

EFECTO DEL FUEGO EN LA FRUCTIFICACIÓN DE ESPECIES FÚNGICAS EN UNA MASA DE *Pinus pinaster* Ait. DE LA PROVINCIA DE SORIA.

(1) Fernández Toirán, L. M., (1) Azpilicueta Gonzalo, I., (2) Ágreda Cabo, T.,

(1) E. U. de Ingenierías Agrarias. Campus "Los Pajaritos". 42003. Soria. Imtoiran@pvs.uva.es

(2) A.D.E.M.A. Plaza Mayor nº2, 42200 Almazán. Soria. teresa.agreda@life.adema.es

Resumen

Se estudia el efecto del fuego en la fructificación de hongos, en una masa de *Pinus pinaster* Ait. afectada por un incendio en agosto del año 2000. Se establecen 9 parcelas de 150m² y se utilizan como control 3 parcelas situadas en una zona cercana no afectada por el fuego. Se realiza su seguimiento durante las primaveras y otoños del 2001 al 2003, estimándose la producción de especies totales, micorrícicas, saprófitas y comestibles. Cabe destacar la abundancia de *Pholiota highlandensis* (Peck.) Sm. & Hesl., así como de diferentes especies del género *Morchella* en las parcelas afectadas fuertemente por el incendio.

PALABRAS CLAVE: incendio, fructificación de hongos, ectomicorrizas.

INTRODUCCIÓN

Los incendios forestales en España y en general en los países mediterráneos, son un suceso demasiado habitual. Estos incendios van a provocar fuertes cambios en el suelo, la vegetación y evidentemente en la composición fúngica de la zona. El establecimiento y posterior persistencia de las plantas van a estar significativamente afectadas por la presencia de determinados hongos. Especialmente los hongos micorrícicos van a jugar un papel fundamental en el restablecimiento de las comunidades vegetales después del incendio.

El objetivo principal de este trabajo es estudiar el efecto del fuego en la composición fúngica de un bosque de *Pinus pinaster* Ait., a través de sus fructificaciones. Para ello, se analizan los posibles cambios en la biodiversidad de especies, las especies micorrícicas, saprófitas y comestibles.

LOCALIZACIÓN

Este estudio se centra en Soria, concretamente en la comarca de Izana, donde se localizó un importante incendio en verano del año 2000, que afectó a los términos de Matamala de Almazán, Tardelcuende y Almazán situados en la comarca de Izana. Esta zona se corresponde con montes de particulares y montes de Utilidad Pública.

La superficie total afectada por el incendio fue de 2.455 ha, de las cuales 1.743 ha corresponden a montes arbolados de Utilidad Pública, 577 ha a fincas particulares de montes arbolados y 135 ha a fincas particulares de uso agrícola. El estudio se centra en la superficie correspondiente a los Montes de Utilidad Pública por la mayor facilidad a la hora de la instalación y muestreo las parcelas establecidas.

Desde el punto de vista geológico, la mayoría de los materiales que se encuentran en la zona pertenecen al Terciario, en especial al Neógeno. El resto de los materiales pertenecen al Cuaternario y están representados principalmente por los depósitos fluviales correspondientes al río Izana (I.G.M.E., 1991).

El suelo es de naturaleza silíceo, arenoso, suelto, profundo y permeable con mayor cantidad de arcilla en la mitad meridional que en la parte norte (M.A.P.A., 1981). Según la clasificación de la F.A.O. - U.N.E.S.C.O. se trataría de cambisoles eútricos.

El monte se encuentra dentro del clima Mediterráneo, concretamente en el piso supramediterráneo medio con un intervalo probable de heladas de 7 meses, invierno frío y ombroclima seco (RIVAS MARTÍNEZ, 1987).

La totalidad de la superficie quemada se encontraba poblada por *Pinus pinaster* con lo que se constituye en la especie principal. Como especies secundarias se pueden citar: *Juniperus thurifera*, *Pinus sylvestris*, *Quercus ilex* y *Quercus pyrenaica*.

