

# Evaluación del crecimiento de macrohongos de interés biotecnológico en residuos agroindustriales y maderero

Campi, M.<sup>1</sup>; Grassi, E.<sup>4</sup>; Armoa, J.<sup>1</sup>; Campuzano, E.<sup>3</sup>; López, T.<sup>2</sup>; Mancuello, C.<sup>3</sup>; Martínez, M.<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Área Micología, Laboratorio de Análisis de Recursos Vegetales, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción

<sup>2</sup>Laboratorio de Biotecnología Industrial y Bioprocesos, Departamento de Biotecnología, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción

<sup>3</sup>Área Química Orgánica de los Productos Naturales, Laboratorio de Análisis de Recursos Vegetales, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción

<sup>4</sup>Laboratorio de Micología Experimental, Aplicaciones de Hongos ligninolíticos-INMIBO, Departamento de Biodiversidad y Biología Experimental, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad de Buenos Aires

E mail del autor: geraldinecampi@gmail.com

---

**Evaluación del crecimiento de macrohongos de interés biotecnológico en residuos agroindustriales y madereros.** Se evaluó la capacidad de crecimiento de cepas de macrohongos nativos del Paraguay de interés biotecnológico: *Trametes versicolor*, *Pleurotus ostreatus* y *Schizophyllum commune* en medios de cultivo enriquecidos con residuos agroindustriales y madereros. Se prepararon medios con las siguientes combinaciones: Pino/Paja, Pino/Caña, Lapacho/Paja, Lapacho/Caña. Para las cepas *T. versicolor* y *P. ostreatus*, el medio de cultivo óptimo de crecimiento fue el enriquecido con la combinación Pino/Paja, la cepa *S. commune* mostró similar crecimiento en los diferentes medios utilizados. Los medios enriquecidos con lapacho presentaron efecto inhibitorio sobre las cepas *T. versicolor* y *P. ostreatus*, probablemente debido al compuesto naftoquinónico (lapachol) con propiedades antifúngicas reportadas en la literatura. La cepa *S. commune* creció favorablemente en medios enriquecidos con lapacho, lo que sugiere que esta cepa posee complejos multienzimáticos capaces de bloquear el efecto inhibitorio del lapachol. El presente trabajo experimental es el primer antecedente relacionado con cepas de macrohongos del Paraguay.

**Palabras Claves:** biotecnología, degradadores de madera, hongos, residuos

**Growth assessment of macrofungi with biotechnological interest in agro-industrial and timber waste.** The growth capacity of native fungal strains from Paraguay and of biotechnological interest: *Trametes versicolor*, *Pleurotus ostreatus* and *Schizophyllum commune* were evaluated in various culture media enriched with agroindustrial waste (Straw and Bagasse) and wood (sawdust Pine and Lapacho). Culture media were prepared with the following combinations: Pine/Straw, Pine/Reed, Lapacho/Straw, Lapacho/Reed. For both *T. versicolor* and *P. ostreatus* strains, the optimum growth culture medium was enriched with Pine/Straw combination, but the strain *S. commune* showed similar growth in all the different culture media used. Media enriched with Lapacho had inhibitory effect on *T. versicolor* and *P. ostreatus* strains, probably due to naphthoquinone compound (lapachol) with antifungal properties reported in the literature. *S. commune* strain grew favorably in Lapacho enriched culture media, suggesting that this strain has multienzyme complexes capable of blocking the inhibitory effect of lapachol. This experimental work is the first Macrofungi antecedent related with strains of Paraguay.

**Keywords:** biotechnology, wood degraders, mushrooms, wastes

---

*Steviana*, Vol. 8(2), 2016 pp. 59–67.

Original recibido el 8 de agosto de 2016.

Aceptado el 28 de noviembre de 2016.

## INTRODUCCIÓN

La degradación de los compuestos lignocelulósicos es un proceso muy importante a nivel ecológico. El material lignocelulósico (ramas, troncos, hojas) mantiene en su estructura componentes como carbono y nitrógeno que durante su degradación son liberados haciéndolos nuevamente biodisponibles para la flora, fauna y demás organismos del ambiente (Nordén *et al.*, 2004). Los hongos de pudrición blanca crecen y degradan una gran cantidad de desechos agrícolas y forestales (lignocelulósicos) y atacan los diferentes polímeros de la madera (celulosa, hemicelulosa, lignina) (Hammel, 1997). Por esto el principal rol de los hongos en los ecosistemas se centra en el reciclado del carbono y otros elementos. (Robledo y Urcelay 2009).

