

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP) FACULDADE DE  
CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS CAMPUS DE DRACENA**

**João Pedro Ruiz da Silva**  
Engenheiro Agrônomo

**OTIMIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS PARA A PRODUÇÃO  
DE *Pleurotus eryngii***

DRACENA

2022

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA (UNESP) FACULDADE DE  
CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS CAMPUS DE DRACENA**

**João Pedro Ruiz da Silva**

Engenheiro Agrônomo

**OTIMIZAÇÃO DE TECNOLOGIAS PARA A PRODUÇÃO  
DE *Pleurotus eryngii***

Trabalho de Conclusão de Curso  
apresentado à Faculdade de Ciências  
Agrárias e Tecnológicas – Unesp, Câmpus  
de Dracena como parte das exigências para  
conclusão do curso em Engenharia  
Agronômica.

Orientador: Prof. Dr. Diego

Cunha Zied

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA  
"JULIO DE MESQUITA FILHO"  
FACULDADE DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E TECNOLÓGICAS  
UNESP – CÂMPUS DE DRACENA

CERTIFICADO DE APROVAÇÃO

Título: "Otimização de tecnologias para a produção de *Pleurotus eryngii*"

Modalidade: Trabalho de Atividades de pesquisa;

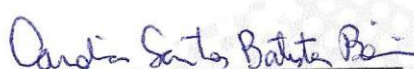
Autor: João Pedro Ruiz da Silva


Orientador (a): Diego Cunha Zied

Número de Créditos: 12

Data da aprovação e correção de acordo com as sugestões da Banca: 05/07/22

  
Diego Cunha Zied

  
Carolina dos Santos B. Bonini

  
Lucas Da Silva Alves

## DEDICATÓRIA

Dedico a minha mãe **Marcia Cristina Sandrini Ruiz**, minha vó **Dirce Sandrini Ruiz** e meu avô (*In memoriam*) **Ginez Ruiz Gea** que me educaram, ensinaram os valores da vida e me apoiaram para essa conquista.

## **AGRADECIMENTO**

Agradeço primeiramente a Deus pela força e coragem para enfrentar todos os desafios.

A minha mãe Marcia Cristina Sandrini Ruiz, a qual sempre me apoiou e incentivou para que eu pudesse vencer todos os obstáculos.

Aos meu avós Dirce Sandrini Ruiz e Ginez Ruiz Gea (*In memorian*), que sempre me educaram e estiveram ao meu lado.

Aos meus amigos e colegas do Centro de Estudos de Cogumelos (CECOG), que não mediram esforços para ajudar na realização deste projeto.

Ao meu orientador Prof<sup>o</sup> Dr<sup>o</sup> Diego Cunha Zied, que sempre incentivou e orientou da melhor forma possível para compreensão dos fatos.

Agradeço ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC), pelo financiamento deste projeto.

## RESUMO

O consumo de cogumelos no Brasil é crescente ano após ano, por uma busca de alimentos saudáveis, com altos teores nutricionais. Dentre os cogumelos mais consumidos, cita-se a espécie *Pleurotus eryngii*, também conhecido ao redor do mundo como cogumelo Ostra-Rei. A produtividade dessa espécie no Brasil é baixa, situação que gera uma alta margem de risco sobre a produção. Portanto desenvolver novas tecnologias para incrementar a produtividade são desafios para a expansão comercial do cogumelo. O objetivo dessa pesquisa foi otimizar tecnologias e métodos para o cultivo do cogumelo *eryngii*. A pesquisa foi realizada em três fases experimentais com duas linhagens (PEY 20/02 e PEY 21/01), em ambiente controlado. A primeira fase experimental avaliou substratos a base de serragem de pinus, eucalipto e um misto de cedro com peroba. A segunda fase avaliou o desempenho da serragem sob três camadas de cobertura: solo + carvão (SC), solo + turfa (ST) e um misto de solo + turfa + carvão (STC). Foi utilizado delineamento inteiramente casualizado em fatorial duplo, contendo 6 repetições com 3 tratamentos nas duas fases experimentais. O cultivo médio foi de 85 dias em ambas fases. A terceira fase consistiu na continuidade da pesquisa com os melhores resultados das duas primeiras fases. Foram avaliados métodos de abertura do saco plástico para frutificação dos cogumelos, sendo eles: abertura da parte superior e adição da camada de cobertura, abertura total dos blocos, desfragmentação e suplementação com suplemento comercial e adição da camada de cobertura. As variáveis analisadas foram massa média, produtividade e números de cogumelos. Foi feito a análise de variância ANOVA, e aplicado teste de Tukey a 5% de probabilidade. Ao final da primeira fase observou-se que a serragem de eucalipto alcançou a maior produtividade, com médias de produtividade de 11,6% e massa média de 18,7g. Quanto ao número de cogumelos, a serragem de pinus produziu menos cogumelos com média de 7,2 cogumelos. Não foi observado desenvolvimento micelial no substrato com mistura com peroba + cedro. A segunda fase revelou que os dados de produtividade quando adicionado camada de cobertura atingiu 24,4% com a mistura de solo + carvão. A terceira e última fase experimental confirmou os resultados obtidos na segunda fase. A suplementação com composto comercial, também apresenta bons resultados para o cultivo deste cogumelo. Conclui-se que eucalipto é uma ótima opção para se produzir *P. eryngii* e a adição de camada de cobertura de solo + carvão e o manejo de blocos suplementados elevam a produtividade.

**Palavras-chave:** Camada de cobertura. Cogumelo. *Eryngii*. Serragem. Suplementação. Turfa

## ABSTRACT

The consumption of mushrooms in Brazil is increasing year after year, due to a search for healthy foods, with high nutritional contents. Among the most consumed mushrooms, the *Pleurotus eryngii* species is cited, also known around the world as Oyster-Rei mushroom. The productivity of this species in Brazil is low, a situation that generates a high risk margin on production. Therefore, developing new technologies to increase productivity are challenges for the commercial expansion of the mushroom. The objective of this research was to optimize technologies and methods for the cultivation of the eryngii mushroom. The research was carried out in three experimental phases with two strains (PEY 20/02 and PEY 21/01), in a controlled environment. The first experimental phase evaluated substrates based on pine sawdust, eucalyptus and a mixture of cedar and peroba. The second phase evaluated the performance of sawdust under three cover layers: soil + coal (SC), soil + peat (ST) and a mixture of soil + peat + coal (STC). A completely randomized design was used in a double factorial, containing 6 replications with 3 treatments in the two experimental phases. The average cultivation was 85 days in both phases. The third phase consisted of continuing the research with the best results from the first two phases. Methods of opening the plastic bag for fruiting mushrooms were evaluated, namely: opening the top and adding the covering layer, total opening of the blocks, defragmentation and supplementation with commercial supplement and addition of the covering layer. The variables analyzed were average mass, productivity and numbers of mushrooms. ANOVA analysis of variance was performed, and Tukey's test was applied at 5% probability. At the end of the first phase, it was observed that the eucalyptus sawdust reached the highest productivity, with average productivity of 11.6% and average mass of 18.7g. As for the number of mushrooms, pine sawdust produced fewer mushrooms with an average of 7.2 mushrooms. No mycelial development was observed in the substrate mixed with perobra + cedar. The second phase revealed that the productivity data when the cover layer was added reached 24.4% with the mixture of soil + coal. The third and final experimental phase confirmed the results obtained in the second phase. Supplementation with commercial compost also shows good results for the cultivation of this mushroom. It concludes that eucalyptus is a great option to produce *P. eryngii* and the addition of a soil cover layer + charcoal and the management of supplemented blocks increase productivity.

