

## Valorização de subprodutos da agroindústria nacional para produção de biocompósito fúngico

## Valorization of by-products of national agroindustry for fungal biocomposite production

### RESUMO

**Daniel Matheus de Goes Pinto**  
[daneegoes@gmail.com](mailto:daneegoes@gmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

**Eduardo Bittencourt Sydney**  
[Eduardosydney@utfpr.edu.br](mailto:Eduardosydney@utfpr.edu.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Ponta Grossa, Paraná, Brasil

**Leandro Inagaki Oshiro**  
[leandro.i.oshiro@hotmail.com](mailto:leandro.i.oshiro@hotmail.com)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Ponta Grossa, Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

**Alessandra Cristine Novak Sydney**  
[alessandrac@utfpr.edu.com.br](mailto:alessandrac@utfpr.edu.com.br)  
Universidade Tecnológica Federal do Paraná Campus Ponta Grossa, Ponta Grossa, Paraná, Brasil.

A produção de materiais de consumo tem aumentado em todo o mundo. Pesquisas visando a substituição das matérias-primas hoje utilizadas estão sendo construídas a fim de possibilitar novos meios para a produção. Com tal situação o biomaterial tem mostrado grande potencial para futura substituição de fontes não-renováveis (plásticos oriundos do petróleo, por exemplo). Dentre esta gama de novos materiais estão os biomateriais fúngicos, desta forma se tem como objetivos a utilização do fungo *Ganoderma lucidum* para a realização de testes em diversos substratos, com relações Carbono/Nitrogênio diferentes. A partir de experimentação com a criação de diversas proporções de materiais para substratos, concluiu-se que o fungo citado pode ser um potencial agente na formulação de um futuro biomaterial.

**PALAVRAS-CHAVE:** Biomaterial. Cogumelo. Biotecnologia.

**Recebido:** 19 ago. 2019.

**Aprovado:** 01 out. 2019.

**Direito autoral:** Este trabalho está licenciado sob os termos da Licença Creative Commons-Atribuição 4.0 Internacional.



### ABSTRACT

The production of consumables has been increasing worldwide. Research aimed at replacing the raw materials used today is being built to enable new means of production. With this situation the biomaterial has shown great potential for future replacement of nonrenewable sources (plastics from petroleum, for example). Among this range of new materials are fungal biomaterials, thus the objective is to use the fungus *Ganoderma lucidum* to perform tests on various substrates, with different Carbon/Nitrogen ratios. From experimentation with the creation of different proportions of materials for substrates, it was concluded that the mentioned fungus can be a potential agent in the formulation of a future biomaterial.

**KEYWORDS:** Biomaterial. Mushroom. Biotechnology.

## INTRODUÇÃO

Mundialmente, materiais químicos e de nanotecnologia têm-se mostrado eficientes e de grandes capacidades com especificações precisas com variadas propriedades. A atratividade de produção desses materiais por meio da biotecnologia tem sido projeto de pesquisas por todo o mundo por meio de desenvolver novos materiais de alto desempenho com baixos custos de produção e principalmente de forma sustentável, entretanto diversos desses tipos de materiais ainda são de alto custo e de alta dificuldade de processamento e produção. Deste modo, são necessários estudos para a criação de biomateriais que não precisem passar por processamentos químicos agressivos para que se haja separação de componentes. Para se aproximar de um processamento mais verde, uma estratégia a priori interessante seria a utilização de fungos, uma vez que estes podem criar simbioses com os meios os quais utilizam como meio para crescimento, formando aglomerados de filamentos entrelaçados (HANEFF, 2017). Os fungos são os recicladores de materiais biológicos da natureza, que por meio da produção de enzimas quebram e dissolvem diversos materiais biológicos (NWE et al., 2016). Dentre dos diversos fungos existentes, destaca-se os basidiomicetos pertencentes às ordens *Agaricales* e *Polyporales*. Os mecanismos de digestão destes fungos consistem em produção de enzimas extracelulares oxidativas (lacases e peroxidases), que convertem materiais insolúveis em solúveis para que as hifas possam usar como nutrientes (NWE et al., 2016; ABREU, 2007).

De forma simplificada, o fungo permeia o substrato através de pressão física e secreção enzimática, absorvendo nutrientes de fontes de carbono, nitrogênio e outros materiais que são utilizados para o crescimento deste, e que no qual principalmente o carbono é fonte para a formação da parede celular que é composta principalmente por quitina, glucanos e proteínas (HANEFF, 2017; NWE et al., 2016).

Os biomateriais formados a partir do crescimento micelial são alternativas para materiais à base de petróleo. Pois são obtidos de forma natural e utilizando pouca energia para a produção, além de que, é possível a modificação de suas propriedades físico-químicas pela adição de nutrientes para melhorar certas características do material em questão (HANEFF, 2017; ZELLER et al., 2012). Suplementações, variações no ambiente de crescimento, pré-processamento e pós-processamento, são situações que podem implicar mudanças do modo de crescimento. A diferenciação na base de compostos químicos disponíveis ao crescimento do fungo resultarão em diferentes propriedades no biomaterial.