Este monte se ordenó por la modalidad de tramos permanentes, método que se lleva aplicando un siglo de forma más o menos continua. El turno empleado es de 80 años y el periodo de regeneración de 10 años. Ésta se realiza por cortas a hecho en dos tiempos, con reserva inicial de árboles padre, sistema también denominado aclareo sucesivo uniforme, con una corta diseminatoria intensiva y otra final que se lleva a cabo una vez asegurada la regeneración. En caso de no conseguirse de forma natural se realiza laboreo mediante grada y posteriormente se siembra.

La resina, que en su momento fue, junto a la madera, producto principal del monte, se aprovecha hoy sólo de forma puntual, siendo la madera el primer aprovechamiento.

MATERIAL Y MÉTODOS

La elección de las parcelas de muestreo se hizo mediante una estratificación previa. Se decidió emplear para ello dos parámetros de carácter fisiográfico, la pendiente (PEND) y el termotopográfico (TTOP) definido por GANDULLO (1997). Este último pretende evaluar los conceptos de solana y umbría desde un punto de vista térmico.

Se dividió la superficie afectada por el incendio en celdas de 50 metros de lado, calculándose en cada una de ellas tanto el TTOP como la PEND. Para ello se partió de un modelo digital del terreno de toda la Comunidad Autónoma de Castilla y León. Para el manejo de esta información digital se empleó el módulo *grid* del SIG Arc/Info 8.0. Una vez determinados los valores de los estratificadores se procedió a realizar una clasificación jerárquica aglomerativa mediante el procedimiento *cluster* del paquete estadístico SAS 6.12. El criterio de agregación de nuevos individuos en cada generación de la clasificación fue el de Ward o de la mínima varianza

Terminada la clasificación se decidió quedarse únicamente con dos estratos. El estrato 1 se corresponde con zonas de pendientes moderadas (en torno al 14,6%) y fuerte insolación (valores de TTOP alrededor de 1,2), mientras que el segundo presenta pendientes más suaves (en torno a 7,8%) y menor insolación (TTOP menor que 1,06).

Se ubicaron tres parcelas en cada estrato, cuyos valores de los estratificadores más se acercaran a los valores medios de su estrato.

A continuación se eligió otro estrato (estrato nº3) afectado por el incendio pero sólo parcialmente, es decir que los árboles todavía estaban vivos. La elección de este estrato no fue al azar, debido a que no encontramos muchas zonas con estas características.

Como parcelas control (estrato nº4) se escogieron tres parcelas, establecidas con anterioridad a este estudio, en las masas de *Pinus pinaster* de la comarca de forma totalmente aleatoria (ÁGREDA CABO y FERNÁNDEZ TOIRÁN, 2002). El criterio para la elección fue que estuvieran lo más cercanas posibles a la zona quemada y que la edad de la masa fuese similar a la existente en la zona con anterioridad al quemado.

En el estrato 3, parcialmente afectado por el incendio, es decir, en el que todavía quedaba algún árbol vivo, se cortaron los árboles en el año 2002, lo que alteró el planteamiento inicial del trabajo.

Las parcelas objeto de estudio tienen 150 m² (5x30 m). Durante las temporadas de otoño y primavera, del 2001 al 2003, se muestrearon semanalmente. En cada muestreo se recolectaron todas las especies fúngicas encontradas dentro de los límites de la parcela. De cada especie se anotó el número de carpóforos recogidos y su peso fresco.

Utilizando los datos obtenidos en las diferentes parcelas, se realiza un análisis de la varianza para estudiar el efecto del incendio sobre la fructificación (número de carpóforos) de las especies fúngicas. Para comprobar la independencia de los residuos se utiliza el valor estadístico de Durbin-Watson, Como test de homogeneidad de varianzas se utiliza el test de Barlett, y como test de normalidad el de Shapiro-Wheels. Para la separación de medias se utiliza el test de Tukey, con un intervalo de confianza del 95%. Se ha utilizado el programa estadístico Statgraphics Plus.

En el caso de que no se cumplan las condiciones de normalidad, se realizan transformaciones de la variable (número de carpóforos), como son (número)^{1/2} y log (número). Si aún así siguen sin cumplirse las condiciones de normalidad se realiza un análisis no paramétrico, utilizando el test de Kruskal-Wallis.