**Key-words:** Casing layer. Eryngii. Mushroom. Peat mushroom. Sawdust. Supplementation.

## Sumário

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>9</b>
<b>2 OBJETIVOS .....</b>	<b>10</b>
<b>3 REVISÃO DE LITERATURA .....</b>	<b>10</b>
3.1. Linhagens .....	10
3.2. Formulação do substrato .....	11
3.3. Camada de cobertura .....	11
3.4. Indução de primórdios e suplementação .....	12
<b>4 METODOLOGIA .....</b>	<b>14</b>
4.1. Local da experimentação.....	14
4.2. Primeiro experimento – utilização de diferentes serragens .....	15
4.3. Segundo experimento – adição de diferentes camadas de cobertura .....	17
4.4. Terceiro experimento – adoção de diferentes manejos de condução .....	18
4.5. Análise estatística .....	19
<b>5. RESULTADOS E DISCUSSÃO .....</b>	<b>20</b>
5.1. Dados do experimento utilizando diferentes serragens .....	20
5.2. Dados do experimento utilizando diferentes camadas de cobertura .....	24
5.3. Dados do experimento com diferentes manejos.....	27
<b>7 CONCLUSÃO .....</b>	<b>31</b>
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>32</b>

# 1 INTRODUÇÃO

Atualmente, o Brasil é o principal produtor de cogumelos da América do Sul (SANCHÉZ et al., 2018). Isto ocorre devido a possibilidade de cultivar os cogumelos em pequenas áreas (apenas alguns metros quadrados), se obter um retorno financeiro rápido (primeira colheita com 16 dias após o início do cultivo) e o mercado consumidor estar em plena ascensão, proporcionando a sociedade um alimento saudável, sem colesterol e com propriedades medicinais (ZIED e PARDO-GIMÉNEZ, 2017).

Os cogumelos mais cultivados no Brasil são o shimeji (*Pleurotus ostreatus*), o champignon (*Agaricus bisporus*) e o shiitake (*Lentinula edodes*). No entanto, nos últimos dois anos um cogumelo exótico ganhou destaque, o eryngii (*Pleurotus eryngii*) ou também conhecido como cogumelo do Cardo (OHGA e ROYSE, 2004, ROYSE, 2017). Este cogumelo é nativo das regiões mediterrâneas da Europa, Oriente Médio e norte da África, mas também é cultivado em muitas partes da Ásia (OHGA, 2000).

A produtividade obtida em cultivos no Brasil deste cogumelo é baixa, nem cobrindo os custos de produção, apesar do elevado valor pago pelo quilo do cogumelo. Neste sentido tecnologias utilizadas no Japão, Estados Unidos e Europa devem ser adaptadas as condições brasileiras, principalmente no que diz respeito à matéria prima utilizada para a produção do substrato, o manejo aplicado após o desenvolvimento do micélio e a adaptação de linhagens as condições climáticas brasileiras.

Por se tratar de um decompositor primário, o *P. eryngii* se desenvolve em materiais orgânicos com elevada relação C/N e teor de lignina (GRIMM e WÖSTEN, 2018), sendo cultivada em diversos países em serragem de Kunugui (*Quercus acutissima*), material pouco encontrado no Brasil. Portanto, buscar uma serragem alternativa que atinja as mesmas características físicoquímicas do Kunugui.

Rodriguez Estrada et al. (2009) ressaltaram que tão importante quanto a formulação do substrato é o manejo adotado no cultivo, principalmente sobre a umidade. Alqaisi et al. (2020) recomendaram a adição de uma camada de cobertura sobre o substrato axênico colonizado, visando a melhor formação dos primórdios e a manutenção da umidade do substrato e redução da contaminação durante o cultivo.

Aliado a todos esses fatores que influenciam diretamente a produtividade, temos ainda a introdução de uma espécie exótica em condições de cultivo comercial, o que deve ser avaliado restritamente quanto sua viabilidade. Segundo nossa revisão bibliográfica, no Brasil não se tem pesquisas realizadas avaliando a viabilidade de técnicas empregadas no cultivo de *P. eryngii*, o que justifica a condução deste projeto, principalmente por possuímos 2 linhagens de grande potencial agrônômico (uma Europeia da empresa Mycelia e outra Asiática da empresa Sylvan), o que pode ser extremamente positivo a fungicultura nacional.

## **2 OBJETIVOS**

Avaliar a viabilidade agrônômica de tecnologias de cultivo em *P. eryngii* em função da (i) matéria prima utilizada na formulação do substrato, (ii) camada de cobertura à base de solo, carvão vegetal e turfa e (iii) do manejo adotado durante a produção de cogumelos após a corrida do micélio.

## **3 REVISÃO DE LITERATURA**

### **3.1. Linhagens**

As linhagens desempenham papel importante na produção de cogumelos. Escolhe-las de acordo com o método de cultivo empregado na fazenda é essencial para que a linhagem atinja seu potencial máximo de produção.

Estudos demonstram diferenças de até 46% no crescimento micelial e de 24% na produtividade de *P. eryngii* a depender da linhagem utilizada, bem como nas características do píleo e estipe do cogumelo (OHGA e ROYSE, 2004; Akyüz e Kırbağ, 2022).

A origem e o local de produção também estão relacionados com o desempenho da linhagem, sendo que linhagens nativas podem incrementar a produção em 73% quando comparado com linhagens de outros países (MOONMOON et al. 2010), por isso a importância do uso de linhagens ao menos adaptadas ao local.

Além de questões agronômicas como produtividade, massa e número de cogumelos, compostos presentes nos cogumelos como o ergosterol, glucosamina, bromofenol e  $\beta$ -glucana também apresentam quantidades diferentes de acordo com a linhagem (KIM et al. 2015, MOONMOON et al. 2010).

