

VIII Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG campus Bambuí
I Seminário dos Estudantes de Pós-graduação

**Utilização de fungos filamentosos no tratamento biológico da biomassa vegetal:
Perspectivas Biotecnológicas**

Elias Alves da SILVA⁽¹⁾; Manoel Teixeira SOUZA JÚNIOR⁽²⁾; Felix Gonçalves de SIQUEIRA⁽²⁾;

⁽¹⁾ Doutorando em Biotecnologia Vegetal. Universidade Federal de Lavras (UFLA) Campus Universitário, Caixa Postal 3037, CEP 37200-000 - Lavras/MG. ⁽²⁾ Professor orientador – Embrapa Agroenergia – Brasília/DF. ⁽³⁾ Professor Co-orientador - Embrapa Agroenergia – Brasília/DF

RESUMO - O destino dado a resíduos provenientes da agricultura tem se tornado uma preocupação em alguns setores. O emprego de micro-organismos decompositores tem se mostrado uma estratégia promissora do ponto de vista biotecnológico, uma vez que estes apresentam substâncias capazes de desconstruir determinadas substâncias complexas em outras mais passíveis de utilização. Entre estes micro-organismos encontramos os fungos pertencentes ao grupo dos basidiomicetos conhecidos como fungos da podridão branca. Os basidiomicetos tem se mostrado eficientes na desconstrução da lignina, constituinte da parede celular vegetal que apresenta grande resistência. A quebra desta estrutura por enzimas específicas permitem a utilização de moléculas mais simples resultantes da ação fúngica e as aplicações vão desde a produção de biopolímeros até a produção de biocombustível como o etanol, este pode ser obtido a partir da palha do milho, trigo e outras biomassas. Com o objetivo de salientar a importância de pesquisas nesse aspecto, a presente revisão foi construída relatando alguns trabalhos envolvendo a utilização dos fungos de podridão branca e seus mecanismos de ação sobre a biomassa vegetal. O campo de estudo tem se mostrado promissor e merece melhores elucidações, tanto em relação aos mecanismos envolvidos no rearranjo ou desconstrução da parede celular vegetal como o conhecimento acerca de eficiência enzimática e formas de utilização da biomassa tratada.

Palavras-chave: Fungos de podridão branca; biomassas lignocelulósicas; enzimas desconstrutoras da parede celular vegetal.

VIII Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG campus Bambuí I Seminário dos Estudantes de Pós-graduação

INTRODUÇÃO

A agricultura tem buscado suprir a demanda da sociedade cada vez mais exigente, a indústria, processa a matéria-prima e em alguns casos a cadeia produtiva se esbarra em um sério problema, que é os resíduos resultantes de uma ou mais etapas de beneficiamento da fonte vegetal. Este resíduo muitas vezes não possui estrutura ou forma que possa ser aproveitada imediatamente para obtenção de sub-produtos. Uma forma sustentável de trabalhar os resíduos lignocelulósicos agroindustriais é a utilização de microrganismos, ou enzimas que possam desconstruir totalmente ou parcialmente as estruturas de celulose, hemicelulose e lignina, gerando produtos que possam ser encaminhados para outros setores industriais, como alimentos humanos, animais, biocombustíveis, biomateriais, entre outros.

Existem na natureza microrganismos eficientes para degradar a estrutura da madeira, são os chamados fungos decompositores da madeira, que podem ser classificados também como fungos de podridão branca e fungos de podridão parda. O processo de biodegradação ocorre inicialmente com a penetração da hifa do fungo pelo lúmen da célula vegetal. O fungo secreta enzimas capazes de converter os compostos da parede celular em substâncias menores e mais fáceis de serem absorvidas pelo microrganismo (YOUNG, 1998; GUILLÉN, 2005).

A parede celular vegetal é constituída por três tipos de macromoléculas: celulose, hemicelulose e lignina. Estas se organizam formando uma malha de polímeros entrelaçados por ligações covalentes e interações não covalentes. Nas paredes primárias a rede de celulose-hemicelulose é atravessada por pectinas, um polissacarídeo altamente hidrofílico que proporciona maior hidratação à estrutura. Outros componentes não estruturais também são observados como extrativos polares (fenóis e taninos), extrativos apolares (óleos e esteróis) e constituintes solúveis como açúcares, amido e proteínas (GUILLÉN, 2005).