Durante el proceso de degradación de la madera, la lignina, polímero fenólico, es degradada por la interacción de diversas enzimas extracelulares, principalmente peroxidasas: lignina-peroxidasa (LiP), Mn-peroxidasa (MnP) y fenoloxidasas (lacasas). Estas enzimas ligninolíticas son de particular relevancia biotecnológica debido a su falta de especificidad y alto potencial redox, que les permite actuar sobre una gran variedad de compuestos aromáticos. Se ha comprobado que numerosas enzimas ligninolíticas son capaces de degradar compuestos como hidrocarburos aromáticos policíclicos, cloroanilinas, nitrotoluenos, bencenos policlorados y tinturas industriales (Grassi *et al.*, 2011), considerados todos contaminantes ambientales producidos a escala industrial (Pointing, 2001). No solo los hongos degradadores de madera acaparan el interés por sus potenciales

aplicaciones biotecnológicas, los esporocarpos de muchos macrohongos son consumidos como alimento.

Cabe destacar que la mayoría de las investigaciones ligadas a aplicaciones biotecnológicas de hongos de pudrición blanca se realizaron para especies del Hemisferio Norte (Hatakka *et al.*, 1994). Esto contrasta con la diversidad de hongos ligninolíticos que han sido descritos en el Hemisferio Sur, sobre los cuales son escasos los estudios acerca de los sistemas enzimáticos implicados. Paraguay posee zonas en las cuales se estima una alta diversidad de hongos degradadores de madera con potencial biotecnológico. Es necesaria la búsqueda de nuevas cepas nativas con potencialidad y alternativas para su cultivo utilizando fuentes de sustrato propias de la región donde es aislado el hongo.

El objetivo del presente trabajo fue realizar un relevamiento en la zona del Campus Universitario de la Universidad Nacional de Asunción, San Lorenzo-Paraguay de especies de hongos degradadores de la madera, realizar aislamientos axénicos de estos para luego evaluar el crecimiento de los mismos en medios de cultivo sólidos, enriquecidos con residuos agroindustriales y materiales orgánicos lignocelulósicos, procedentes de *Pinus elliottii* Engelm. y del árbol nativo *Handroanthus heptaphyllus* (Vell.) Mattos (Lapacho).

## MATERIALES Y MÉTODOS

### Recolección e identificación de macrohongos

Los hongos degradadores de madera fueron colectados en el PARAGUAY; Departamento Central; Ciudad San

Lorenzo; Campus Universitario de la Universidad Nacional de Asunción (26°20'08"S; 57°31'14"O). Para la identificación taxonómica de cada material colectado, se realizaron cortes a mano alzada, tratados posteriormente en el orden mencionado: disolución de KOH al 5% (m/v), Floxina al 10%, Solución al 1% de rojo congo en amoníaco y reactivo de Melzer para las observaciones microscópicas y descripción de las características relevantes (Robledo y Urcelay, 2009; Wright y Albertó, 2002).

Las colecciones fueron depositadas en el herbario FACEN de la Facultad de Ciencias Exactas y Naturales de la Universidad Nacional de Asunción.

#### Materiales de referencia

*Trametes versicolor* (L.) Lloyd; PARAGUAY; Departamento Central, Ciudad San Lorenzo, Campus Universitario; 25°20'22,96"S - 57°31'16,82"O; 30-XII-2015; Campi, M. 22 (FACEN).

*Ganoderma australe* (Fr.) Pat.; PARAGUAY; Departamento Central, Ciudad San Lorenzo, Campus Universitario; 25°20,1'1,88"S - 57°30'59,25"O; 27-IV-2016; Díaz, F. 16 (FACEN).

*Pleurotus ostreatus* (Jacq.) P. Kumm.; PARAGUAY; Departamento Central, Ciudad San Lorenzo, Campus Universitario; 25°19'39,79"S - 57°31'12,16"O; 24-II-2016; Campi, M. 90 (FACEN).

*Pycnoporus sanguineus* (L.) Murrill.; PARAGUAY; Departamento Central, Ciudad San Lorenzo, Campus Universitario; 25°20,1'1,88"S - 57°30'59,25"O; 05-II-2016; Campi, M. 89 (FACEN).