### **3.2. Formulação do substrato**

No cultivo de cogumelos é muito convencional a utilização de resíduos da agroindústria. Assim, busca pela matéria-prima ideal para o cultivo de cogumelos trás consigo a necessidade de pesquisas para se obter uma melhor resposta.

A escolha de uma linhagem produtiva, substrato de boa qualidade e condições ambientais ideais são fatores de extrema importância para que se obtenha bons resultados de produtividade e cogumelos sadios (AZEVEDO, 2000).

De acordo com Diaz-Godínez (2022) os resíduos gerados pelas agroindústrias e indústrias agroflorestais são ricos em lignina, celulose e hemicelulose e uma parte é destinada a alimentação animal. Porém uma boa parte destes resíduos não são utilizados e podem gerar contaminações ambientais.

Ogha (2000) constatou que cultivar o cogumelo *P. Eryngii* em resíduos de *Cryptomeria japônica*, gerou um crescimento mais rápido quando comparado a outras serragens, além de se mostrar mais promissor em substratos mais densos.

Hassan, Medany e Hussen (2010) concluíram que o substrato é um fator primordial para se alcançar uma maior produtividade, visto que o cultivo de *P. eryngii* em bagaço de cana e palha de arroz geraram resultados inferiores estatisticamente quando comparados a serragem. Em todos os substratos foram também aplicado suplementação com farelo de trigo que culminou para um aumento expressivo de produtividade ao atingir 25% de suplemento no composto inicial.

### **3.3. Camada de cobertura**

A utilização de camada de cobertura é empregada no cultivo de diversas espécies de cogumelos afim de favorecer o meio de frutificação. O uso de irrigação (umedecimento) da camada de cobertura é de grande importância visto que a

frutificação de cogumelos se dá através da umidade relativa elevada contida nestas camadas, imitando assim como ocorre na natureza quando a chuva molha o solo (COLAUTO et al., 2011).

A função principal da camada de cobertura é ocasionar o estresse metabólico dos cogumelos levando-o a produção de corpos frutíferos com base nas suas propriedades químicas (ZIED *et al.*, 2012)

Na correção do solo a ser adicionado ao substrato para indução de frutificação é importante ressaltar como já visto por Zied et al. (2012) que a adição de calcário dolomítico pode retardar e diminuir os índices de produtividade devido à alta quantidade de magnésio presente neste composto, sendo preferível a utilização de carbonato de cálcio para o equilíbrio do pH do composto final.

O emprego da camada de cobertura para produção de diversos cogumelos não é tão simples devido as características presentes em cada formulação, sendo necessário uma análise preliminar do composto a ser utilizado. Como citado por Dias, Zied e Pardo-Gimenez (2021) alguns fatores devem ser respeitados ao se adotar o uso de camada de cobertura como temperatura, umidade relativa e ventilação, sendo a temperatura um fator importante para a frutificação de alguns cogumelos.

A formulação para o uso de camadas de cobertura é muito diversa e vários tipos de resíduos e compostos são testados. A utilização de solo + fibra de coco se mostrou bem promissor quando analisado por Martos (2017), entretanto outros materiais como areia lavada e substrato orgânico são alternativas que na combinação ideal também pode elevar a produtividade.

Akyuz e Yildiz (2007) afirmam que a camada de cobertura para o cultivo de *P. eryngii* além de ser uma forma de reter umidade protege ainda de contaminações ocasionadas por *Penicillium* sp., *Aspergillus* sp. e *Rhizopus stolonifer*.

O uso de outros materiais para compor a camada de cobertura também é de grande importância devido a suas características físicas e químicas como o caso da turfa e carvão mineral.

### **3.4. Indução de primórdios e suplementação**

O uso de suplementos no cultivo de cogumelos indica um aumento na qualidade da produção tornando-a mais vigorosa e em quantidades ideais promove um aumento de produtividade.

A utilização de suplementos comercial Pro Mycel Gold no cultivo de *A. subrufescens* pode elevar a produtividade em até 51% quando comparado ao cultivo de cogumelo sem suplemento conforme Zied et al. (2018). Outros suplementos não comerciais são utilizados ao redor do mundo já que, as empresas fabricantes de suplementos estão instaladas e possuem sua comercialização em países com alto potencial para indústria de cogumelos (ROYSE et al., 2017).

Ainda segundo Zied et al. (2018) é de suma importância a utilização de suplementos comerciais ou não comerciais na produção de cogumelos tendo em vista a utilização também de linhagens que possuam características favoráveis que possam aumentar a qualidade e produtividade dos cogumelos.

Na revisão de Balan et al. (2022) a importância dos processos de produção dos cogumelos é essencial para diminuir as perdas por contaminação tanto como para um rápido desenvolvimento micelial através da trituração dos substratos (matérias primas) e variando o tamanho da produção elevar o nível tecnológico com análises mais constantes e tecnologias de colheita e manejo do cultivo.

Dias (2010) afirma que o uso de turfa como componente para composição de camada de cobertura é essencial para a frutificação de alguns tipos de cogumelos no Brasil, porém em nosso país torna-se um recurso limitado e nem sempre de boa qualidade.

No cultivo de *Pleurotus spp.* os pontos de colheitas são variáveis dependendo da espécie como o caso do *P. ostreatus* que é feito quando ainda está no estágio de primórdios (no caso do shimeji branco), diferentemente do *P. eryngii* que é realizado somente quando o píleo está mais desenvolvido. Ainda estendendo o ponto de colheita, falando em frutificação é importante ressaltar a importância de clima mais ameno para que o cogumelo do cardo como é conhecido, possa frutificar, sendo assim o emprego de instalações mais desenvolvidas é um fator limitante para a produção desta espécie (DIAS, 2010).

## 4 METODOLOGIA

A metodologia adotada baseia-se em 3 experimentos em esquema fatorial duplo, sendo que um fator sempre será constante, sendo representado pelas duas linhagens citadas anteriormente (europeia e asiática).

### 4.1. Local da experimentação

O experimento foi conduzido na Faculdade de Ciências Agrárias e Tecnológicas, da Universidade Estadual Paulista - Campus Dracena (Latitude 21° 29' S e Longitude 51° 52' W; Altitude média: 421 m), no Centro de Estudo de Cogumelos (CECOG). A condução dos experimentos deu-se em câmaras de cultivo climatizadas e com ambiente controlado de temperatura e umidade (Figura 1).

Figura 1 - Câmara de cultivo



Legenda: Câmara de cultivo com blocos já inoculados em processo de corrida do micélio.

