

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ACCIÓN *Pycnoporus sanguineus* SOBRE TRES RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS PARA LA OBTENCIÓN DE BIOMASA FÚNGICA EN FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO**



**CARLOS ALBERTO RIVAS ROSERO**

Universidad Técnica de Ambato Magíster en Evaluación Educativa y Diseño Curricular. Universidad Agraria del Ecuador Maestría en Procesamiento de Alimentos (Egresado). Universidad Técnica del Norte Ingeniero Agroindustrial. Docente Titular Agregado de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi.

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ACCIÓN *Pycnoporus sanguineus* SOBRE TRES RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS PARA LA OBTENCIÓN DE BIOMASA FÚNGICA EN FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO.**

(Entregado 30/10/2014) – Revisado 06/11/2014)

Universidad Politécnica Estatal del Carchi  
carlos.rivas@upec.edu.ec

**Resumen**

*El proyecto desarrollado se encajó en el área de la Biotecnología Aplicada, buscando dar una alternativa agroindustrial a los residuos provenientes de actividades agrícolas como lo son el rastrojo de ciertos cultivos característicos de la zona templada ubicada en el sur de la provincia del Carchi. La investigación buscó en sí determinar la potencialidad de tres diferentes tipos de residuos lignocelulósicos (Residuos de bagazo de caña, salvado de trigo y rastrojo de fréjol), como posibles sustratos para el crecimiento y multiplicación biomásica de *Pycnoporus sanguineus*. Este basidiomiceto, no solo goza de reconocimiento científico por sus características favorables en el campo de la medicina, sino también que sus aplicaciones pueden abarcar otras áreas potenciales dadas sus características muy particulares, como el hecho de ser productor de oxi-reductasas empleadas en la biodegradación de complejos lignocelulósicos. En este proyecto se aisló, purificó y caracterizó a dicho hongo para posteriormente evaluar su adaptabilidad a los residuos ya mencionados. Los resultados mostraron un crecimiento más favorable y considerable en el rastrojo de fréjol donde su porcentaje de desarrollo al cabo de 16 días fue cuantificado en un 53,75%, siendo una diferencia significativa en relación a los otros medios analizados. El resumen se lo escribirá en letra Times New Roman tamaño 12, cursiva a espacio sencillo*

**Palabras Claves:** *Pycnoporus sanguineus*, lignocelulósicos.

**Abstract**

*The project developed was fitted in the area of Applied Biotechnology, looking for an alternative to agroindustrial wastes from agricultural activities such as crop stubble certain characteristic of the temperate zone located in the southern province Carchi. This study sought to determine the potential itself three different types of lignocellulosic waste (Waste bagasse, wheat bran and bean stubble) as possible substrates for the growth and multiplication of *Pycnoporus biomásica sanguineus*. This basidiomycete, is recognized not only for its favo-*

## ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ACCIÓN *Pycnoporus sanguineus* SOBRE TRES RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS PARA LA OBTENCIÓN DE BIOMASA FÚNGICA EN FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO

*nable characteristics scientist in the field of medicine, but also that their applications may include other potential areas given its very specific characteristics, such as being a producer of oxy-reductase used in the biodegradation lignocellulosic complex. This project was isolated, purified and characterized to the fungus and subsequently assess their suitability for aforementioned waste. The results showed a favorable growth and considerable bean stover where their development rate after 16 days was quantified by 53.75%, with a significant difference in relation to other media analyzed.*

**Keywords:** *Pycnoporus sanguineus, lignocellulosic.*

### 1. Introducción

Los residuos agroindustriales presentan, en este sentido, dos aspectos contrapuestos; aunque su acumulación de materia orgánica supone un gran problema económico y ecológico pueden considerarse una fuente prometedora y renovable de compuestos útiles por sus propiedades tecnológicas y nutricionales.

Esta materia orgánica ocasiona inconvenientes al ambiente: su degradación natural es lenta y casi imposible en los volúmenes que se genera. En los últimos años se han acrecentado la utilización de residuos orgánicos, en especial los agroindustriales tales como: aserrín, restos de fréjol y cereales, residuos de frutas, bagazo de caña, residuos de arroz, etc. Para contrarrestar los efectos nocivos que estos producen, se han desarrollado varias investigaciones en el área de la biotecnología que utilizan estos desechos orgánicos para producir alcohol, enzimas, ácidos orgánicos, generando productos con valor económico y contribuyendo de esta manera a cuidar el ambiente.