*Schizophyllum commune* Fr.; PARAGUAY; Departamento Central, Ciudad San Lorenzo, Campus Universitario; 25°19'52,19"S - 57°31'13,54"O; 02-IV-2016; Campi, M. 81 (FACEN).

#### Aislamiento

Las muestras de hongos frescas de *Trametes versicolor*, *Ganoderma australe*, *Pleurotus ostreatus*, *Pycnoporus sanguineus* y *Schizophyllum commune* fueron aisladas colocando secciones del basidioma en placas de Petri con extracto de Malta (12,7 g.L<sup>-1</sup>, agar 20 g.L<sup>-1</sup>) suplementado con cloranfenicol (200 mg.mL<sup>-1</sup>) para evitar el crecimiento bacterial. Las cepas aisladas con éxito fueron depositadas en el Cepario de FACEN (FACEN Cult.), Área Micología, Laboratorio de Análisis de Recursos Vegetales, Facultad de Ciencias Exactas y Naturales, Universidad Nacional de Asunción.

#### Preparación de medios de cultivo enriquecidos

Se prepararon 4 medios de cultivo enriquecidos con combinaciones de los distintos componentes utilizados (Fig. 1). En la Tabla 1 se muestran las proporciones por placa de Petri de los componentes lignocelulósicos utilizados. Además, se agregó a cada placa 500 mg de CaCO<sub>3</sub> como regulador de pH del medio. Se utilizaron dos medios controles, Malta y Sabouraud (grado microbiológico), autoclavados a una temperatura de 121°C por un periodo de 20 minutos.

Los ensayos se realizaron por triplicado.

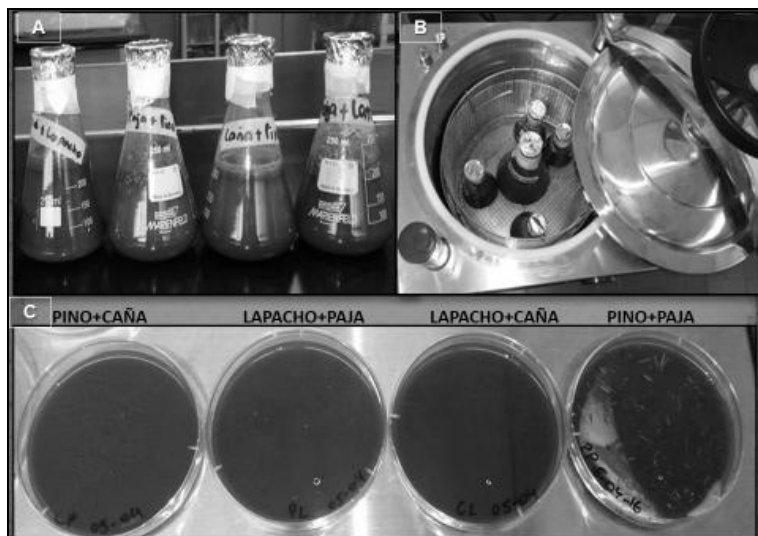


Fig. 1: A. Medios enriquecidos, B. Autoclavado de los medios, C. Medios sólidos enriquecidos.

Tabla 1. Composición de los medios agarizados suplementados con residuos agroindustriales.

Sustratos	Bagazo de caña	Paja de trigo	Aserrín de pino	Aserrín de lapacho
PP	-	20 gr.L <sup>-1</sup>	20 gr. L <sup>-1</sup>	-
PC	20 gr.L <sup>-1</sup>	-	20 gr. L <sup>-1</sup>	-
LP	-	20 gr. L <sup>-1</sup>	-	20 gr. L <sup>-1</sup>
LC	20 gr. L <sup>-1</sup>	-	-	20 gr. L <sup>-1</sup>

### Análisis de la velocidad de crecimiento

Se seleccionaron 3 aislamientos: *Trametes versicolor* (FACEN Cult. 01), *Pleurotus ostreatus* (FACEN Cult. 11) y *Schizophyllum commune* (FACEN Cult. 13), correspondientes a la categoría de hongos de pudrición blanca con reconocidas aplicaciones biotecnológicas. Una sección de 0,4 cm de diámetro de cada una de las cepas mencionadas fue inoculada en los diferentes medios de cultivo, siempre en el centro de la placa. Las muestras fueron incubadas a 28°C en una estufa bacteriológica modelo DHF-9162B (Heating Incubator) durante un periodo comprendido entre 10-24 días.

