Gestión micológica forestal. Técnicas para mejorar las producciones de hongos silvestres comestibles en el País Vasco

Jaime Olaizola Suárez
Ingeniero Técnico Forestal y Dr. Ingeniero de Montes. Gerente. IDFOREST-BIOTECNOLOGÍA FORESTAL APLICADA, S.L.

Javier Cuesta Bachiller
Ingeniero Técnico Forestal e Ingeniero de Montes. ECM INGENIERÍA AMBIENTAL, S.L.

Beatriz de la Parra Peral
Ingeniera Técnico Forestal e Ingeniera de Montes. Gerente. ECM INGENIERÍA AMBIENTAL, S.L.

Juan Andrés Oria de Rueda,
Ingeniero de Montes. ETSIIAA Palencia

Asier Saiz Rojo
Ingeniero Técnico Forestal e Ingeniero de Montes. Director de Ingeniería. ECM INGENIERÍA AMBIENTAL, S.L.

Los hongos silvestres comestibles comercializables son un recurso forestal con un enorme interés gastronómico y, por consiguiente, con un valor comercial que muy pocos productos forestales e incluso agrícolas tienen. Hasta el momento, las producciones eran difíciles de cuantificar, pero las investigaciones llevadas a cabo en los últimos años permiten acercarse a este recurso desde un punto de vista técnico con una precisión aceptable. Además, hoy se conoce que ciertos tratamientos selvícolas (selvicultura fúngica) mejoran las producciones de algunos hongos de alto interés. En este artículo se pretende dar una idea práctica y aplicable de cuáles son las alternativas viables para el conocimiento, gestión y mejora del recurso micológico en el País Vasco.

INTRODUCCIÓN

La mayor parte de los hongos silvestres comestibles más apreciados en el País Vasco son micorrícicos (*Gorringo*: *Amanita caesarea; Gibelurdina*: *Russula virescens*, *R. cyanoxantha;* Hongos: *Boletus edulis, B. reticulatus, B. aereus; Ziza hori*: *Cantharellus cibarius; Esnegorri*: *Lactarius deliciosus*, etc.), y por tanto no pueden ser cultivados sin la presencia de árboles y masas forestales.

Estos hongos tienen una función ecológica especialmente importante, que consiste en ayudar a las masas forestales a absorber agua y sustancias minerales del suelo. A su vez, los árboles aportan al hongo los azúcares que son capaces de generar mediante la fotosíntesis, algo que pueden realizar aquellos. Esta relación en la que ambos organismos se ven beneficiados se denomina simbiosis, y está presente en la naturaleza

de forma general. Son muy raros los bosques en el mundo que no tienen estos hongos beneficiosos en sus raíces.

Desde el punto de vista forestal, la micorrización tiene una gran importancia, desde la producción de planta en vivero hasta los estadios avanzados de las masas.

En los viveros, los hongos ectomicorrícicos pioneros (hongos que fructifican en los primeros estadios de las plantas) son capaces de mejorar la calidad de la planta, ya que evitan patologías de raíz (*Fusarium* spp., *Phytium* spp., etc.) mediante la producción de sustancias antifúngicas y mediante la barrera física que forma el micelio y el manto de las micorrizas en las raíces de la planta (Pedersen *et al.*, 1999, Smith y Read, 2008). Además, los hongos exploran el suelo de forma más eficiente y son capaces de aportar a la planta el agua y los minerales que esta no podría utilizar por sí sola. Como consecuencia, la planta micorrizada tiene mayor vigor, mayor resistencia a la sequedad y a los suelos pobres y al choque que supone la plantación en campo. Por esta razón, resultan de gran utilidad en las repoblaciones forestales, restauración de zonas degradadas o terrenos agrícolas para garantizar la supervivencia y aumentar el crecimiento del arbolado.

