

## RESÍDUOS DA INDÚSTRIA CERVEJEIRA NA PRODUÇÃO DE NOVOS SUBSTRATOS PARA O CULTIVO DO COGUMELO *Ganoderma lucidum*

ANA CLAUDIA CHIMINI<sup>1</sup>, DALVAN PEREIRA ABILIO<sup>2</sup>, OTAVIO AUGUSTO PESSOTTO ALVES SIQUEIRA<sup>3</sup>, OLÍVIA GOMES MARTINS<sup>4</sup>, MEIRE CRISTINA NOGUEIRA DE ANDRADE<sup>5</sup>

<sup>1</sup>Graduanda em Engenharia Agrônoma, Universidade do Sagrado Coração. Endereço: Rua Irmã Armanda 10-50, Jardim Brasil, CEP:17011-160, Bauru, São Paulo, Brasil. E-mail: claudia\_chimini@hotmail.com

<sup>2</sup>Graduando em Ciências Biológicas, Universidade do Sagrado Coração. Endereço: Rua Irmã Armanda 10-50, Jardim Brasil, CEP:17011-160, Bauru, São Paulo, Brasil. E-mail: dalvan-pereira@hotmail.com

<sup>3</sup>Mestre em Agronomia, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu. Endereço: Rua José Barbosa de Barros 3780, Av. Universitária Altos do Paraíso, CEP: 18610-034, Botucatu, São Paulo, Brasil. E-mail: otaviosiqueirabauru@gmail.com

<sup>4</sup>Doutoranda em Agronomia – Energia na Agricultura, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu. Endereço: Rua José Barbosa de Barros 3780, Av. Universitária Altos do Paraíso, CEP: 18610-034, Botucatu, São Paulo, Brasil. E-mail: oliviagmartins@gmail.com

<sup>5</sup>Doutora em Agronomia, docente permanente do Programa de Pós-graduação em Agronomia – Energia na Agricultura, Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho”, Faculdade de Ciências Agrônomicas de Botucatu. Endereço: Rua José Barbosa de Barros 3780, Av. Universitária Altos do Paraíso, CEP: 18610-034, Botucatu, São Paulo, Brasil. E-mail: mcnandrade@hotmail.com

**RESUMO:** Este estudo objetivou avaliar o potencial de três resíduos da indústria cervejeira (bagaço de malte, fermento e proteína) na suplementação de substratos para o cultivo de duas linhagens de *Ganoderma lucidum* (FF e M). Para isto, foi realizado um delineamento experimental 2x4 (linhagens x substratos), totalizando oito tratamentos. Os substratos foram preparados, esterilizados e acondicionados em pacotes de PEAD que, posteriormente, foram inoculados e incubados. Os cogumelos foram colhidos e pesados até o fim do ciclo de cultivo. Foram colhidas amostras dos substratos antes e depois do cultivo para caracterização química. Quanto ao potencial dos resíduos, levaram-se como critérios de avaliação a caracterização química dos substratos e a produção (massa de basidiomas frescos). Os dados foram submetidos à análise estatística. Verificou-se que para a linhagem FF de *G. lucidum*, o substrato que proporcionou o melhor desempenho de massa foi o suplementado com bagaço de malte (BM), resultando em uma média de 48,3g. Portanto, concluiu-se que, dentre os resíduos de cervejaria avaliados, o bagaço de malte foi o mais recomendado para o cultivo de *G. lucidum*.

**Palavras-chave:** aproveitamento, bagaço de malte, fungos.

## WASTES FROM BEER INDUSTRY IN THE PRODUCTION OF NEW SUBSTRATES FOR *Ganoderma lucidum* MUSHROOM CULTIVATION

**ABSTRACT:** This study aimed to evaluate the potential of three residues from the brewing industry (malt bagasse, yeast and protein) in the supplementation of substrates for cultivation of two *Ganoderma lucidum* strains (FF and M). The experimental design was a 2 x 4 (strains x substrates), totalizing 8 treatments. The substrates were prepared, sterilized and packed in HDPE, which were later inoculated and incubated. The mushrooms were harvested and weighed until the end of the cultivation cycle. Samples of substrates were taken before and after cultivation for chemical characterization. As for the potential of the residues, the chemical characterization of the substrates and the production (fresh basidiomas mass) were taken as evaluation criteria. The data were submitted to statistical analysis. It was found that for the FF strain of *G. lucidum*, the substrate that provided the best mass performance was supplemented with malt bagasse (MB), resulting in an average of 48.3 g. Therefore, it was concluded

that, among the brewery residues evaluated, the malt bagasse was the most recommended for the cultivation of *G. lucidum*.

