

# INCREMENTO DEL FITOPATÓGENO *Armillaria mellea* (Vahl.:Fr.) Karsten EN BOSQUE DE PINO-ENCINO, EN RELACIÓN AL GRADO DE DISTURBIO POR TRATAMIENTO SILVÍCOLA

M. Valdés<sup>1</sup>; J. Córdova<sup>1</sup>, R. Valenzuela<sup>1</sup>; A. M. Fierros<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Escuela Nacional de Ciencias Biológicas, Instituto Politécnico Nacional, Plan de Ayala y Carpio s/n, México, D. F. C. P. 11340.

<sup>2</sup>Programa Forestal, Colegio de Posgraduados, Montecillo, Edo., México.

## RESUMEN

Se llevó a cabo un estudio con el objeto de conocer el efecto de los gradientes de disturbio originados por diferentes métodos de aclareo y tratamientos al piso para regeneración del pino en los bosques de pino-encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México, sobre los macromicetos fitopatógenos. Tres condiciones fueron evaluadas: árboles padre, árboles padre más fuego y una parcela testigo sin tratamiento. Una gran población del hongo parásito *Armillaria mellea* (Vahl.:Fr.) Karsten fue detectada en las parcelas con tratamiento y ninguna colecta se hizo en la parcela Testigo. El número de colectas de *A. mellea* fue más del doble en la parcela quemada que en la parcela tratada sin fuego. Este hecho es importante para alertarnos de los problemas que se pueden originar en la supervivencia de las plántulas de pino al incrementar el disturbio en los bosques.

**PALABRAS CLAVE:** hongo parásito, perturbación, extracción maderera.

## POPULATION OF THE PHYTOPATHOGEN *Armillaria mellea* (Vahl.: Fr.) KARSTEN IN A PINE-OAK FOREST INCREASES IN RELATION TO DISTURBANCES ORIGINATED BY SILVICULTURAL METHODS

## SUMMARY

A research was conducted in order to find out the effects of disturbance gradients as given by different pine regeneration cuttings methods and treatments to the forest floor in phytoparasitic fungi populations in pine/oak forest belonging to communal forests at Ixtlan de Juarez in Oaxaca, Mexico. Three conditions were taken into account: Seed Tree treatment, Seed Tree plus Fire and a Control plot without any treatment. High presence of tree parasitic fungi *Armillaria mellea* (Vahl.:Fr.) Karsten was detected in treated plots and none in the control ones. Number of *A. mellea* harvests were more than twice higher in the burned plots than in seed tree method with no fire treatment. This finding is very important because we have to be aware that we can cause problems in seedling survival as we can increase disturbances in the forests.

**KEY WORDS:** parasitic fungi, disturbance, wood harvest

## INTRODUCCIÓN

La extracción de madera de los bosques de pino-encino conduce a disturbios de diferentes intensidades. Algunos de los métodos utilizados incluyen la regeneración natural de los pinos. Ésta se logra con incremento del espacio para el crecimiento de los mismos y con tratamientos al piso del bosque que generen condiciones para la germinación de la semilla y la supervivencia de las plántulas (McDonald, 1976).

Los efectos de un determinado tratamiento en algunos factores del sitio pueden ser controvertidos; sin embargo,

el uso del fuego como tratamiento silvícola produce cambios en la vegetación del sotobosque, en las propiedades del suelo y en la susceptibilidad a la erosión del mismo, los cuales inducen cambios sucesionales, además de la combustión del humus y del incremento en la actividad microbiana que conduce al reciclado del N (Read, 1993).

En cuanto al efecto de la cosecha de la madera y de los disturbios del suelo sobre las poblaciones fúngicas de los bosques, se sabe que reducen la capacidad de los hongos ectomicorrízicos (EM) para colonizar las raíces de los árboles (Perry *et al.*, 1982); el aclareo seguido de una

quema puede disminuir la formación de ectomicorriza (Pilz y Perry, 1984). El fuego intenso además, altera la composición de la comunidad de hongos EM por la reducción del número de especies y desata la sucesión de las especies de plantas EM (Visser, 1995; Torres y Honrubia, 1997). En algunas ocasiones el número de especies de hongos EM no se altera, pero la composición de las mismas se modifica de acuerdo al grado de disturbio, modificándose también la composición de plantas del sotobosque, que podría ser porque el fuego intenso destruye la semillas o por insolación o heladas (Seidel, 1974), y permitiendo la colonización por plantas pioneras (Valdés *et al.*, 2003).