Al llegar la primavera o el otoño, algunos de estos hongos ectomicorrícicos producen cuerpos de fructificación comestibles de alta calidad. Pero no todos los hongos comestibles tienen una ecología similar, ya que algunos de ellos son basófilos y pioneros (primeras edades de la masa forestal) y requieren para fructificar suelos de pH mayor de 7,5, como la trufa negra, tan apreciada que llega a alcanzar precios de 900 euros/kg. Otros son acidófilos (pH 5-6) y no fructifican hasta que los árboles tiene una edad de más de 18-25 años, como *Boletus edulis*. Es fundamental darse cuenta de que árboles y hongos son organismos que viven en simbiosis y por tanto las intervenciones que hagamos sobre la masa forestal afectarán radicalmente en su cortejo micológico. Además, la fructificación de cada hongo depende de la densidad y del estado de las masas, de manera que algunas setas solo fructifican o lo hacen en mayor medida si entra más o menos luz al suelo del bosque. Así, la lengua de gato o *tripaki* (*Hydnum repandum*), la *ziza hori* (*Cantharellus cibarius*) o la angula de monte (*Cantharellus lutescens*) prefieren para fructificar zonas sombrías, por lo que se denominan umbrófilas. Por el contrario, *Boletus edulis*, *B. aereus* y *B. reticulatus* o *Lactarius deliciosus*, así como las trufas negra (*Tuber melanosporum*) y de verano (*Tuber aestivum*) son hongos heliófilos, que prefieren zonas bien soleadas.

Este conocimiento en la ecología de los hongos permite a los gestores de los montes decidir la finalidad de las masas que gestiona y favorecer si así lo decide, a los hongos, de forma que la disminución en el rendimiento de la madera se vea compensada e incluso incrementada por la producción micológica. Este es el caso claro de los pinares de *Pinus radiata* que llegan a la edad del turno y están en su mejor momento de producción de *Boletus pinophilus*. Pues bien, puede ser más rentable alargar el turno de 3 a 6 años con el fin de aprovechar ese

ECM

Boletus pinophilus

Cantharellus cibarius

Saltsa perretxiko (Cantharellus lutescens)

rendimiento micológico, aunque se vea mermado el rendimiento en madera. Este caso es aún más interesante en épocas como la actual, en la que el precio de la madera es especialmente bajo.

La afición por las setas en el País Vasco es algo tradicional, pero en los últimos años se ha observado un aumento de recolectores con el único afán de recoger todo lo que se les pone a su paso, ya sea para su consumo propio o para la comercialización. En este sentido debemos dejar claros dos puntos importantes: en primer lugar es fundamental saber diferenciar perfectamente setas comestibles y venenosas, ya que el recurso micológico presenta grandes posibilidades pero también grandes riesgos. Y en segundo lugar, debemos anteponer la sostenibilidad de los hongos a la recolección y evitar por todos los medios que se llegue a esquilmar este recurso forestal.

El recurso micológico tiene un notable valor económico y comercial además de social, donde la recogida, observación, fotografía o estudio hacen que sea de uso recreativo y un atractivo turístico. Cabe reseñar que los hongos poseen además principios activos con propiedades muy valiosas para la medicina y la investigación.

Si se plantea un aprovechamiento planificado en una masa forestal, es fundamental conocer cuál es su producción real de hongos (posibilidad micológica) con el fin de recolectar únicamente el porcentaje que haga sostenible el aprovechamiento, dejando setas en el monte que maduren y suelten sus esporas. Es decir, es necesario tener siempre en la mente el principio de precaución y conservación del recurso a la hora de plantear su aprovechamiento (Oria de Rueda *et al.*, 2007).

Por lo tanto, para la conservación de este importante recurso se hace necesario comenzar a regular el aprovechamiento donde se estime que existe una sobreexplotación. Paralelamente, es fundamental considerar técnicas de intervención selvícola y de ordenación forestal que mantengan y favorezcan la producción de los montes donde se realizan estos aprovechamientos micológicos, así como un buen conocimiento de la ecología de las especies y de sus producciones para poder aprovechar este recurso sin agotarlo.