Fonte: Dados do próprio autor

#### **4.2. Primeiro experimento – utilização de diferentes serragens**

O primeiro experimento consistiu na escolha de uma serragem que proporcionasse melhor desempenho na produção de *Pleurotus eryngii*; as serragens utilizadas foram obtidas nas madeiras locais afim de obter menos custo e maior disponibilidade para a viabilidade da produção; as serragens foram: eucalipto, pinus, peroba + cedrinho. A suplementação de cada tratamento ocorreu com 10% de farelo de soja, 7,5% de farelo de trigo, 7,5% de quirela de milho, 2% de carbonato de cálcio e 3% de gesso, todas referentes ao peso seco das serragens e inoculação de duas linhagens diferentes enquadrando-se em um esquema de fatorial duplo 2x3 com 6 repetições totalizando 36 blocos.

Os blocos foram confeccionados com o peso total de 2,0 Kg (peso úmido). Para a montagem as serragens foram pesadas antes de umedecer e feito o cálculo para adição dos suplementos em relação ao peso seco de ambas; foram unidos então a serragem e os suplementos em uma betoneira de 100 litros e homogeneizados, em seguida adicionado água até o substrato atingir 68 – 70% de umidade.

Os substratos foram então adicionados em sacos com filtro de papel e pesados atingindo 2,0 Kg e em seguida compactados em uma prensa mecânica. Após todos os blocos suplementados, umedecidos e compactados foram levados para autoclave (Figura 2) onde permaneceram por 4 horas à 121°C.

Figura 2 - Autoclave



Legenda: Blocos prensados e suplementados prontos para esterilização em autoclave.  
Fonte: Dados do próprio autor

Após concluída a esterilização os blocos foram levados para uma câmara de fluxo laminar onde foram inoculados à 2% com duas linhagens (PEY 19/01 e PEY 20/02), selados e levados para câmara de cultivo por 30 dias para a corrida do micélio.

Terminada a corrida do micélio todos os blocos foram abertos e manejados através da limpeza dos estromas na parte superior dos sacos e irrigados diariamente mantendo a temperatura em 26°C e umidade em 85%.

Para a frutificação a temperatura foi abaixada para 22°C e a irrigação permaneceu constante afim de manter a umidade ideal para cultivo.

Figura 3 - Serragem e suplementos



Legenda: Ao fundo encontra-se a serragem de eucalipto juntamente em cada bandeja branca abaixo, da esquerda para direita sendo, farelo de milho, farelo de trigo e farelo de soja e acima destas, duas bandejas menores com carbonato de cálcio e gesso. Fonte: Dados do próprio autor

#### **4.3. Segundo experimento – adição de diferentes camadas de cobertura**

O segundo experimento consistiu na escolha da melhor camada de cobertura na melhor serragem obtida no primeiro experimento.

A serragem utilizada para a realização da segunda fase experimental foi a de eucalipto suplementado com 10% de farelo de soja, 7,5% de farelo de trigo, 7,5% de quirela de milho, 2% de carbonato de cálcio e 3% de gesso, todos referente ao peso seco da serragem, e inoculação de duas linhagens diferentes enquadrando-se em um esquema de fatorial duplo 2x3 com 6 repetições totalizando 36 blocos.

O preparo de todo o experimento se igualou ao primeiro experimento, cumprindo todas as etapas de suplementação, homogeneização, compactação, autoclavagem, inoculação de 2 linhagens (PEY 21/01 e PEY 20/02) e corrida do micélio, diferindo apenas no manejo adotado após a abertura dos blocos onde

foram adicionadas 3 camadas de coberturas diferentes (Figura 4), sendo elas: solo + turfa (3:1), carvão + turfa (3:1) e solo + carvão + turfa (5:1:1).

Figura 4 - Camada de cobertura Solo + Carvão adicionada



Fonte: Dados do próprio autor

#### 4.4. Terceiro experimento – adoção de diferentes manejos de condução

O terceiro experimento foi conduzido em câmara de cultivo com a adoção da melhor camada de cobertura obtida na segunda fase de experimento e a melhor serragem obtida na primeira fase.

Esta última fase consistiu na escolha do melhor método de cultivo. Os métodos adotados foram: abertura da parte superior dos blocos; abertura da parte superior dos blocos e adição da camada de cobertura (melhor camada obtida no segundo experimento); abertura total dos blocos (retirada de todo o saco plástico envolto) e por fim a abertura total dos blocos, desfragmentação, suplementação com Spawn Mate (suplemento comercial) pasteurizado em estufa a 65 °C por 48 horas e em seguida fechado os blocos novamente para a recuperação da capa micelial por 5 dias e adição da melhor camada de cobertura obtida no segundo experimento (solo + carvão). Nesta fase foi adotado esquema fatorial 2x4 com 6 repetições totalizando 48 blocos.

Esta fase também consistiu na adoção do mesmo método de preparo realizado na primeira e segunda fase de experimentos, desde a suplementação até inoculação e corrida do micélio em câmara de cultivo, variando apenas nos métodos de cultivo após a corrida micelial.

#### **4.5: Análise estatística**

Foram analisados os parâmetros de produtividade, massa total de cogumelos, quantidade de cogumelos colhidos, massa média de cogumelo e precocidade. Os resultados foram submetidos a análise de variância ANOVA com o teste de Tukey ( $p < 0,05$ ) utilizando o programa de análise estatística Sisvar.

Figura 5 – Tratamento com manejo de suplementação



Legenda: Aparição dos primeiros primórdios após a abertura do vaso em manejo de suplementação + adição de CC Fonte: Dados do próprio autor

## 5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os resultados obtidos estão descritos nas tabelas abaixo divididos em subtópicos conforme as fases do experimento foram evoluindo.

### 5.1. Dados do experimento utilizando diferentes serragens

Em um teste feito após o fracasso das serragens combinadas, o qual foi desenvolvido separando cada serragem e inoculando-as com as mesmas linhagens e efetuado a mesma suplementação, observamos que a serragem de peroba não é viável para o desenvolvimento de *Pleurotus eryngii* devido ao não desenvolvimento de micélio após inoculação, porém quando inoculadas as

linhagens em serragem de cedrinho pode-se ver o crescimento da capa micelial, porém com menor velocidade.

Após a análise dos dados e levado em consideração a região e os recursos necessários para o desenvolvimento do projeto optou-se pela escolha da serragem de eucalipto devido sua maior disponibilidade dentre as madeiras locais e por não ter diferido estatisticamente os dados de produtividade, precocidade e número de cogumelos; ressaltando apenas que a massa média mostrou uma diferença estatística de uma linhagem em serragem de pinus, o que significa cogumelos maiores e mais pesados colhidos desta linhagem.

Os dados não diferiram estatisticamente nos parâmetros de produtividade, precocidade e na quantidade de cogumelos colhidos, porém durante a condução do experimento pode-se observar que os blocos que frutificavam primeiro (precocemente) foram os que indicaram contaminações primeiro ao final do processo produtivo.

