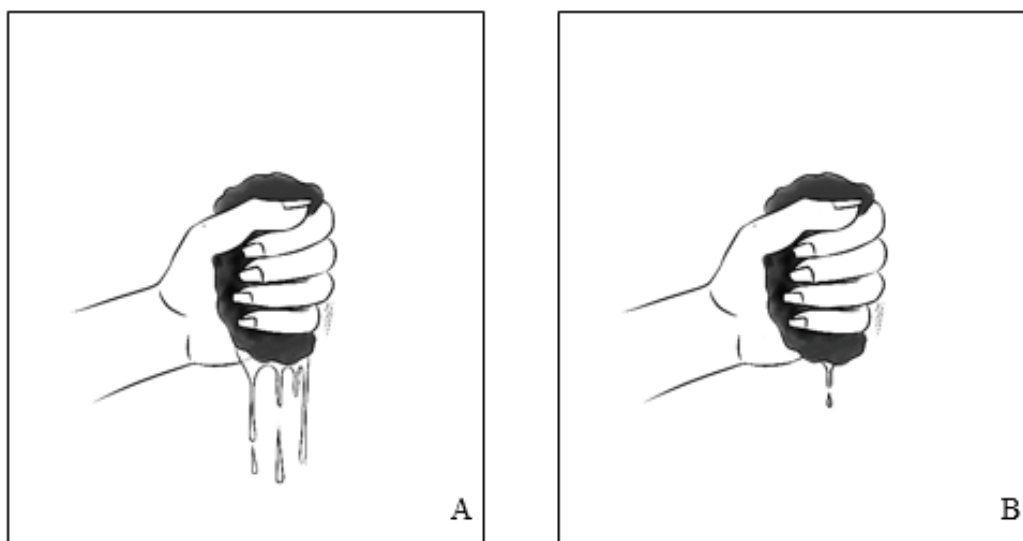
O material seco foi pesado, acrescentado 2 % de cal virgem para regular o ph, e deixado de molho por 12 horas, posteriormente escorrido por mais 12 horas em peneira. A umidade do material foi considerada adequada quando ao apertar escorrer poucas gotas de água (CADORE; PEREIRA; ALVARES, 2017).

Figura 11: Palha de gueroba de molho



Fonte: autoria própria (2021).

Figura 12: Substrato com excesso de umidade (A); Substrato com umidade adequada (B)



Fonte: autoria própria (2021).

3.2.2 Suplementação

Polpa de Jatobá:

A polpa do jatobá foi usada *in natura*, o viveiro de mudas do CEMAF doou aproximadamente 1,1 quilo do mesocarpo, que seria descartado depois da separação das sementes.

Figura 13: Polpa de jatobá



Fonte: autoria própria (2021).

Farinha da casca do pequi:

As cascas de pequi foram selecionadas e coletadas na feira livre local em dezembro de 2020, sendo escolhidas as cascas de melhor aparência, lavadas com água e sabão, os epicarpos foram retirados, os mesocarpos foram picados e aferventadas por 6 minutos para o

branqueamento (COSTA; PINTO; SOARES, 2017), escorridos e desidratados em estufa de ventilação forçada, a 75°C no Laboratório do CEMAF, por 48 horas. Ao todo, 7.800 quilos de casca foram processados, após a desidratação foram moídas em liquidificador industrial, e pesadas em balança digital. O rendimento final foi de 950 gramas.

Figura 14: Farinha da casca de pequi



Fonte: autoria própria (2021).

3.2.2.1 Preparo do composto

Uma composteira foi construída com 200 blocos de cerâmicas, tamanho 11,5cm largura x 19cm altura x 19cm comprimento, sobrepostos sem argamassa, com os furos voltados para o lado externo. A estrutura mediu 1,00 X 1,20 X 0,30 (1metro de altura x 1,20 de comprimento x 0,30 de largura), e cobertas com 3 telhas de amianto, cedidas pela UFT, para proteção da chuva e sol. Ficou localizada nas imediações do LACOMBI, Universidade Federal do Tocantins, campus Gurupi.

Os proprietários de dois mercados locais cederam gentilmente restos de frutas, verduras e legumes que não serviam para consumo humano. Os resíduos orgânicos vegetais foram coletados no estabelecimento de segunda a sexta-feira, sempre no final da manhã, após abastecimento das bancas de hortifruti. Eles eram levados para o campus, em quatro baldes de 10 litros cada (dois para cada mercado), pesados com balança digital, picados para a compostagem ser mais rápida e colocados na composteira, ao final era colocado aproximadamente 300g de folhas secas, coletadas no entorno para equilibrar a umidade e o C/N (Carbono/Nitrogênio).

Figura 15: Resíduos na composteira



Fonte: autoria própria (2021).

O material foi revolvido duas vezes por semana, e a temperatura aferida com auxílio de um pedaço de vergalhão, e caso estivesse seco, era molhado com regador com capacidade de oito litros, na quantidade necessária. A coleta foi realizada de agosto a setembro de 2020, e foram processados 188,63 quilos de resíduos, que resultaram em 66,75 quilos de composto e embalados em sacos de nylon.

Figura 16: Resíduos cobertos de folhas secas (A); Composto Maduro (B)



Fonte: autoria própria (2021).

3.2.3 Cabana de frutificação

Os cogumelos do gênero *Pleurotus* são rústicos e podem crescer em uma ampla margem de temperatura, que vai de 20 °C até 28 °C, e umidade entre 70 % e 90 %. Em regiões muito quentes, para que os cogumelos se desenvolvam, é necessário um ambiente com controle de temperatura e umidade. O local escolhido para a produção foi uma sala no LACOMBI, mas as

dependências não eram forradas, para adequação da sala foi construída uma cabana dentro dela com plástico preto e bambus, isolando o aparelho de ar-condicionado, permitindo uma refrigeração mais eficiente e colocado um umidificador com capacidade de cinco litros para criar um ambiente mais úmido e próximo às condições encontradas pela agricultura familiar.

Figura 17: Construção da cabana de frutificação



Fonte: autoria própria (2020).

3.2.4 Preparação do substrato

Foi colocado 600g da palha de gueroba em 66 sacos de polipropileno de alta densidade, os substratos foram organizados da seguinte forma: sacos controle, onde continha apenas gueroba e nos demais, além do substrato foi acrescentado os suplementos de composto, polpa de jatobá e farinha da casca do pequi, nas proporções de 10, 20 e 30 %. Todo material foi vedado e autoclavado por duas horas a 121 °C, no laboratório de fitopatologia.

Após a esterilização, os pacotes foram resfriados naturalmente até atingirem temperatura ambiente, levados para câmara de fluxo laminar, e inoculados com aproximadamente 15 gramas de spawns e vedados para não contaminar. Os tratamentos com jatobá e farinha de pequi tiveram três repetições, o composto, que era o substrato mais abundante, quatro repetições.

3.2.5 Incubação

Em seguida, os pacotes inoculados foram levados ao LACOMBI, onde foram feitos pequenos furos com auxílio de um palito de metal para troca gasosa e colocados na cabana de frutificação para incubação. Nesta fase, os inóculos ficaram no escuro 24 h, a uma temperatura de 25 °C e aproximadamente 70 % de umidade, por 25 dias para completa colonização. Todos os sacos foram identificados através de números.

Figura 18: Saco inoculado (fase escura)



Fonte: autoria própria (2021).

Quando os sacos colonizaram completamente, foram mantidos na claridade por 10 horas/dia aproximadamente, com auxílio de duas lâmpadas fluorescentes de 1350 lúmen, a temperatura foi mantida entre 23 e 25 °C e a umidade 80-99 %. A colheita das frutificações aconteceu duas vezes ao dia, o ponto de colheita era quando o píleo estava no formato plano. Ao fim de cada safra, os blocos passavam por choque térmico, em que a temperatura era abaixada para 20 °C±1 para estimular as novas frutificações (SILVA *et al.*, 2020). A aferição das condições ambientais da sala foi feita diariamente, pela manhã e no final da tarde com termo-higrômetro, esse procedimento foi seguido até o final dos três ciclos de frutificação. Todas as frutificações foram pesadas.

Figura 19: Sacos colonizados (fase clara)



Fonte: autoria própria (2020).

3.2.6 Determinação de macro e micronutrientes

Os substratos foram desidratados primeiramente ao ar livre e sequencialmente em estufa de circulação de ar forçada a 55 ± 5 °C. Em seguida, foram moídas em moinho de faca, tipo Willey, nas dependências do Laboratório de controle de solos da UFT e encaminhadas para digestão e análises no laboratório de análises de resíduos.

Efetuuou-se análise dos macronutrientes: cálcio, magnésio, fósforo, potássio; e dos micronutrientes: sódio, ferro, cobre, manganês e zinco. As amostras foram pesadas em uma balança analítica (0,500 g), digeridas com ácido nítrico-peridrol e solubilizadas. Os elementos foram analisados por espectrometria de absorção atômica, emissão atômica e colorimetria por UV-visível previamente calibrados com soluções padronizadas para cada elemento (AOAC, 1997). O conteúdo de cálcio, magnésio, ferro, cobre, manganês e zinco foram determinados por espectrofotometria de absorção atômica. O fósforo foi determinado por colorimetria, sódio e potássio por emissão atômica. Os valores dos macronutrientes (Ca, P, Mg, K) foram calculados em g.kg^{-1} e os dos micronutrientes (Na, Fe, Cu, Mn e Zn) em mg.kg^{-1} .

3.2.7 Determinação da eficiência biológica e produtividade

A avaliação da Eficiência Biológica (EB) é dada com a relação entre o peso fresco dos corpos frutíferos e o peso seco do substrato residual (SIQUEIRA et al., 2012; SILVA et al., 2020) e a Produtividade (P) formulado como a correlação entre o peso fresco dos corpos

frutíferos e o peso úmido do substrato inicial. A eficiência biológica e a produtividade são expressas em porcentagens, calculados conforme Equação 1 e 2, respectivamente.

$$\text{EF}(\%) = \frac{\text{Peso úmido cogumelos} \times \text{Peso úmido substrato inicial}}{\text{Peso úmido substrato final}} \times 100 \quad (1)$$

$$\text{PR}(\%) = \frac{\text{Peso úmido cogumelos} \times \text{Peso úmido substrato inicial}}{\text{Peso úmido substrato final}} \times 100 \quad (2)$$

3.2.8 Análise estatística

As análises foram realizadas em triplicata, seguindo o mesmo procedimento utilizado para análise de solos e plantas descrito por Malavolta (1992). E os resultados foram delineados em um experimento completamente casualizado utilizando o teste t.

