



A5-200 Evaluación de granos agrícolas para la elaboración artesanal de inóculo de *Ganoderma lucidum*.

Juliana Vázquez Jiménez¹, Omar Romero-Arenas¹, Issac Tello Salgado², José A., Rivera Tapia³, Héctor Bernal Mendoza⁴

¹ Centro de Agroecología, Instituto de Ciencias; Benemérita Universidad Autónoma de Puebla (BUAP); ² Centro de Investigaciones en Ciencias Biológicas, Universidad Autónoma de Morelos; ³ Centro de Investigación en Ciencias Microbiológicas, Instituto de Ciencias-BUAP; ⁴ Ingeniería Agroindustrial, Campus Acatzingo-BUAP.

Resumen

Los hongos son organismos que se encuentran en todos los biomas y sobre los más variados sustratos. Se estima que se conoce 5% del total de los hongos existentes en el planeta y que están involucrados en la desintegración de la materia orgánica, procesos industriales de fermentación, producción comercial de alimentos y medicamentos, así mismo, en los sistemas agroforestales. Dentro de los hongos medicinales se encuentra, *Ganoderma lucidum* que ocupa los primeros lugares en China, dado que se lo utiliza para elaboración de productos artesanales, con fines curativos. Este hongo presenta una gran demanda en el mercado internacional y no existe un sistema de cultivo que brinde las condiciones óptimas para su producción. El objetivo del presente trabajo fue evaluar las características organolépticas del inóculo de *Ganoderma lucidum* en 60 días de producción, con sustratos a base de maíz quebrado, grano de trigo y olote de maíz en diferentes proporciones. Los resultados mostraron que la mejor adición de sustrato, es el grano de trigo; pero el tratamiento a base de maíz quebrado y olote de maíz (parte central de la mazorca una vez que ha perdido los granos) confiere un buen desarrollo en la estimación de la biomasa, aportando un 100 % de colonización con agradable aroma y nula contaminación, mostrando que es posible su empleo para la producción de *Ganoderma lucidum* a nivel artesanal.

Palabras clave: cepas nativas de *Ganoderma* spp; sustrato de fabricación casera; biomasa fúngica; producción de hongos medicinales.

Abstract

Fungi are organisms present on all biomes in a wide variety of substrates. It is estimated that 5% of all existing fungi are known and they are involved in organic disintegration, industrial fermentation processes, commercial production in food and medicine, on the same way in agroforestry systems. Among medicinal mushrooms is, *Ganoderma lucidum* which occupies first place in China, since it is used for making handicrafts, for medicinal purposes. This fungus has a high demand and not there is a culture system that provides the optimum conditions for production. The aim of this study was to evaluate the organoleptic characteristics of inoculum of *Ganoderma lucidum* in 60 days of production in substrates based to cracked corn, wheat grain and corn cob in different proportions. The results showed that the best addition of substrate, is the grain of wheat; but the treatment with cracked corn and corn cob, he developed a good estimate of biomass, providing 100% of colonization with pleasant aroma and no pollution, showing that it is possible to use this substrate for the production of *Ganoderma lucidum* at the artisanal level.

Keywords: native strains of *Ganoderma* spp, substrate homemade, fungal biomass, production of medicinal mushrooms.

Introducción

El cultivo de hongos comestibles es un ejemplo claro del desarrollo sustentable, ya que en esta actividad las fases del crecimiento de los hongos se mantiene en armonía con la naturaleza, y con los productores, brindando desarrollo a pequeñas poblaciones que se ocupan de su cultivo), además de requerir poca cantidad de agua en cortos períodos de tiempo en comparación con otros productos alimenticios. El material de desecho resultante del cultivo de hongos comestibles puede ser usado para lombricomposta, proporcionando beneficios adicionales para los sistemas familiares de producción (Romero, 2010).

Existe evidencia de que a partir del consumo regular de algunos tipos de hongos o de sus componentes biológicos activos se puede lograr un tratamiento benéfico para muchas de las enfermedades que padece la población mundial. Entre los hongos medicinales de mayor interés se encuentra *Ganoderma lucidum*, conocido comúnmente en Japón con el nombre de "Reishi" (Lakhanpal y Monika, 2005). Debido a sus comprobados efectos como estimulador del sistema inmunológico y a su actividad anticancerígena (Chen *et al.*, 2006; Marin *et al.*, 2003; Paterson, 2006), existe una tendencia en el mercado por una eficiente producción de cuerpos fructíferos, donde el éxito depende en gran medida a las fuentes de nutrientes, su composición y un adecuado balance en relación carbono-nitrógeno (C/N) (Tang y Zhong, 2002; Chang *et al.*, 2006; Fang y Zhong, 2002). Sin embargo, no se ha estudiado la factibilidad de utilizar residuos agrícolas comunes, para un óptimo crecimiento de la biomasa del hongo en la producción de inóculo.