EL INVENTARIO MICOLÓGICO COMO BASE DE LA SOSTENIBILIDAD

Ante cualquier planteamiento de aprovechamiento forestal, el primer paso a tomar es conocer las existencias en el monte para poder posteriormente tomar decisiones. Esto es aplicable directamente al recurso micológico que, aunque con grandes variaciones interanuales en las producciones, permite conocer una producción media anual para cada especie de hongo y tipo de masa.

Hasta el momento, los recursos micológicos eran tachados de desconocidos, incontrolables e imposibles de cuantificar. Hoy, después de más de 20 años de estudios e investigaciones sobre cuáles son las causas de la fructificación de los hongos en los ecosistemas forestales y cuáles son sus producciones (Oria de Rueda, 1991, Martínez-Peña *et al.*, 2011), podemos empezar a manejar datos fiables. Así, se cuenta con metodologías de inventario contrastadas para cuantificar en kg/ha las cantidades de hongos silvestres comestibles comercializables y sus épocas de fructificación, así como modelos matemáticos que nos permi-

Esnegorri (*Lactarius deliciosus*)

ten conocer la relación entre precipitaciones y producción.

El inventario micológico tiene cierta similitud al inventario de caza, en los que se realizan transectos por el monte, se recoge la producción observada y se analiza estadísticamente con el fin de dar un dato de producción por unidad de superficie.

El objetivo es conocer las especies existentes en un monte determinado, y tener datos reales de producciones por especie en cada uno de los montes. Este es el paso previo que todo propietario debe conocer antes de realizar ningún aprovechamiento micológico si lo que quiere es mantener un recurso sostenible en el tiempo y obtener el máximo rendimiento.

Algunos trabajos han permitido conocer las producciones de algunos montes del País Vasco. En robledales de *Quercus robur* se han obtenido datos de producciones anuales de más de 120 kg/ha de hongos comercializables (excluyendo los extramaduros), de los cuales aproximadamente el 50 % eran *Boletus edulis*. El precio medio pagado al recolector de los hongos comercializable ronda los 9 €/kg, lo que aporta una renta anual de aproximadamente 1.000 €/ha.

TÉCNICAS PARA MEJORAR LA PRODUCCIÓN DE HONGOS SILVESTRES COMESTIBLES COMERCIALIZABLES

Selvicultura fúngica

La gestión de los montes con la finalidad de optimizar el rendimiento micológico, maximizando la producción de hongos comestibles comercializables, empieza a ser una realidad. El término Selvicultura Fúngica se refiere al conjunto de técnicas tendentes a conservar y favorecer la producción de hongos silvestres comestibles (Martínez de Azagra y Oria de Rueda, 1996).

Existen varias técnicas, que se pueden asemejar a los tratamientos selvícolas tradicionales, para obtener mayores producciones en nuestros montes mediante trabajos forestales enfocados a la producción micológica o a complementar con la producción de hongos las que de ordinario se realizan en las plantaciones en el País Vasco, aunque con algunas peculiaridades.

A continuación se exponen una serie de medidas sencillas de aplicar en un monte que permiten favorecer el recurso micológico y tenerlo en cuenta en la gestión de dicha masa forestal sin perjudicar al resto de los aprovechamientos.

- **ELECCIÓN DE LA ESPECIE LEÑOSA PRINCIPAL**

  Conviene tener en cuenta la especificidad de los hongos, ya que algunos de ellos son selectivos y se asocian solamente con pinos, como *Lactarius deliciosus* o *Suillus luteus,* o los que muestran una amplia valencia ecológica que les permite asociarse a muchas especies, como *Boletus edulis,* que se asocian formando micorrizas tanto con hayas, castaños y robles como con pinos.