Buscando uma análise de dados robusta e coerente, foi utilizado neste trabalho uma ferramenta de qualidade, o Diagrama de Pareto; segundo Fonseca (2018), os dados são representados a partir de um gráfico de barras (80%, 20%) utilizado para priorizar as causas ou problemas mais relevantes de um processo.

3.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os cogumelos apresentam uma interessante capacidade de absorver oligoelementos dos substratos nos quais se desenvolvem (BARRETI et al., 2019). *Pleurotus sajor-caju* cultivado em diferentes substratos é qualitativamente rico em nutrientes essenciais (WAGH et al., 2021).

Neste estudo, todos os suplementos contribuíram significativamente para o aumento do macronutriente Potássio em relação ao substrato puro de gueroba (Tabela 1). A palha de gueroba suplementada com 10% de farinha de casca de pequi teve um aumento significativo de 42% sobre a composição do substrato puro de gueroba, seguido do suplemento com 30% de polpa do jatobá.

Foi observado também um ganho significativo de 72% no macronutriente Potássio ($p > 0,05$), ao utilizarmos um complemento de polpa de jatobá como aditivo na gueroba. O substrato palha de gueroba suplementada com 10, 20, e 30% de polpa de jatobá contribuíram para o aumento dos minerais Cálcio e Magnésio (Tabela 2). Não houve uma contribuição significativa para o componente Fósforo.

Carrasco et al. (2018), encontraram no cultivo de *P. ostreatus*, em substrato à base de serragem de figueira, ferro, zinco e selênio, sem informar a proporção. Barreti et al. (2019)

comentam que devido a capacidade de biorremediação dos cogumelos, eles conseguem absorver macro e micronutrientes dos substratos onde são cultivados, inclusive ferro, zinco e cálcio, importantes para o organismo humano.

Tabela 2: Composição mineral dos substratos utilizados

Substratos	Macronutrientes			Micronutrientes				
	P g kg ⁻¹	K	Ca	Mg	Cu mg kg ⁻¹	Fe	Mn	Zn
Gueroba	0,41	0,92	0,31	0,14	3,00	24,52	0,74	20,00
Gueroba 10% C	0,16	1,10	0,61	0,26	10,00	9,36	0,72	18,00
Gueroga 20% C	0,22	0,98	0,20	0,13	3,00	8,83	0,71	15,00
Gueroba 30% C	0,18	0,98	0,10	0,13	2,00	8,29	0,72	19,00
Gueroba 10% FCP	0,20	1,60	0,10	0,12	2,00	6,44	0,70	15,00
Gueroba 20% FCP	0,21	1,04	0,10	0,15	1,00	6,32	0,81	24,00
Gueroba 30% FCP	0,12	0,92	0,20	0,13	1,00	3,84	0,66	17,00
Gueroba 10% PJ	0,35	1,21	0,51	0,31	7,00	10,19	0,85	28,00
Gueroba 20% PJ	0,30	1,27	0,71	0,54	6,00	7,87	0,78	25,00
Gueroba 30% PJ	0,34	1,58	0,60	0,44	7,00	6,47	0,71	23,00

Legenda: C: composto; FCP: farinha da casca do pequi; PJ: polpa de jatobá.
Fonte: autoria própria (2022).

A presença de micronutrientes minerais nos substratos é de fundamental importância para o cultivo de cogumelos (MOLENA, 1986; MILES; CHANG, 1997); a gueroba suplementada com farinha de pequi apresentou uma melhor absorção dos minerais Cu e Zn em relação aos demais suprimentos. sendo verificado um aumento de 100% nos teores de Cu e 40% nos teores de Zn. Segundo Jarial et al. (2020) cogumelos houbitake são fonte rica de sais minerais como K, Na, P, Fe e Ca exigidos pelo corpo humano.

Na Tabela 3, estão apresentados a suplementação, produtividade, eficiência biológica e relação Carbono/Nitrogênio (C/N). Dentre os substratos, os que apresentaram melhor EB foram: o substrato guerobera sem adição de suplementos; guerobera com 10% e 20% de polpa de jatobá; guerobera com 20% de composto e guerobera com 20% de farinha da casca de pequi, mas nenhum tratamento chegou nos níveis encontrados pelos autores citados. A produtividade ficou abaixo do sugerido pelos mesmos autores.

Tabela 3: Comportamento agrônomico de *Pleurotus sajor-caju* nos substratos, com e sem adição de suplementos residuais agroindustriais (média de 3 repetições)

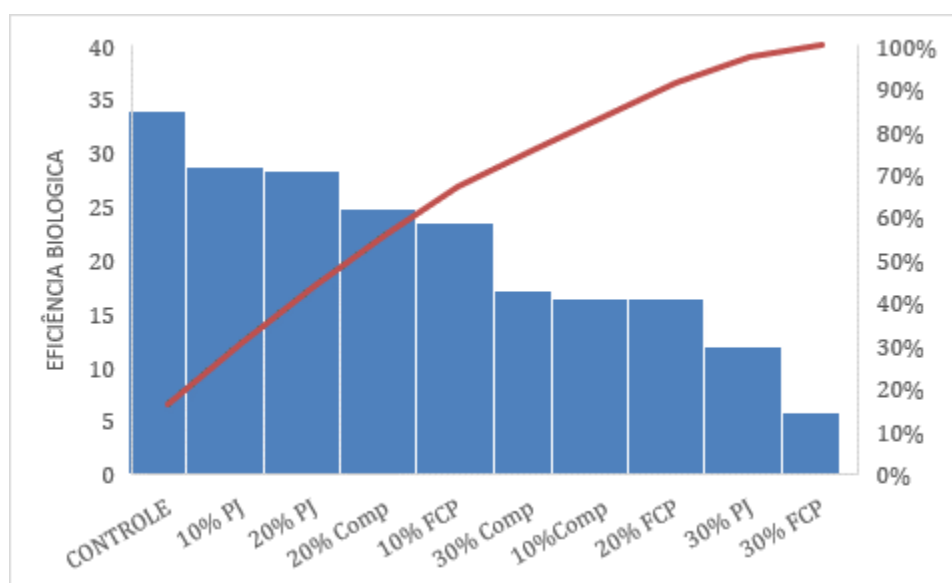
Substrato	Suplemento (%)	Produtividade (%)	Eficiência	
			Biológica (%)	Relação C/N
Gueroba	0	8,78	33,93	163/1
Gueroba C	10	7,43	16,41	180/1
Gueroba C	20	8,90	24,72	194/1
Gueroba C	30	6,46	17,21	171/1
Gueroba FCP	10	6,82	23,39	148/1
Gueroba FCP	20	5,57	16,40	144/1
Gueroba FCP	30	2,34	5,81	152/1
Gueroba PJ	10	11,36	28,67	105/1
Gueroba PJ	20	9,70	28,32	97/1
Gueroba PJ	30	3,45	11,99	114/1

Legenda: C: composto; FCP: farinha da casca do pequi; PJ: polpa de jatobá
Fonte: autoria própria (2022).

A relação Carbono/Nitrogênio é considerada importante no cultivo de cogumelos comestíveis, influenciando tanto na colonização do substrato quanto na produção (PHILIPPOUSSIS; ZERVAKIS; DIAMANTOPULOU, 2001). Segundo Eira (2004), em cultivos axênicos essa relação pode ser considerada satisfatória quando está entre 20 e 50/1. Albertia et al. (2021) encontraram a proporção de C/N a 75/1, para substratos a base de capim braquiária e bagaço de cana, suplementados com farelo de trigo e arroz, Oliveira et al. (2021) observaram em substratos com diferentes formulações - a base de bagaço de cana, serragem eucalipto farelo de trigo, bagaço de malte e calcário calcítico - uma relação carbono/nitrogênio de 73/ e 74/1 e Silva et al. (2020) obtiveram uma relação C/N de 42/1 e 12/1 para mesocarpo de palma e cascas de amêndoa de cacau respectivamente. Neste trabalho, todos os valores obtidos de C/N estiveram acima dos valores encontrados na literatura pesquisada, variando de 97/1 até 194/1, sendo que das amostras com melhor desempenho para a EB foram observadas relações de 163/1; 105/1 e 97/1; 194/1 e 144/1 de C/N respectivamente, com Ph em torno de 7.

Na Figura 20 estão apresentados os substratos com melhores índices de EB, utilizando o Diagrama de Pareto. Pode-se observar que o uso do substrato puro de gueroba, denominado por “controle”, foi o que apresentou melhor resultado, e a adição dos demais suplementos alternativos não contribuíram significativamente para o aumento da eficiência biológica como era esperado.

Figura 20: Diagrama de Pareto para a Eficiência Biológica obtida com a utilização do substrato gueroba suplementado com resíduos alternativos



Legenda: FCP 10%, FCP 20% e FCP 30% : Palha de Gueroba suplementada com Farinha da Casca do Pequi; PJ 10%, PJ 20% e PJ 30%: Palha de Gueroba suplementada Polpa de jatobá; C 10%, C 20% e C 30%: Palha de Gueroba suplementada Composto; GUE: palha de gueroba sem suplementação.

Fonte: autoria própria (2021).