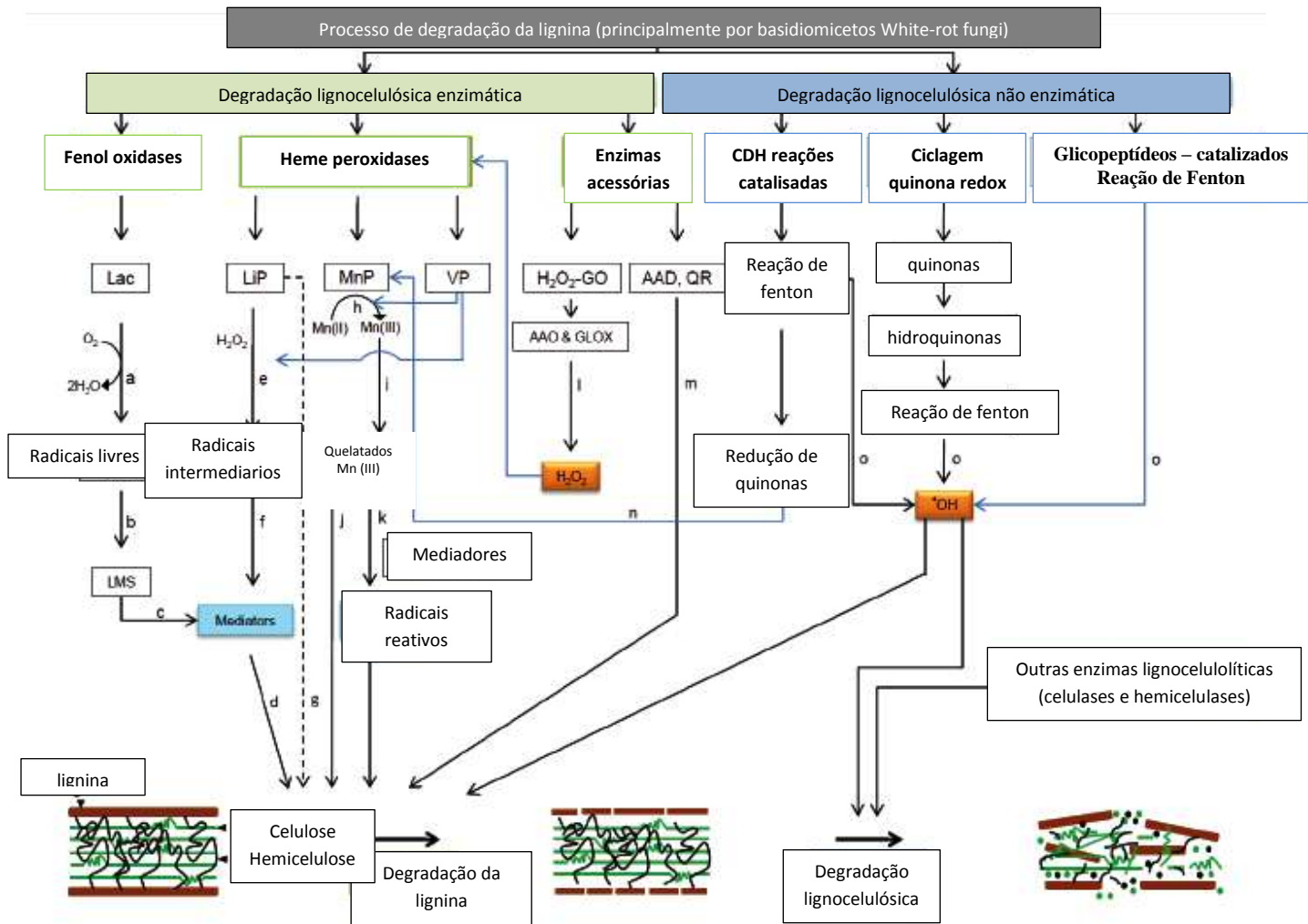
A capacidade dos fungos em degradar materiais lignocelulósicos está relacionada com a eficiência dos seus sistemas enzimáticos extracelulares, como a desestruturação inicial da parede celular lignificada induzida pela ação de compostos de baixa massa molar, que infiltram a parede celular e agem sobre os componentes macromoleculares, e em seguida, ocorre a ação de enzimas hidrolases e oxidativas (ligninases) (AGUIAR, 2011). Diante disso, estes seres se mostram promissores para a utilização de resíduos lignocelulósicos agroindustriais e utilização destes como matéria-prima na produção de biocombustíveis, ração animal, blocos construtores de açúcares (monossacarídeos), entre outros sub-produtos de interesse industrial (SÁNCHEZ, 2009).