RESULTADOS Y CONCLUSIONES

Como resultado del inventario micológico se han recolectado 55 especies en la zona quemada (Tabla 1) y 66 en las parcelas testigo. Estas especies incluyen, en función de la bibliografía consultada (PANDO, 1990-2002; FERNÁNDEZ TOIRÁN, 1994, MARTÍNEZ PEÑA y FERNÁNDEZ TOIRÁN, 1997; ÁGREDA CABO y FERNÁNDEZ TOIRÁN, 2002), 9 primeras citas para la provincia de Soria. Todas ellas recolectadas en las parcelas quemadas. Estas son:

- *Anthracobia melaloma*
- *Conocybe tenera*
- *Cotylidia undulata*
- *Inocybe mixtilis*
- *Leucoglyphana mollusca*
- *Omphalina velutipes*
- *Rhizina undulata*
- *Rhodocybe caelata*
- *Schizophyllum commune*

Del estudio autoecológico de las especies recolectadas en las parcelas quemada: 13 son especies micorrícicas (23,6%) y 42 son especies saprófitas (76,4%).

Las 66 especies encontradas en las parcelas testigo se reparten de la siguiente forma: 45 especies micorrícicas (68,2%) y 21 especies saprófitas (31,8%).

Destaca la presencia de especies pirófilas, algunas citadas también en otros estudios (CROZES, 1999; GALLIOT, 1997; TORRES y HONRUBIA, 1994), como son las siguientes:

- *Myxomphalia maura*
- *Anthracobia melaloma*

- *Cotylidia undulata*
- *Geopyxis carbonaria*
- *Lycogala epidendron*
- *Morchella conica*
- *Omphalina velutipes*
- *Pholiota highlandensis*
- *Psathyrella pennata*
- *Rhizina undulata*

Otras especies también pirófilas encontradas en las proximidades de las parcelas son:

- *Coltricia perennis*
- *Faerbaria carbonaria*
- *Gyromitra infula*
- *Reticularia lycoperdon*

Se ha visto que no hay diferencias significativas entre el estrato 1 y 2 para ninguno de los grupos estudiados, por lo tanto los hemos considerado como un solo estrato. Tenemos así: Estrato A: fuertemente afectado por el incendio. Estrato B: parcialmente afectado por el incendio. Estrato C: parcelas control.

No existen diferencias significativas en la fructificación del total de especies, para los tres años de muestreo, entre los diferentes estratos (año 2001, $p=0,06$; año 2002, $p=0,10$; año 2003, $p=0,81$).

El fuego presenta una influencia significativa sobre la fructificación de las especies micorrícicas (figura 2,3). Se observa la desaparición prácticamente total de las especies micorrícicas en el estrato afectado fuertemente por el incendio (A). En el tercer año comienza a fructificar alguna especie en un porcentaje muy bajo (2-3% del total, 1,5 kg/ha). Se trata de diferentes especies de los géneros *Inocybe* y *Cortinarius*, posiblemente asociados a las plántulas de pino o también a las plantas del género *Cistus* que han comenzado a colonizar la zona. Ésta reducción en la biomasa ectomicorrícica después del incendio es señalada por otros autores (FERNÁNDEZ DE ANA, 2000; STENDELL et al., 1999). El estrato B, presenta el segundo año, una producción mucho más baja que el primero, como consecuencia de la corta de árboles, aún así es significativamente mayor a la presentada por el estrato A. En el tercer año no hay diferencias significativas entre los dos estratos afectados por el incendio. La producción de especies micorrícicas en las parcelas control oscila, en los tres años, entre 49 y 129 kg/ha.

La evolución de las especies saprófitas es totalmente diferente a las micorrícicas. El primer año en el estrato afectado fuertemente por el incendio tenemos escasas fructificaciones: 2,9 y 18,8 kg/ha (estrato 1 y 2), pero aún así representan el 92% y el 100% respectivamente de las especies recolectadas. El segundo año se produce una explosión de éstas, con 100 kg/ha y 247 kg/ha, representando el 100% en ambos casos de las especies recogidas en los estratos 1 y 2. Esta explosión es debida fundamentalmente a una especie, *Pholiota highlandensis*. El incremento en la biomasa de hongos saprofitos después del fuego es reflejado por otros autores (RAHKO, 2002)

