

# Actividad biológica y composición química de basidiomicetos estudiados en Guatemala



**Dra. Sully M. Cruz**



**II Congreso Centroamericano de Productos  
Naturales Medicinales  
Honduras 20-23 de junio**

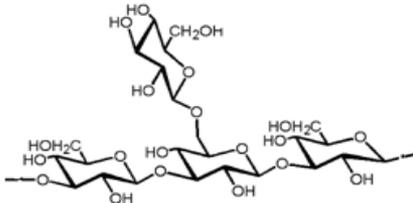




Various Mushroom Stones (approx 1 ft tall - 1000 B.C. to 500 A.D.)  
Images from Plants of the Gods by Schultes & Hofmann

# Introducción

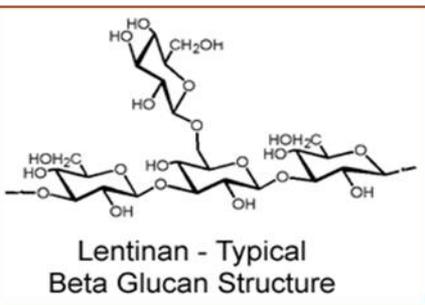
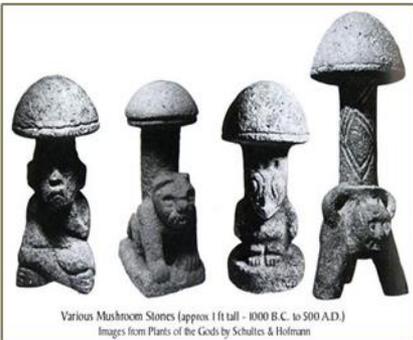
- La extraordinaria biodiversidad fúngica de la región latinoamericana y especialmente la región mesoamericana, hace que surja la necesidad de realizar estudios sobre dichos recursos naturales.
- Los basidiomicetos han sido utilizados como fuente de alimento, medicamento y en actos rituales mágicos religiosos por los mayas desde tiempos inmemorables.
- Es conocido que ciertos componentes macromoleculares aislados de hongos superiores, tales como polisacáridos, glicoproteínas, ácidos nucleicos, presentan actividad antitumoral, antimicrobiana y antioxidante.



Lentinan - Typical  
Beta Glucan Structure

# Estudios realizados

- Se estima que cerca de 7,000 especies de hongos presentan varios grados de comestibilidad, y más de 3,000 especies de 31 géneros se consideran como las principales especies comestibles (Chang & Miles, 2004).
- En Guatemala se han realizado diversos estudios nacionales e internacionales, la mayor parte de los estudios se han centrado en la biodiversidad de especies fúngicas comestibles, donde el conocimiento de grupos étnicos como el Kaqchikel, ha permitido recabar importante información etnomicológica.





# Estudios realizados

- Entre los estudios realizados por autores nacionales destacan los siguientes:
- “Hongos comestibles en los mercados de Guatemala”, realizado por Sommerkamp en 1990. En su trabajo describe 21 especies comestibles, entre saprófitos y micorrícicos del país, siendo uno de los informes publicados que recopila mayor información sobre el tema.
- “Análisis de la Distribución y Composición de Macrohongos en la zona de influencia del parque Nacional Laguna Lachúa Cobán, Alta Verapaz”. En este periodo se colectó un total de 2,652 especímenes, reportando 31 especies y 10 géneros nuevos para el país.

# Estudios realizados

- “Hongos ectomicorrícicos asociados a *Abies guatemalensis*, *Pinus rudis* y *Pinus ayacahuite* de la Sierra de Los Cuchumatanes, Huehuetenango y su aprovechamiento en la producción de planta forestal micorrizada” realizado durante 4 años de investigación (Flores, 2000)
- “Hongos comestibles de Guatemala: Diversidad, cultivo y nomenclatura vernácula”. Realizado por María del Carmen Bran et al., en 4 fases de estudio en el período comprendido entre el 2001 y 2004.
- En este estudio se recopiló información etnomicológica en diversas áreas del país, se amplió la información sobre el número de especies comestibles que crecen en Guatemala, se aisló y cultivaron cepas saprofitas y micorrícicas para producción de inóculo, cuerpos fructíferos y se realizó capacitación a campesinos de comunidades rurales en el uso del recurso fúngico comestible como un medio de desarrollo socioeconómico.