Os fungos da podridão branca (do inglês White-rot fungi ou WRF) são os principais fungos decompositores da madeira, pois possuem capacidade de degradar ou modificar a lignina (BARRETO, 2015). Análises de cromatografia gasosa acoplada a espectrometria de massas

VIII Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG campus Bambuí
I Seminário dos Estudantes de Pós-graduação

(CG/MS) permitem identificar o grau de decomposição da madeira por estes fungos pela variação nos picos de hidratos de carbono e redução nos picos de lignina do material após a ação enzimática dos microrganismos (GUILLÉN, 2005).

Apesar de muitos dos seus aspectos necessitarem de maiores elucidações, a deslignificação por WRF pode ser compreendida como um processo multienzimático proveniente da ação coordenada de uma série de enzimas intra e extracelulares, do grupo das oxidoreduktases que tem como representantes as peroxidases, lacases e outras oxidases produtoras de peróxido de hidrogênio e de metabólitos intermediários de baixo peso molecular (figura 1) (NETO, 2006; AGUIAR, 2011; Dashtban et al., 2010).



LAC: Laccase, LMS: Sistema Laccase – mediador, LiP: peroxidase da lignina, MnP: Peroxidase do manganês, VP: peroxidase versátil, H_2O_2 -GO: oxidases geradoras de H_2O_2 , AAO: Oxidase aril-álcool, GLOX: oxidase do glicoxal, H_2O_2 : Peróxido de hidrogênio, AAD: Aril-álcool desidrogenases, QR: Redutases da quinona e ^+OH : radicais hidroxila livres.

Figura 1 - Diagrama esquemático do processo de degradação da lignina por basidiomicetos white-rot fungi e enzimas envolvidas. (tradução livre)

Fonte: Dashtban et al., 2010

VIII Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG campus Bambuí I Seminário dos Estudantes de Pós-graduação

Nos últimos anos o pré-tratamento da biomassa com fungos tem recebido destaque principalmente pelo potencial em produzir etanol celulósico a partir de palha de milho, trigo, arroz entre outras potenciais biomassas (WAN, 2012).

CONCLUSÃO

A desconstrução da parede celular vegetal por ação de fungos de podridão branca ou por ação do seu arcabouço enzimático tem sido aplicada como instrumentos fundamentais para processo de aproveitamento de resíduos lignocelulósicos, alcançando os produtos de interesses industriais como os açúcares fermentescíveis que podem ser aplicados em diversos setores, desde alimentos, fármacos, blocos químicos construtores de outras biomoléculas (precursores) e biocombustíveis (bioetanol).

AGRADECIMENTOS

À CAPES pela concessão de bolsa de estudo e à EMBRAPA Agroenergia pelo incentivo e apoio à pesquisa.

REFERENCIAS

AGUIAR, André; FERRAZ, André. Mecanismos envolvidos na biodegradação de materiais lignocelulósicos e aplicações tecnológicas correlatas. **Química Nova**, v. 34, n. 10, p. 1729-1738, 2011.

BARRETO, Andressa Ribas; DE MENEZES, Cristiano Ragagnin. Biodegradação de resíduos lignocelulósicos por fungos basidiomicetos: Caracterização dos resíduos e estudo do complexo enzimático fúngico. **Revista Eletrônica em Gestão, Educação e Tecnologia Ambiental**, v. 19, n. 2, p. 1365-1391, 2015.

DASHTBAN, Mehdi et al. Fungal biodegradation and enzymatic modification of lignin. **International journal of biochemistry and molecular biology**, v. 1, n. 1, p. 36, 2010.

VIII Semana de Ciência e Tecnologia do IFMG campus Bambuí
I Seminário dos Estudantes de Pós-graduação

GUILLÉN, Francisco et al. Biodegradation of lignocelluloses: microbial, chemical, and enzymatic aspects of the fungal attack of lignin. **Int Microbiol**, v. 8, n. 195204, p. 187204 Minami, 2005.

NETO, SÉRGIO LUIZ MOREIRA. **Enzimas ligninolíticas produzidas por Psilocybe castanella CCB444 em solo contaminado com hexaclorobenzeno**. 2006. Tese de Doutorado. Instituto de Botânica.

SÁNCHEZ, Carmen. Lignocellulosic residues: biodegradation and bioconversion by fungi. **Biotechnology advances**, v. 27, n. 2, p. 185-194, 2009.

WAN, Caixia; LI, Yebo. Fungal pretreatment of lignocellulosic biomass. **Biotechnology advances**, v. 30, n. 6, p. 1447-1457, 2012.

YOUNG, Raymond A.; AKHTAR, Masood. **Environmentally friendly technologies for the pulp and paper industry**. John Wiley & Sons, 1998.