Con respecto a las especies comestibles, la mayor producción en los años de muestreo, la obtenemos en las parcelas control (15-69 kg/ha), significativamente diferente a la presentada por los estratos afectados por el incendio (figura 6). Entre las especies comestibles de la zona quemada hay que destacar *Morchella conica*. Diferentes especies del género *Morchella*, especialmente *M.conica* y *M.elata* fueron muy abundantes después del incendio, aunque no demasiado en nuestras parcelas, estas especies no aparecen en las parcelas testigo de la zona de estudio. Otros autores señalan también esta abundancia del género *Morchella* en las zonas quemadas (MILLER et al., 1994, TORRES y HONRUBIA, 1994; PILZ et al., 2004).

Hay que destacar la tremenda explosión que presenta la especie *Pholiota highlandensis* en el año 2002, en los estratos afectados por el incendio, con una producción que representa el 96% de la biomasa total obtenida en el estrato A. En el año siguiente esta producción disminuye, pero aún así sigue representando un elevado porcentaje de la biomasa total presentada por el estrato afectado fuertemente por el incendio. Ésta especie no fructificó en las parcelas control en los años de muestreo.

No debemos de olvidar que en la zona afectada por el incendio, se cortaron finalmente todos los árboles, el efecto del fuego sobre la fructificación de los hongos, especialmente micorrícicos, si se hubiese conservado algún árbol vivo, quizás hubiese sido más suave. Ya que probablemente la respuesta de los hongos ectomicorrícicos al fuego deba de ser atribuida, en gran parte, a los cambios en las plantas hospedantes y no a un efecto directo del fuego.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ÁGREDA CABO, T. y FERNÁNDEZ TOIRÁN, M.; 2002. Rendimiento micológico de una masa de *Pinus pinaster* Ait. del sudeste de la provincia de Soria. Actas del III Congreso Forestal Español, 4: 827-835.

CROZES, B.;1999. Les champignons carbonicoles. Societé Mycologique Strasbourg. <http://membres.lycos.fr/sms/bulletin/champignons-carbonicoles.htm>.

- FERNÁNDEZ DE ANA-MAGÁN, F.J.; 2000. El fuego y los hongos del suelo. Actas de la reunión sobre quemadas prescritas. Cuadernos de la S.E.C.F., 9: 101-107.
- FERNÁNDEZ TOIRÁN, M.; 1994. Estudio de la producción micológica actual en la Comarca de Pinares de Soria y ensayo de técnicas de mejora de la misma. Tesis Doctoral. Univ. de Santiago de Compostela.
- GALLIOT, L.; 1997. Visitez les charbonnières Société Mycologique du Pays de Montbéliard. Boletín de Etudes (Francia). <http://perso.club-internet.fr/sevlauqu>.
- GANDULLO, J. M.; 1997. Implicaciones térmicas de la topografía: Ensayo de un parámetro termotopográfico. Investigación Agraria. Sistemas y Recursos Forestales, 6: 7-15.
- I.G.M.E.; 1991. Mapa Geológico de España 1:50.000 (Soria). Madrid.
- M.A.P.A.; 1981. Mapa de cultivos y aprovechamientos 1:50.000 (Soria). Madrid.
- MARTÍNEZ PEÑA, F. y FERNÁNDEZ TOIRÁN, M.; 1997. Producción de especies fúngicas en masas de *Pinus sylvestris* L. de diferentes edades. *Actas del II Congreso Forestal Español. Tomo IV*: 405-410.
- MILLER, S. L.; TORRES, P.; McLEAN T.; 1994. Persistence of basidiospores and sclerotia of ectomycorrhizal fungi and *Morchella* in soil. *Mycologia*, 86 (1): 89-95.
- PANDO, F.; 1990-2002. Cuadernos de trabajo de flora micológica ibérica. Consejo Superior de Investigaciones Científicas. Real Jardín Botánico. C.S.I.C. Madrid
- PILZ, D., WEBER, N.S., CARTER, M.C., PARKS, C.G., MOLINA, R.; 2004. Productivity and diversity of morel mushrooms in healthy, burned and insect-damaged forest of northeastern Oregon. *For. Ecol. Manage.* 198: 367-386.
- STENDELL, E.R., HORTON, T.R., BRUNS, T.D.; 1999. Early effects of prescribed fire on the structure of the ectomycorrhizal fungus community in a Sierra Nevada ponderosa pine Forest. *Mycol. Res.* 103 (10): 1353-1359.
- RAHKO, T.; 2002. Succession of macrofungi after forest wildfire. Abstract Kaamos Symposium.
- RIVAS MARTINEZ, S.; 1987. Memoria del mapa de las Series de Vegetación de España. ICONA. Madrid.
- TORRES, P. y HONRUBIA, M.; 1996 A Preliminary Study on the Effect of Fire on Ectomycorrhizal Fungi in Mediterranean Areas. Mycorrhizas in integrated systems from genes to plants development. European Commission: 148-151.