El crecimiento de los hongos fue estimado en base al diámetro de

crecimiento de la colonia fúngica. Se midieron los diámetros cada 24 horas, en diferentes ángulos, tomando como intersección el centro del inóculo. Se realizaron las medidas hasta cubrir el diámetro máximo de placa de Petri (9 cm. de Ø). Se calculó la velocidad de crecimiento y los valores obtenidos fueron expresados en cm.día<sup>-1</sup>, según la siguiente expresión matemática:

$$VC = \frac{\varnothing \text{ (cm)}}{t \text{ (días)}}$$

Dónde: VC es la velocidad de crecimiento; Ø el diámetro de crecimiento y t el tiempo.

La velocidad promedio se calculó utilizando los datos obtenidos durante la fase exponencial de crecimiento (Martínez

*et al.*, 2015). El estudio de los resultados se realizó mediante un análisis de la varianza no paramétrico (Kruskal Wallis). Todos los análisis fueron realizados con un nivel de significancia de 0,05 con el paquete estadístico Infostat para Windows versión 2011 (Di Rienzo *et al.*, 2011).

## RESULTADOS Y DISCUSIÓN

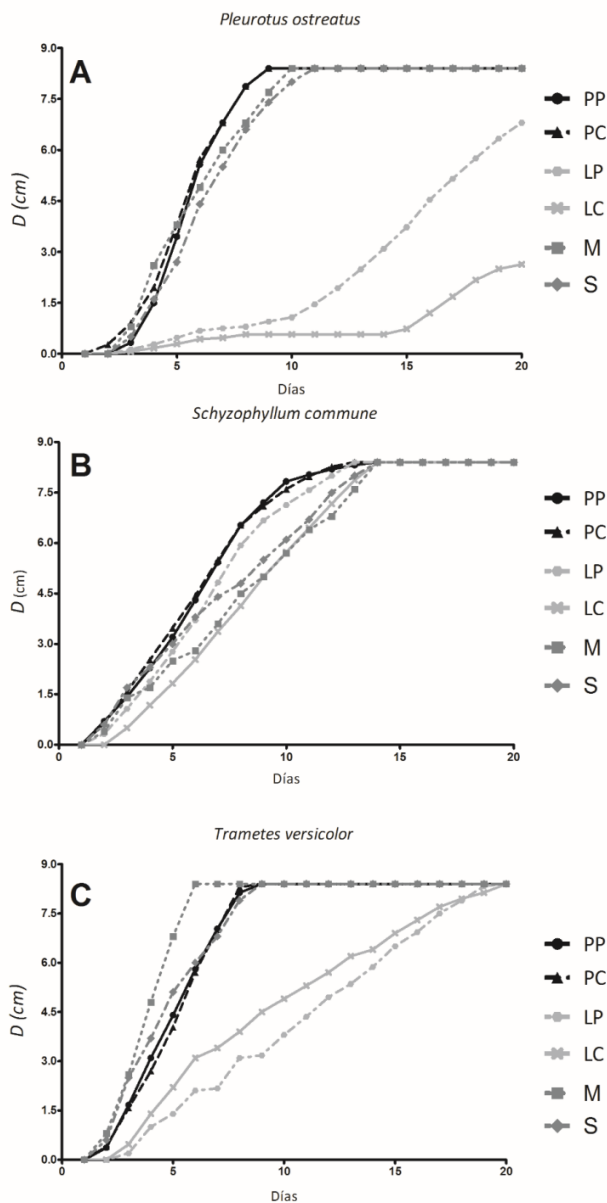
Las cepas axénicas fueron aisladas con éxito de *Trametes versicolor*, *Ganoderma australe*, *Pleurotus ostreatus*, *Pycnoporus sanguineus* y *Schizophyllum commune* e ingresadas al Cepario de FACEN (FACEN Cult.), bajo los rótulos: FACEN Cult. 01, FACEN Cult. 05, FACEN Cult. 08, FACEN Cult. 11, y FACEN Cult. 13 respectivamente.