  Las plantaciones de eucalipto, por ejemplo, cada vez más extendidas en el territorio del País Vasco tras la fuerte caída de los precios de la madera del pino insigne principalmente, constituyen unas masas forestales de las más pobres en especies y producciones micológicas, aunque en algunos casos son productores de *ziza hori* (*Cantahrellus cibarius*).

Clara fuerte en robledal para favorecer a los hongos heliófilos

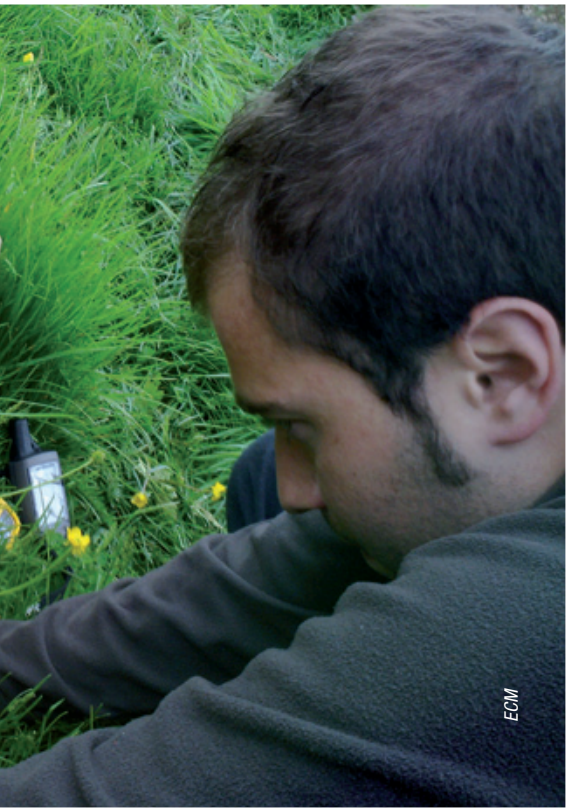
Inventario micologico para la determinacion de la produccion

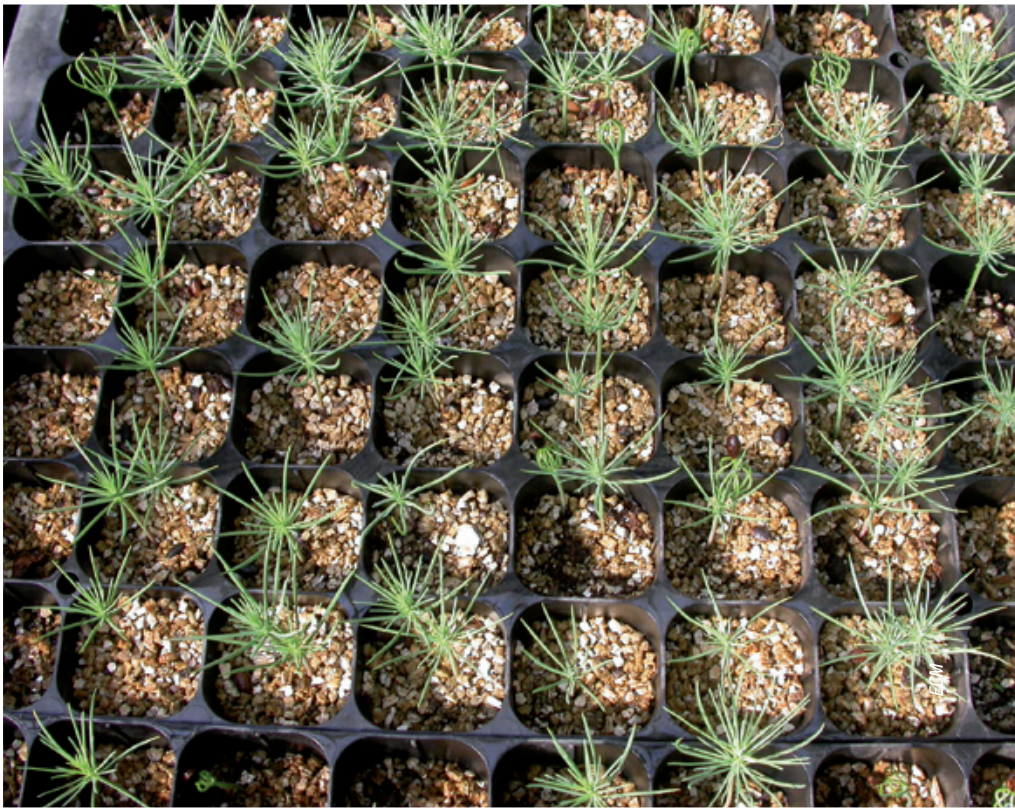
- **REPOBLACIONES**
  Las repoblaciones con planta micorrizada en vivero es una buena oportunidad para incluir propágulos ectomicorrícicos en los terrenos degradados (*Pisolithus*, *Rhizopogon*, *Scleroderma*, etc.), así como lograr la creación de masas productoras de hongos de interés comercial a los pocos años de la plantación.
  Existen varias empresas dentro del sector forestal que suministran planta micorrizada, pero es fundamental exigir certificados de micorrización con el fin de asegurar la plantación. En el apartado 3.2. se detallan las características que deben tener tales repoblaciones.