FIGURAS Y TABLAS

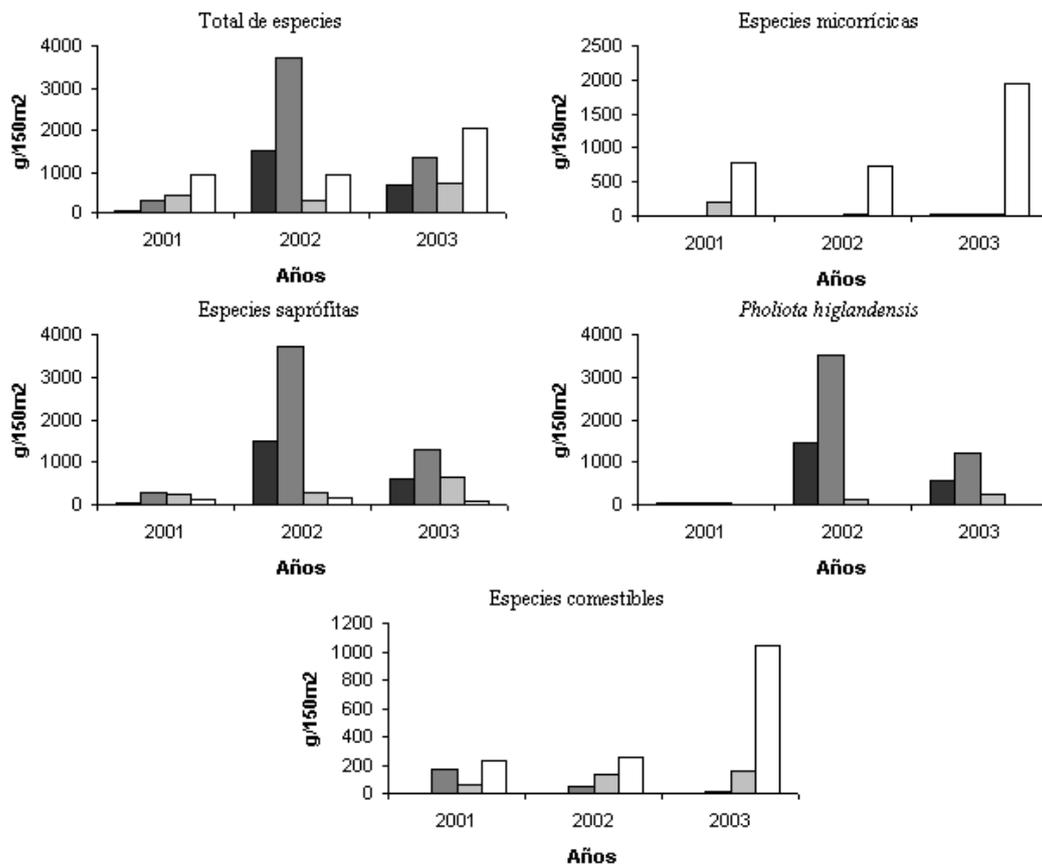
Tabla 1: Especies encontradas en las parcelas afectada por el incendio y su ecología.