**Keywords:** Repurposing, malt bagasse, fungi.

## 1 INTRODUÇÃO

O cogumelo *Ganoderma lucidum* é um fungo basidiomiceto amplamente consumido na Ásia devido às suas propriedades medicinais (TAN et al., 2018; ROBLES-HERNÁNDEZ et al., 2017). Conhecido na China como “ling zhi” e no Japão como “reishi”, seu potencial farmacológico tem sido amplamente estudado (ALQUATI et al., 2016; CARVALHO et al., 2015). Segundo Pérez et al. (2016), possui diversas atividades biológicas, como hipotensoras, citotóxicas, antivirais, imunomoduladoras, antibacterianas, neuroprotetoras, hepatoprotetoras, antioxidantes, antidiabéticas, antitumorais, entre outras. Entretanto, por se tratar de um cogumelo raro na natureza, estudos acerca dos métodos de cultivo são necessários para suprir a demanda deste produto (ROLIM et al., 2014).

O *G. lucidum* é um fungo lignocelulótico, degradando a lignina e a celulose do substrato para seu desenvolvimento, de modo que diversos resíduos agroindustriais podem ser utilizados para seu cultivo, tais como serragens, bagaço de cana, polpa de café, capins, cascas de frutas, farelo de cereais, casca de mandioca, entre outros, suplementados, ou não, com uma fonte de nitrogênio (SAAD; LIMA; ANDRADE, 2018; SAAD et al., 2017).

Carvalho et al. (2015) avaliaram o cultivo de duas linhagens de *G. lucidum* em substratos à base de palha de aveia, palha de feijão, capim braquiária, capim tifton e serragem de eucalipto, suplementados, ou não, com farelo de trigo, e obtiveram os melhores resultados nos substratos à base de capim braquiária e palha de feijão suplementados com farelo de trigo. Rolim et al. (2014) avaliaram o desempenho de quatro linhagens de *G. lucidum* em substratos à base de capim elefante e serragem de mangueira, suplementados com farelo de trigo, farelo de arroz e bagaço de cana de açúcar, sendo que a

melhor produtividade foi obtida no substrato composto de capim elefante e serragem de mangueira com 20% de suplementação de farelo de trigo e bagaço de cana de açúcar.

Esses exemplos demonstram a variedade de resíduos agroindustriais que podem ser utilizados no cultivo de *G. lucidum*, de modo que a escolha de substrato não se limita à disponibilidade regional de materiais específicos. Entretanto, não existem estudos avaliando a viabilidade do uso de resíduo de cervejaria para esta finalidade.

Segundo dados da FAO – Food and Agriculture Organization of the United Nations, a produção mundial de cevada, a matéria prima da cerveja, foi de 141.423.028 toneladas em 2018. O Brasil é o terceiro produtor mundial, com uma produção média de 14 bilhões de litros de cerveja por ano (LOPES; MORALES; MONTAGNOLLI, 2017). Durante a produção de cerveja, três resíduos sólidos são gerados: o bagaço de malte, resultante da extração dos compostos solúveis, representando cerca de 85% do resíduo sólido; o *trub* quente (referido no presente trabalho como “proteína”) correspondendo a proteínas coaguladas; a levedura (referida no presente trabalho como “fermento”), que é a massa de microrganismos fermentadores (MATHIAS; MELLO; SERVULO, 2014). Segundo Stefanello et al. (2014), o resíduo de cervejaria pode ser incorporado à alimentação animal, mas pela sua grande produção ainda é frequentemente eliminado diretamente no solo ou em aterros sanitários, de modo que se faz necessária a reutilização desse resíduo em outros processos.

De acordo com Almeida et al. (2018), a produção de cogumelos a partir de resíduos gera um produto de valor agregado, além de reduzir o impacto ambiental dos resíduos e oferecer complementação de renda para produtores. Portanto, o objetivo deste trabalho foi avaliar o potencial de resíduos da indústria cervejeira

(bagaço de malte, fermento e proteína) na suplementação de substratos para o cultivo de duas linhagens de *G. lucidum*, levando-se como critérios de avaliação a caracterização química dos substratos e a produção (massa de basidiomas frescos).

## 2 MATERIAL E MÉTODOS

### 2.1 Caracterização da área

O experimento foi conduzido, parte nas dependências da Universidade do Sagrado Coração – USC, Bauru (SP), localização geográfica: latitude 22° 19' 38.9"S e longitude 49° 03' 11.3"W (preparo dos substratos, esterilização, inoculação e incubação) e parte nas dependências do Centro de Progressão Penitenciário, CPP, Bauru, (SP), localização geográfica: latitude 22° 17' 02.4"S e longitude 49° 06' 29.0"W (produção e colheita).