Los procesos biotecnológicos están siendo ampliamente considerados por las industrias y universidades, como una alternativa de investigación y por ende para la generación de bienes y servicios, transformando los residuos generados en productos que vayan a solucionar los problemas en lo que se refiere a la alimentación humana y animal, y de esta manera utilizar su potencial por medio de bioprocesos.

Dentro de este contexto se estudia tres residuos lignocelulósicos como son el de rastrojo de fréjol, salvado de trigo y arroz, como potenciales reservas de nutrientes para producir el hongo *Pycnoporus Sanguineus* y generar nutrimentos los mismos que serán utilizados como fuente de energía o proteína en la elaboración de alimentos.

### 2. Materiales y métodos

#### **Materiales**

- Cajas Petri
- Frascos 500 ml
- Erlenmeyer 1000 ml
- Bisturís
- Cuchilla
- Guantes
- Mandiles

## ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ACCIÓN *Pycnoporus sanguineus* SOBRE TRES RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS PARA LA OBTENCIÓN DE BIOMASA FÚNGICA EN FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO

### Equipos.

- Incubadora
- Autoclave
- Termómetro.
- Balanza infrarroja
- Termohigrómetro
- Estufa
- PH metro
- Balanza gramera.
- Cámara fotográfica

### Reactivos.

- Medios de cultivo PDA
- Agua destilada.
- Agua oxigenada

### Métodos.

#### Localización del experimento.

La fase experimental de la presente investigación se realizó en los laboratorios de Postcosecha de la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario de la Universidad Politécnica Estatal del Carchi, el Barrio Las Tejerías de la Parroquia Tulcán, sector norte.

**Recolección.-** el objetivo de esta etapa fue recolectar en campo la cepa fúngica de *Pycnoporus sanguineus* en el sector de Lita provincia de Imbabura

**Siembra.-** La siembra de *Pycnoporus sanguineus* a nivel de laboratorio se la realizó en el medio de cultivo conocido como PDA, para promover su posterior desarrollo.

**Purificación.-** Una vez realizada la siembra se procedió a purificar la cepa del hongo *Pycnoporus sanguineus* a nivel de laboratorio

**Producción de semilla.-** La cepa de *Pycnoporus sanguineus* purificada se procede a propagarla en un medio de cultivo (PDA), con el fin de obtener biomasa fúngica (semilla) para llevarla a la etapa de experimentación

**Experimentación.-** Se estableció el experimento planificado

**Evaluación.-** en esta etapa se procedió a evaluar el efecto de la variable independiente (sustratos) sobre la dependiente (crecimiento).

#### a.- Factores en estudio

El factor en estudio es los tipo de sustrato para el crecimiento del hongo *Pycnoporus sanguineus*

- A1 Arroz
- A2 Rastrojo de frejol
- A3 Salvado de trigo

#### b.- Diseño Experimental

El diseño experimental utilizado es un diseño completamente al azar (DCA) que involucro a 3 tratamientos y 4 repeticiones, los tratamientos estudiados fueron los siguientes:

- T1.- Sustrato de arroz para el crecimiento
- T2.- Rastrojo de frejol
- T3.- Salvado de trigo

## ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ACCIÓN *Pycnoporus sanguineus* SOBRE TRES RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS PARA LA OBTENCIÓN DE BIOMASA FÚNGICA EN FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO

### c.- Características de las unidades experimentales.

Cada unidad experimental estuvo conformada por una funda que contenía 200 gr de sustrato.

### d.- Análisis Estadístico.

Para el análisis estadístico se utilizó la prueba estadística de Tukey al 5% para diferenciar los tratamientos, y la prueba de Fisher con el siguiente esquema de análisis de varianza:

Tabla 1 .Esquema del análisis de varianza utilizado

	GI
<b>Total</b>	11
<b>Tratamientos</b>	2
<b>Error</b>	9
<b>CV</b>	
$\bar{x}$	

### e.- Datos tomados y Métodos de Evaluación

Desarrollo de *Pycnoporus sanguineus* en los sustratos analizados.-

Se evaluó el desarrollo del hongo en el sustrato midiendo el crecimiento fúngico, el cual se lo expreso en porcentaje, esto en relación al cubrimiento del sustrato contenido en la funda, con estructuras fúngicas.

Tiempo de Desarrollo de *Pycnoporus sanguineus* en los sustratos analizados.-

Se evaluó el desarrollo del hongo a los 8, 12 y 16 días después de la siembra (dds).