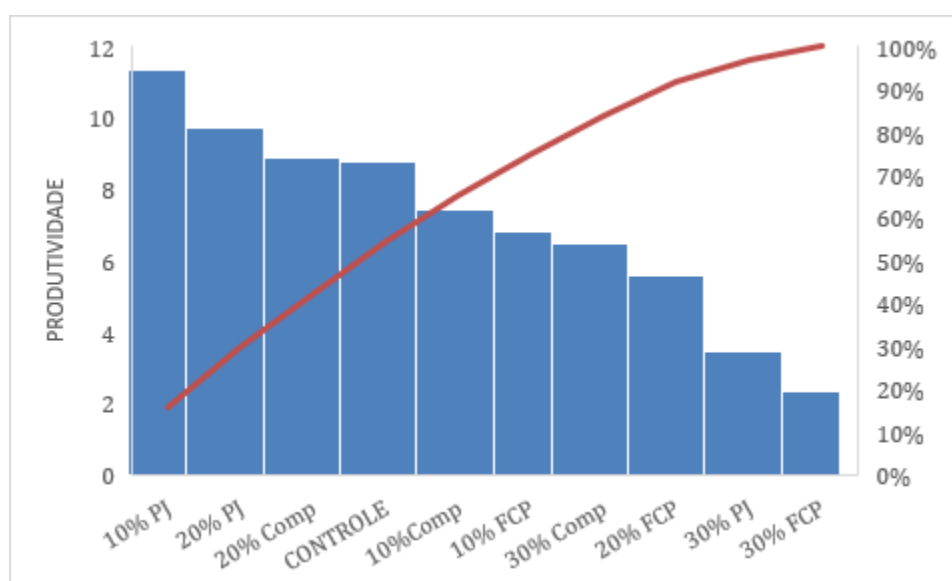
Segundo Belletini; Fiorda e Belletini, (2015) e Martins et al. (2018), o substrato tem influência fundamental no desenvolvimento das hifas e a granulometria pode influenciar no desenvolvimento dos corpos de frutificação, mas o autor não especificou o tamanho ideal. Após o processamento das palhas e seus suplementos, o material apresentou um aspecto fino, o que pode ter corroborado para os resultados mais baixos da Eficiência Biológica e Produtividade.

Urban e Oliveira, (2017) relatam que a produtividade depende das propriedades genéticas do fungo, da eficiência biológica, da qualidade do substrato e das condições de cultivo, sendo a palha de trigo a mais eficiente. Outros resíduos agroindustriais como sabugos de milho (JIN et al., 2018), palha de cevada, farinha de soja e restolho de lentilhas (CUEVA; HERNANDEZ; NIÑO-RUIZ, 2017) são usados em cultivos de *Pleurotus* sp e apresentam boa produtividade.

Cueva, Hernández e Niño-Ruiz (2017), indicam em seu trabalho com cultivo de *P. ostreatus*, que o controle do C/N é importante ferramenta para garantir alta eficiência biológica.

A gueroba, por ser uma espécie ainda sem domesticação, é pouco estudada e as maiores informações sobre a espécie são a respeito de suas taxas de crescimento, não sendo encontrado na literatura relato do seu uso em cultivos de cogumelos. Os substratos que apresentaram as melhores produtividades foram os suplementados com 10% e 20% de polpa de jatobá, conforme Figura 21. Gracioli et al., (2010) e Steffen et al., (2021), indicam que os cogumelos preferem substratos com níveis de suplementação menores.

Figura 21: Diagrama de Pareto para a Produtividade obtida com a utilização do substrato Gueroba suplementado com resíduos alternativos



Legenda: FCP 10%, FCP 20% e FCP 30%: Palha de Gueroba suplementada com Farinha da Casca do Pequi; PJ 10%, PJ 20% e PJ 30%: Palha de Gueroba suplementada Polpa de jatobá; C 10%, C 20% e C 30%: Palha de Gueroba suplementada Composto; GUE: palha de gueroba sem suplementação.

Fonte: autoria própria (2021).

Para os substratos usualmente utilizados, Siqueira et al. (2012) determinaram que a eficiência biológica para *P. sajor-caju*, em palha de feijão pode chegar entre 59% e 61,7%, com produtividade entre 19% e 20%; Dehariya e Vyas (2013) encontraram para palha de soja e bagaço de cana 93% e 64,1% de eficiência biológica respectivamente e alta produtividade.

Steffen et al. (2021), relatam que a produtividade dos cogumelos do gênero *Pleurotus*, deve ser na faixa de 20%. Ferreira, Almeida Neto e Assunção (2020) obtiveram produtividade em compostos de grama batatais com suplementação de 20% de farelo de trigo de 20,36%, e sem suplementação 11,17%.

Machado (2019), cultivando *Pleurotus ostreatus* em substratos de torta de algodão a 20%, com 80% de casca de coco verde, casca de raízes de mandioca, serragem de eucalipto e fibra de dendê, obteve resultados semelhantes ao desta pesquisa.

3.4 CONCLUSÃO

As diferentes composições dos substratos podem possibilitar o enriquecimento de minerais aos cogumelos, aumentando os teores de K, P, Mg e Fe.

É interessante utilizar o resíduo da gueroba, comum na região, como substrato em cultivos de *Pleurotus sajor-caju*,

Os resíduos agrofloretais sazonais; a farinha da casca do pequi e a polpa do jatobá, podem ser incorporados, principalmente devido ao seu teor de nutrientes que são absorvidos pelos cogumelos através da biorremediação.

O cultivo de cogumelos no Tocantins, pode ser viável, apesar das altas temperaturas e baixa umidade, principalmente nos períodos de maio a outubro. Novas pesquisas serão necessárias para conseguir o ajuste de temperatura e umidade para o cultivo durante o ano todo.

3.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AGUIAR, Lorena Vieira Bentolila. **Cultivo e avaliação nutricional de *Pleurotus ostreatus* de ocorrência na Amazônia, em condições ambientais não controladas**. 2016. 109 f. Dissertação (Mestrado). INPA, Manaus, 2016.

ALBERTIA, M. M.; CUNHA, L. M. O.; MENDES, D. W.; VIEIRA JUNIOR, W. G.; ZIED, D. C. Technological development on pleurotus cultivation: specific practices used in Brazil. **Brazilian Archives of Biology and Technology**, v. 64, p. 1-10, 2021.

ALMEIDA, A. C. P. S. de; SILVA, L. M. de M. M. da; GUEDES-CELESTINO, E. L. F.; SILVA, J. M. da; CRISTO, C. C. N. de; MONTALDO, Y. C.; COSTA, J. H. Q. da; SANTOS, T. M. C. dos. Cultivo axênico de cogumelos comestíveis em substratos desenvolvidos com resíduos agroindustriais. *In*: SANTOS, Cleberon Correia (Org.). **Agroecologia: debates sobre a sustentabilidade**. Atena Editora, Ponta Grossa – PR, p. 89-98, 2019.

ANPC. Associação Nacional dos Produtores de Cogumelos. O setor dos cogumelos. Disponível em: <https://www.anpccogumelos.org/cogumelos>. Acesso em 10 dezembro 2021.

ARRUDA, H. S.; CRUZ, R. G. da; ALMEIDA, M. E. F. de. Caracterização química, funcionalidade e toxicidade do pequi. **Revista Nutrição Brasil**, v. 11, n. 5, p.314-318, 2012.

Association of Official Analytical Chemists – AOAC. *Official methods of analysis of AOAC International*. 16 ed. Gaithersburg: AOAC International, 1997.

BARRETI, B. R. B. Produção de cogumelos comestíveis em resíduos agroindustriais. *In*: RODRIGUES, T. A.; LEANDRO NETO, J. (org.). **Práticas de Produção Agrícola e Conservação Ambiental**. Ponta Grossa, PR, Atena Editora, 2019, 912p.

BATISTA, F. O.; SOUSA, R. S. de. Compostos bioativos em frutos pequi (caryocar brasiliense camb.) E baru (dipteryx alata vogel) e seus usos potenciais: uma revisão. **Brazilian Journal of Development**, Curitiba, v. 5, n. 7, p. 9259-9270, 2019.

BELLETTINI, M. B.; FIORDA, F. A.; BELLETTINI, S. **Aspectos gerais do cultivo de cogumelo *Pleurotus ostreatus* e *djamor* pela técnica Jun-Cao**. 1ª Ed. Apprehendere, Guarapuava – PR, 92 p., 2015.

BELLETTINI, M. B.; FIORDA, F. A.; MAIEVES, H. A.; TEIXEIRA, G. L.; ÁVILA, S.; HORNUNG, P. S.; MACCARI JUNIOR, A.; RIBANI, R. H. Factors affecting mushroom *Pleurotus* spp. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 26. p. 633-646, 2019.

BETT, Celso Ferraz. **Cultivo artesanal do cogumelo shiitake: uma potencial atividade para agroecossistemas sustentáveis**. 2016. 82 f. Dissertação (Desenvolvimento Regional Sustentável). Universidade Tecnológica do Paraná. 2016.

BORAH, T. R.; SINGH, A. R.; PAUL, P.; TALANG, H.; KUMAR, B.; HAZARIKA, S. **Spawn production and mushroom cultivation technology**. ICAR Research Complex for NEH Region, Meghalaya, India, 46p., 2019.

CARRASCO, J.; ZIED, D. C.; PARDO, J. E.; PRESTON, G. M.; PARDO-GIMENEZ, A. Supplementation in mushroom crops and its impact on yield and quality. **AMB Express**, v.8, n. 146, 2018.

CADORE, J. M.; PEREIRA, W. E. S.; ALVAREZ, D. C. Produção de cogumelos. *In*: STUTZ, Herta; ALVAREZ, David Chacón (org.). **Produção de cogumelos: uma experiência na região centro-sul do Paraná**. Curitiba: Editora CVR, 2017, 124p.

COSTA, A. P. F. da; PINTO, E. G.; SOARES, D. S. B. Obtenção de farinha do mesocarpo de pequi. **Revista Agrarian**, v.10, n.38, p. 349-354, 2017.

CUEVA, M. B.; HERNÁNDEZ, A.; NIÑO-RUIZ, Z. Influence of C/N ratio on productivity and the protein contents of *Pleurotus ostreatus* grown in different residue mixtures. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCUIYO**, v. 49, n. 2, p. 331-344, 2017.