En áreas donde los árboles han sido cortados como parte del manejo del bosque, las plántulas de pino son afectadas por el hongo fitopatógeno *Armillaria mellea*, conduciéndolas con frecuencia a su muerte. Este hongo frecuentemente mata árboles previamente estresados por sequía, por insectos, por patógenos o por condiciones ambientales desfavorables; también, bajo ciertas circunstancias, puede incluso conducir a árboles vigorosos a la muerte (USDA Forest Service, 1979). El daño causado por esta especie ocasiona una enfermedad severa sobre todo en plantaciones (Morrison, 1981). En México se le ha encontrado en bosque de pino, parasitando árboles vivos y como destructor de madera (Guzmán y Guzmán, 1979). Desgraciadamente en nuestro país, no se conocen estudios sobre este patógeno en los bosques.

*A. mellea* parasita un amplio rango de plantas tanto en el trópico como en condiciones templadas. La diseminación que hace desde su base es muy amplia, lo que se logra por hifas que se agregan en estructuras semejantes a la raíz llamadas rizomorfos, dentro de los cuales hay diferenciación tisular semejante al de las raíces de las plantas superiores. Se sabe que los rizomorfos son muy eficientes en el transporte de materiales nutricios, pues algunos se extienden más de nueve metros. Bajo ciertas condiciones los rizomorfos atraviesan las raíces de las plantas hospederas formando un tapete rizomórfico dañando diferentes tejidos estructurales como la unión entre la corteza y la madera. Una vez que *A. mellea* penetra, coloniza gradualmente los tejidos radicales dando lugar a la aparición de síntomas visibles de enfermedad, como amarillamiento, desfoliación y eventualmente, la muerte. (Wheeler, 1969). Cuando la infección del árbol es avanzada se pueden producir cuerpos fructíferos del hongo en la base del árbol que se agregan en forma característica (Figura 1); también fructifican en tocones muertos (Alexopoulos *et al.*, 1996).

*A. mellea* es además, un hongo comestible y es conocido como “babosito” “hongo de tronco” y “hongo de miel” (Figura 1) por el color del píleo que va desde amarillento rosado, color miel a moreno-amarillento, moreno-rojizo o moreno oscuro, el estípote es blanquecino



FIGURA 1. Agrupaciones de *Armillaria mellea* creciendo sobre un tocón del bosque de pino-encino bajo tratamiento silvícola Árboles Padre+Quema, de Ixtlán de Juárez, Oaxaca.

arriba del anillo de color amarillo ocráceo a moreno oscuro, llega a ser grisáceo a negro en la base, es fibriloso y provisto de un anillo conspicuo del mismo color del estípote, se origina de rizomorfos de color negro, el ápice es luminiscente, igual que el micelio (Guzmán, 1980; Herrera y Ulloa, 1990 ).

Este trabajo se llevó a cabo para evaluar la presencia de fructificaciones de *A. mellea* en un bosque de pino-encino que presenta un gradiente de disturbio resultado del manejo para el aprovechamiento de madera y la obtención de regeneración natural del pino.

## MATERIALES Y MÉTODOS

**Sitio de estudio.** El área de estudio está localizada en un bosque de pino-encino en terrenos comunales del municipio de Ixtlán de Juárez, a 5-6 km del noroeste de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, en la Sierra Norte de Oaxaca. Las pendientes son de más de 35 %. El sitio está localizado entre 17° 18' 16" y 17° 34' 00" N y 96° 31' 38" y 96° 20' 00" O. La altitud varía de 2,000 a 2,400 m (Gómez *et al.*, 1994).

El clima prevaleciente en los bosques corresponde a templado subhúmedo, con lluvias en el verano y con una oscilación térmica de 5 °C (García, 1981). Las medias son de 12 y 17 °C y una precipitación que va de 1,000 a 1,300 mm.

Las parcelas estudiadas se ubican en bosques que hace 60 años fueron terrenos destinados al cultivo de maíz, frijol y calabaza. Al ser abandonadas se inició el desarrollo de la vegetación que actualmente corresponde a bosque de pino-encino, con 76-85 % de *Pinus* y 14-19 % *Quercus*. La especie dominante es *P. oaxacana*. En forma general se incluyen además *P. lawsonii*, *P. leiophylla* y *P. teocote* y *Q. castanea*, *Q. crassifolia*, *Q. obtusata*, *Q. peduncularis*, *Q. rugosa* y *Q. scytophylla*.