### 2.2 Preparo dos substratos e esterilização

As suplementações nitrogenadas testadas compostas pelos resíduos de cervejaria (bagaço de malte, fermento e proteína) foram doadas pela Cervejaria Servus de Bauru, localização geográfica: latitude 22° 21' 17.1"S e longitude 49° 02' 39.4"W. O farelo de trigo, também utilizado como suplementação nitrogenada (testemunha) foi adquirido no comércio local de Bauru. Para o preparo dos substratos, preliminarmente foram feitas as análises químicas de todas as matérias primas utilizadas nas formulações dos substratos (Tabela 1), no Laboratório de Análise Química de Fertilizantes e Corretivos, pertencente ao Departamento de Recursos Naturais – Ciência do Solo – FCA/UNESP, Botucatu (SP), localização geográfica: latitude 22° 50' 49.0"S e longitude: 48° 26' 05.0"W, de acordo com a metodologia do MAPA (2014).

**Tabela 1.** Análises químicas das matérias primas utilizadas na formulação dos substratos

Matérias primas	C (%)	N (%)	Umidade (%)	C/N
Bagaço de malte	10	0,77	81	13/1
Fermento	57	6,90	-	8/1
Proteína	64	3,52	-	18/1
Farelo de trigo	48	2,71	7	18/1
Serragem de eucalipto	50	0,25	8	200/1

Nota: C= Carbono; N= Nitrogênio; C/N= Relação Carbono/Nitrogênio. Média de duas repetições.

Com base nos resultados das matérias primas, foram calculadas as formulações dos substratos (Tabela 2), de forma a ajustar a relação

C/N para 75/1 em todos os substratos, considerada ideal para o *G. lucidum*, de acordo com Hsieh e Yang (2004).

**Tabela 2.** Formulação dos substratos

	Umidade (%)	Peso úmido (Kg)	Peso considerado (Kg)	C (%)	C (Kg)	N (%)	N (Kg)
<b>Substrato 1 (S1): Testemunha, suplementado com farelo de trigo</b>							
Serragem de eucalipto	8,0000	2,5000	2,3000	50,0000	1,1500	0,2500	0,0058
Farelo de trigo	7,0000	0,5000	0,4650	48,0000	0,2232	2,7100	0,0126
Total		3,0000	2,7650		1,3732		0,0184
Calcário (3%)		0,080					
Gesso (1%)		0,030				C/N final	75
<b>Substrato 2 (S2): Suplementado com bagaço de malte</b>							
Serragem de eucalipto	8,0000	1,5000	1,3800	50,0000	0,6900	0,2500	0,0035
Bagaço de malte	75,0000	3,6000	0,9000	10,0000	0,0900	0,7700	0,0069
Total		5,1000	2,2800		0,7800		0,0104
Calcário (3%)		0,070					
Gesso (1%)		0,020				C/N final	75
<b>Substrato 3 (S3): Suplementado com proteína</b>							
Serragem de eucalipto	8,0000	4,5000	4,1400	50,0000	2,0700	0,2500	0,0104
Proteína		0,6500	0,6500	64,0000	0,4160	3,5200	0,0229
Total		5,1500	4,7900		2,4860		0,0332
Calcário (3%)		0,140					
Gesso (1%)		0,050				C/N final	75
<b>Substrato 4 (S4): Suplementado com fermento</b>							
Serragem de eucalipto	8,0000	4,4000	4,0480	50,0000	2,0240	0,2500	0,0101
Fermento		0,2750	0,2750	57,0000	0,1568	6,9000	0,0190
Total		4,6750	4,3230		2,1808		0,0291
Calcário (3%)		0,130					
Gesso (1%)		0,040				C/N final	75

Nota: C= Carbono; N= Nitrogênio.

Após serem homogeneizados e umidificados, os substratos foram colocados em

pacotes especiais PEAD (polietileno de alta densidade), próprios para suportar o processo de

esterilização, em porções de 600g para cada pacote. A seguir, foram prensados e adicionados de uma manta de algodão na parte superior de cada pacote, protegidos por papel alumínio, e submetidos ao processo de esterilização a 120 °C durante 1 hora.

Após o processo de esterilização, foram coletadas amostras de cada tipo de substrato para análises químicas (substrato inicial), seguindo a metodologia do MAPA (2014), totalizando oito amostras (duas de cada tipo de substrato). Uma nova coleta de amostras de substrato foi feita ao final do ciclo produtivo (substrato exaurido),

sendo duas amostras por tratamento, totalizando 16 amostras.