DEHARIYA, P.; VYAS, D. Effect of different agro-waste and their combinations on the yield and biological efficiency of *Pleurotus sajor-caju*. **Journal of Pharmacy and Biological Science**, v. 8, n. 3, p. 60-64, 2013.

EIRA, A. F. Fungos Comestíveis. *In*: ESPÓSITO, E.; AZEVEDO, J. L. (ed.). **Fungos: uma introdução à biologia, bioquímica e biotecnologia**. Caxias do Sul:Educs, p. 379-448, 2004.

FASEHAH S. N.; SHAH, A. Effect of using various substrates on cultivation of *Pleurotus sajor-caju*. **Journal of Engineering Science and Technology**, v. 12, n. 4, p. 1104-1110, 2017.

FERREIRA, A. G.; BORBA, S. N. de S.; WIZNIEWSKY, J. G. A prática da compostagem para a adubação orgânica pelos agricultores familiares de Santa Rosa/RS. **Revista Eletrônica do Curso de Direito da UFSM**, Santa Maria, RS, v. 8, p. 307- 317, abr. 2013.

FERREIRA, D. G.; ALMEIDA NETO, O. B.; ASSUNÇÃO, L. S. Utilização da técnica Jun-Cao para o cultivo de cogumelos comestíveis no Brasil. **Caderno de Propriedade Intelectual e Transferência de Tecnologia – CPTT**, v. 2, n. 1, jun. 2020.

FIGUEIREDO, R.T.; BRITO, M. J. C.; SANTOS, P. H. C.; SOARES, C. M. F.; BURLE, E. C. Monitoramento de compostagem em pequena escala. **SEMIOSES: Inovação, Desenvolvimento e Sustentabilidade**, Rio de Janeiro, v. 13, n. 3., p.98-107, 2019.

FIGUEIRÓ, G. G.; GRACIOLLI, L. A. Influência da composição química do substrato no cultivo de *Pleurotus florida*. **Ciência Agrotécnica**, Lavras, v. 35, n.5, p. 924-930, 2011.

FONCECA, E. A. P.; PEDRO, J. A. de F.; SILVA, R.; PONTARA, P. C.; NASCIUTTI, A. A. Influência das ferramentas da qualidade na produção de embalagens secundárias. 2018. 19f. **XXXVIII Encontro Nacional de Engenharia de Produção**, Maceió, Alagoas, 2018.

GRACIOLLI, L. A.; CAETANO, C. P. dos S.; LEONEL, M.; AGRIAR, E. B. Cultivo de cogumelo comestível *Pleurotus florida* em ramas de mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 6, p. 26-39, 2010.

INMET - INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA. Banco de Dados Meteorológicos para Ensino e Pesquisa. Disponível em: <https://portal.inmet.gov.br/normais>. Acesso em 10 dezembro 2021.

JARIAL, R. S.; SHARMA, A. K.; JARIAL, K.; JANDAİK, S. Evaluation of different grain substrates for the spawn production of *Pleurotus cornucopiae*. **International Journal of Current Microbiology and Applied Sciences**, v. 9, n. 6, p. 1689-1700, 2020.

JIN, Z.; LI, Y.; REN, J.; QIN, N. Yield, nutritional content, and antioxidant activity of *Pleurotus ostreatus* on corncobs supplemented with her residues. **Mycobiology**, n.46, v. 1, p. 24-32, 2018.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil**. 8.ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP, v.1, 384p., 2020.

MACHADO, A. E. V. **Cultivo integrado do cogumelo *Pleurotus ostreatus* e tomate (*Solanum lycopersicum*)**. 2019. 77 f. Dissertação (Biotecnologia). Universidade Federal do Tocantins, Tocantins, 2019.

MALAVOLTA, E. **ABC da análise de solos e folhas**. 1ª Edição, Editora Agronômica Ceres, 124 p., 1992.

MARTINS, O. G.; ABILIO, D. P.; SIQUEIRA, O. A. P. A.; RONCHESEL, M.; ANDRADE, M. C. N. de. Sobra de alimentos como alternativa para a formulação de novos substratos para o cultivo de *Pleurotus ostreatus* (Basidiomycota), Fungi). **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, v. 11, n. 2, p. 505-518, 2018.

MILLES, P. G.; CHANG, S. T. **Mushroom biology**. Singapore: Word Scientific Publishing, 194 p., 1997

MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Compostagem doméstica, comunitária e institucional de resíduos orgânicos. Manual de Orientação. Ministério do Meio Ambiente, Centro de Estudos e Promoção da Agricultura de Grupo, Serviço Social do Comércio. Brasília, DF: MMA, 68 p., 2017.

MOLENA, O. **O moderno cultivo de cogumelos**. São Paulo: Nobel, 170p., 1986.

OLIVEIRA, A. P.; NAOZUKA, J. Enriquecimento elementar por meio de cultivo: plantas e cogumelos. **Química Nova**, v. 43, n. 9, p. 1277-1293, 2020.

OLIVEIRA, A. C. M. de; TIDEMANN, M; MARTINS, O. G.; ANDRADE, M. C. N. de. Bagaço de malte como suplemento nutricional no cultivo de *Pleurotus ostreatus* **Revista Energia na Agricultura**, v. 36, n. 1, p. 155-164, 2021.

PAZZA, A. C. V.; ZARDO, C.; KLEIN, R. C. M; DA CAS, T. M. S.; BERNARDI, D. M. Composição nutricional e propriedades funcionais fisiológicas de cogumelos comestíveis: *Agaricus brasiliensis* e *Pleurotus ostreatus*. **FAG Journal of Health**, v.1, n.3, p. 240-265, 2019.

PHILIPPOUSSIS, A.; ZERVAKIS, G.; DIAMANTOPOULOU, P. Bioconversion of agricultural lignocellulosic wastes through the cultivation of edible mushroom *Agrocybe egerita*, *Volvariella volvacea*, and *Pleurotus* spp. **Word Journal of Microbiology & Biotechnology**, v. 17, p. 191-200, 2001.

PINTO, J. F. N.; REIS, E. F. dos; COSTA NETO, A P. da; PINTO, J. F. N.; ASSUNÇÃO, H. F. da; NUNES, H. F. Efeito de diferentes tratamentos na superação da dormência 487 de sementes da palmeira *Syagrus oleracea* BECC. **Cerne**, Lavras, v. 18, n. 3, p. 487-493, 2012.

RAMOS, C.; SAPATA, M.; FERREIRA, A.; ANDRADA, L.; CANDEIAS, M. Produção de três espécies de cogumelos *pleurotus* e avaliação da qualidade em atmosfera modificada. **Revista de Ciências Agrárias**, v. 34, n. 1, 2011.

RAMOS, F. S. A. R.; SANTOS, T. C. dos; FERREIRA, T. H. B.; GOMES, M. C. da S.; MUNHOZ, C. L. Aceitabilidade de Biscoito Tipo Cookie Enriquecidos com Farinha de Jatobá. **Cadernos de Agroecologia**, v. 13, n. 2, p. 1-7, 2018.

REIS, E. F. dos; PINTO, J. F. N.; FALEIRO, F. G. *Syagrus oleracea*: Gueroba. In: VIEIRA, R. F.; CAMILO, J.; CORADIN, L. (Ed.). **Espécies nativas da flora brasileira de valor econômico atual ou potencial: plantas para o futuro - região Centro-Oeste**. – Brasília, DF, MMA, 2016, 1.160p.

REIS, E. F. dos; PINTO, J. F. N.; COSTA NETTO, A. P. da; ASSUNÇÃO, H. F. da; SILVA, D. F. P da. Diversidade genética entre populações de guarirobeiras no Estado de Goiás. **Revista Ceres**, Viçosa, v. 64, n.6, p. 631-636, 2017.

ROLDÃO, A. de F; FERREIRA, V. de O. Climatologia do Estado do Tocantins - Brasil. **Caderno de Geografia**, v.29, n.59, p. 1161-1181, 2019.

ROYSE, D. J.; BAARS, J.; TAN, Q. Current overview of mushroom production in the world. In: ZIED, D. C.; PARDO-GIMÉNEZ, A. **Edible and medicinal mushrooms: technology and applications**. 1. ed. Hoboken: Wiley-Blackwell, p. 5-13, 2017.

SEFAZ. Secretaria da Fazenda e Planejamento do Estado do Tocantins. *Elaboração das cartas climáticas do Estado do Tocantins*. Palmas: SEFAZ/GZT, 464 p., 2020.

SILVA-CARDOSO, I. M. de A.; SOUZA, A. M. de; SCHERWINSKI-PEREIRA, J. E. The palm tree *Syagrus oleracea* Mart. (Becc.): A review. **Scientia Horticulturae**, v. 225, p. 65-73, 2017.

SILVA, R. A.; REIS, E. S.; MACIEL, G. F. Tendências da temperatura anual no estado do Tocantins. **Nativa**, Sinop, v. 8, n. 4, p. 544-551, jul./ago. 2020.

SILVA, R. M. da.; CARMO, C. O. do; OLIVEIRA, T. A. S. de; FIGUEIRÊDO, V. R. de; DUARTE, E. A. A.; SOARES, A. C. F. Biological efficiency and nutritional value of *Pleurotus ostreatus* cultivated in agroindustrial wastes of palm oil fruits and cocoa almonds. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 87, p. 1-10, 2020.

SIQUEIRA, F. G.; MACIEL, W. P.; MARTOS, E. T.; DUARTE, G. C.; MILLER, R. N. G.; SILVA, R. da; DIAS, E. S. Cultivation of *Pleurotus* mushrooms in substrates obtained by short composting and steam pasteurization. **African Journal of Biotechnology**, v. 11, n. 53, p. 11630-11635, 2012.

SINGH, U. P.; MAHENDRA; SHEKHAR, C. Evaluation of different varying amount of spawn production on oyster mushrooms. **International Journal of Chemical Studies**, n. 8, v. 3, p. 1246-1248, 2020.

SOUSA, E. P. de; SILVA, L. M. de M.; SOUSA, F. C. de; FERRAZ, R. R.; FAÇANHA, L. M. Caracterização físico-química da polpa farinácea e semente do jatobá. **Revista Verde**, Mossoró – RN, v. 7, n. 2, p. 117-121, abr-jun, 2012.