Durante a realização da primeira fase de experimentos foi preciso fazer adição de camada de cobertura para frutificação dos cogumelos. Em alguns blocos houve contaminações próximo do final do cultivo, mas que não impactaram a produção final.

Durante a frutificação pode-se observar também que os cogumelos de desenvolviam em maior quantidade no centro do bloco, porém sofriam abortos no seu crescimento, mas quando cresciam ao entorno do bloco (borda do saco) vinham mais robustos, porém em menor quantidade; isso ocorreu devido a busca de oxigênio pelo cogumelo, aproveitando as laterais onde havia um breve espaço para que se desenvolvessem.

Tabela 1 - Dados experimentais com diferentes serragens

Linhagens	Serragens		Média
	Pinus	Eucalipto	

Produtividade (%)			
PEY 19/01	11,44 <sup>ns</sup>	13,61 <sup>ns</sup>	12,53 <sup>ns</sup>
PEY 20/02	9,33 <sup>ns</sup>	10,34 <sup>ns</sup>	9,83 <sup>ns</sup>
Média CV (%)	10,38 <sup>ns</sup>	11,98 <sup>ns</sup>	
		78,10	
Massa total (g)			
PEY 19/01	228,87 <sup>ns</sup>	272,37 <sup>ns</sup>	250,62 <sup>ns</sup>
PEY 20/02	186,62 <sup>ns</sup>	206,87 <sup>ns</sup>	196,75 <sup>ns</sup>
Média CV (%)	207,75 <sup>ns</sup>	239,62 <sup>ns</sup>	
		78,10	
Cogumelos colhidos			
PEY 19/01	7,25 <sup>ns</sup>	9,25 <sup>ns</sup>	8,25 <sup>ns</sup>
PEY 20/02	14,87 <sup>ns</sup>	13,12 <sup>ns</sup>	14,00 <sup>ns</sup>
Média CV (%)	11,06 <sup>ns</sup>	11,18 <sup>ns</sup>	
		80,98	
Massa média (g)			
PEY 19/01	31,98 <sup>Aa</sup>	18,73 <sup>Ba</sup>	25,35 <sup>a</sup>
PEY 20/02	10,88 <sup>Ab</sup>	9,13 <sup>Aa</sup>	10,00 <sup>b</sup>
Média CV (%)	21,43 <sup>ns</sup>	13,93 <sup>ns</sup>	
		64,27	
Precocidade (%)			
PEY 19/01	60,70 <sup>ns</sup>	59,26 <sup>ns</sup>	59,98 <sup>ns</sup>
PEY 20/02	28,44 <sup>ns</sup>	45,45 <sup>ns</sup>	37,44 <sup>ns</sup>
Média CV (%)	44,57 <sup>ns</sup>	52,85 <sup>ns</sup>	
		76,00	

*Legenda: - ns: não significativo*  
*- letra maiúscula (AB) difere em coluna*  
*- letra minúscula (ab) difere em linha*

Os dados obtidos pela quantidade de cogumelos corroboram com os dados obtidos por Estrada, Jimenez-Gasco e Royse (2009) quando feito o cultivo com adição de camada de cobertura de turfa + carbonato de cálcio (2:1), entretanto o

substrato utilizado por Estrada foi a serragem de cedro vermelho do Norte (*Quercus rubra* L.).

Entretanto quando comparado os dados de produtividade de Estrada (2009) com a adição de camada de cobertura a produtividade desta primeira fase ficou 20% abaixo do obtido em seu experimento, isso talvez devido a adição da cobertura tardia visto que o desenvolvimento de primórdios não afluía, o que ocasionou o desenvolvimento tardio dos primórdios e abortos na frutificação.

A utilização de outros substratos como fonte alimentar para o cultivo de *P. eryngii* como a utilização de serragem de folhas largas e bagaço de cana por ZHANG et al. (2014) mostrou-se eficiente atingindo produtividades parecidas com Estrada (2009); entretanto os dias de cultivo de Zhang foram maiores até a primeira colheita do que o necessário encontrado por Estrada.

O numero de dias necessários para o início da frutificação quando colocado sob condições de desenvolvimento em serragem e bagaço de cana, ambos suplementados com farelo de trigo, palha de arroz e palha de soja, foram de 30 dias e 41 dias respectivamente (HASSAN, MEDANY E HUSSUN, 2010).

A massa média de cogumelos corroborou também com a massa média de cogumelos obtida por Estrada (2009), porém levando em consideração a serragem de pinus com a linhagem PEY 19/01.

A massa média de cogumelos obtida neste experimento ficou abaixo dos dados obtidos por Atila (2017) que foram de 79,6 g, porém a produtividade ficou 6 % abaixo, o que significa que os cogumelos colhidos pelo autor foram maiores e com pesos significativos quando submetidos o cultivo em serragem de carvalho.

Figura 6 - Cogumelos colhidos



Fonte: Dados do próprio autor

Figura 7 - Contaminação no bloco e abortamento de primórdios



Fonte: Dados do próprio autor

## 5.2. Dados do experimento adicionando diferentes camadas de cobertura

A segunda fase experimental mostrou uma diferença estatística na quantidade de cogumelos colhidos nas diferentes camadas de cobertura, sendo que a composição de SC (solo + carvão) houve menos cogumelos que as demais camadas de cobertura, porém os cogumelos colhidos na camada de SC e SCT (solo + carvão + turfa) foram maiores e mais pesados, diferindo estatisticamente sua massa média em relação a camada com ST (Solo + turfa), onde mesmo possuindo mais cogumelos colhidos estes eram menores.

Ao longo do cultivo percebeu-se também que além das camadas de SC e SCT produzirem mais cogumelos estes não diferiram estatisticamente em produtividade, porém atingiram um nível de precocidade maior quando relacionado a camada de SC.

Os dados também indicaram que a linhagem 21/01 foi mais precoce e produziram também cogumelos mais robustos, porém em menor quantidade quando comparada a linhagem 20/02.

A produtividade melhorou consideravelmente em relação ao primeiro experimento, visto que a camada de cobertura aumenta a retenção de água no bloco fazendo com que o bloco estivesse em estresse constante aumentando as frutificações.

Ao final do cultivo pode-se perceber alguns focos de contaminação nos caules que haviam ficados unidos ao bloco após a colheita, que com o tempo apodreceram, porém não afetou a produtividade. Ao perceber os focos de contaminação imediatamente foi feita a limpeza destes blocos e adicionado óxido de cálcio apenas nos focos de contaminação para diminuir sua proliferação.

Após analisar todos os dados optou-se pela camada de cobertura de solo + carvão por ter mostrado um desempenho maior no tamanho dos cogumelos que para o mercado de vendas é mais bem visto; e devido a facilidade em encontrar carvão para a preparação da camada de cobertura em relação a turfa, que é um material mais caro e delicado por seu armazenamento ser refrigerado e acesso a esse material ser limitado devido a proibição de extração de turfa.