Se seleccionaron sitios cuyas condiciones ecológicas se modificaron como resultado de la aplicación de diferentes métodos silvícolas de aprovechamiento de madera y regeneración, reflejando un gradiente de disturbio. La ubicación de los sitios se realizó mediante el empleo de mapas georeferenciales de la base de datos del Instituto Nacional de Investigaciones Forestales, Agrícolas y Pecuarias (INIFAP/SAGAR) manejados con el Sistema de Información Geográfica IDRISI.

El sitio seleccionado como una condición de disturbio medio se encuentra sujeto al método conocido como "Árboles Padre"; después de la corta de árboles para el aprovechamiento de su madera, se conservan los árboles que producen semilla y se hace remoción de los residuos y se aplica una quema ligera para eliminar los residuos de la extracción de la madera. El sitio seleccionado con disturbio extremo, además de dejar en el lugar a los árboles padre, recibe quema intensa para eliminar los residuos grandes y el mantillo; el método recibe el nombre de "Árboles Padre con Quema". Se estudió también un sitio sin aprovechamiento (Testigo), cuyas características son de un bosque secundario conservado. Los tratamientos fueron aplicados en 1994 y el estudio se hizo entre 1998 y el 2000.

En cada uno de los sitios seleccionados se estableció una parcela cuadrada de 30 x 30 m, subdividida en cuadrantes de 6 x 6 m. La recolección de los cuerpos fructíferos de los hongos se efectuó tanto en el interior como alrededor de las parcelas.

Las parcelas se ubican a 63 km NE de la ciudad de Oaxaca, entre 5 y 6 km al NW de la población Ixtlán de Juárez, Oaxaca. La altitud varía de 2,000 a 2,400 m. La pendiente de las parcelas oscila entre 36.5 y 40.8 %. Las características edáficas se muestran en los Cuadros 1 y 2 (Valdés *et al.*, 2003).

**Carpóforos.** La recolección de los cuerpos fructíferos se efectuó durante la temporada de lluvias en las tres

**CUADRO 1. Características de los sitios estudiados en los bosques de pino-encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca.**

Característica	Parcela Árboles Padre (AP)	Parcela AP+ Fuego	Parcela Testigo
Altitud (msnm)	2.180	2.280	2.250
Pendiente (%)	36.5	36.5	40.8
Textura	Migajón arenoso	Migajón arenoso	Migajón arcilloso
Compactación del suelo	Alta	Alta	Media
Disturbio adicional	Quema ligera de residuos	Quema intensa de residuos y de mantillo	Ninguno

**CUADRO 2. Propiedades edáficas de los sitios estudiados (0-15 cm) en los bosques de pino-encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca.**

Tratamiento	pH 1:H <sub>2</sub> O	C.E. 1:5H <sub>2</sub> O mmhos/cm	M.O. (%) Walkley Black	N+ (%)	P Olsen (ppm)
Testigo	5.2	0.03	4.3	0.12	7
Árboles Padre	5.4	0.05	4.6	0.14	3
Árboles Padre+Fuego	6.8	0.16	12.8	0.35	10

parcelas de agosto a noviembre, una vez por mes. Las recolecciones se hicieron manualmente, cada grupo de fructificaciones se extrajo completo y se envolvió en papel encerado, anotándose en el mismo el substrato en donde se encontró la especie y se transportaron en canastas de carrizo para evitar que se dañaran durante o después de la colecta.

Las características morfológicas en fresco de los ejemplares colectados se registraron en formatos diseñados para la toma de datos de campo que incluyen, además de las características propias del sitio, diferentes datos de su morfología y reacciones químicas de píceo y estípico. Para contar con la imagen de los ejemplares colectados, se tomaron fotografías de los mismos.

La preservación del material se hizo por deshidratación en una secadora. La determinación de las especies se hizo con la ayuda de claves dicotómicas utilizando los datos morfológicos registrados *in situ*. Al microscopio óptico se estudiaron las características de valor taxonómico para la determinación de las especies de acuerdo a los trabajos de Pegler (1977) y Guzmán (1980). Los ejemplares se depositaron en la colección de hongos "Dr. Gastón Guzmán Huerta" del Herbario de la Escuela Nacional de Ciencias Biológicas del Instituto Politécnico Nacional (ENCB) y en el Herbario Etnomicológico "Dr. Teofilo Herrera Suárez" del Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca (ITAO).

Es importante mencionar que en estudios de micología se registra el número de colectas independientemente del número de cuerpos fructíferos, pues es más significativo que considerar el número de fructificaciones pues éstas provienen del mismo micelio o del tapete micelial, sobre todo en el caso de *A. mellea*.