SOUZA, L. P. M. de; SOUZA, T. G.; PANATIERI, R. B.; Compostagem: uma proposta ambiental para diminuição do lixo doméstico. **Revista Em Extensão**, v. 19, n. 2, p. 87-100, 30 dez. 2020.

STEFFEN, G. P. K.; STEFFEN, R. B.; PIAIA, A.; HANDTE, V. G.; COSTA, A. F. P.; MORAIS, R. M. da. Aspectos técnicos sobre a produção de cogumelos comestíveis em substratos orgânicos. In: BARBOSA JUNIOR, S. A. (org.). **As vicissitudes da pesquisa e da teoria nas ciências agrárias**. Ponta Grossa – PR, Ed. Atena, 2021.

URBEN, A. F. **Produção de cogumelos por meio da tecnologia chinesa modificada: biotecnologia e aplicações na agricultura e saúde**. 3ª ed. Brasília – DF, Embrapa, 274p., 2017.

URBEN, A. F.; OLIVEIRA, H. C. B. de. Formulação e preparo de meios de cultura para a produção de “sementes”. In: URBEN, A. F. (Ed. Tec.). **Produção de cogumelos por meio da tecnologia chinesa modificada: biotecnologia e aplicações na agricultura e saúde**. 3ª ed. Brasília – DF, Embrapa, 274p., 2017.

VIANA, S. R. F. **Influência de diferentes condições de preparo do spawn na capacidade de aumento de produtividade de *Pleurotus ostreatus***. 2018. Tese. 65p. Doutora em Agronomia. Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho”, Botucatu. 2018.

WAGH, H. A.; SHINDE, R. M.; BANGAR, S. S.; WASULE, D. L.; GAHARWAR, A.; THAKUR, K. D.; RAMTAKE, R.; PIMPALZARE, P.; PAIGHAN, A. S.; PATANGE, V. V. The effects of different substrates on the nutritional composition of oyster mushrooms (*Pleurotus sajor-caju*). **International Journal of Fauna and Biological Studies**, v.8, n. 2, p. 98-101, 2021.

4 COMPOSTOS FENÓLICOS EM FRUTIFICAÇÕES DE *Pleurotus sajor-caju* CULTIVADO EM DIFERENTES SUBSTRATOS

RESUMO

Cogumelos comestíveis vêm sendo muito estudados por causa de suas propriedades nutricionais e medicinais, e ainda contribuem com a reciclagem de produtos agrícolas e florestais. O tipo de substrato poderá definir quais tipos de nutracêuticos estarão presentes no cogumelo. Compostos fenólicos são metabólitos secundários muito estudados e encontrados nos vegetais e funcionam como agentes de defesa, mas alguns fungos podem produzir. São importantes para a saúde, contribuindo para redução de doenças crônicas e degenerativas, com efeitos antioxidantes eliminando os radicais livres do corpo. As frutas do Cerrado têm sabores diferenciados e nutritivos, apesar da maioria possuir importante potencial econômico, são subutilizadas na alimentação. Além dos frutos, os outros componentes como as cascas e sementes merecem atenção por seus valores nutricionais. Neste capítulo foram analisados corpos de frutificação de *Pleurotus sajor-caju*, produzidos em substrato à base de palha de gueroaba - *Syagrus oleracea*, sem suplementação (controle) e suplementadas com 10, 20 e 30% de polpa de jatobá - *Himenaia courbaril*, 10, 20 e 30% de farinha da casca de pequi - *Caryocar brasiliense* e as mesmas proporções de composto oriundo de compostagem orgânica. Os cogumelos foram liofilizados e compostos fenólicos totais (CFT), foram quantificados com o reagente colorimétrico *Folin-Ciocalteu*. Após a leitura em espectrofotômetro a 765 nm, os resultados obtidos foram expressos em equivalentes de ácido gálico (GAE) por grama de amostra seca. A quantidade de fenólicos totais nos cogumelos *Pleurotus sajor-caju*, variou de 53 mg EAG/g a 74 mg EAG/g.

Palavras chaves: Frutas do cerrado. Metabólitos secundários. Cogumelos.

4 PHENOLIC COMPOUNDS IN *Pleurotus sajor-caju* FRUITS CULTIVATED ON DIFFERENT SUBSTRATES

ABSTRACT

Edible mushrooms have been extensively studied because of their nutritional and medicinal properties, and also contributes to the recycling of agricultural and forestry products. The type of substrates may influence which types of nutraceuticals will be present in the mushroom. Phenolic compounds are highly studied secondary metabolites found in vegetables, and they work is defense agents, but some fungi can produce them. They are important for health, contributing to the reduction of chronic and degenerative diseases, with antioxidant effects eliminating free radicals from the body. Cerrado fruits have different and nutritious flavors, although most have important economic potential, they are underused in food. In addition to

the fruits, other components such as peels and seeds deserve attention for their nutritional values. In this chapter, fruiting bodies of *Pleurotus sajor-caju* were analyzed, produced in substrate based on gueroba straw - *Syagrus oleracea*, without supplementation (control) and supplemented with 10, 20 and 30% of jatobá pulp - *Himenaia courbaril*, 10, 20 and 30% of pequi peel flour - *Caryocar brasiliense* and the same proportions of compost from organic compost. The mushrooms were lyophilized and the total phenolic compounds (CFT) were quantified with the Folin-Ciocalteu colorimetric reagent. After reading in a spectrophotometer at 765 nm, the results obtained were expressed in gallic acid equivalents (GAE) per gram of dry sample. The amount of total phenolics in *Pleurotus sajor-caju* mushrooms ranged from 53 mg EAG/g to 74 mg EAG/g.

Key words: Cerrado fruits. Secondary metabolites. Mushrooms.

4.1 INTRODUÇÃO

Cogumelos comestíveis fazem parte de um grupo de organismos que possuem alto valor nutricional, econômico e biotecnológico, tendo aplicações na indústria farmacêutica como agentes antioxidantes, anticâncer e imunomoduladores (NIAZI; GHAFOR, 2021); são uma fonte importante de proteína alternativa à proteína animal (MACHADO, 2019), que combinam produção de nutracêuticos organolépticos através de um processo biotecnológico de biodegradação de subprodutos agrícolas e industriais (ALMEIDA *et al.*, 2018; FARNET *et al.*, 2014).

Segundo Oliveira e Naozuka (2020), os *Pleurotus* têm sido muito pesquisados por profissionais da saúde devido ao seu valor nutricional, poucas calorias, alto teor de proteínas, carboidratos, vitaminas, cálcio e ferro, e outras importantes propriedades medicinais. Considerados também como alimento funcional, são ricos em substâncias anti-inflamatória e antibiótica (MACHADO, 2019), ergosterol, importante precursor na síntese da vitamina D e aminoácidos livres, treonina e valina (BORAH *et al.*, 2019).

Segundo Carrasco *et al.* (2018), cogumelos cultivados em diferentes substratos possuem variações no conteúdo nutricional, e Bach (2017), afirma que a composição dos bioativos depende da espécie, tipo do substrato, clima, idade do micélio, processamento e preservação.

Finimundy *et al.* (2018) verificaram que na composição nutricional de *Pleurotus sajor-caju* há presença de compostos hidrofílicos (açúcares e ácidos orgânicos) e lipofílicos (tocoferóis e PUFA), proteínas, fibras, minerais e vitaminas, com baixos teores calóricos e

lipídicos. Elhusseiny et al. (2021), encontraram a partir de extratos aquosos, atividades antivirais e antioxidantes, demonstrando potencial para ser usado como medicamento para diversas doenças.

Compostos fenólicos são constituintes dos vegetais, onde são encontrados na forma livre ou conjugadas (grãos e sementes) mas alguns fungos são capazes de produzir; podem ser resultantes de ácidos benzóicos e cinâmicos, possuem papel importante nas interações entre plantas e microrganismos, agindo como moléculas de sinalização e de defesa (ARNOSO; COSTA; SCHMIDT, 2019).

Dentre as ações protetoras em sistemas biológicos, os compostos fenólicos apresentam atividade antioxidante, apesar de sua importância, estudos sobre cada composto fenólico em cogumelos comestíveis são bastante escassos (PALACIOS et al. (2011).

Segundo Bach (2017), os compostos fenólicos são importantes para a saúde, possuem substâncias bioativas e terapêuticas, contribuindo para redução do risco de doenças crônicas e degenerativas, sendo os principais: ácidos gálicos, protocatecuico, homogentísico, vanílico, p-cumárico, p-hidroxibenzóico, gentísico, cinâmico, cafeico, ferúlico, clorogênico e pirogálico.

Constituem uma das várias categorias com efeitos antioxidantes comprovados, eliminando os radicais livres presentes no corpo (FINIMUNDY et al., 2018), através da neutralização ou sequestro dos radicais livres e na quelatação de metais, (ACHKAR et al. 2013).

Por serem facilmente encontrados nos vegetais, os compostos fenólicos são facilmente incorporados na dieta, podendo auxiliar na ação medicamentosa, melhorando seus efeitos farmacêuticos (ACHKAR et al. 2013). Nos cogumelos, os compostos fenólicos mais encontrados são o ácido gálico, ácido protocatecuico, ácido gentísico e naringenina (LI; SHAH, 2013), segundo Chilianti (2016) estudos sobre os CFs dos cogumelos brasileiros são inexistentes.

Pleurotus sajor-caju tem recebido grande interesse em pesquisas devido às suas propriedades nutracêuticas, formadas por compostos biologicamente ativos, como polissacarídeos (pleurano, β -glucano, entre outros), proteoglicanos, ácidos fenólicos, terpenos, proteínas e esteróis (DURU; CAYAN, 2015).

O cerrado ocupa cerca de 22% do território brasileiro, possui exuberante flora, sendo considerado um dos hotspots mundiais da biodiversidade (BRASIL, 2022).