El cultivo artificial del cuerpo fructífero de *Ganoderma* en sustratos sólidos fue llevado a cabo exitosamente en 1970 por Y. Naoi (Mizuno, 1997) y, los procesos se desarrollaron rápidamente desde entonces. Los métodos artificiales de cultivo involucran típicamente cinco etapas: 1) elaboración del inóculo, 2) siembra, 3) formación del primordio, 4) desarrollo del cuerpo fructífero y 5) cosecha (Chen y Yu, 1999; Stamets, 1993). En términos básicos, el inóculo es distribuido en el sustrato estéril, e incubado hasta que el micelio coloniza este sustrato. Después de esto, se disminuyen la temperatura y los altos niveles de dióxido de carbono hasta la formación del carpóforo. Una vez que se tiene el largo del cuerpo fructífero deseado es cosechado. El ciclo de cultivo desde la elaboración del inóculo hasta la obtención del carpóforo varía de 90 a 120 días (Stamets, 1993), dependiendo de los métodos de cultivo utilizados. En este sentido, el presente trabajo de investigación tuvo como objetivo evaluar el % de colonización en el sustrato a base de trigo más maíz quebrado y olote de maíz en diferentes niveles de inclusión para la producción artesanal de inóculo de *Ganoderma lucidum*.

Metodología

El trabajo experimental se realizara en las Instalaciones del Centro de Agroecología de la Benemérita Universidad Autónoma de Puebla.

Cepas y Sustratos

Se estudió la cepa de *Ganoderma lucidum*, proveniente del Centro de México y, donada por el laboratorio de micología del centro de Investigaciones biológicas de la Universidad del Estado de Morelos, conservada en un medio compuesto de agar papa y dextrosa (PDA) marca Bioxon a temperatura ambiente.

Preparación de la Cepas nativas de Ganoderma spp

5 cajas de Petri se inocularon con rodajas de 5 mm diámetro del medio de cultivo PDA previamente colonizado con la cepa nativas de *Ganoderma lucidum* bajo condiciones asépticas. Fueron incubadas a 25°C por 10 días.

Preparación de la Semilla Madre (MASTERS)

La Semilla Madre, se preparara utilizando semilla de trigo (*Triticum aestivum* L.) y maíz (*Zea mays* L.), el procedimiento consistió en hervir 3000 g de trigo y 2000 g de maíz durante 20 minutos en 5 L de agua, se dejara reposar durante 30 minutos. A continuación se escurrieron en una charola de plástico con capacidad de 10 K durante 60 min, esta parte es crítica; su ejecución correcta evita semillas demasiado secas o muy húmedas que afectarán el crecimiento micelial, posteriormente se le adicionaron las cantidades de 15 g de cal y 15 g de yeso y se homogenizaran junto con el trigo y el maíz para alcanzar un pH neutro. Después se colocaron 500 g de mezcla en frascos con capacidad de 1000 mL y se esterilizaron durante 60 minutos a 121°C. Después de 24 hrs, se procedió a la inoculación con agar colonizado de *Ganoderma* y se incubó a temperatura ambiente durante 25 días.

Preparación de semilla artesanal

Los granos de trigo, de maíz y el olote triturado serán usados para la producción de semilla secundaria o artesanal. El procedimiento consistió en hervir 40 K de trigo, 40 K de maíz quebrado e hidratar 20 K de olote de maíz durante 20 minutos,. A continuación se escurrieron se le adicionaran cantidades de 250 g de cal y 650 g de yeso, se homogenizaron junto con el trigo, el maíz y el olote para alcanzar un pH neutro. Después se elaboraron las mezclas a evaluar como se indica en la tabla 1, Cuando las bolsas se enfriaron (24 hrs después), se procedió a la inoculación con 50 g de la semilla madre (MASTERS) y se incubaron a temperatura ambiente durante 20 días.

TABLA 1. Tratamientos evaluados, así como su respectiva descripción y código para su identificación.

Tratamiento	Descripción			Total formulación (%)
	Grano de trigo (g)	Grano de maíz (g)	Olote de maíz (g)	
Testigo 1	1000			100
Testigo 2		1000		100
Tratamiento 3	500	500		100
Tratamiento 4		500	500	100
Tratamiento 5	500		500	100

Análisis de Datos

Los datos obtenidos de las áreas de crecimiento micelial en cada uno de los sustratos, fueron analizados con el método de estimación de la biomas; consiste en asignar diferentes valores a escala (Tabla 2) y determinar la calidad del inoculo al final de 60 días de incubación. Para determinar las diferencias significativas en los valores promedio de cada uno de los experimentos anteriores, se realizó una prueba de rangos múltiples de Tukey con ayuda del programa de Computo SPSS para Windows.

TABLA 2. Características organolépticas evaluadas en la producción de inóculo de *Ganoderma lucidum*.

% de colonización y Micelio aéreo		Olor		Color		Textura		% Laqueado		% Contaminación	
Abundante	4	Agradable	4	Blanco	4	Algodonosa	4	Si	4	Si	4
Regular	3	Rancio	3	Gris	3	Lanosa	3				
Escaso	2	Desagradable	2	Verde	2	Aterciopelada	2	No	0	No	0
Nulo	1	Muy desagradable	1	Negro	1	S/C*	1				

*S/C= Sin crecimiento.