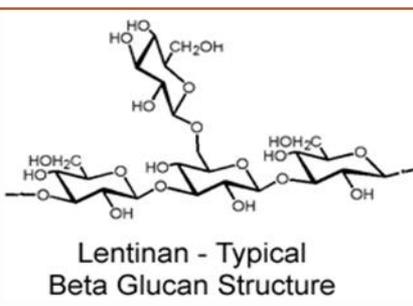
# Estudios realizados

- Se realizó un estudio para evaluar la actividad biológica de cinco hongos *Calvatia cyathiformis*, *Boletus edulis*, *Lycoperdon perlatum*, *Pisolithus tintorius* y *Ganoderma applanatum* determinándose significativa actividad cicatrizante comparada con el grupo control, no presentaron citotoxicidad y los ensayos de toxicidad mostraron una DL50 mayor a 5 g/Kg.
- Presentaron cumarinas, saponinas, sesquiterpenlactonas (Medinilla, 2008).



# Estudios realizados

- Se evaluó la composición de nutrientes y el contenido de fenoles totales, flavonoides y vitamina C en el hongo *Agrocybe cylindracea* recolectado en cuatro lugares diferentes del departamento de San Marcos, Guatemala: Aldea Santa Irene, Aldea Santa Rita y Cantón Tojchiná, del municipio de San Antonio Sacatepéquez, y el caserío Monterrey, Aldea Santa Teresa, del municipio de San Pedro Sacatepéquez.
- El análisis proximal de la muestra de *Agrocybe cylindracea* mostró que el hongo contiene, en porcentaje calculado sobre la muestra seca, 19.23% de proteína, 14.57% de fibra cruda, 1.24% de grasa, 10.97% de ceniza y 41.29% de carbohidratos totales (Pinagel, 2009).





# Estudios realizados



- Se realizó el estudio de seis especies de hongos comestibles *Armillariella polymyces*, *Boletus edulis*, *Cantharelus lateritius*, *Neolentinus ponderosus*, *Lactarius deliciosus* y *Amanita garabitoana*, obteniendo que la actividad antimicrobiana, larvicida y citotóxica fue pobre en las seis especies a excepción de *Amanita garabitoana* (extracto acuoso) quien mostró actividad contra *Staphylococcus aureus* y *Escherichia coli*.
- El hongo *A. polymyces* mostró actividad inhibitoria sobre el sistema de complemento con una  $CI_{50}$  de  $1.37 \mu\text{g/mL}$  y el extracto acuoso de *B. edulis* fue el único que mostró actividad estimuladora de la linfoproliferación a una concentración efectiva mínima (CEM) de  $125 \mu\text{g/mL}$  (Paz, et al., 2011).

# Estudios realizados

- Se realizó la determinación de actividad antioxidante de extractos acuosos y etanólicos obtenidos de diez especies de basidiomicetos comestibles:
- *Agaricus aff. bisporus*, *Agaricus brunnescens*, *Armillariella polymyces*, *Amanita garabitoana*, *Boletus edulis*, *Cantharellus lateritius*, *Laccaria amethystina*, *Lactarius deliciosus*, *Neolentinus ponderosus*, *Pleurotus ostreatus*.
- Se determinó por medio de todas la técnicas (cualitativa y cuantitativas) que todas las especies presentan alguna actividad antioxidante.
- Los extractos acuosos mostraron mayor actividad antioxidante que los extractos etanólicos en todas las técnicas cuantitativas utilizadas. La especie que mostró mayor actividad antioxidante tanto en su extracto acuoso como etanólico fue *B. edulis* (Belloso, et al., 2012).