### 2.3 Delineamento experimental

O delineamento experimental foi inteiramente casualizado, em esquema fatorial 2 x 4 (linhagens de *G. lucidum* x tipos de suplementações nitrogenadas), com oito tratamentos (Tabela 3), cada qual com três repetições, totalizando 24 unidades experimentais (pacotes de produção).

**Tabela 3.** Tratamentos experimentais, com suplementação à base de resíduos de cervejaria

Tratamento	Linhagem de <i>G. lucidum</i>	Suplementação
1	M	Farelo de trigo
2		Bagaço de malte
3		Fermento
4		Proteína
5	FF	Farelo de trigo
6		Bagaço de malte
7		Fermento
8		Proteína

### 2.4 Inoculação, incubação e colheita

As linhagens de *G. lucidum* (M e FF) foram fornecidas pela empresa Funghi & Flora de Valinhos (SP), localização geográfica: latitude 23° 00' 57.0"S e longitude 47°01'08.3"W. A escolha dessas linhagens se deve ao fato de que são as principais linhagens de *G. lucidum* comercializadas na forma de inóculo pela referida empresa.

A inoculação do composto com as linhagens de *G. lucidum* foi realizada no Laboratório de Ciência e Tecnologia Ambiental, USC. Para isso, foi utilizada uma câmara de fluxo laminar, em condições assépticas adequadas, evitando assim a contaminação por outros microrganismos. Após a inoculação, os pacotes foram levados para o Laboratório de Fungos Comestíveis e Medicinais da USC e mantidos a uma temperatura de 25°C durante três semanas,

correspondendo ao período de colonização do substrato pelas linhagens de *G. lucidum*.

Após o período de incubação, os pacotes foram transferidos para uma estufa rústica, feita com estrutura de ferro, coberto com plástico transparente com espessura de 150 micra, instalada no Centro de Progressão Penitenciária (CPP) de Bauru (SP). A temperatura média foi mantida em 25 ± 5 °C e umidade relativa de 60 - 85%. Os pacotes foram distribuídos aleatoriamente, inteiramente ao acaso.

Os cogumelos foram colhidos e pesados para cálculo da massa total média por tratamento.

### 2.5 Análise estatística

Os dados obtidos foram submetidos à análise de variância e as médias comparadas pelo teste de Tukey (5%) (SNEDECOR; COCHRAN, 1972). Para tanto, foi utilizado o programa SISVAR 4.2 desenvolvido pelo Departamento de

Ciências Exatas, da Universidade Federal de Lavras, MG (UFLA) (FERREIRA, 2003).

### 3 RESULTADOS E DISCUSSÃO

Na Tabela 4, estão os resultados das análises químicas dos substratos iniciais. Embora a relação C/N teórica tenha sido ajustada para a mesma proporção em todos os substratos (75/1) (Tabela 2), verificou-se diferenças entre os

substratos, sendo que o substrato à base de farelo de trigo e de bagaço de malte estão mais próximos à relação C/N mais recomendada pela literatura, 75/1 (HSIEH; YANG, 2004). Verifica-se maior aumento na relação C/N nos substratos suplementados com fermento e proteína, de modo que é possível que tenha ocorrido volatilização do nitrogênio em função da disponibilidade deste nas matérias primas.

**Tabela 4.** Análises químicas dos substratos iniciais (recém esterilizados)

Substratos	C (%)	N (%)	Umidade (%)	C/N
Bagaço de malte	19	0,60	61	32/1
Fermento	22	0,09	57	232/1
Proteína	23	0,12	55	182/1
Farelo de trigo	21	0,20	59	103/1

Nota: C= Carbono; N= Nitrogênio; C/N= Relação Carbono/Nitrogênio. Média de 2 repetições.

A matéria orgânica possui um compartimento lábil, mais facilmente decomposto, e um compartimento recalcitrante, de decomposição mais difícil, como a lignina (ACOSTA et al., 2014). O suplemento à base de proteína utilizou o resíduo cervejeiro *trub*, um precipitado insolúvel que possui de 40 a 70% de proteínas e nitrogênios constituintes (TELES, 2007). O fermento, que é a levedura de cerveja, possui de 45 a 50% de proteínas muito digeríveis (ASSIS, 2017).

O bagaço de malte possui cerca de 61% de fibras insolúveis, como celulose, lignina e hemicelulose (MELLO; VERGÍLIO; MALI, 2013). Similarmente, o farelo de milho é constituído majoritariamente por celulose e hemicelulose (ALMEIDA, 2019). Portanto, a escolha de matéria prima para cultivo do *G.*

*lucidum* deve levar em consideração não só o teor de nitrogênio, mas também a disponibilidade deste.