## MATERIAIS E MÉTODOS

Para a determinação do cogumelo a ser cultivado, optou-se pelo *Ganoderma lucidum*. Bastante presente nas dependências da UTFPR - Campus Ponta Grossa. A cepa utilizada neste trabalho foi concedida por doação da Juncao Brazil, uma empresa oriunda do interior do Estado de São Paulo que produz da espécie fúngica citada, para comercialização.

A umidade em base seca foi determinada através de uma massa previamente conhecida do substrato a ser analisada em placa de petri, anteriormente pesada. A amostra foi colocada em forno micro-ondas entre 20 à 30 segundos e pesada até verificação de que o valor se tornasse constante. A umidade em base seca foi calculada pela equação (1):

$$U_{bs}\% = \frac{P_i - P_s}{P_s} \times 100 \quad (1)$$

Onde,

Pi: Peso Inicial da amostra; Ps: Peso seco da amostra; Ubs%: Umidade em base seca, em porcentagem;

Em todos os substratos testados para crescimento fúngico se adicionou água até se atingir 60% de umidade em base seca. Para a obtenção do valor de Umidade em base seca específica do substrato, utilizou-se a equação (2):

$$MH2O = Ms \left( \left[ \frac{100 - U_n}{100} \right] \times \left[ \frac{U_{req} + 100}{100} \right] - 1 \right) \quad (2)$$

Onde,

MH2O: Massa de água a ser adicionada ao substrato; Ms: Massa do substrato; Un: Umidade natural do substrato; Ureq: Umidade requerida para a preparação do substrato.

A composição dos substratos avaliados está descrita a seguir:

- a) *Teste 1.* 98% de serragem; 1% de calcário de concha; 1% de gesso;
- b) *Teste 2.* 98% de casca de trigo sarraceno; 1% de calcário de concha; 1% de gesso;
- c) *Teste 3.* 59% de casca de arroz; 39% de casca de trigo sarraceno; 1% calcário de concha; 1% gesso;
- d) *Teste 4.* 78% de serragem; 20% de farelo de trigo; 1% de calcário de concha; 1% de gesso;
- e) *Teste 5.* 92% de serragem; 5% de farinha de trigo; 1% de extrato de levedura; 1% de calcário de concha; 1% de gesso;
- f) *Teste 6.* 92% de serragem; 5% de fécula de batata; 1% de extrato de levedura; 1% de calcário de concha; 1% de gesso;
- g) *Teste 7.* 92% de serragem; 5% de celulose microcristalina; 1% de extrato de levedura; 1% de calcário de concha; 1% de gesso;
- h) *Teste 8.* 92,5% de serragem; 1,5% de farinha de trigo; 1,5% de fécula de batata; 1,5% de celulose microcristalina; 1% de extrato de levedura; 1% de calcário de concha; 1% de gesso.

As misturas foram acondicionadas em sacos de Polipropileno (17x25cm), fechados com esponjas de poliuretano na abertura e presas com elástico de látex. Após esterilização em autoclave (121°C por 15 minutos) o inóculo com *Ganoderma lucidum* foi realizado em cabine de fluxo laminar. Os cultivos foram inoculados em BOD à 25°C por 7 à 10 dias.

## RESULTADOS E DISCUSSÕES

### TESTE DE UMIDADE DOS SUBSTRATOS

A determinação do teor de umidade dos substratos é um passo crucial para a produção de fungos, pois os diferentes tipos de fungos possuem exigências específicas de umidade, que precisa ser ajustado com adição de água ao substrato. A umidade da matéria-prima deve ser avaliada a cada lote recebido. A existência de água livre no substrato impedirá o crescimento do fungo e possibilita o crescimento de micro-organismos contaminantes. Por outro lado, em baixa umidade o fungo apresenta dificuldade de crescimento. No caso do *G. lucidum* a umidade ótima para crescimento miceliar é de 60% (URBEN et al.,2017).

O quadro 1 apresenta a umidade em base seca das matérias-primas avaliadas neste trabalho. Com base nesses valores foi realizada a formulação do substrato.

Quadro 1. Testes de umidade em base seca no micro-ondas com passos de 20-30s de aquecimento até o peso constante.

Substratos	Peso inicial(g)	Peso final(g)	Umidade em base seca (Ubs%)
Serragem	2,599	2,373	9,5
Trigo grão	12,262	10,631	15,4
Casca de trigo sarraceno	1,632	1,451	12,4
Farelo de trigo	2,453	2,187	12,1
Cepilho	5,964	5,323	12,0

Fonte: Autoria própria (2019).

### RESULTADOS DOS SUBSTRATOS PREPARADOS

A avaliação do crescimento miceliar de *G. lucidum* nos diferentes substratos foi feita de forma qualitativa (Quadro 2). Foi observado crescimento miceliar em todas as formulações, com maior crescimento percebido no *Teste 4*.