# Estudios actuales



“Evaluación química, nutricional y biológica de cinco especies de basidiomicetos para el diseño y formulación de un producto con aplicación medicinal, cosmética y alimenticia”

- Objetivo general: Evaluar la actividad biológica, composición nutricional y química de cinco macromicetos para su aprovechamiento y conservación en el desarrollo como posibles alimentos funcionales, nutraceuticos, productos medicinales y cosméticos.

# Actividades desarrolladas

- Colecta y adquisición del material
- Se realizaron visitas a mercados, colectores de hongos y productores.
- Los hongos fueron identificados y posteriormente deshidratados durante 2 días a 65°C, una vez secos se procedió a su empaque y entrega para la realización de las pruebas de sus propiedades medicinales.



# Información de Colecta

	<b><i>Boletus edulis</i></b>	<b><i>Amanita caesarea complex</i></b>	<b><i>Cantharellus lateritius</i></b>	<b><i>Armillaria polpnyces (Silip)</i></b>
Cantidad recolectada fresca	22kg	28.6kg	24Kg	20Kg
Cantidad recolectada desecada	0.31kg	0.26kg	0.41Kg	0.32 Kg
Sitio de colecta	Ixchiguan, San Marcos	Chimaltenango (San Juan Comalapa, Tecpán)	San Juan Sacatepéquez	Cobán

# Deshidratación del material

Material	Peso	Humedad inicio (%)	Humedad final (%)
<i>Boletus edulis</i>	179 gramos	13.78	6.25
<i>Amanita caesarea complex</i>	300 gramos	6.89	6.10
<i>Cantharellus lateritius</i>	412 gramos	10.53	7.02
<i>Armillaria polymyces</i>	327.6 gramos	10.61	6.90



# Determinación de Cenizas

Especie	% Cenizas Totales	% Cenizas Acido Insoluble
<i>Boletus edulis</i>	$5.43 \pm 0.33$	$0.51 \pm 0.09$
<i>Amanita caesarea complex</i>	$11.67 \pm 0.15$	$0.68 \pm 0.08$
<i>Cantharellus lateritius</i>	$12.17 \pm 0.37$	$1.03 \pm 0.08$
<i>Armillaria polymyces</i>	$8.12 \pm 0.05$	$0.45 \pm 0.08$



# Prueba del Mejor Solvente

Especie	Concentración de etanol	% de Sólidos
<i>Boletus edulis</i>	95%	0.32
	70%	1.53
	50%	3.20
	30%	1.69
<i>Amanita caesarea complex</i>	95%	0.20
	70%	1.00
	50%	1.27
	30%	1.42
<i>Cantharellus lateritius</i>	95%	0.12
	70%	0.16
	50%	0.25
	30%	0.30
<i>Armillaria polymyces</i>	95%	0.66
	70%	0.95
	50%	1.28
	30%	1.21



# Rendimiento de Extracto

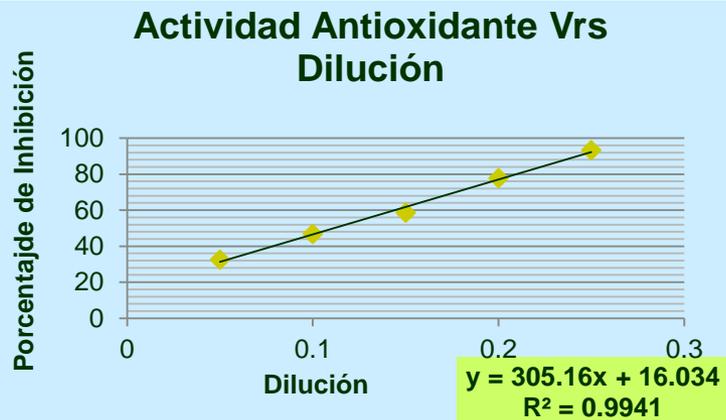
Especie	Disolvente	% Rendimiento
<i>Boletus edulis</i>	Etanol al 50%	63.7
	Agua	28.2
<i>Amanita caesarea complex</i>	Etanol 30%	50.6
	Agua	0.043
<i>Armillaria polymyces</i>	Etanol 50%	36.85
	Agua	0.46
<i>Cantharellus lateritius</i>	Etanol al 50%	36.5
	Agua	0.34