Espece	Ecología	Espece	Ecología
<i>Agaricus silvicola</i> (Vitt.) Sacc.	S	<i>Leucogyrophana mollusca</i> (Fr.) Pouzar*	S
<i>Agaricus vaporarius</i> (Pers. ex Vitt.) Mos.	S	<i>Lycogala epidendron</i> (L.) Fr.	S
<i>Agaricus sp.</i>	S	<i>Lycoperdon sp.</i>	S
<i>Aleuria aurantia</i> (Fr.) Fuckel	S	<i>Macrolepiota konradii</i> (Huijsm. ex Orton) Mos.	S
<i>Anthracobia melaloma</i> (Albert. & Schw. ex Fr.) Boud* Fr.) *	S	<i>Marasmius sp.</i>	S
<i>Baespora myosura</i> (Fr.) Singer	S	<i>Morchella conica</i> Pers.	S
<i>Clitocybe sp.</i>	S	<i>Mycena seynii</i> Quéf.	S
<i>Collybia dryophila</i> (Bull. : Fr.) P. Kumm.	S	<i>Mycena sp.</i>	S
<i>Conocybe tenera</i> (Schaeff.) Kühner*	S	<i>Myxomphalia maura</i> (Fr.) Hora	S
<i>Conocybe sp.</i>	S	<i>Omphalina velutipes</i> Orton *	S
<i>Coprinus sp.</i>	S	<i>Peziza sp.</i>	S
<i>Cortinarius (Grupo Telamonia)</i>	M	<i>Pholiota highlandensis</i> (Peck.) Smith & Hesler	S
<i>Cotylidia undulata</i> (Fr.) P.Karst.*	S	<i>Pholiota gummosa</i> (Lasch) Singer	S

<i>Crinipellis stipitaria</i> (Fr.) Pat.	S	<i>Pholiota</i> sp.	S
<i>Cystoderma granulorum</i> (Batsch.: Fr.) Fayod	S	<i>Pluteus atromarginatus</i> (Konrad) Kühner	S
<i>Entoloma</i> sp.	S	<i>Psathyrella pennata</i> (Fr.) Singer	S
<i>Fuligo septica</i> (Linné) Weber	S	<i>Psathyrella</i> sp.	S
<i>Galerina</i> sp.	S	<i>Rhizina undulata</i> Fr.*	S
<i>Geopyxis carbonaria</i> (Alb. & Schw.: Fr.) S.	S	<i>Rhodocybe caelata</i> (Fr.) Maire*	S
<i>Gymnopilus penetrans</i> (Fr. :Fr.) Murril	S	<i>Russula sanguinea</i> (Bull. ex St. Amans) Fr.	M
<i>Hebeloma</i> sp.	M	<i>Russula sardonica</i> Fr.	M
<i>Hygrophoropsis aurantiaca</i> (Wulfen.: Fr.) Maire	S	<i>Russula</i> sp.	M
<i>Inocybe geophilla</i> (Sow.: Fr.) Kummer	M	<i>Schizophyllum commune</i> Fr.	S
<i>Inocybe mixtilis</i> (Britz.) Sacc.*	M	<i>Stereum hirsutum</i> (Wild.:Fr.) Gray	S
<i>Inocybe</i> sp (1)	M	<i>Suillus bellinii</i> (Inzenga) O:Kuntze	M
<i>Inocybe</i> sp (2)	M	<i>Tricholoma equestre</i> (L.:Fr.) P.Kumm.	M
<i>Lactarius deliciosus</i> Fr.	M	<i>Tricholoma fracticum</i> (Batsch) Kreisel	M
<i>Leocarpus fragilis</i> (Dicks.) Rostf.	S		

* - Primeras citas para la provincia de Soria. S: saprófito; M: micorrícico.

Figura 1. Peso fresco medio por estrato ($\text{gr}/150\text{m}^2$) del total de especies, de las especies micorrícicas, saprófitas, comestibles y de *Pholiota highlandensis*.



Especies micorrícicas:

Figura 2. Se representa la mediana, media y el rango intercuartil para cada estrato.