Laqueado= Presencia de color cobre brillante.

Resultados y discusiones

La producción de inóculo de la cepa de *Ganoderma lucidum*, se efectuó de acuerdo a la metodología descrita anteriormente y duró entre 60 días en las diferentes formulaciones; desde la siembra del micelio en cajas de Petri, hasta la obtención del inóculo. En la figura 1 se puede observar que el tratamiento a base de grano de trigo obtuvo mejores características organolépticas, con un abundante micelio, olor agradable, color blanco y textura algodonosa, además no presentó problemas de contaminación.

El tratamiento a base de maíz quebrado y grano de trigo no presenta diferencias significativas en cuanto al grupo testigo y puede ser utilizado para la elaboración de inóculo, sin embargo el olote combinado con el maíz quebrado presenta unas características adecuadas y pueden ser considerado como un inóculo de buena calidad. El tratamiento a base de grano de trigo y olote presenta las características organolépticas menos consideradas para la obtención de calidad del inóculo de *Ganoderma lucidum* (Tabla 3).

TABLA 3. Caracterización de los diferentes granos para la producción de inóculo de *Ganoderma lucidum*.

Tratamientos	% de colonización		Micelio aéreo		Olor		Color		Textura		% Laqueado		% Contaminación	
T1	100	a	90	ba	100	a	100	a	95	a	0	a	0	a
T2	100	a	100	a	100	a	100	a	70	b	0	a	0	a
T3	100	a	75	b	100	a	100	a	100	a	0	a	0	a
T4	100	a	50	c	100	a	100	a	50	c	0	a	0	a
T5	25	b	0	d	50	b	50	b	25	d	0	a	0	a

Conclusiones

La fórmula experimental T3 y T4 puede ser considerada como sustrato alternativo para la producción artesanal de inóculo de *Ganoderma lucidum*, utilizando un residuo agrícola



como lo es el olote de maíz y que demostró tener una buena calidad en sus características organoléptica en 60 días de producción.

Referencias bibliográficas

- Chang, MY., Tsai, GJ., Houg, JY. 2006. Optimization of the médium composition for the submerged culture of *Ganoderma lucidum* by Taguchi array desing and steepest ascent method. *Enzyme and Microbial Technology*. 38: 407-414.
- Chen, RY., y Yu, DQ. 1999. Studies on the triterpenoid constituents of the spores of *Ganoderma lucidum* (Curt. Fr.) P. Karst. (Aphyllorphomycetidae). *International Journal of Medicinal Mushrooms* 1: 147-152.
- Chen, X., Hu, ZX., Yang, M., Huang, Y., Gao, W., Tang, S., Chan, X., Dai, J., Ye, P., Ho, W., Yang, Y., Zhu, y Zhou, S. 2006. Monitoring of immune responses to a herbal immuno-modulator in patients whit advanced colorectal cáncer. *International Immunopharmacology*. 6: 499-508.
- Fang, QH., Zhong, JJ. 2002. Submerged fermentation of higher fungus *Ganoderma lucidum* for production of valuable bioactive metabolites-ganoderic acid and polysaccharide. *Biochemical Engineering Journal*. 10:61-65.
- Lakhanpal, TN., y Monika, R. 2005. Medicinal and nutraceutical genetic resources of mushrooms. *Plant Genetic Resources*. 31:288-303.
- Marin, B., Jozica, H., Irena, Z., Branka, W., Damjan, H., Bojana, B., y Pohleven, F. 2003. Submerged cultivation of *Ganoderma lucidum* biomass and immunostimulatory effects of fungal polysaccharides. *Journal of Biotechnology*. 103:77-86.
- Mizuno, T. 1997. Studies of bioactive substances and medical effects of the *Ganoderma lucidum*, in *Recent Progress in Ganoderma lucidum Research*, Kim, B.K., Moon, C.K., and Kim, T.S., Eds., Pharmaceutical Society of Korea, Seoul. 69-89.
- Paterson, R. 2006. *Ganoderma* a therapeutic fungal biofactory. *Phytochemistry*. 67:1985-2001.
- Stamets, P. 1993. *Ganoderma lucidum* (Wm, Curtis: Fries) Karsten. In: *Growing Gourmet and Medicinal Mushrooms* (ed. P. Stamets). Ten Speed Press, Berkeley, CA. pp. 355-369.
- Tang, YJ., Zhong, JJ. 2002. Fed-batch fermentation of *Ganoderma lucidum* for hyperproduction of polysaccharide and ganoderic acid. *Enzyme and Microbial Technology*. 31:20-28.
- Romero-Arenas, O. 2010. Producción de *Pleurotus* spp., mediante el aprovechamiento de subproductos agrícolas y generación de autoempleo en el municipio de Tetela de Ocampo-Puebla.