Muitas das espécies frutíferas do Bioma, apresentam sabores diferenciados, grande valor nutricional e propriedades medicinais (BELISÁRIO et al., 2020). Boa parte das espécies nativas dispõem de considerável potencial econômico, mas ainda estão limitadas aos mercados regionais e/ou usadas de forma extrativista (MOREIRA-ARAÚJO et al., 2019).

O pequi, *Caryocar brasiliense*, é facilmente encontrado no Cerrado e tem papel de destaque na manutenção ambiental, gerando emprego e renda para as comunidades extrativistas locais, podendo ser aproveitado pela indústria alimentícia, cosmética e extração de óleo (BATISTA; SOUSA, 2019). Seu fruto apresenta elevado teor de lipídios, que varia de 27 a 35g 100g⁻¹, tendo relevância como fonte de nutrientes na alimentação regional (ALVES et al., 2014), e teor de compostos fenólicos de 209,0 mg.100g⁻¹ (PAZ et al., 2014).

A casca apresenta alto teor de fibras alimentares, representa cerca de 84% do peso, a polpa representa 10% e a semente 6% do peso total (COSTA; PINTO; SOARES, 2017).

Segundo Rocha et al. (2015), o ácido gálico é o principal antioxidante da casca do pequi, que pode ser usado como matéria-prima alternativa interessante para a produção de antioxidantes naturais.

O jatobá, *Himenaee spp*, possui vasta ocorrência no Brasil, desde a região amazônica até o sul do país (LORENZI, 2020; SANCHES *et al.*, 2017; SILVA et al., 2019), é uma leguminosa arbórea, e seu fruto possui uma polpa farinácea que apresenta significativo potencial para o enriquecimento de preparações (SILVA et al., 2020), é usado na indústria alimentícia em panificação, doces e sorvetes, na construção civil e de móveis e as folhas e sementes na indústria farmacêutica e cosmética (SOUSA et al., 2012).

Segundo Silva *et al.* (2020) a casca, a polpa farinácea e a semente possuem muitos nutrientes, como vitamina C, carboidratos, proteínas e fibras, sendo passível de serem usadas na composição de diversos produtos alimentícios. A literatura sobre a presença de compostos fenólicos em *Himenaee courbaril*, é escassa ou inexistente, sendo a espécie mais estudada *H. stigonocarpa*. Miranda, Castro e Silvério (2014) em seus estudos sobre substâncias inibidoras da tirosinase, causadora de defeitos de pigmentação da pele, associaram o gênero *Himenaee* a compostos fenólicos, taninos e flavonóides, com expressiva atividade antioxidante.

4.2 MATERIAIS E MÉTODO

4.2.1 Cogumelos

Inóculo (*spawns* ou sementes) a partir de uma matriz de *Pleurotus sajor-caju* doada pelo LACOMBI, foram inoculados em grãos de sorgo (*Sorghum bicolor*) e milho (*Zea mays*), para produção de *spawns*, que foram usados no cultivo dos cogumelos estudados.

Para o substrato-base foi usada palha de gueroba (*Syagrus oleracea*), que foi suplementada com farinha da casca de pequi (*Caryocar brasiliensis*), polpa de jatobá

(*Hymenaea courbaril*) e composto oriundo de compostagem, feita a partir da doação de frutas e legumes.

Foram testados substratos de gueroba sem suplementação (controle), gueroba suplementada com 10%, 20% e 30% de farinha da casca do pequi, 10%, 20% e 30% polpa de jatobá e 10%, 20% e 30% de composto maduro.

As frutificações aconteceram entre dezembro de 2020 e maio de 2021, os cogumelos cultivados foram acondicionados sob refrigeração a 4 °C. Posteriormente, o material foi liofilizado no Laboratório de Biotecnologia de Alimentos e Purificação de Proteínas (LABAP), por 46 horas e enviado para processamento nos laboratórios da Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Campus Dois Vizinhos (UTFPR-DV).

4.2.2 Processamento das amostras

Foram processadas 10 amostras, procedentes de cogumelos (corpos de frutificação) da espécie *Pleurotus sajor-caju*, produzidos conforme descrito na seção anterior. Este material foi liofilizado e posteriormente triturado em um moinho de facas até a granulometria de 0.5mm (mesh 34).

As amostras foram pesadas em balança analítica e 1g de cada foi colocado em Erlenmeyer de 250ml. Após, adicionado 100ml de água destilada, os frascos foram tamponados (tampão e papel kraft) e levados para uma incubadora com agitação orbital (shaker) a 120 RPM / 25 a 35°C por 40 minutos. Na sequência, 45 ml do caldo agitado foram levados para centrífuga a 4000 RPM, por 15 minutos. Ao final o sobrenadante foi armazenado sob refrigeração a 10°C.

A concentração de compostos fenólicos totais (CFT) nos extratos, foi determinada com o reagente colorimétrico Folin-Ciocalteu, método adaptado de Ribeiro *et al.* (2013) com alterações, e ácido gálico como padrão. As reações foram realizadas em tubos tipo falcon de 15 ml revestidos por papel alumínio. Cada tubo recebeu: 250 µL de extrato, 250 µL do reagente de Folin-Ciocalteu, 500 µL de uma solução saturada de Na₂CO₃ e 4 ml de água destilada. Após homogeneização das misturas, os tubos foram deixados em repouso por 25 minutos em temperatura ambiente (aproximadamente 25°C). Após este intervalo, os tubos foram centrifugados por 10 minutos a 3000 RPM. Ao final, a absorbância do sobrenadante foi lida a 725 nm em espectrofotômetro e os valores foram comparados com uma curva de calibração de ácido gálico (0 a 200 mg/L). Os resultados foram apresentados em mg de ácido gálico equivalente (GAE).

4.2.3 Análise estatística

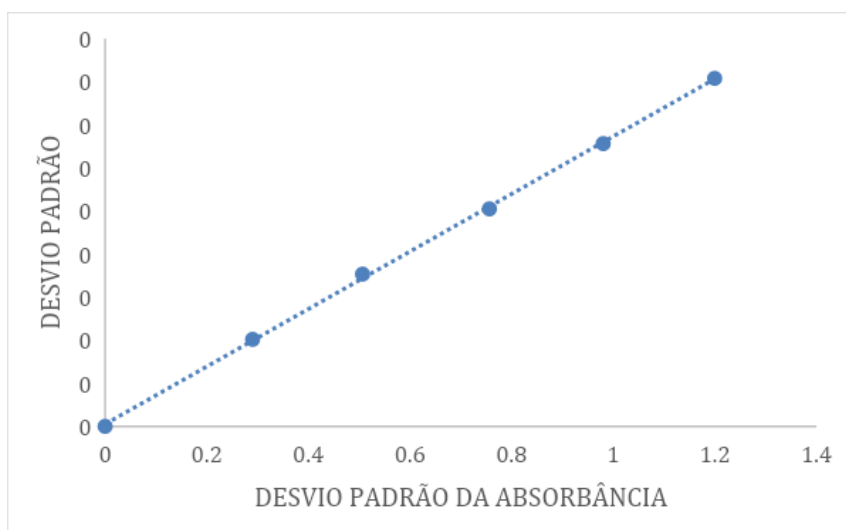
A análise estatística dos resultados (análise de variância, teste de Pareto nível de significância de 95% ($p \leq 0,05$)).

4.3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Através da estimativa dos compostos fenólicos presentes nos cogumelos comestíveis é possível caracterizar suas propriedades nutricionais e importância como alimento saudável.

Para a quantificação dos compostos fenólicos totais presentes nos extratos aquosos dos basidiomas cultivados nos diferentes substratos testados, fez-se a curva padrão de ácido gálico, obtendo-se a Figura 22.

Figura 22: Curva padrão de ácido gálico



Fonte: autoria própria (2022).

Após o ajuste linear de absorvância e concentração de ácido gálico obteve-se a equação da reta $y = 0,0001x + 0,0000001$ e um valor de R^2 igual a 0,9996, indicando que a equação obtida poderia ser utilizada para a quantificação de fenólicos nos extratos aquosos. Após a leitura em espectrofotômetro a 765 nm, os resultados obtidos foram expressos em equivalentes de ácido gálico (GAE) por grama de amostra seca. A quantidade de fenólicos totais nos cogumelos *Pleurotus sajor-caju*, variou de 53 mg EAG/g a 74 mg EAG/g conforme demonstrado na Tabela 4.

Tabela 4: Compostos Fenólicos totais obtidos nos extratos hidroalcoólicos das amostras, de acordo com a composição do substrato utilizado

Amostra	Substrato	Fenólicos Totais* EAG (mg/L)/10g
01	Gueroba (controle)	60±0,6
02	Gueroba com 10 % Polpa de Jatobá	61±3,5
03	Gueroba com 20% Polpa de Jatobá	59±0,9
04	Gueroba com 30% Polpa de Jatobá	58±0,3
05	Gueroba com 10% Composto	64±0,0
06	Gueroba com 20% Composto	62±0,7
07	Gueroba com 30% Composto	64±2,6
08	Gueroba com 10% Farinha da Casca de Pequi	74±2,0
09	Gueroba com 20% Farinha da Casca de Pequi	53±2,2
10	Gueroba com 30% Farinha da Casca de Pequi	57±3,7

*As amostras não diferenciaram entre si pelo teste Tukey ($p < 0,05$).

Fonte: autoria própria.

A tabela 4 mostra que os cogumelos que apresentaram maior quantidade de CFTs, foram os cultivados em substrato de gueroba suplementado com 10% de farinha da casca do pequi. Analisando as amostras por tipo de substrato, nota-se que a maior parte das amostras que apresentaram maior quantidade de CFTs foram as que tiveram menores suplementações, ou nenhuma como no caso do substrato controle, composto apenas por palha de de gueroba, a exceção foram os substratos suplementados com composto maduro, que não apresentaram diferenças significativas.

Cueva, Hernández e Niño-Ruiz (2017), Siqueira et al. (2012) e Gracioli et al. (2010), em experimentos com *Pleurotus ostreatus* relataram que o enriquecimento de substratos a partir de determinados teores de nitrogênio, pode ter efeito contrário que o desejado, que é aumentar produtividade e eficiência biológica. Essa preferência do fungo por substratos com menores índices de frutificação pode favorecer a absorção dos compostos químicos e os metabólitos secundários disponíveis. Woldegiorgis et al. (2014), cultivando *Pleurotus ostreatus* em substratos de resíduos de café, observaram maior quantidade de ácido cafeico nos cogumelos analisados.