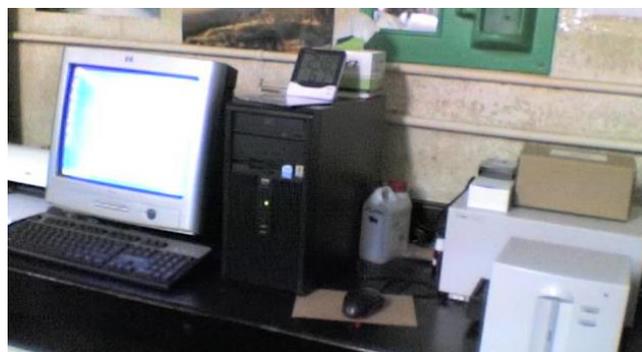
# DPPH

# Actividad antioxidante

# ABTS



# Fenoles



# FRAP

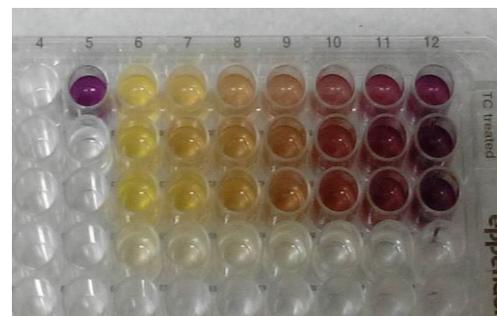
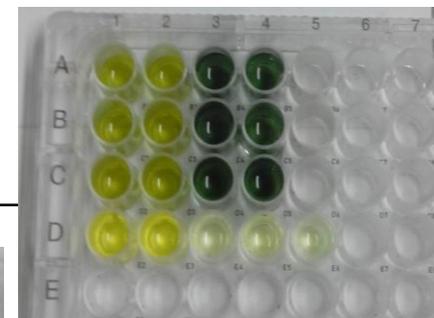


# Resultados Antioxidantes

Especie	Solvente	CCF con DPPH	Resultados $Cl_{50}$ (mg/mL)	Fenoles Totales ( $\mu\text{g}$ acido gálico/g extracto)
<i>Boletus edulis</i>	Etanol	+++*	$0.2425 \pm 0.0015$	$22.12 \pm 0.68$
	Acuoso	+++	$0.2602 \pm 0.0072$	$29.95 \pm 0.97$
<i>Amanita caesarea</i> complex	Etanol	+++	$0.3362 \pm 0.0011$	$17.87 \pm 0.53$
<i>Armillaria polymyces</i>	Acuoso	+++	$0.341 \pm 0.001$	$17.71 \pm 0.52$
<i>Cantharellus lateritius</i>	Etanol	++	>20	$11.61 \pm 0.32$
	Acuoso			$8.52 \pm 0.22$
Estándares	Rutina	+++	$0.1671 \pm 0.0062$	
	Quercetina	+++	$0.0749 \pm 0.0004$	
	Vitamina C	+++	$0.0876 \pm 0.0105$	
	Trolox	-----	$0.1147 \pm 0.0008$	
	TBHQ	-----	$0.1147 \pm 0.0007$	

Fuente: Datos Experimentales FODECYT 09-2015 \*

(- : ausencia de actividad, ++ moderada actividad, +++ buena actividad).