Tabela 2 - Dados experimentais utilizando diferentes camadas de cobertura

Camadas de cobertura		Média
Solo + carvão	Solo + turfa	
	Solo + carvão + turfa	

Produtividade (%)				
PEY 20/02	23,93 <sup>ns</sup>	23,60 <sup>ns</sup>	16,93 <sup>ns</sup>	21,49 <sup>ns</sup>
PEY 21/01	24,86 <sup>ns</sup>	21,78 <sup>ns</sup>	25,68 <sup>ns</sup>	24,11 <sup>ns</sup>
Média CV (%)	24,39 <sup>ns</sup>	22,69 <sup>ns</sup>	21,31 <sup>ns</sup>	27,51
Massa total (g)				
PEY 20/02	478,50 <sup>ns</sup>	472,00 <sup>ns</sup>	338,67 <sup>ns</sup>	429,72 <sup>ns</sup>
PEY 21/01	497,17 <sup>ns</sup>	435,50 <sup>ns</sup>	513,67 <sup>ns</sup>	482,11 <sup>ns</sup>
Média CV (%)	487,83 <sup>ns</sup>	453,75 <sup>ns</sup>	426,17 <sup>ns</sup>	27,51
Cogumelos colhidos				
PEY 20/02	22,50 <sup>ns</sup>	26,00 <sup>ns</sup>	19,67 <sup>ns</sup>	22,72 <sup>a</sup>
PEY 21/01	15,33 <sup>ns</sup>	20,67 <sup>ns</sup>	21,00 <sup>ns</sup>	19,00 <sup>b</sup>
Média CV (%)	18,92 <sup>ns</sup>	23,33 <sup>ns</sup>	20,33 <sup>ns</sup>	22,61
Massa média (g)				
PEY 20/02	21,46 <sup>Ab</sup>	18,27 <sup>Aa</sup>	17,25 <sup>Aa</sup>	18,99 <sup>b</sup>
PEY 21/01	37,57 <sup>Aa</sup>	20,85 <sup>Ba</sup>	24,77 <sup>Ba</sup>	27,73 <sup>a</sup>
Média CV (%)	29,51 <sup>A</sup>	19,56 <sup>B</sup>	21,01 <sup>A</sup>	37,47
Precocidade (%)				
PEY 20/02	38,95 <sup>Ba</sup>	56,74 <sup>Ab</sup>	72,22 <sup>Aa</sup>	55,97 <sup>b</sup>
PEY 21/01	54,54 <sup>Ba</sup>	94,13 <sup>Aa</sup>	78,90 <sup>Aa</sup>	75,86 <sup>a</sup>
Média CV (%)	46,75 <sup>B</sup>	75,43 <sup>A</sup>	75,56 <sup>A</sup>	25,33

Legenda: - ns: não significativo  
- letra maiúscula (AB) difere em coluna  
- letra minúscula (ab) difere em linha

Segundo Estrada, Jimenez-Gasco e Royse (2009) a adição de camada de cobertura de turfa + carbonato de cálcio (2:1, v:v) sem suplementação obteve produtividade média de 36,6%. Levando em consideração o uso de cedro

vermelho do norte e os materiais de cobertura possuem maior retenção de umidade, porém quando comparados ao presente trabalho e utilizando de materiais disponíveis na região de cultivo (carvão) junto com uma linhagem de qualidade é possível obter produtividade razoável próxima de 26%.

*P. eryngii* quando cultivado em substrato de palha de trigo e adicionado solo como camada de cobertura, Akyuz e Yildiz (2007) chegaram à produtividade de 17% de cogumelos. Quando adicionados solo + carvão obtivemos produtividades mais elevadas para este cogumelo e com resíduos de indústrias agroflorestais regionais, o que foi decisivo para a escolha da camada de cobertura.

Figura 8 - Primeiros cogumelos na camada de cobertura Solo + Turfa



Fonte: Dados do próprio autor

### 5.3. Dados do experimento com diferentes manejos

A terceira fase experimental mostrou diferenças significativas em todos os parâmetros analisados conforme havia mudança no manejo adotado.

Os blocos onde haviam sido retirado todo o saco plástico obteve os piores resultados em quase todos os parâmetros analisados, exceto na precocidade. O maior problema deste manejo foi a irrigação, onde percebeu-se que os blocos perdiam umidade rapidamente, porém em curtos períodos muitos primórdios se formavam ao mesmo tempo superlotando o bloco com muitos abortos e frutificando poucos cogumelos e pequenos devido à falta de água visto que a irrigação era feita uma vez ao dia diretamente aos blocos, porém com umidade de 90% e temperatura de 20 °c na câmara de cultivo.

O manejo adotado com a abertura somente da parte superior dos sacos mostrou-se mais eficiente em produtividade, quantidade de cogumelos colhidos e a massa média associados a linhagem PEY 21/01, sendo cogumelos mais robustos e em maiores quantidades que o manejo da retirada total dos sacos. A irrigação neste manejo também se mostrou um pouco problemática devido a exposição da camada micelial ao ambiente o que pode ter afetado a média de produtividade.

O manejo da remoção total dos blocos e a desfragmentação e suplementação com suplemento comercial obteve um maior número de cogumelos colhidos em relação aos dois primeiros manejos citados anteriormente e diferenciando apenas na precocidade, onde na interação da linhagem PEY 21/01 mostrou-se inferior aos outros manejos.

O último manejo adotado com a adição da CC obteve o melhor desempenho em quase todos os parâmetros analisados, exceto na precocidade onde obteve menor média estatística, mas obtendo maior precocidade aliado a linhagem PEY 21/01

A linhagem PEY 21/01 desde a segunda fase de experimentos se mostrou mais precoce e produtiva, não sendo diferente neste último experimento, porém quando associada ao manejo adotado esta foi inferior apenas média da quantidade de cogumelos colhidos e em especial ao manejo de apenas adição da CC.

Durante a condução da última fase uma forte frente fria afetou a região onde estava instalado o experimento, fazendo com que não houvesse uma mudança de fluxo com recuperação micelial total, mas com uma forte indução devido as baixas temperaturas registradas ao exterior da câmara de cultivo.