A. Recolección de *Pycnoporus sanguineus* en el sector de Lita



Foto 1: Recolección de *Pycnoporus sanguineus*

Se efectuó la recolección de *Pycnoporus sanguineus* en el sector de Lita con el fin de llevar las cepas recogidas al laboratorio de microbiología de la Escuela de Desarrollo Integral Agropecuario de la UPEC

## ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ACCIÓN *Pycnoporus sanguineus* SOBRE TRES RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS PARA LA OBTENCIÓN DE BIOMASA FÚNGICA EN FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO

### B. Siembra y Purificación



Foto 2: Proceso de aislamiento del hongo *Pycnoporus sanguineus*

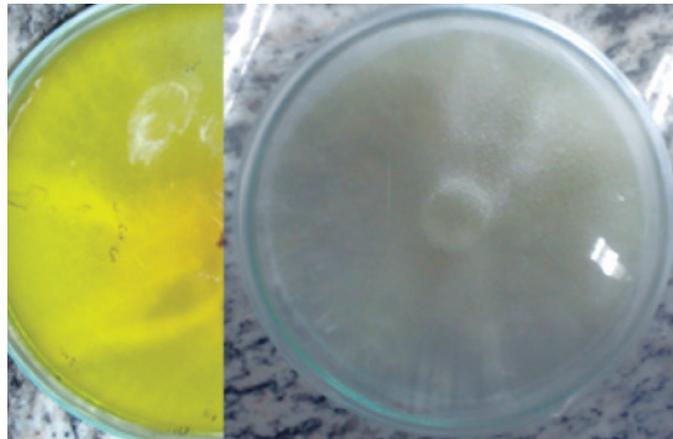


Foto 3: Cepas en diferente estado fenológico aisladas y purificadas

Se aisló el hongo recolectado en campo a nivel de laboratorio con el fin de purificarlo, estos trabajos se los realizó en PDA a una dosis de 40g / litro, la incubación fue durante 5 días a temperatura de 30°C, se efectuó varios aislamientos a partir de la cepa madre con el fin de obtener una colonia pura.

### C. Obtención de semilla y experimentación



Foto 4: Semilla del hongo analizado

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ACCIÓN *Pycnoporus sanguineus* SOBRE TRES RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS PARA LA OBTENCIÓN DE BIOMASA FÚNGICA EN FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO**

Una vez purificado el hongo se procedió a preparar la semilla que fue utilizada en la experimentación.

**3. Resultados y discusión**

En el presente capítulo se presentan los resultados de la investigación “ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ACCIÓN *Pycnoporus sanguineus* SOBRE TRES RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS PARA LA OBTENCIÓN DE BIOMASA FÚNGICA EN FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO”, con la finalidad comprobar las variables estudiadas, se realizó el siguiente análisis estadístico.

**Desarrollo de *Pycnoporus sanguineus* en los sustratos estudiados.  
Desarrollo de *Pycnoporus sanguineus* a los 8 días después de la siembra.**

Tabla 2 .Análisis de Varianza para el desarrollo de *Pycnoporus sanguineus* en los sustratos evaluados a los 8 días después de la siembra

F.V.	SC	gl	CM	F
<b>Total</b>	1.89	11		
<b>Tratamientos</b>	1.57	2	0.783	21.871**
<b>Error</b>	0.32	9	0.036	
<b>C.V.</b>	8.59%			
$\bar{x}$	21.83%			

En la tabla 2, se observa que existió diferencias estadísticas al 1% entre tratamientos, el coeficiente de variación para el experimento fue de 8.59% y el promedio de desarrollo del hongo estudiado en esta primera medición es de 21.83%.

Tabla 3. Prueba de Tukey al 5% para el desarrollo de *Pycnoporus sanguineus* en los sustratos evaluados a los 8 días después de la siembra

Tratamientos	Medias (porcentaje de desarrollo)	Rangos	
<b>T2.- sustrato a base de rastrojo de Frejol</b>	30%	A	
<b>T1.- sustrato a base de Arroz</b>	30%	A	
<b>T3.- sustrato a base de Salvado de Trigo</b>	5.5%		B

La prueba de Tukey al 5 % para el desarrollo de *Pycnoporus sanguineus* a los 8 días, indica que el desarrollo del hongo fue mayor en el T2 sustrato a base de rastrojo de frejol y en el T1 sustrato a base de arroz, tratamientos que ocupan el rango A de clasificación (Tabla 3).