Quadro 2. Teste de crescimento após nove dias de inoculação.

Substratos (número do teste)	Crescimento	Relação C/N
1	Baixo	161
2	Médio	31
3	Médio	40
4	Ótimo	59
5	Médio	90
6	Médio	122
7	Médio	123
8	Médio	111

Fonte: Autoria própria (2019).

Composições de substrato com alto teor de carbono (relação C/N alta) ou alto teor de nitrogênio (relação C/N baixa) apresentaram resultados qualitativamente indiferentes, com exceção do Teste 1. O baixo crescimento miceliar observado no Teste 1 era esperado devido à não adição de uma fonte de nitrogênio, que é importante para o balanço de carbono e nitrogênio do substrato. Observou-se que uma relação C/N de 59 resultou no melhor crescimento (Teste 4), o que condiz com a literatura científica, em que ele está mais perto do ideal de crescimento, cerca de 70. Este substrato era composto por 78% de serragem, 20% de farelo de trigo, 1% de calcário de concha e 1% de gesso, sendo de menor complexidade do que o substrato do teste 8, que apesar de ser mais rico em nutrientes apresentou resultado inferior. Visto que analisando de forma econômica, para a preparação de 1 kg de substrato do Teste 4 custa aproximadamente R\$0,20 e para o substrato do Teste 8 custa R\$0,83, ou seja, quatro vezes mais caro, neste caso se torna incoerente a utilização de substratos de maior complexidade pelo maior custo e sem nenhuma melhora se comparado com ao do Teste 4. A casca de trigo sarraceno, substrato pouco explorado para produção fúngica, mostrou-se um substrato com alto teor de nitrogênio e com potencial de também ser utilizado na produção de micélio.

## CONCLUSÕES

Verificou-se a fácil adaptabilidade da espécie *Ganoderma Lucidum* em diferentes meios de preparação, sendo assim, diversas proporções ainda podem ser testadas posteriormente, dependendo dos subprodutos disponíveis da

agroindústria. Com o crescimento fúngico é possível que trabalhos futuros sejam realizados, com a preparação de moldes e a realização de testes para verificação de propriedades físico-químicas (como ensaios mecânicos de tração, compressão, elasticidade, dureza, densidade, resistência térmica, impermeabilidade, entre outros) para que sejam coletados dados físicos e assim, embasar de forma mais eficiente a pesquisa aqui descrita. É importante ressaltar ainda, que a utilização de materiais que antes eram apenas resíduos sem grande utilização posterior, podem se tornar uma nova forma de mercado, tendo em vista o alto potencial de obtenção desse tipo de matéria-prima em um país essencialmente agrícola, como o Brasil. Proporcionando novas maneiras e ideias para um futuro próximo.

## REFERÊNCIAS

- HANEEF, M. et al. Advanced Materials from Fungal Mycelium: Fabrication and Tuning of Physical Properties. **Scientific Reports**, v. 7, n. January, p. 1–11, 2017. Disponível em: <<http://dx.doi.org/10.1038/srep41292>>. Acesso em: 20 jun. 2019
- NWE, N.; FURUIKE, T.; TAMURA, H. Production, Properties and Applications of Fungal Cell Wall Polysaccharides: Chitosan and Glucan. **Advanced Computer Simulation Approaches For Soft Matter Sciences I**, n. September 2016, p. 188–203, 2011.
- ABREU, L. D. et al. Degradação Da Madeira De Eucalyptus Sp . Por podridão branca. **Arquivos do Instituto Biológico**, v. 74, p. 321–328, dez. 2007. Disponível em: <[http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/arcq/v74\\_4/abreu.pdf](http://www.biologico.sp.gov.br/uploads/docs/arcq/v74_4/abreu.pdf)>. Acesso em: 06 mai. 2019
- ZELLER, P.; ZOCHER, D. Celandine poppy growing in Ecocradle compost. **FUNGI**, v. 5, p. 51–56, 2012. Disponível em: <[http://www.fungimag.com/spring-2012-articles/LR\\_Ecovative.pdf](http://www.fungimag.com/spring-2012-articles/LR_Ecovative.pdf)>. Acesso em: 12 mar. 2019
- URBEN, A. F.; OLIVEIRA, H. C. B.; SANTOS, J. K. P. Cultivo de Ganoderma lucidum pela técnica JunCao. In: URBEN, A. F. (CENARGEN) (Ed.). **Produção de cogumelos por meio de tecnologia chinesa modificada: biotecnologia e aplicações na agricultura e na saúde**. 3. ed. rev ed. Brasília: Embrapa Recursos Genéticos e Biotecnologia., 2017. p. 127–146.
- IBGE (INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA). **Produção da Extração Vegetal e da Silvicultura 2017**. [s.l: s.n.]v. 32.
- SAAD, A. L. M. et al. Aproveitamento de resíduos agrícolas no cultivo do cogumelo medicinal Ganoderma lucidum utilizando a “JunCao”. **Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais**, v. 13, n. 1, p. 271–283, 2017.