Em relação aos dados de produção, expressos pela massa total média em gramas (Tabela 5) verificou-se que, para a linhagem FF de *G. lucidum*, o substrato que proporcionou o melhor desempenho de massa foi o suplementado com bagaço de malte (BM), com uma massa total média de 48,3g, superando, inclusive, o suplementado com farelo de trigo (testemunha), que produziu uma massa total média de 28,3g. Já para a linhagem M de *G. lucidum*, os substratos suplementados com resíduos de cervejaria não tiveram produção, apenas o substrato suplementado com farelo de trigo (FT), que resultou em uma massa média de 38,7g (Tabela 5).

**Tabela 5.** Massa total média (g) das linhagens de *Ganoderma lucidum* (M e FF) cultivadas em substratos suplementados com resíduos de cervejaria

Substratos	Linhagens	
	FF	M
FT	28,3Bb	38,7Aa
BM	48,3Aa	0,0Bb
FM	0,0Ca	0,0Ba
PT	0,0Ca	0,0Ba

Nota: FT= farelo de trigo; BM = bagaço de malte; FM = fermento; PT = proteína. Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na coluna e minúsculas iguais na linha não diferenciam estatisticamente entre si (Tukey, 5%).

Provavelmente, o fato de os substratos à base de fermento (FM) e proteína (PT) obterem produção nula (Tabela 5) está relacionado à relação C/N, 232/1 e 182/1, respectivamente (Tabela 4), muito diferente do que a literatura considera mais favorável para o desenvolvimento do *G. lucidum*, que deve ser próxima de 75/1 (HSIEH; YANG, 2004). Alquati et al. (2016) avaliaram a viabilidade do cultivo de *G. lucidum* em substratos suplementados com podas de árvores urbanas e não obtiveram resultados satisfatórios, o que foi atribuído à relação C/N abaixo do recomendado para essa espécie.

Atila (2018) obteve resultados insatisfatórios no cultivo de *G. lucidum* em substratos à base de palha de trigo, farelo de algodão, farelo de girassol, palha de soja e palha de feijão. O autor atribuiu a baixa produção nesses tratamentos à relação C/N muito baixa, obtendo melhores resultados nos tratamentos testemunha, à base de serragem de carvalho e populus, cuja relação C/N foi mais alta. Portanto, a relação C/N é um dos principais fatores para o cultivo de *G. lucidum*.

Comparando as linhagens de *G. lucidum* utilizadas no presente estudo, verificou-se que, no substrato suplementado com farelo de trigo (FT), a linhagem M obteve um melhor desempenho de produção, com uma massa total média de 38,7g. Entretanto, no substrato suplementado com bagaço de malte (BM), a linhagem FF obteve o melhor desempenho de produção, com uma massa total média de 48,3g. Ambas linhagens não obtiveram produção nos

substratos suplementados com fermento e proteína (Tabela 5).

Diferenças de produtividade entre linhagens cultivadas em um mesmo substrato também foram constatadas por Alquati et al. (2016). Pawlik et al. (2015) avaliaram a biodiversidade genética e metabólica de 14 linhagens de *G. lucidum* constatando, além de diferenças de produção de biomassa, que o crescimento micelial varia entre linhagens. Segundo os autores, as diferenças no metabolismo entre linhagens podem ocorrer por adaptações a substratos específicos, bem como a meios de cultura em ambiente laboratorial, podendo resultar em perda de genes.

Analisando o teor de matéria orgânica (MO) e de carbono (C) dos substratos exauridos (Tabela 6), verificou-se que os substratos à base de farelo de trigo (FT) foram os que apresentaram a menor média, para ambas as linhagens de *G. lucidum*, o que já era esperado, uma vez que foi o único substrato com produção em ambas as linhagens de *G. lucidum* (Tabela 5) e, portanto, o que provavelmente sofreu maior perda de matéria orgânica e de carbono.

Em relação ao teor de nitrogênio (N), verificou-se que os substratos à base de bagaço de malte obtiveram os melhores desempenhos, seguidos dos substratos à base de farelo de trigo (FT) para ambas as linhagens de *G. lucidum* (Tabela 6). Os materiais nitrogenados são os responsáveis por fornecer energia ao substrato, sendo que quanto maior seu nível, mais baixa se torna a relação C/N (VIANA, 2014), o que confirma os resultados da Tabela 4.