Para el ensayo de crecimiento en medios de cultivo enriquecidos fueron seleccionadas 3 de las 5 cepas de hongos degradadores basadas en referencias bibliográficas, que las mencionan como cepas de elevado potencial biotecnológico. Las 3 cepas seleccionadas fueron: *Trametes versicolor* FACEN Cult. 01 (Amaral *et al.*, 2004; Krastanov, 2013), *Schizophyllum commune* FACEN Cult. 13 (Tang *et al.*, 2011; Li y Jia *et al.*, 2008) y *Pleurotus ostreatus* FACEN Cult. 11 (Yildirim, 2012; Asgher, 2012). *Pleurotus ostreatus* es mundialmente conocido como “Gírgola” siendo uno de los hongos comestibles de mayor cultivo (Ruilova y Hernández, 2014).

Las curvas de crecimiento micelial de las colonias de las cepas estudiadas sobre los diferentes medios (Fig. 2), mostraron un buen ajuste al modelo característico del

desarrollo microbiano (Madigan *et al.*, 2004), en donde se evidencia una primera fase de latencia que estaría asociada a la adaptación al medio y la síntesis de enzimas que permiten la degradación y utilización de los nutrientes del medio, una segunda fase exponencial en la que se obtiene la velocidad máxima de crecimiento y una tercera fase estacionaria donde la velocidad de crecimiento disminuye. Cabe destacar que en nuestro trabajo el límite físico de la placa de Petri impide determinar si la cepa ha llegado a su estado estacionario. Este tipo de cinética de crecimiento está de acuerdo con Sarikaya y Ladisch (1997).

A partir de las cinéticas de crecimiento podemos determinar que en los medios agarizados, enriquecidos con residuos agroindustriales compuestos por aserrín de lapacho, la cepa de *P. ostreatus* no logró alcanzar el máximo de crecimiento en los 20 días de cultivo, además, se observó una fase de latencia de 10 días en el medio LC y 15 días para LP (Fig. 1A); mientras que en los medios con aserrín de pino y los medios control logró colonizar la placa al día 10. En todos los medios, la cepa de *S. commune* logró colonizar la caja totalmente a partir de los 14 días de cultivo (Fig. 1B), y para la cepa de *T. versicolor* se observó una fase de adaptación corta, de menos de 5 días en los medios con lapacho, pero logró colonizar la caja de Petri recién a los 20 días de cultivo, mientras que en los restantes medios logró alcanzar el máximo crecimiento al día 9 de cultivo. (Fig. 1C).



**Fig. 2:** Desarrollo micelial de las cepas, **A.** *Pleurotus ostreatus*, **B.** *Schizophyllum commune*, **C.** *Trametes versicolor*, en los siguientes medios de cultivo sólido en placa: PP (Aserrín de pino + Paja de trigo), PC (Aserrín de pino + Bagazo de caña), LP (Aserrín de lapacho + Paja de trigo), LC (Aserrín de lapacho + Bagazo de caña), M (Malta), S (Sabouraud).

En base a la fase de crecimiento exponencial se calculó la velocidad máxima de crecimiento obtenida por las cepas. Para *T. versicolor* el medio enriquecido con aserrín de pino fue el más eficiente tanto con el suplemento de paja de trigo ( $0,93 \pm 0,10$  cm. día<sup>-1</sup>) como con el bagazo de caña ( $0,85 \pm 0,18$  cm. día<sup>-1</sup>), frente a los tratamientos con aserrín de lapacho en donde se evidenció un efecto inhibitor de crecimiento,  $0,39$  cm. día<sup>-1</sup>  $\pm 0,06$  con paja y  $0,46$  cm. día<sup>-1</sup>  $\pm 0,04$  con caña. (Tabla 2). El medio sintético control Malta fue el mejor ( $1,21 \pm 0,18$ ).

El hongo comestible *P. ostreatus* creció significativamente mejor en el medio con aserrín de pino suplementado con paja de trigo ( $0,81$ cm. día<sup>-1</sup>  $\pm 0,12$ ) o con bagazo de

caña ( $0,77$  cm. día<sup>-1</sup>  $\pm 0,09$ ), en comparación con los medios suplementados con aserrín de lapacho, tanto con paja de trigo ( $0,20$ cm. día<sup>-1</sup>  $\pm 0,09$ ) como con bagazo de caña ( $0,09$ cm. día<sup>-1</sup>  $\pm 0,03$ ) (Tabla 2).