Durante a fase da corrida micelial, substâncias orgânicas podem ser absorvidas dos substratos e bioacumuladas nos corpos de frutificação que se formaram (OLIVEIRA; NAOZUKA, 2020).

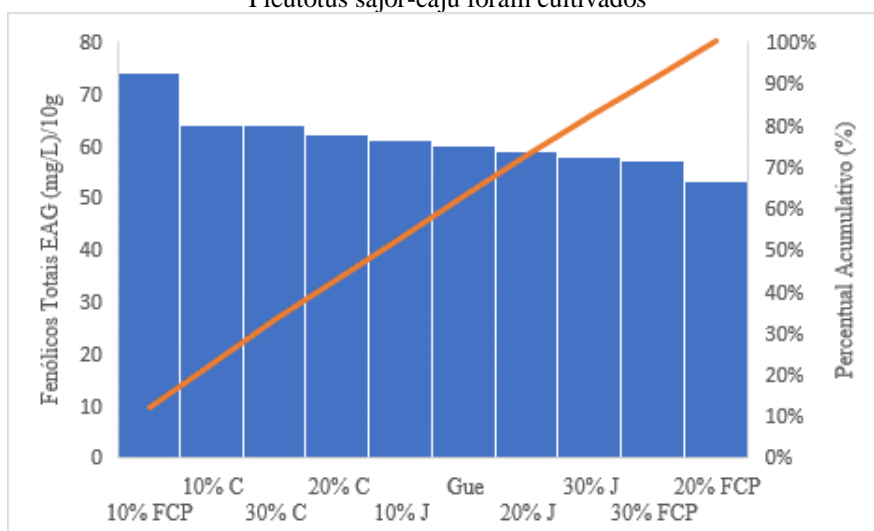
Os valores encontrados nas amostras, foram maiores que Woldegiorgis et al. (2014), que relatou $4,47 \pm 0,22$ mg EAG/g em *Pleurotus ostreatus* e Liang et al. (2013) com $5,24 \pm 0,02$ mg EAG/g, cultivos de *Pleurotus eryngii*, mas ficaram abaixo dos valores de Chilante

(2016), que mostrou valores entre $31,30 \pm 0,26$ mg EAG/g e $47 \pm 0,12$ mg EAG/g em *Pleurotus* spp cultivados em 94% de serragem de Pinus sp suplementada com 5% de farelo de trigo.

Yıldız et al. (2017), cultivando *P. citrinopileatus* em serragem de *Castanea sativa*, encontraram conteúdo fenólico total de $2,52 \pm 0,010$ mg EAG/g. Devido a capacidade de biorremediação dos cogumelos, podem absorver diversas substâncias encontradas no substrato de cultivo; mas existem poucos estudos sobre os perfis individuais de compostos fenólicos em cogumelos comestíveis (PALACIOS et al., 2014).

Na figura 23, pelo diagrama de Pareto, pode-se observar a absorção dos compostos fenólicos pelos cogumelos por tipo de substrato.

Figura 23: Diagrama de Pareto para os compostos fenólicos de acordo com o substrato onde os *Pleurotus sajor-caju* foram cultivados



Legenda: FCP 10%, FCP 20% e FCP 30%: Palha de Gueroba suplementada com Farinha da Casca do Pequi; PJ 10%, PJ 20% e PJ 30%: Palha de Gueroba suplementada Polpa de jatobá; C 10%, C 20% e C 30%: Palha de Gueroba suplementada Composto; GUE: palha de gueroba sem suplementação.

Fonte: autoria própria (2022).

Corroborando com os metabólitos secundários encontrados nos cogumelos, os vegetais que foram usados nos substratos, são descritos na literatura como importantes fontes de compostos fenólicos, sendo o menos estudado, a palha de *Syagrus oleracea*, com apenas uma citação sobre a composição de CFTs (REIS et al., 2017), mas sem quantificação.

Santos (2012), observou em seu estudo com compostagem de brócolis, couve-penca, castanha, palha de trigo, relva e jatropha, que na fase mesofílica, aos 11 dias, os compostos fenólicos apresentaram teores altos, mas entrando na fase termofílica, os teores caíram e se mantiveram estáveis até a maturação; o estudo abrangeu vegetais diferentes dos usados neste estudo, que foi feito com uma variedade maior, com tomates, batatas, cenouras, abóboras de várias variedades, entre outros. Apesar da diferenciação do material vegetal, é sabido que as

plantas naturalmente produzem CFTs, sendo esperado sua presença nos basidiomas onde foram cultivados.

Os frutos do Cerrado têm sido estudados por suas propriedades nutricionais, medicinais e na aplicação dos metabólitos secundários como coadjuvantes no tratamento de doenças (ALVES, et al., 2014; PAZ et al., 2014; BATISTA, SOUSA, 2019; MOREIRA-ARAÚJO, 2019; BELISÁRIO et al., 2020; SILVA et al., 2020).

Em estudos com a polpa, Lima et al. (2007) encontraram 209 mg/100g de fenólicos totais, valores significativamente maiores que os encontrados na maioria das polpas de frutas consumidas no Brasil, na amêndoa apenas 7,25mg/100g. Paz et al. (2014) quantificaram em um experimento semelhante, com a polpa 531,5 mg/100g. Rocha et al. (2015), analisando FCTs em cascas de pequi, encontraram ácido p-hidroxibenzóico, ácido quínico, ácido quercetina e quercetina-3-O-arabinose, mas sem citar a quantidade e ácido gálico na proporção de 26,04 mg por grama de massa seca da casca. O pequi é considerado umas das frutas mais nutritivas do Cerrado, mas nos cogumelos amostrados, a maior quantidade de CFTs encontrados, foi nos cultivados em substrato com 10% da suplementação com a farinha da casca do pequi; é possível que isso tenha ocorrido, devido ao fato da facilidade dos cogumelos fazerem a biorremediação em substratos menos suplementado, devido ao balanceamento C/N.

Pesquisas sobre CFTs no gênero *Hymenaea* são escassas, sendo *H. stigonocarpa* a espécie mais estudada. Miranda et al. (2014) encontraram em *Hymenaea stigonocarpa* considerável quantidade de compostos fenólicos, através de análises do extrato bruto hexânico e extrato bruto etanólico das folhas, por espectrofotometria, pelo método de Folin-Ciocalteu.

Apesar de serem espécies diferentes, deve-se ter semelhanças na composição de CFTs, já que foram amostrados valores desse composto químico nos basidiomas cultivados nos substratos com suplementação com *H. courbaril*.

4.4 CONCLUSÃO

Os cogumelos *Pleurotus sajor-caju* FR. fazem parte de um rol de alimentos altamente nutritivos. Sua capacidade de absorver os nutrientes disponíveis nos substratos preparados, contribui para direcionar seu cultivo para obtenção de determinados nutrientes, metabólitos secundários e terapias, bastando investir em pesquisa na elaboração dos substratos onde serão cultivados e suas suplementações.

Na análise bromatológica, foram encontrados fenólicos totais, endossando que os cogumelos *Pleurotus sajor-caju* cultivados em resíduos de gueroberba – *Syagrus oleracea* com e sem suplementações alternativas, podem ser considerados alimento saudável.

É importante realizar pesquisas mais aprofundadas sobre o perfil fenólico dos cogumelos para identificar e quantificar as substâncias ativas, já que estudos sobre esses perfis de compostos fenólicos são pouco pesquisados.

4.5 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACHKAR, M. T.; NOVAES, G. M.; SILVA, M. J. D.; VILEGAS, W. Propriedade antioxidante de compostos fenólicos: importância na dieta e na conservação de alimentos. **Revista da Universidade Vale do Rio Verde**, v. 11, n. 2, p. 398-406, 2013.

ALMEIDA, A. C. P. S.; SILVA, L. M. de M. M.; BRITO NETO, J. S.; GUEDES-CELESTINO, E. L. F.; SILVA, J. M. da; SILVA, C. dos S.; NASCIMENTO, M. da S.; CRISTO, C. C. N. de; SANTOS, T. M. C. dos. Cultivo axênico de cogumelos comestíveis em resíduos agroindustriais. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, Rio Largo, v. 3, n. 1, p. e6651, 2018.

ALVES, A. M.; FERNANDES, D. C.; SOUSA, A. G. de O.; NAVES, R. V. Características físicas e nutricionais de pequis oriundos dos estados de Tocantins, Goiás e Minas Gerais. **Brazilian Journal of Food Technology**, v. 17, n.3, p. 198-203, 2014.

ARNOSO, B. J. de M.; COSTA, G. F. da; SCHMIDT, B. Biodisponibilidade e classificação de compostos fenólicos. **Nutrição Brasil**, v. 8, n. 1, p. 39-48, 2019.

BACH, F. **Avaliação do potencial nutricional, antioxidante e antibacteriano de cogumelos comestíveis**. 2017. 135 f. Tese. Setor de Tecnologia, Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Alimentos. Universidade Federal do Paraná, Paraná, 2017.

BATISTA, F. O.; SOUSA, R. S. de. Compostos bioativos em frutos pequi (*Caryocar brasiliense* Camb.) E baru (*Dipteryx alata* Vogel) e seus usos potenciais: uma revisão. **Brazilian Journal Development**, v. 5, n. 7, p. 9259-9270, 2019.

BELISÁRIO, C. M.; SOARES, A. G.; CONEGLIAN, R. C. C.; PLÁCIDO, G. R.; CASTRO, C. F. de S.; RODRIGUES, L. A. N. Carotenoids, sugars, ascorbic acid, total phenolics, and antioxidant activity of murici from Brazilian Cerrado during refrigerated storage. **Revista Ciência Rural**, v. 50, n. 4, p. 1-8, 2020.