**Tabela 6.** Teor de matéria orgânica (MO), carbono (C) e nitrogênio (N) dos substratos à base de resíduos de cervejaria e de farelo de trigo ao final do ciclo de cultivo (substrato exaurido) com as linhagens de *Ganoderma lucidum* (FF e M)

<b>Matéria orgânica – MO (%)</b>		
<b>Substratos</b>	<b>Linhagens</b>	
	<b>FF</b>	<b>M</b>
FT	34,5 Aa	33,5 Ab
BM	30,5 Bb	31,5 Ba
FM	21,0 Db	23,0 Da
PT	25,0 Cb	26,0 Ca
<b>Carbono – C (%)</b>		
<b>Substratos</b>	<b>Linhagens</b>	
	<b>FF</b>	<b>M</b>
FT	18,0 Ab	18,5 Aa
BM	17,0 Bb	17,5 Ba
FM	11,5 Db	13,0 Da
PT	14,0 Cb	14,5 Ca
<b>Nitrogênio – N (%)</b>		
<b>Substratos</b>	<b>Linhagens</b>	
	<b>FF</b>	<b>M</b>
FT	0,12 Ca	0,12 Ca
BM	0,11 Da	0,08 Db
FM	0,28 Ba	0,28 Ba
PT	0,64 Aa	0,58 Ab

Nota: FT= farelo de trigo; BM = bagaço de malte; FM = fermento; PT = proteína. Médias seguidas por letras maiúsculas iguais na coluna e minúsculas iguais na linha não diferenciam estatisticamente entre si (Tukey, 5%).

Embora o bagaço de malte tenha obtido resultados satisfatórios em uma das linhagens, novas pesquisas são necessárias, sobretudo acerca da proporção ideal desse material como suplementação, atentando-se principalmente à relação C/N.

#### 4 CONCLUSÕES

Entre os resíduos de cervejaria avaliados (bagaço de malte, fermento e proteína) como suplemento na formulação de substratos para o cultivo de duas linhagens de *G. lucidum* (FF e M), dentro das condições propostas, pode-se relatar que:

- O bagaço de malte foi o resíduo de cervejaria mais recomendado para o cultivo de *G. lucidum*;
- Novas pesquisas são necessárias para avaliar o bagaço de malte como suplementação, investigando diferentes proporções;
- O fato de que a proteína e o fermento como suplementos não terem resultado em produção de cogumelos nas condições experimentais propostas por esta pesquisa não significa que em outras condições não seja viável a sua utilização para o cultivo do *G. lucidum*.