Tabela 3 - Dados experimentais utilizando diferentes manejos

Linha gens Corte em	Manejos				Média Incrementação
	cima	Remoção total	Camada de cobertura	+ CC	
Produtividade (%)					
PEY 20/02	20,03 <sup>Ab</sup>	9,88 <sup>Bb</sup>	24,90 <sup>Ab</sup>	24,07 <sup>Aa</sup>	19,72 <sup>b</sup>
PEY 21/01	27,63 <sup>Aa</sup>	14,40 <sup>Bb</sup>	32,69 <sup>Aa</sup>	27,80 <sup>Aa</sup>	25,63 <sup>a</sup>
Média CV (%)	23,83 <sup>B</sup>	12,14 <sup>C</sup>	28,80 <sup>A</sup>	25,93 <sup>AB</sup>	19,50
Massa total (g)					
PEY 20/02	400,67 <sup>Ab</sup>	197,67 <sup>Ba</sup>	498,00 <sup>Ab</sup>	481,33 <sup>Aa</sup>	394,42 <sup>b</sup>
PEY 21/01	552,50 <sup>Aa</sup>	288,00 <sup>Ba</sup>	653,83 <sup>Aa</sup>	556 <sup>Aa</sup>	512,58 <sup>a</sup>
Média CV (%)	476,58 <sup>B</sup>	242,83 <sup>C</sup>	575,92 <sup>A</sup>	518,67 <sup>AB</sup>	19,50
Cogumelos colhidos					
PEY 20/02	20,17 <sup>Aa</sup>	13,00 <sup>Ba</sup>	23,83 <sup>Aa</sup>	23,50 <sup>Aa</sup>	20,13 <sup>a</sup>
PEY 21/01	17,17 <sup>Aa</sup>	12,67 <sup>Ba</sup>	19,00 <sup>Ab</sup>	19,83 <sup>Aa</sup>	17,17 <sup>b</sup>
Média CV (%)	18,67 <sup>A</sup>	12,83 <sup>B</sup>	21,42 <sup>A</sup>	21,67 <sup>A</sup>	20,55
Massa média (g)					
PEY 20/02	19,84 <sup>Ab</sup>	15,61 <sup>Ab</sup>	20,75 <sup>Ab</sup>	20,51 <sup>Ab</sup>	19,48 <sup>b</sup>
PEY 21/01	33,22 <sup>Aa</sup>	23,45 <sup>Ba</sup>	37,06 <sup>Aa</sup>	28,66 <sup>Aa</sup>	30,10 <sup>a</sup>
Média CV (%)	26,53 <sup>A</sup>	19,53 <sup>B</sup>	27,91 <sup>A</sup>	24,59 <sup>AB</sup>	19,98
Precocidade (%)					
PEY 20/02	70,30 <sup>Aa</sup>	79,57 <sup>Ab</sup>	62,93 <sup>Ab</sup>	73,47 <sup>Aa</sup>	71,57 <sup>b</sup>

PEY 21/01	68,34 <sup>Ba</sup>	96,06 <sup>Aa</sup>	82,11 <sup>Aa</sup>	75,06 <sup>Ba</sup>	80,39 <sup>a</sup>
Média CV (%)	69,32 <sup>B</sup>	87,82 <sup>A</sup>	72,52 <sup>B</sup>	74,52 <sup>B</sup>	
	16,75				

*Legenda: - ns: não significativo  
- letra maiúscula (AB) difere em coluna  
- letra minúscula (ab) difere em linha  
- CC: camada de cobertura*

A suplementação efetuada por Estrada, Jimenez-Gasco e Royse (2009) com a desfragmentação e adição de suplemento comercial com Remo's, milho e soja na proporção de 4% chegou à produtividade média de 36,8%, cultivados em substrato de cedro vermelho. A quantidade de cogumelos colhida ficou na média de 10,8 por repetição.

A combinação da linhagem juntamente com o manejo e a suplementação correta do substrato é um ponto chave para atingir uma maior produtividade como já mencionado por Estrada e Royse (2007). Eles afirmam ainda que a utilização de soja como proteína para um incremento de produtividade é interessante quando combinado a uma linhagem de qualidade.

Os dados de Estrada e Royse (2007) corroboram a premissa de adição de soja como fonte de proteína há um incremento de produtividade da mesma forma como foi encontrado no presente trabalho com a suplementação do substrato com suplemento comercial a 60% de proteína a base de soja.

Em um estudo preliminar feito por Estrada, Jimenez-Gasco e Royse (2009) aponta que a suplementação do substrato após a colonização total aparentemente apresentaria um incremento de produtividade maior do que quando feito antes da inoculação do fungo.

De acordo com Moonmoom et al. (2010) a estrutura do substrato associado a escolha da linhagem com adaptabilidade a cada qual é a chave para se obter maiores rendimentos, mas levando em consideração sua exigência ambiental e o local de cultivo.

Figura 9 - Tratamento com suplementação após 5 dias de recuperação da capa micelial.



Fonte: Dados do próprio autor

## 7 CONCLUSÃO

Com o encerramento dos experimentos e a avaliação dos dados podemos concluir que dentre as serragens experimentadas na primeira fase a de eucalipto se mostrou mais viável devido viabilidade de se encontrar este insumo para a produção.

Dentre as camadas de cobertura analisadas podemos concluir que não houve diferença estatística na produtividade com a camada de solo + carvão, mas quando analisado a massa média, esta se mostrou mais produtiva que a proporção de solo + turfa e por isso sendo escolhida devido ao cuidado que a turfa demanda para ser armazenada e encontrada no mercado, fazendo com que o carvão seja um insumo mais barato e de fácil aquisição na região.

Os manejos adotados na última fase indicaram que a adição da camada de cobertura de solo + carvão combinada com a linhagem PEY 21/01 diferiram estatisticamente dos demais métodos de cultivo no tamanho dos cogumelos por serem maiores, mas em menor quantidade o que é de grande interesse na comercialização de *Pleurotus eryngii*

A linhagem PEY 21/01 mostrou um bom desempenho em condições ideais de cultivo, entretanto, não possui tolerância a baixas temperaturas.

Portanto, a serragem de eucalipto associada com a linhagem PEY 21/01 e a adição da camada de cobertura na composição de solo + carvão se mostraram promissoras para um bom desempenho na produção de *Pleurotus eryngii*.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AKYUZ, M.; YILDIZ, A. Cultivation of *Pleurotus eryngii* (DC. ex FR.) Quel. on Agricultural Wastes. **The philippine agricultural on agricultural scientist**. v.90, n. 4, p. 346-350, 2007

AKYÜZ, M., KIRBAĞ, S. Cultivation of king eryngii (*Pleurotus eryngii* (DC. ex Fr.) Quel.) isolates on various local agro-residues. **Biomass Conversion and Biorefinery**, 2022 <https://doi.org/10.1007/s13399-022-03051-6>

ALQAISI, M.; ALABTAN, M. K.; OWINE, M. A. Bioconversion of agrowaste to product of bio-protein via cultivation of edible oyster mushroom *Pleurotus eryngii*. **Biochemical Research Methods**, 2020 doi: 10.21203/rs.3.rs17597/v1