**Desarrollo de *Pycnoporus sanguineus* a los 12 días después de la siembra.**

Tabla 4. Análisis de Varianza para el desarrollo de *Pycnoporus sanguineus* en los sustratos evaluados a los 12 días después de la siembra

F.V.	SC	gl	CM	F
<b>Total</b>	1.8	11		
<b>tratamientos</b>	1.56	2	0.781	29.31**
<b>Error</b>	0.24	9	0.027	
<b>CV</b>	6.9%			
$\bar{x}$	31.66%			

### ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ACCIÓN *Pycnoporus sanguineus* SOBRE TRES RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS PARA LA OBTENCIÓN DE BIOMASA FÚNGICA EN FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO

En la Tabla 4, se observa que existió diferencias estadísticas al 1% entre tratamientos, el coeficiente de variación para el experimento fue de 6.9 % y el promedio de desarrollo del hongo estudiado en esta segunda medición es de 31.66 %.

Tabla 5. Prueba de Tukey al 5% para el desarrollo de *Pycnoporus sanguineus* en los sustratos evaluados a los 12 días después de la siembra

Tratamientos	Medias (porcentaje de desarrollo)	Rangos	
T2.- sustrato a base de rastrojo de Frejol	43.75%	A	
T1.- sustrato a base de Arroz	43.75%	A	
T3.- sustrato a base de Salvado de Trigo	7.5%		B

En la prueba de tukey para el desarrollo del hongo bajo tres sustratos analizados a los 12 días, muestra un comportamiento a la primera medición, en donde los tratamientos: T2 sustrato a base de rastrojo de frejol y T1 sustrato a base de arroz, presentaron un mejor desarrollo del microorganismo presentando un 43.75 % de desarrollo cada uno diferenciándose del T3 sustrato a base de Salvado de Trigo en el cual el hongo se desarrolló un 7.5% colocándose en el rango B (Tabla 5).

#### Desarrollo de *Pycnoporus sanguineus* a los 16 días después de la siembra.

Tabla 6. Análisis de Varianza para el desarrollo de *Pycnoporus sanguineus* en los sustratos evaluados a los 16 días después de la siembra

F.V.	SC	gl	CM	F
Total	1.86	11		
tratamientos	1.65	2	0.824	34.765**
Error	0.21	9	0.024	
CV	6.37			
$\bar{x}$	36			

En la tabla 6, se observa que existió diferencias estadísticas al 1% entre tratamientos, el coeficiente de variación para el experimento fue de 6.37 % y el promedio de desarrollo del hongo estudiado en la tercera medición es de 36 %.

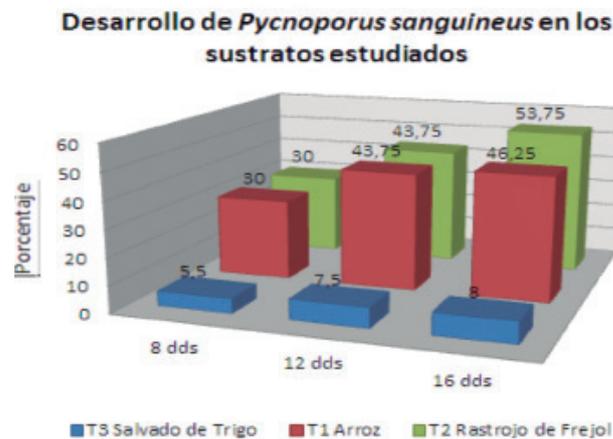
Tabla 7. Prueba de Tukey al 5% para el desarrollo de *Pycnoporus sanguineus* en los sustratos evaluados a los 16 días después de la siembra

Tratamientos	Medias (porcentaje de desarrollo)	Rangos	
T2.- sustrato a base de rastrojo de Frejol	53.75%	A	
T1.- sustrato a base de Arroz	46.25%	A	
T3.- sustrato a base de Salvado de Trigo	8%		B

La prueba de Tukey al 5 % para el desarrollo de *Pycnoporus sanguineus* a los 16 dds muestra dos rangos de clasificación A y B, en el rango A están los tratamientos: T2 sustrato a base de rastrojo de frejol, tratamiento en el cual el hongo creció 53.75% ocupando el primer lugar, y el T1 sustrato a base de arroz, en este el hongo se desarrolló un 46.25%, en el rango B se encuentra el T3 sustrato a base de Salvado de Trigo en el cual el hongo se desarrolló un 8 % , muy por debajo de los otros dos tratamientos (Tabla 7).

## ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ACCIÓN *Pycnoporus sanguineus* SOBRE TRES RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS PARA LA OBTENCIÓN DE BIOMASA FÚNGICA EN FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO

Gráfico 1: Desarrollo de *Pycnoporus sanguineus* en los sustratos analizados.



En el gráfico 1 se encuentra un resumen del desarrollo de *Pycnoporus sanguineus* en los sustratos analizados, observando que en los tratamientos: T2 sustrato a base de rastrojo de frejol y T1 sustrato a base de arroz el desarrollo del hongo es mayor en las tres mediciones realizadas, quedando muy disminuido el desarrollo de *Pycnoporus sanguineus* en el T3 sustrato a base de Salvado de Trigo.

#### 4. Conclusiones

- En el estudio del desarrollo de *Pycnoporus sanguineus* a los 8 dds, se demuestra que el hongo demostró un mayor crecimiento en el T2 sustrato a base de rastrojo de frejol y en el T1 sustrato a base de arroz, tratamientos que ocupan el rango A de clasificación.
- Se determinó que a los 12 días después de sembrados los tres tratamientos, el mejor desarrollo lo presentaron los tratamientos T1 (arroz) y T2 (rastrojo de trigo) con el 43.75% de desarrollo cada uno.
- El hongo *Pycnoporus sanguineus* se desarrolla mucho mejor en sustratos con un alto contenido en almidón como el de arroz y una rica fuente de fibra como el rastrojo de fréjol.

#### 5. Recomendaciones

- Para futuras investigaciones recomendamos primeramente estandarizar los hongos, objeto de estudio, en un mismo medio de cultivo para asegurarnos de que crecerán bajo las mismas condiciones de temperatura, humedad, pH.
- Sería importante elaborar un estudio a nivel de especies de hongos para fines industriales en el área agrícola, alimentos, etc.
- Asimismo es importante determinar a profundidad el sustrato más adecuado para el desarrollo de hongos y generar una población más deseable para los fines productivos.

**ESTUDIO COMPARATIVO DE LA ACCIÓN *Pycnoporus sanguineus* SOBRE TRES RESIDUOS LIGNOCELULÓSICOS PARA LA OBTENCIÓN DE BIOMASA FÚNGICA EN FERMENTACIÓN EN ESTADO SÓLIDO**

**6. Referencias bibliográficas:**

- Baumer, J.D. (2008). comparative study of mycelial growth and production of cinnabarin by different strains of *Pycnoporus Sanguineus*. *BIOFAR Revista de Biología y Farmacia*.
- Smania Jr.A. (2003). Toxity and antiviral activity of cinnabarin obtained from *Pycnoporus Sanguineus*.
- Smania, A.F. (1995). Antibacterial avtivity of a substance produced by the fungus *Pycnoporus Sanguineus*.
- Pandey, A. (1991). Solid state fermetation for the production industrial enzymes.
- Kim, J.M. (2001). Feather degradantes de *Bacillus* especies de desechos de aves de corral. *Proceso de Bioquímica*.
- Periasamy R, Palvannan T (2010). Optimization of laccase production by *Pleurotus ostreatus* IMI 395545 using the Taguchi DOE methodology.
- M Suffian M Annuar, Sangeetha Sammantha Murthy, Vikineswary S (2010). Producción de lacasa de la industria del petróleo de palma de residuos sólidos: Optimización estadística de parámetros de proceso seleccionados. *Ingeniería en Ciencias de la Vida*.
- Souza, P- Magalhães, P. (2010). Aplicación de microbial -amylase in industry . Departamento de Ciências Farmacêuticas, Faculdade de Ciências da Saúde, Universidade de Brasília, Brasília, DF, Brasil.
- Julián, M.- Ramos, R.- Suárez, Y. (1991). fermentación en estado sólido . Universidad de Camagüey.
- Owen Ward, P. *Biotechnology de la fermentación*, España, Ed. Acribia S.A., 1991.
- Dustet, J. (2006). Conferencias sobre ingeniería de la Fermentación. CUJAE-CIGB. Maestría en ingeniería Alimentaria.
- Doelle, H. (1982). Regulation of glucose metabolism in bacterial system, in *Advances in Biochemical Engineering*. Ed. Fiechter. Berlin.
- Singh, D. (2001). Fermentación en Estado Sólido: Una Tecnología microbiana promisoría para la producción de metabolitos secundarios. *Microbiol Biotechnol*.