BORAH, T. R.; SINGH, A. R.; PAUL, P.; TALANG, H.; KUMAR, B.; HAZARIKA, S. **Spawn production and mushroom cultivation technology**. ICAR Research Complex for NEH Region, Meghalaya, India, 46p., 2019.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. O Bioma Cerrado. Disponível em :< <http://www.mma.gov.br/biomas/cerrado>>. Acesso em:14 janeiro 2022.

CARRASCO, J.; ZIED, D. C.; PARDO, J. E.; PRESTON, G. M.; PARDO-GIMENEZ, A. Supplementation in mushroom crops and its impact on yield and quality. **AMB Express**, v.8, n. 146, 2018.

CHILANTI, G. **Avaliação da produção, composição química, compostos bioativos e atividade antioxidante de linhagens autóctones de Pleurotus spp.** 2016. 110f. Dissertação. Programa de Pós-graduação em Biotecnologia. Universidade de Caxias do Sul, Caxias do Sul, 2016.

COSTA, A. P. F. da; PINTO, E. G.; SOARES, D. S. B. Obtenção de farinha do mesocarpo de pequi. **Revista Agrarian**, v.10, n.38, p. 349-354, 2017.

CUEVA, M. B.; HERNÁNDEZ, A.; NIÑO-RUIZ, Z. Influence of C/N ratio on productivity and the protein contents of *Pleurotus ostreatus* grown in different residue mixtures. **Revista de la Facultad de Ciencias Agrarias UNCUIYO**, v. 49, n. 2, p. 331-344, 2017.

DURU, M. E.; CAYAN, G. T. Biologically active terpenoids from mushroom origin: A review. **Records of Natural Products**, v. 9, n. 4, p. 456–483, 2015.

ELHUSSEINY, S. M.; EL-MAHDY, T. S.; AWAD, M. F.; ELLEBOUDY, N. S.; FARAG, M. M. S.; ABOSHANAB, K. M.; YASSIEN, M. A. Antiviral, cytotoxic, and antioxidant activities of three edible agaricomycetes mushrooms: *pleurotus columbinus*, *pleurotus sajor-caju*, and *agaricus bisporus*. **Journal of Fungi**, v.7, n. 8, p. 1-19, 2021.

FARNET, A.-M.; QASEMIAN, L.; PETER-VALENCE, F.; RUAUDEL, F.; SAVOIE, J.-M.; ROUSSOS, S.; GAIME-PERRAUD, I.; ZIARELLI, F.; FERRÉ, E. Do spawn storage conditions influence the colonization capacity of a wheat-straw-based substrate by *Agaricus subrufescens*? **Comptes Rendus Biologies**, v. 337, p. 443-450, 2014.

FINIMUNDY, T. C.; BARROS, L.; CALHELHA, R. C.; ALVES, M. J.; PRIETO, M. A.; ABREU, R. M. V.; DILLON, A. J. P.; HENRIQUES, J. A. P.; ROESCH-ELY, M.; FERREIRA, I. C. F. R. Multifunctions of *Pleurotus sajor-caju* (fr.) Singer: a highly nutritious food and a source for bioactive compounds. **Food Chemistry**, v. 245, p. 150-158, 2018.

GRACIOLLI, L.A; CAETANO, C. P. dos S.; LEONEL, M.; AGUIAR, E. B. Cultivo do cogumelo comestível *Pleurotus florida* em ramas de mandioca. **Revista Raízes e Amidos Tropicais**, v. 6, p. 26-39, 2010.

LI, S.; SHAH, N. P. Effects of various heat treatments on phenolic profiles and antioxidant activities of *pleurotus eryngii* extracts. **Journal of Food Science**, v. 78, n. 8, p. 1122-1129, 2013.

LIANG, C.-H.; HO, K.-J.; HUANG, L.-Y.; TSAI, C.-H.; LIN, S.-Y; MAU, J.-L. Antioxidant properties of fruiting bodies, mycelia, and fermented products of the culinary- medicinal king oyster mushroom, *Pleurotus eryngii* (higher Basidiomycetes), with high ergothioneine content. **International Journal of Medicinal Mushrooms**, v. 15, n. 3, p. 267–276, 2013.

LIMA, A. de; OLIVEIRA E SILVA, A. M. de; TRINDADE, R. A.; TORRES, R. P.; MANCINI-FILHO, J. Composição química e compostos bioativos presentes na polpa e na

amêndoa do pequi (Caryocar brasiliense, Camb.). **Revista Brasileira Fruticultura**, v. 29, n. 3, p. 695-698, 2007.

LORENZI, H. **Árvores brasileiras**: manual de identificação e cultivo de plantas arbóreas nativas do Brasil. 8.ed. Instituto Plantarum, Nova Odessa, SP, v.1, 384p., 2020.

MACHADO, A. E. V. **Cultivo integrado do cogumelo Pleurotus ostreatus e tomate (Solanum lycopersicum)**. 2019. 77 f. Dissertação (Mestrado Acadêmico). Curso de Pós-graduação em Biotecnologia. Universidade Federal do Tocantins, Gurupi, 2019.

MIRANDA, A. R.; CASTRO, C. F. S.; SILVÉRIO, M. D. O. Avaliação da atividade antioxidante e inibição da tirosinase do extrato das folhas do jatobá (Hymenaea stigonocarpa Mart. ex Hayne). **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v.16, n.3, p.693-699, 2014.

MOREIRA-ARAÚJO, R. S. dos R.; BARROS, N. V. dos A.; PORTO, R. G. C. L.; BRANDÃO, A. de C. A. S.; LIMA, A. de; FETT, R. Bioactive compounds and antioxidant activity three fruit species from the Brazilian Cerrado. **Revista Brasileira de Fruticultura**, v. 41, n. 3, p. 1-8, 2019.

NIAZI, A. R.; GHAFOOR, A. Different ways to exploit mushrooms: A review. **All Life**, v.14, n. 1, p. 450-460, 2021.

OLIVEIRA, A. P.; NAOZUKA, J. Enriquecimento elementar por meio de cultivo: plantas e cogumelos. **Revista Química Nova**, v. 43, n. 9, p. 1277-1293, 2020.

PALACIOS, I.; LOZANO, M.; MORO, C.; D'AARRIGO, M.; ROSTAGNO, M. A.; MARTINEZ, J. A.; GARCIA-LAFUENTE, A.; GUILLAMÓN, E.; VILLARES, A. Antioxidant properties of phenolic compounds occurring in edible mushrooms. **Food Chemistry**, v.128, p. 674-678, 2011.

PAZ, J. G. da; PACHECO, P.; SILVA, C. O. da; PASCOAL, G. B. Análise da composição nutricional e de parâmetros físico-químicos do pequi (Caryocar brasiliense Camb) in natura. **Revista Linkania**, v.1, n.8, 2014.

REIS, E. F. dos; PINTO, J. F. N.; COSTA NETTO, A. P. da; ASSUNÇÃO, H. F. da; SILVA, D. F. P. da. Diversidade genética entre populações de guariribeiras no Estado de Goiás. **Revista Ceres**, v. 64, n.6, p. 631-636, 2017.

RIBEIRO, A. B.; BONAFÉ, E. G.; SILVA, B. C.; MONTANHER, P. F.; SANTOS JUNIOR, O. O.; BOEING, J. S.; VISENTAINER, J. V. Antioxidant capacity, total phenolic content, fatty acids and correlation by principal component analysis of exotic and native fruits from Brazil. **Journal of the Brazilian Chemical Society**, v. 24, n. 5, p. 797-804, 2013.

ROCHA, L. B.; MELO, A. M.; PAULA, S. L. A.; NOBRE, S. A. M.; ABREU, I. N. Gallic acid as the major antioxidant in pequi (Caryocar brasiliense Camb.) fruit peel. **Revista Brasileira de Plantas Mediciniais**, v. 17, n. 4, p. 592-598, 2015.

SANCHES, C. F.; COSTA, E.; COSTA, G. G. S. da; BINOTTI, F. F. da S.; CARDOSO, E. D. Hymenaea courbaril seedlings in protected environments and substrates. **Engenharia Agrícola**, Jaboticabal, v.37, n.1, p.24-34, 2017.

SANTOS, A. M. de C. **Avaliação do processo de compostagem de misturas com resíduos vegetais ricos em fitoquímicos**. 2012. 65f. Dissertação. Mestrado em Agricultura Biológica. Instituto Politécnico de Viana do Castelo. Viana do Castelo, Portugal, 2012.

SILVA, E. F. da; BATISTA, E. M.; ALMEIDA, E. J. do N.; LEMOS, L. M. dos R.; BARCELOS, S. C. de; SOUZA, P. A. de. Caracterização física, físico-química e centesimal do fruto de jatobá-do-cerrado (*Hymenaea stigonocarpa* Mart.). **Revista Verde**, v. 15, n. 2, p. 139-145, 2020.

SIQUEIRA, F. G.; MACIEL, W. P.; MARTOS, E. T.; DUARTE, G. C.; MILLER, R. N. G.; SILVA, R. da; DIAS, E. S. Cultivation of *Pleurotus* mushrooms in substrates obtained by short composting and steam pasteurization. **African Journal of Biotechnology**, v. 11, n. 53, p. 11630-11635, 2012.

SOUSA, E. P. de; SILVA, L. M. de M.; SOUSA, F. C. de; FERRAZ, R. R.; FAÇANHA, L. M. Caracterização físico-química da polpa farinácea e semente do jatobá. **Revista Verde**, Mossoró – RN, v. 7, n. 2, p. 117-121, 2012.

YILDIZ, S.; YILMAZ, A.; CAN, Z.; KILIÇ, C.; YILDIZ, Ü. C. Total phenolic, flavonoid, tannin contents and antioxidant properties of *Pleurotus ostreatus* and *Pleurotus citrinopileatus* cultivated on various sawdust. **The Journal of Food**, v. 42, n. 3, p. 315-323, 2017.

WOLDEGIORGIS, A. Z.; ABATE, D.; HAKI, G. D.; ZIEGLER, G. R. Antioxidant property of edible mushrooms collected from Ethiopia. **Food Chemistry**, v.157, p. 30-36, 2014.