# Poder reductor de hierro

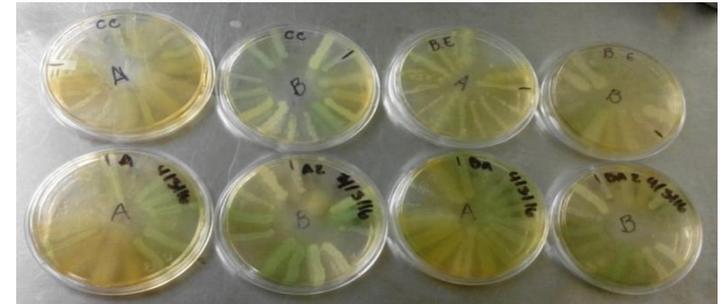
Especie	Extracto	mg Fe <sup>+2</sup> formado/g extracto	mg Vit C/g extracto	mg Quercetina /g extracto	mg Trolox/g extracto	mg de TBHQ/g extracto
<i>B. edulis</i>	Etanol	3.53±0.12	117.00±4.45	56.49±2.20	153.46±5.40	98.17±3.73
	Acuoso	3.25±0.16	115.15±6.25	56.22±3.09	145.38±7.58	96.62±5.24
<i>A. caesarea</i> complex	Etanol	2.62±0.11	82.10±4.19	39.25±2.07	111.16±5.07	68.89±3.51
<i>C. lateritius</i>	Etanol	0.680±0.004	23.37±0.14	11.36±0.07	29.99±0.16	19.61±0.11
	Acuoso	0.42±0.03	13.34±1.03	6.41±0.51	17.84±1.24	11.20±0.86
<i>A. polymyces</i>	Acuoso	1.10±0.02	37.43±0.94	18.16±0.46	48.27±1.13	31.40±0.78
Vitamina C	Estándares	30.75±1.88	----	----	----	----
Quercetina		66.03±7.08	----	----	----	----
Trolox		23.19±1.60	----	----	----	----
TBHQ*		36.57±1.74	----	----	----	----



# Antibacteriano

Extracto	Extracto	A	B	C	D	E	F	G	H
<i>Boletus edulis</i>	Etanólico	-	-	-	-	-	-	-	-
	Acuoso	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Amanita caesarea</i> complex	Etanólico	-	-	-	-	-	-	-	-
	Etanólico	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Cantharellus lateritius</i>	Etanólico	-	-	-	-	-	-	-	-
	Acuoso	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Armillaria polymyces</i>	Acuoso	-	-	-	-	-	-	-	-

+: Hay actividad  
-: No actividad



*Staphylococcus aureus* = A, *Salmonella* = B, *Mycobacterium smegmatis* = C, *Bacillus subtilis* = D, *Pseudomonas aeruginosa* = E, *Candida albicans* = F, *Bacillus subtilis* subsp. *Spizizenii* = G, *Escherichia coli* = H.

# Citotoxicidad

Muestra	Extracto	100µL	50 µL	25 µL	0.12 µL	% Mortalidad	DL <sub>50</sub> (mg/mL)
<i>Boletus edulis</i>	Etanólico	0/10*	0/10	0/10	0/10	0	>1
<i>Boletus edulis</i>	Acuoso	0/10*	0/10	0/10	0/10	0	>1
<i>Amanita caesarea</i> complex	Etanólico	0/10*	0/10	0/10	0/10	0	>1

Fuente: Datos Experimentales FODECYT 09-2015 \* Muertos/Vivos

# Metabolitos Secundarios

Especie	Muestra	Cumarinas	Saponinas	Fenoles	Alcaloides
<i>Boletus edulis</i>	Material fresco	-	+	+	+
	Extracto seco	-	+	+	+
	Extracto acuoso	-	+	+	+
<i>Amanita caesarea</i> <i>complex</i>	Material fresco	-	+	+	+
	Extracto seco	-	+	+	+
<i>Cantharellus lateritius</i>	Material fresco	-	+	+	+
	Extracto acuoso	-	+	+	+
<i>Armillaria polymyces</i>	Extracto acuoso	---	+	+	+
Estándar		+	+	+	+