ATILA, F. Evaluation of Suitability of Various Agro-Wastes for Productivity of *Pleurotus djamor*, *Pleurotus citrinopileatus* and *Pleurotus eryngii* Mushrooms. **Journal of Experimental Agriculture International**, v. 17, n. 5, p. 1-11, 2017

AZEVEDO, C. P. L. **Avaliação de resíduos lignocelulósicos para a produção de *Pleurotus eryngii*, *Lentinus sajor caju* e *Lentinula edodes***, Porto Alegre:

Dissertação (Pós-Graduação em Microbiologia Agrícola e do Meio Ambiente). Faculdade de Agronomia. Universidade do Rio Grande do Sul, 2000

BALAN, V.; ZHU, W.; KRISHNAMOORTHY, H.; BENHADDOU, D.; MOWER, J.; HUSAIN, H.; ESKANDARI, A. Challenges and opportunities in producing high quality edible mushrooms from lignocellulosic biomass in a small scale. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 106, p. 1355-1374, 2022

COLAUTO, N. B.; SILVEIRA, A. R.; EIRA, A. F.; LINDE, G. A. Production flush of *Agaricus blazei* on brazilian casing layers. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 42, p. 616 – 623, 2011

DIAS, E. S.; ZIED, D. C.; PARDO-GIMENEZ, A. Revisiting the casing layer: Casing materials and management in *Agaricus* mushroom cultivation. **Science and Agrotechnology**, v. 45, 2021

DIAZ-GODÍNEZ, G.; DÍAZ, R. Substrates for mushroom, enzyme and metabolites production: A review. **Journal of Environmental Biology**, v. 43, n.3, p. 350-359, 2022

ESTRADA, A. E. R.; DEL MAR JIMENEZ-GASCO, M.; ROYSE, D. J. Improvement of yield of *Pleurotus eryngii* var. *eryngii* by substrate supplementation and use of a casing overlay. **Bioresource Technology**, v. 100, n. 21, p. 5270-5276, 2009

GRIMM, D.; WÖSTEN HAN, A.B. Mushroom cultivation in the circular economy. **Applied Microbiology and Biotechnology**, v. 102, n. 18, p. 7795-7803, 2018

HASSAN, F. R. H., MEDANY, G. M., HUSSEIN, S. D. Cultivation of the king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*) in Egypt. **Australian Journal of Basic and Applied Sciences**, v. 4, n. 1, p. 99-105, 2010

KIM, S. C.; KIM, H. S.; CHO, Y. U.; RYU, J. S.; CHO, S. J. Development of strainspecific SCAR marker for selection of *Pleurotus eryngii* strains with higher  $\beta$ glucan. **Journal of Mushroom**, v. 13, n. 1, p. 79-83, 2015

MARTIN, N. B., SERRA, R., ANTUNES, J. F. G., OLIVEIRA, M. D. M., OKAWA, H. Custos: sistema de custo de produção agrícola. **Informações Econômicas**, v. 24, n. 9, p. 97-122, 1994

MARTOS, E. T.; ZIED, D. C.; JUNQUEIRA, P. P. G.; RINKER, D. L.; SILVA, R.; TOLEDO, R. C. C.; DIAS, E. S. Casing layer and effect of primordia induction in the production of *Agaricus subrufescens* mushroom. **Agriculture and Natural Resources**. v. 51, n. 4, p 231-234, 2017

MOONMOON, M.; UDDIN, M. N.; AHMED, S.; SHELLY, N. J.; KHAN, M.A.

Cultivation of different strains of king oyster mushroom (*Pleurotus eryngii*) on saw dust and rice straw in Bangladesh. **Saudi Journal of Biological Sciences**, v. 17, n. 4, p. 341-345, 2010

OHGA, S. Influence of wood species on the sawdust-based cultivation of *Pleurotus abalonus* and *Pleurotus eryngii*. **Journal of Wood Science**, v. 46, n. 2, p.175- 179, 2000

OHGA, S., ROYSE, D. Cultivation of *Pleurotus eryngii* on umbrella plant (*Cyperus alternifolius*) substrate. **Journal of Wood Science**, v. 50, p. 466–469, 2004  
<https://doi.org/10.1007/s10086-003-0574-2>

PARDO-GIMÉNEZ, A., PARDO, J. E., DIAS, E. S., RINKER, D. L., CAITANO, C. E. C., ZIED, D. C. Optimization of cultivation techniques improves the agronomic behavior of *Agaricus subrufescens*. **Scientific Reports**, v. 10, n. 1, p. 19, 2020  
ROYSE, Daniel J.; BAARS, Johan; TAN, Qi. Current overview of mushroom production in the world. In Zied, D. C. e Pardo-Gimenéz (eds) **Edible and medicinal mushrooms: technology and applications**, p. 5-13, 2017

SÁNCHEZ, J. E.; ZIED, D.; ALBERTÓ, E. Edible mushroom production in the Americas. In: 9TH INTERNATIONAL CONFERENCE ON MUSHROOM BIOLOGY AND MUSHROOM PRODUCTS. 9, 2018, Shanghai, **Anais**, 2018, p. 2-11.

ZHANG, R. Y.; HU, D. D.; MA, X. T.; LI, S. G.; GU, J. G.; HU, Q. X. Adopting stick spawn reduced the spawn running time and improved mushroom yield and biological efficiency of *Pleurotus eryngii*. **Scientia Horticulturae**. v. 175, p. 156-159, 2014

ZIED, D. C.; PARDO-GIMENEZ, A.; MINHONI, M. T. A.; BOAS, R. L. V.; ORTI, M. A.; PARDO-GONZÁLES, J. E. Characterization, feasibility and optimization of *Agaricus subrufescens* growth based on chemical elements on casing layer. **Saudi Journal of Biological Sciences**.v. 19, n. 3, p. 343-347, 2012.

ZIED, D. C.; GIMÉNEZ, A. P.; GONZÁLES, E. E. P.; DIAS, E. S.; CARVALHO, M. A.; MINHONI, M. T. A. Effect of Cultivation Practices on the  $\beta$ -Glucan Content of *Agaricus subrufescens* Basidiocarps. **Journal Agriculture and Food Chemical**, v. 62, n. 1, p. 41–49, 2014.

ZIED, D. C.; PARDO-GIMÉNEZ, A. (Ed.). **Edible and medicinal mushrooms: technology and applications**. John Wiley & Sons, 2017.

ZIED, D. C.; CAITANO, C. E. C.; PARDO-GIMENEZ, A.; DIAS, E. S.; ZERAIK, M. L.; PARDO, J. E. Using of Appropriated Strains in the Practice of Compost Supplementation for *Agaricus subrufescens* Production. **Frontiers In Sustainable Food Systems**, v. 2, 8 p., 2018