## RESULTADOS

*Armillaria mellea* (Vahl.: Fr.) Karst se encontró en toda la temporada de lluvias, desde agosto hasta noviembre, en las parcelas bajo tratamiento silvícola (Figura 1), sin encontrarse ningún carpóforo de esta especie en la parcela sin aprovechamiento. El número de colectas fue siempre

alto, de hecho el más alto de todas las fructificaciones, tanto ectomicorrízicas, como medicinales y tóxicas, encontradas en las parcelas tratadas (Córdova, 2001), Cuadro 3.

Otros hongos parásitos también fueron encontrados; en la parcela sin aprovechamiento se encontró un ejemplar de *Trametes versicolor*; en la parcela de "Árboles Padre" se encontró otro ejemplar de este mismo hongo además uno de *Pycnoporus sanguineus* y otro de *Ganoderma lobatum*. En la parcela con tratamiento "Árboles Padre con Fuego", el único hongo parásito encontrado fue *A. mellea*; de un total de 78 colectas registradas de agosto a noviembre en esta parcela, 12.8 % corresponde a este hongo parásito. El promedio de las colectas sólo en el mes de agosto fue de 26 %, de un total de 78 colectas (Cuadro 4).

Este hongo estuvo ausente en la parcela sin tratamiento durante toda las colectas. En un estudio sobre la producción natural de los hongos silvestres comestibles del bosque de pino-encino en el mismo municipio de Ixtlán de Juárez, Córdova (2004) seleccionó tres comunidades en donde dominaban tres especies de pinos (*Pinus douglasiana*, *P. oaxacana* y *P. patula*) y consideró tres parcelas en cada comunidad. Los sitios escogidos se caracterizaron por ser de crecimiento secundario y libres de manejo forestal en los últimos 50 años, por lo que no presentaban perturbación aparente. En dicho trabajo se

**CUADRO 3. Promedio del número de colectas de cuerpos fructíferos de macromicetos registrados (1998, 1999, 2000) en las parcelas con y sin tratamiento silvícola del bosque de pino-encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca.**

Tratamiento	Hongos ectomicorrízicos	Hongos medicinales	Hongos tóxicos	<i>Armillaria mellea</i>
Testigo	22(14 especies)	1	0	0
Árboles Padre	27(15 especies)	3	3	3
Árboles Padre con Fuego	25(17 especies)	0	5	7

**CUADRO 4. Promedio del número de colectas totales en la estación de lluvias de macromicetos y de especies identificadas registrados (1998, 1999, 2000) en relación a *A. mellea*, en las parcelas con y sin tratamiento silvícola del bosque de pino-encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca.**

	Agosto	Septiembre	Octubre	Noviembre
No. total de colectas	27	21	24	6
<i>A. mellea</i> , colectas	7	0	0	3
% del total de colectas ( <i>A. mellea</i> )	26	0	0	50
No. total de especies	14	12	13	3
% del total de especies	7	0	0	33

Incremento del fitopatógeno...

realizaron muestreos quincenales en los nueve sitios durante 2001 y sólo se encontró un espécimen de *A. mellea*, lo que corrobora nuestras observaciones acerca de que dicha especie incrementa su abundancia como resultado del disturbio silvícola y como resultado del aprovechamiento del bosque.

Así mismo y colateralmente a este trabajo, Sánchez-Cortés (2002) realizó un estudio sobre los hongos macroscópicos del bosque de pino-encino del municipio de Ixtlán de Juárez e hizo muestreos quincenales durante 2001, fuera de las parcelas utilizadas por Córdova (2004), sin tratamiento silvícola y sólo registró un espécimen de *A. mellea* y ninguno en los bosques aledaños a sus parcelas de observación.

## AGRADECIMIENTOS

Proyecto patrocinado en parte por CONACYT (proyecto clave 4333P-N) y por CGPI/IPN (proyecto clave 20030509).