## 5 REFERÊNCIAS

- ACOSTA, J. A. A.; AMADO, T. J. C.; SILVA, L. S.; SANTI, A.; WEBER, M. A. Decomposição da fitomassa de plantas de cobertura e liberação de nitrogênio em função da quantidade de resíduos aportada ao solo sob sistema plantio direto. **Ciência Rural**, Santa Maria, v. 44, n. 5, p. 801-809, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/pdf/cr/2014nahead/a12214cr2012-0827.pdf>. Acesso em: 25 maio 2020.
- ALMEIDA, A. B. **Aproveitamento de subproduto agroindustrial (farelo de milho) para obtenção de pigmentos naturais através da fermentação submersa e sólida com *Monascus purpureus***. 2019. Dissertação (Mestrado em Agroquímica) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia Goiano, Rio Verde, 2019. Disponível em: [https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos\\_12/2019-06-17-04-37-54Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Adrielle%20Borges.pdf](https://sistemas.ifgoiano.edu.br/sgcursos/uploads/anexos_12/2019-06-17-04-37-54Disserta%C3%A7%C3%A3o%20-%20Adrielle%20Borges.pdf). Acesso em: 25 maio 2020.
- ALMEIDA, A. C. P. S.; SILVA, L. M. M. M.; BRITO NETO, J. S.; GUEDES-CELESTINO, E. L. F.; SILVA, J. M.; SILVA, C. S.; NASCIMENTO, M. S.; CRISTO, C. C. N.; SANTOS, T. M. C. Cultivo axênico de cogumelos comestíveis em resíduos agroindustriais. **Revista Craibeiras de Agroecologia**, Rio Largo, v. 3, n. 1, p. e6651, 2018. Disponível em: <http://seer.ufal.br/index.php/era/article/view/6651>. Acesso em: 25 maio 2020.
- ALQUATI, G. P.; SIQUEIRA, O. A. P. A.; SAAD, A. L. M.; VIANA, S. R. F.; ANDRADE, M. C. N. Residues from urban vegetable pruning in the production of the medicinal mushroom *Ganoderma lucidum*. **African Journal of Agricultural Research**, Lagos, v. 11, n. 38, p. 3664-3670, 2016. Disponível em: <https://academicjournals.org/journal/AJAR/article-abstract/9A25C4360619>. Acesso em: 25 maio 2020.
- ASSIS, G. **Vida saudável sem toxina**. Porto Alegre: Simplíssimo Livros Ltda, 2017.
- ATILA, F. Comparative study on the mycelial growth and yield of *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) Karst. on different lignocellulosic wastes. **Acta Ecologica Sinica**, Beijing, v. 40, n. 2, p. 153-157, 2020. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S1872203218302518>. Acesso em: 25 maio 2020.
- BRASIL. Ministério da Agricultura, Pecuária e Abastecimento. **Manual de métodos analíticos oficiais para fertilizantes minerais, orgânicos, organominerais e corretivos**. Brasília, DF: MAPA/SDA/CGAL, 2014. Disponível em: [http://proimprensa.com.br/uploads/files/webmail\\_\\_\\_manual\\_\\_in\\_5\\_\\_analiticos\\_oficiais\\_fertilizantes\\_01\\_2015.pdf](http://proimprensa.com.br/uploads/files/webmail___manual__in_5__analiticos_oficiais_fertilizantes_01_2015.pdf). Acesso em: 25 maio 2020.
- CARVALHO, C. S. M.; SALES-CAMPOS, C.; CARVALHO, L. P.; MINHONI, M. T. A.; SAAD, A. L. M.; ALQUATI, G. P.; ANDRADE, M. C. N. Cultivation and bromatological analysis of the medicinal mushroom *Ganoderma lucidum* (Curt.: Fr.) P. Karst cultivated in agricultural waste. **African Journal of Biotechnology**, Nairobi, v. 14, n. 5, p. 412-418, 2015. Disponível em: <https://www.ajol.info/index.php/ajb/article/view/115648>. Acesso em: 25 maio 2020.
- FAO - Food and Agriculture Organization of the United Nations. **Sistema FAOSTAT**. Roma: FAO, 2019. Disponível em: <http://www.fao.org/faostat/en/#data>. Acesso em: 25 maio 2020.

FERREIRA, D.F. **SISVAR versão 4.2**. Lavras: Dex/UFLA, 2003.

HSIEH, C.; YANG, F. C. Reusing soy residue for the solid-state fermentation of *Ganoderma lucidum*. **Bioresource Technology**, New York, v. 91, n. 1, p. 105-109, 2004. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0960852403001573>. Acesso em: 25 maio 2020.

LOPES, P. R. M.; MORALES, E. M.; MONTAGNOLLI, R. N. Cerveja brasileira: do campo ao copo. **Revista Agronomia Brasileira**, Jaboticabal, v. 1, n. 1, p. 1-4, 2017. Disponível em: <https://www.fcav.unesp.br/Home/departamentos/fitossanidade/laboratoriodematologia/agronomiabrasileira/rab201711rdoi.pdf>. Acesso em: 25 maio 2020.

MATHIAS, T. R. S.; MELLO, P. P. M.; SERVULO, E. F. C. Caracterização de resíduos cervejeiros. *In*: CONGRESSO BRASILEIRO DE ENGENHARIA QUÍMICA, 20., 2014, Florianópolis. **Anais eletrônicos** [...]. Florianópolis: ABEQ, 2014. p. 1-8. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/c860/bd7ddec40672364546ed00a75712856b68c9.pdf>. Acesso em: 25 maio 2020.

MELLO, L. R. P. F.; VERGÍLIO, R. M.; MALI, S. Caracterização química e funcional do resíduo fibroso da indústria cervejeira. **Biochemistry and Biotechnology Reports**, Londrina, v. 2, n. 3, p. 191-194, 2013. Disponível em: <http://www.uel.br/revistas/uel/index.php/bbr/article/view/15746>. Acesso em: 25 maio 2020.

PAWLIK, A.; JANUSZ, G.; DEBSKA, I.; SIWULSKI, M.; FRĄC, M.; ROGALSKI, J. Genetic and metabolic intraspecific biodiversity of *Ganoderma lucidum*. **BioMed Research International**, London, v. 2015, n. 1, p. 1-13, 2015. Disponível em: <https://www.hindawi.com/journals/bmri/2015/726149/>. Acesso em: 25 maio 2020.