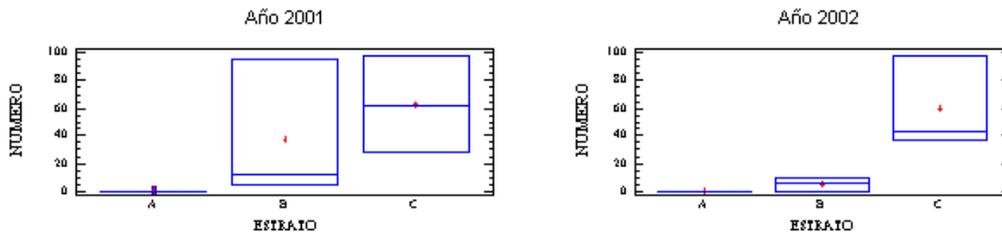
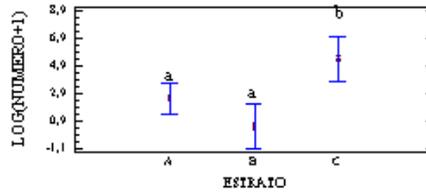


Figura 3. Medias e intervalos de confianza para cada estrato. Test de Tukey ($p < 0,05$). Año 2003.



Especies saprófitas :

Figura 4. Medias e intervalos de confianza para cada estrato. Test de Tukey ($p < 0,05$).

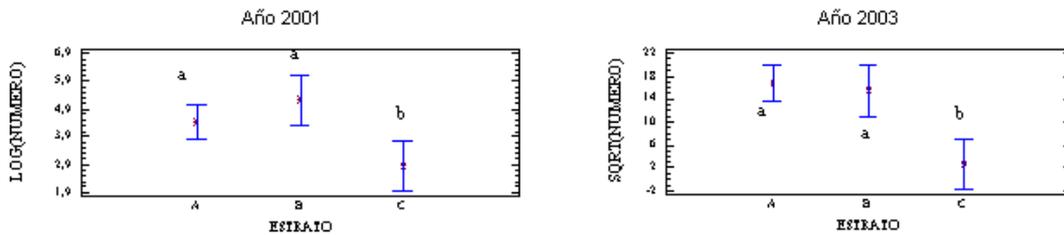
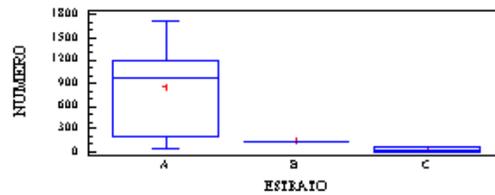
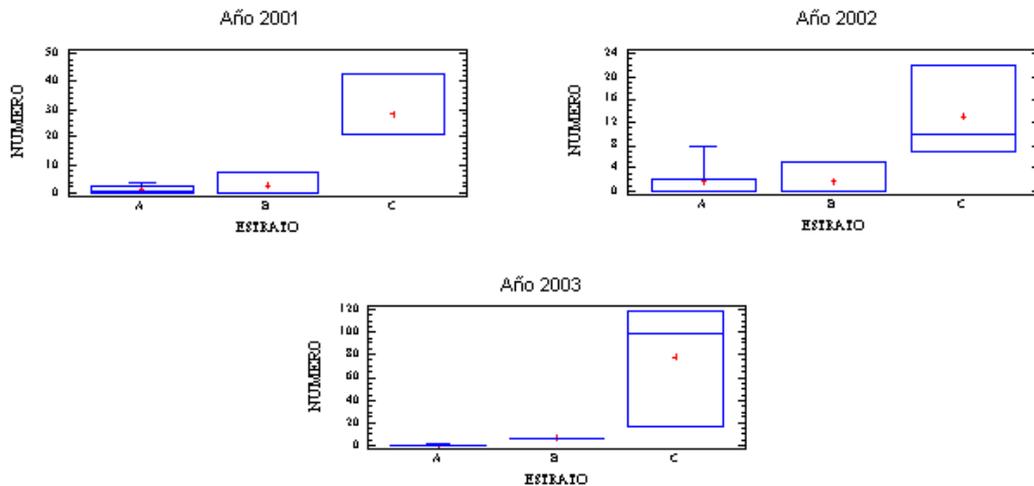


Figura 5. Se representa la mediana, media y el rango intercuartil para cada estrato. Año 2002.



Especies comestibles:

Figura 6. Se representa la mediana, media y el rango intercuartil para cada estrato.



Pholiota highlandensis:

Figura 7. Medias e intervalos de confianza para cada estrato. Test de Tukey ($p < 0,05$).