## LITERATURA CITADA

- ALEXOPOULOS, C. J.; MIMS, C. W.; BLACKWELL, M. 1996. *Introductory Mycology*. John Wiley & Sons, Inc., New York. 869 p.
- CÓRDOVA HERNÁNDEZ, J. 2001. Influencia de dos tratamientos silvícolas en la micobiota de importancia económica en Ixtlán, Oaxaca, México. Tesis de Licenciatura, Instituto Tecnológico Agropecuario de Oaxaca, Oaxaca, Oax.
- CÓRDOVA HERNÁNDEZ, J. 2004. Producción natural de hongos silvestres comestibles del bosque de pino-encino en Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Tesis de Maestría en Ciencias, ENCB, IPN, México, D. F.
- GARCÍA, E. 1981. Modificaciones al sistema de clasificación climática de Köppen. Instituto de Geografía, UNAM, México. 246 p.
- GÓMEZ CÁRDENAS, M.; CASTELLANOS, J. F.; RUÍZ MUÑOZ, M.; SANTIAGO PÉREZ, L.; FIERROS GONZÁLEZ, A. 1994. Potencial productivo de especies forestales en Ixtlán de Juárez, Oaxaca. Folleto Técnico Forestal No. 4, INIFAP/CIRPIS, México. 24 p.
- GUZMÁN, G. 1980. Identificación de los hongos comestibles, venenosos, alucinantes y destructores de la madera. Limusa, México, D. F. 452 p.
- GUZMÁN DÁVALOS, L.; GUZMÁN, G. 1979. Estudio ecológico comparativo entre los hongos (macromicetos) de los bosques tropicales y los de coníferas del sureste de México. Bol. Soc. Méx. Mic. 13:89-125.
- HERRERA, T.; ULLOA, M. 1990. El Reino de los Hongos. UNAM/Fondo de Cultura Económica, México, D. F. 552 p.
- McDONALD, P. M. 1976. Forest regeneration and seedling growth from five major cutting methods in north-central California. USDA For. Serv. Res. Pap. PSW 15.10p.
- MORRISON, D. J. 1981. *Armillaria* Root Disease: A guide to disease diagnosis, development and management in British Columbia, Victoria, BC.
- PEGLER, D. N. 1977. A preliminary agaric flora of East Africa. Kew Bull. Add. Series VI. Her Majesty's Stationary Office, London. 615 p.



- PERRY, D. A.; MEYER, M. M.; EGELAND, D.; ROSE, S. L.; PILZ, D. P. 1982. Seedling growth and mycorrhizal formation in clearcut and adjacent undisturbed soil in Montana: a greenhouse bioassay. *For. Ecol. Manage.*, 81:261-263.
- PILZ, D. P.; PERRY D. A. 1984. Impact of clearcutting and slash burning on ectomycorrhizal associations of Douglas fir seedlings. *J. For. Res.*, 14:94-100.
- READ, D. J. 1993. Plant-microbe mutualism and community structure. En: E. D. Schulze and H. A. Moonbey (eds.). *Biodiversity and ecosystem function*. Springer Verlag, Amsterdam. pp.181-196.
- SÁNCHEZ CORTÉS, C. E. 2002. Hongos macroscópicos del bosque de pino-encino de Ixtlán de Juárez, Oaxaca, México. Memoria de Residencia Profesional. ITAO-23. Oaxaca, Oax.
- SEIDEL, K. W. 1974. Natural regeneration of east-side conifer forests. En: USDA Forest Service, 1974. *Environmental effects of forest residues management in the Pacific Northwest: a state-of-knowledge compendium*. USDA For. Serv. Gen. Tech. Rep. PNW-24. pp. L-1/L-24.
- SMITH, D. M. 1962. *The Practice of Silviculture*. 7ª Ed. Wiley, New York. 578 p.
- SMITH, N. W.; SMITH A. H. 1985. *A field guide to southern mushrooms*. The University of Michigan Press, Ann. Arbor. 333 p.
- SNELL, W. H.; DICK, E. A. 1970. *The Boleti of Northeastern North America*. J. Gramer Lehere. 115 p.
- TORRES, P.; HONRUBIA M. 1997. Changes and effects of natural fire on ectomycorrhizal inoculation potential of soil in a *Pinus halepensis* forest. *For. Ecol. Manage.*, 96:189-196.
- USDA FOREST SERVICE. 1979. *A guide to common insects and diseases of forest trees in the northeastern United States*, Broomall, PA.
- VALDÉS, M.; CÓRDOVA, J.; M. GÓMEZ; FIERROS, A. 2003. Understorey vegetation and ectomycorrhizal sporocarp diversity response to pine regeneration methods in Oaxaca, Mexico. *W J Appl. For* 18:101-108.
- VISSER, S. 1995. Ectomycorrhizal fungal succession in jack pine stands following wildfire. *New Phytol.*, 129:389-401.
- WHEELER, B. E. J. 1969. *An Introduction to Plant Diseases*. John Wiley & Sons, Ltd., London. 373 p.