*S. commune* creció con velocidades entre  $0,51$  cm. día<sup>-1</sup> y  $0,71$  cm. día<sup>-1</sup> en los distintos tratamientos. En los medios con aserrín de pino fue donde se obtuvieron los más altos valores de velocidad de crecimiento:  $0,66$ cm. día<sup>-1</sup>  $\pm 0,14$  con paja y  $0,71$ cm. día<sup>-1</sup>  $\pm 0,09$  con bagazo de caña, pero sin mostrar diferencias significativas en el medio con aserrín de lapacho y paja de trigo ( $0,63$ cm. día<sup>-1</sup>  $\pm 0,12$ ) (Tabla 2).

**Tabla 2:** Velocidad de crecimiento (cm. día<sup>-1</sup>) de las cepas FACENcult. 01, 11 y 13 en los diferentes medios. Para cada cepa las medias con letras diferentes indican diferencias significativas ( $p > 0,05$ )

Sustratos	Cepas		
	<i>Trametes versicolor</i>	<i>Schizophyllum commune</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i>
Pino/Paja	$0,93 \pm 0,10^b$	$0,66 \pm 0,14^a$	$0,81 \pm 0,12^b$
Pino/Caña	$0,85 \pm 0,18^b$	$0,71 \pm 0,09^a$	$0,77 \pm 0,09^b$
Lapacho/Paja	$0,39 \pm 0,06^c$	$0,63 \pm 0,12^{a,b}$	$0,20 \pm 0,09^a$
Lapacho/Caña	$0,46 \pm 0,04^c$	$0,51 \pm 0,11^b$	$0,09 \pm 0,03^a$
Malta	$1,21 \pm 0,18^a$	$0,53 \pm 0,11^b$	$0,80 \pm 0,08^b$
Sabouraud	$0,95 \pm 0,06^b$	$0,61 \pm 0,09^{a,b}$	$0,71 \pm 0,15^b$

El aserrín de lapacho utilizado como enriquecedor del medio de cultivo, posee un metabolito secundario mayoritario conocido como lapachol, que ha sido estudiado en otras especies de Bignoniaceas, el cual se ha logrado demostrar que posee propiedades insecticidas, antibacterianas, antifúngicas, anticancerígenas, antitumorales, antiinflamatorias, contra úlceras y gastritis, entre otras (Velásquez *et al.*, 2006).

## CONCLUSIONES

Se logró el aislamiento de cinco especies de hongos basidiomicetos, *Trametes versicolor*, *Ganoderma australe*, *Pleurotus ostreatus*, *Pycnoporus sanguineus* y *Schizophyllum commune*, de las mismas se obtuvieron cepas axénicas, las cuales fueron ingresadas al Cepario de FACEN (FACEN Cult.).

En la evaluación de los medios de cultivos enriquecidos con materiales lignocelulósicos, las combinaciones de aserrín de Pino con Bagazo de Caña y con Paja de trigo constituyen una buena alternativa para el crecimiento de los hongos seleccionados, ya que se obtuvieron valores similares o incluso mayores de velocidad de crecimiento que los medios comerciales semi-sintéticos utilizados; por otro lado, la combinación de aserrín de Lapacho con los residuos agroindustriales mostró una inhibición en el crecimiento de las cepas estudiadas excepto para *S. commune* el cual tuvo un crecimiento favorable en los medios enriquecidos con dicho sustrato.

La actividad inhibitoria que se observó en dos de las cepas trabajadas amerita profundizar con el estudio de los compuestos biológicamente activos y su posible aplicación como fungicida natural. De la misma manera resulta interesante el aislamiento de *S. commune* FACEN Cult. 11 que logró crecer favorablemente sobre este sustrato suponiendo que debe poseer una batería enzimática adaptada para degradar este compuesto naftoquinónico (lapachol). Son estas enzimas degradadoras de compuestos fenólicos las de interés biotecnológico para su aplicación.

Este trabajo supone el primer paso para la formación de un cepario de organismos fúngicos para el Paraguay. La conservación de estas y futuras colecciones es necesaria para realizar investigaciones, actividades de divulgación, intercambios de especímenes con instituciones nacionales e internacionales, además de ser un reservorio de la micobiota del Paraguay con potenciales aplicaciones en

alimentación, biotecnología, medicina, entre otras.

La bioprospección de hongos para su utilización en biotecnología, implica conocer sus necesidades nutritivas para el buen crecimiento de las mismas. Este trabajo plantea la posibilidad de utilizar residuos de la industria agraria y la maderera para el cultivo de hongos de interés biotecnológico, disminuyendo los problemas ambientales que suponen los residuos en la actualidad.