Fuente: Datos Experimentales FODECYT 09-2015 - Ausencia, +Presencia

# Composición Nutricional

Muestra	Estado	Materia seca total	Extracto etéreo	Fibra cruda	Proteína cruda	% Cenizas	Extracto Libre de Nitrógeno
<i>B. edulis</i>	Fresco	82.15-82.17	1.78-1.79	40.42-40.44	31.51-31.52	7.10-7.12	19.15-19.16
	Seco	---	2.17-2.19	49.20-49.22	38.34-38.38	8.64-8.66	1.59-1.61
<i>A. caesarea</i> complex	Fresco	82.75-82.79	4.46-4.50	29.39-29.43	33.75-33.76	11.69-11.70	20.64-20.66
	Seco	---	5.40-5.44	35.52-35.54	40.77-40.81	14.13-14.15	4.11-4.13
<i>C. lateritius</i>	Fresco	90.57-9.59	3.82-3.84	10.76-10.80	25.40-25.42	18.99	40.95-41.05
	Seco	---	4.22-4.24	11.88-1.92	28.04-28.06	20.97	34.82-34.90
<i>A. polymyces</i>	Fresco	92.98-93.02	1.09-1.11	6.74-6.78	18.20-18.22	18.75	55.17-55.21
	Seco	---	1.16-1.20	7.24-7.28	19.56-19.60	20.16	51.80-51.82



# Aceite fijo

<b>Especie</b>	<b>Porcentaje de Rendimiento</b>
<b><i>Boletus edulis</i></b>	4.5%
<b><i>Amanita caesarea complex</i></b>	4.3%
<b><i>Cantharellus lateritius</i></b>	2%
<b><i>Armillaria polomyces</i></b>	2%

Muestra	%				
	N	P	K	Ca	Mg
<i>B. edulis</i>	6.00± 0.42	1.49± 0.06	5.04± 0.10	0.12± 0.01	0.11± 0.01
<i>Cantharellus lateritius</i>	3.04± 0.29	0.87± 0.16	5.10± 0.16	0.12± 0.01	0.12± 0.01
<i>Armillaria polymyces</i>	3.19± 0.61	1.34± 0.09	5.37± 0.13	0.27± 0.03	0.13± 0.01

Muestra	ppm				
	Na	Cu	Zn	Fe	Mn
<i>B. edulis</i>	1300± 50	28.33 ±5.77	66.67± 12.58	38.33± 2.89	6.67± 2.89
<i>Cantharellus lateritius</i>	266.67± 14.43	31.67 ±5.77	71.67± 10.4	185±20	11.67 ±2.89
<i>Armillaria polymyces</i>	375± 43.30	15±0	95±10	138.33± 25.66	46.67 ±5.77

<b>Productos Propuestos</b>			
	<b>Horchata</b>	<b>Dip</b>	<b>Caramelo</b>
<b>Ingredientes</b>	<p>½ libra de arroz quebrado            2 onzas de canela entera            2 onzas de pepitoria            2 onzas de ajonjolí            3 gramos de hongo (<i>Boletus edulis</i>) en polvo            1 litro de agua            Azúcar al gusto</p>	<p>100 gramos de queso crema            1 bolsita de sal de ajo            1 bolsita de sal de cebolla            1 bolsita de pimienta en polvo            0.3 gramos de hongo (<i>Boletus edulis</i>) en polvo</p>	<p>100 gramos de azúcar morena.            0.25 gramos de extracto etanólico de hongo (<i>Boletus edulis</i>)</p>
<b>Procedimiento</b>	<p>Poner el arroz en agua por 6 horas para remojar.            Tostar la canela, pepitoria y ajonjolí.            Por aparte tostar un poco el hongo en polvo.            Licuar todos los ingredientes.            Agregar al agua, endulzar al gusto.</p>	<p>Mezclar el queso crema agregar el hongo y homogenizar.            Sazonar al gusto con la sal de cebolla, ajo y pimienta.            Servir con gallegas o nachos.</p>	<p>Fundir el azúcar a fuego directo y con agitación constante.            Ya fundida incorporar el extracto con agitación y evitando que se pegue.            Colocar en el molde.</p>
<b>Imagen</b>			

# Perspectivas de desarrollo



- Los basidiomicetos son especies promisorias como controladores biológicos, con interés para la agricultura; pueden influir en el control de enfermedades vegetales, capacidad actualmente poco explorada, y se convierten en una herramienta potencial biotecnológica.
- La bioactividad de los basidiomicetos, puede sugerir nuevas líneas de desarrollo de nuevos metabolitos con amplia gama de aplicaciones medicinales, alimenticias y cosméticas.





**GRACIAS**

“El conocimiento no es una vasija que se  
llena, sino un fuego que se enciende”.  
Plutarco