PÉREZ, C.; CARLOS, A.; SANTAFÉ, P.; GILMAR, G.; TORRES, T.; MABEL, G.; TORRES, A.; OMAR, L.; MONTAÑO, M. C.; ROBLEDO, R. V.; SARA, M. Composición lipídica y evaluación de las actividades antioxidante y leishmanicida del basidiomiceto *Ganoderma* sp. **Revista Cubana de Plantas Medicinales**, Havana, v. 21, n. 3, p. 318-331, 2016. Disponível em: [http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S1028-47962016000300007](http://scielo.sld.cu/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1028-47962016000300007). Acesso em: 25 maio 2020.

ROBLES-HERNÁNDEZ, L.; OJEDA-BARRIOS, D. L.; GONZÁLEZ-FRANCO, A. C.; HERNÁNDEZ-HUERTA, J.; SALAS-SALAZAR, N. A.; HERNÁNDEZ-RODRÍGUEZ, O. F. Susceptibilidad de aislados de *Xanthomonas campestris* pv. *vesicatoria* a *Streptomyces* y extractos bioactivos de *Ganoderma*. **Acta universitaria**, Guanajuato, v. 27, n. 6, p. 30-39, 2017. Disponível em: [http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-62662017000600030&script=sci\\_arttext&tlng=en](http://www.scielo.org.mx/scielo.php?pid=S0188-62662017000600030&script=sci_arttext&tlng=en). Acesso em: 25 maio 2020.

ROLIM, L. N. Application of Chinese Jun-Cao technique for the production of Brazilian *Ganoderma lucidum* strains. **Brazilian archives of Biology and technology**, Curitiba, v. 57, n. 3, p. 367-375, 2014. Disponível em: [https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-89132014005000015&script=sci\\_arttext](https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1516-89132014005000015&script=sci_arttext). Acesso em: 25 maio 2020.

SAAD, A. L. M.; LIMA, F. S.; ANDRADE, M. C. N. Adubo orgânico consorciado com gramíneas para o cultivo do cogumelo *Ganoderma lucidum*. **Revista em Agronegócio e Meio Ambiente**, Maringá, v. 11, n. 2, p. 561-572, 2018. Disponível em: <https://177.129.73.3/index.php/rama/article/view/5494>. Acesso em: 25 maio 2020.

SAAD, A. L. M.; VIANA, S. R. F.; SIQUEIRA, O. A. P. A.; SALES-CAMPOS, C.; ANDRADE, M. C. N. Aproveitamento de resíduos agrícolas no cultivo do cogumelo medicinal *Ganoderma lucidum* utilizando a tecnologia chinesa “JunCao”. **Ambiência**, Guarapuava, v. 13, n. 3, p. 572-582, 2017. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/f1bb/738af1ca7023f7c41f63b4d6312198d11d55.pdf>. Acesso em: 25 maio 2020.

SNEDECOR, G. W. E.; COCHRAN, W. G. **Statistical methods**. 6. ed. Ames: Iowa State University Press, 1972.

STEFANELLO, F. S.; FRUET, A. P. B.; SIMEONI, C. P.; CHAVES, B. W.; OLIVEIRA, L. C.; NÖRNBERG, J. L. Resíduo de cervejaria: Bioatividade dos compostos fenólicos; Aplicabilidade na nutrição animal e em alimentos funcionais. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, Santa Maria, v. 18, n. 1, p. 1-10, 2014. Disponível em: <https://pdfs.semanticscholar.org/ec62/719f0d5faa8f178563147f7e0f93191a6275.pdf>. Acesso em: 25 maio 2020.

TAN, X.; SUN, J.; NING, H.; QIN, Z.; MIAO, Y.; ZHANG, X. De novo transcriptome sequencing and comprehensive analysis of the heat stress response genes in the basidiomycetes fungus *Ganoderma lucidum*. **Gene**, Amsterdam, v. 661, n. 1, p. 139-151, 2018. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0378111918303445>. Acesso em: 25 maio 2020.

TELES, J. A. **Estudo da produção de mosto concentrado lupulado a partir de extrato de malte concentrado, xarope de alta maltose e lúpulo**. 2007. Dissertação (Mestrado em Tecnologia de Alimentos) – Faculdade de Engenharia de Alimentos, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 2007. Disponível em: <http://repositorio.unicamp.br/handle/REPOSIP/255530>. Acesso em: 25 maio 2020.

VIANA, S. R. F. **Comportamento agrônomico e caracterização bioquímica de linhagens de *Ganoderma lucidum* cultivadas em serragem**. 2014. Dissertação (Mestrado em Agronomia/Energia na Agricultura) – Faculdade de Ciências Agrônômicas, Universidade Estadual Paulista, Botucatu, 2014. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/90675>. Acesso em: 25 maio 2020.