## REFERENCIAS

- Amaral, P.F.F.; Fernandes, D.L.A.; Tavares, A.P.M.; Xavier, A.B.M.R.; Cammarota, M.C.; Coutinho, J.A.P.; Coelho M.A.Z. 2004. Decolorization of dyes from textile wastewater by *Trametes versicolor*. *Environmental Technology* 25: 1313-1320.
- Asgher, M.; Jamil, F.; Iqbar, H.M.N. 2012. Bioremediation potencial of mixed white rot culture of *Pleurotus ostreatus* IBL-02 and *Coriolus versicolor* IBL-04 for textile industry wastewater. *Journal of Bioremediation and Biodegradation*. S1:007
- Di Rienzo, J.; Casanoves, F.; Balzarini, M.; Gonzalez, L.; Tablada, M.; Robledo, C. 2011. InfoStat versión 2011. Grupo InfoStat, FCA, Universidad Nacional de Córdoba, Argentina.
- Grassi, E.; Scodeller, P.; Filieil, N.; Carballo, R.; Levin, L. 2011. Potential of *Trametes trogii* culture fluids and its purified laccase for the decolorization of different types of recalcitrant dyes without the addition of redox mediators. *International Biodeterioration & Biodegradation* 65: 635–643.



- Hatakka, A. 1994. Lignin-modifying enzymes from selected white-rot fungi: production and role in lignin degradation. FEMS Microbiology.13:125-135.
- Hammel, K.E. 1997. Fungal degradation of lignin. Driven by nature: Plant litter quality and decomposition. Cab internacional. Ed. G. Cadish y K.E. Giller. 33-45.
- Krastanov, A.; Koleva, R.; Alexieva, Z.; Stoilova, I. 2013. Decolorization of industrial dyes by immobilized mycelia of *Trametes versicolor*. Biotechnology & Biotechnological Equipment 27: 4263-4268.
- Madigan, M.; Martinko, J.; Parker, J. 2004. "BROCK Biología de los microorganismos"; 10° edición; Pearson Educación; Madrid. 1096p.
- Nordén, B.; Ryberg, M.; Gotmarck, F.; Olausson, B. 2004. Relative importance of coarse and fine woody debris for the diversity of wood-inhabiting fungi in temperate broadleaf forests. *Biological Conservation* 117:1-10.
- Pointing, S.B. 2001. Feasibility of bioremediation by white-rot fungi. *Applied Microbiology and Biotechnology* 57:20-33.
- Robledo, G.; Urcelay, C. 2009. Hongos de la madera en árboles nativos del centro de Argentina. Editorial Universitaria, Universidad Nacional de Córdoba, Córdoba, Argentina. 224p.
- Ruilova, M.B.; Hernández, A. 2014. Evaluación de residuos agrícolas para la producción del hongo *Pleurotus ostreatus*. ICIDCA. Sobre los Derivados de la Caña de Azúcar 48: 54-59.
- Sarikaya, A.; Ladisch, M. 1997. An unstructured mathematical model for growth of *Pleurotus ostreatus* on lignocellulosic material in solid-state fermentation systems. *Applied Microbiology and Biotechnology* 62 (1): 71-85.
- Tang, W.; Jia, R.; Zhang, D. 2011. Decolorization and degradation of synthetic dyes by *Schizophyllum* sp. F17 in a novel system. *Desalination* 265: 1-3.
- Velásquez, J.; Toro, M.E.; Rojas, L.; Encinas, O. 2006. Actividad antifúngica in vitro de los extractivos naturales de especies latifoliadas de la Guayana Venezolana. *Madera y Bosques* 12: 51-61.
- Li, X.; Jia, R. 2008. Decolorization and biosorption for Congo red by system rice hull-*Schizophyllum* sp. F17 under solid-state condition in a continuous flow packed-bed bioreactor. *Bioresource Technology* 99: 6885-6892.
- Yildirim, N.; Tanyol, M.; Dere, T.; Cumurcu, A.; Yildiz, A. 2012. The investigation on physic-chemical parameters of the textile effluents after treatment by white rot fungus *Pleurotus djamor*. *New Biotechnology* 29: S184.
- Wright, A.; Albertó, E. 2002. Hongos Guía de la Región Pampeana. Hongos con laminillas. Editorial LOLA. 1a Edición. Buenos Aires. 279p.