- **TRATAMIENTOS SELVÍCOLAS**
  En general, todas las claras y clareos que se realicen sobre la masa arbórea existente traen consigo un efecto positivo para los hongos heliófilos. Aunque tras las intervenciones selvícolas las fructificaciones de hongos se vean reducidas, con el tiempo dan lugar a un incremento de la producción. Las podas bajas, los desbroces y el ganado facilitan el paso del recolector y la iluminación del suelo.

- **DETERMINACIÓN DEL TURNO ÓPTIMO**
  Se puede decir que existe una sucesión micológica asociada a la edad de la masa forestal, que habrá de tenerse en cuenta a la hora de optimizar las producciones de hongos. Así, para cada edad del árbol existe una comunidad de hongos simbiontes asociada, de modo que cuando el brinzal se encuentra en estado de plántula se asocia a especies fúngicas pioneras, que posteriormente van siendo desplazadas por otras de edades medias y consecutivamente por hongos de edades maduras. Como ejemplo, en pinares de *Pinus radiata* los primeros hongos micorrícicos que aparecen son *Suillus* spp.; posteriormente, con edades entre 10 y 15 años fructifican los *esnegorris* o nízcalos (*Lactarius* spp.) y la *ziza arre* (*Tricholoma terreum*). A partir de los 15-20 años aparecen profusamente la *ziza beltz* (*Tricholoma portentosum*); y finalmente, a partir de los 20 años, empiezan a aparecer especies de *Boletus* hasta que sobre los 30-35 años se dan las mayores producciones de esta seta. Por esta razón, y si nuestro objetivo es maximizar la producción de *Boletus pinophilus* y *B. edulis*, en los montes productores se puede alargar el turno unos años, ya que el beneficio obtenido por los hongos será mayor que la pérdida en madera originada por el retraso en la corta.

- **GANADO**
  El uso del ganado es fundamental en un monte gestionado para la producción de hongos. Generalmente, los tratamientos van orientados al aclarado de la masa y a una mayor entrada de luz. Esto genera una reacción en el sotobosque que puede hacer de la masa un lugar impenetrable. Helechos, tojos y zarzas cubren el suelo del bosque si no se actúa sobre ellos, por lo que lo más sostenible económica y ambientalmente es introducir unas cabezas de ganado, ya sea ovino, vacuno, caballar o caprino. Estos dos últimos son los más adecua-





Plantas de pinos micorrizado con Lactarius deliciosus

dos por su capacidad de ramonear matas leñosas y espinosas además de por su rusticidad y por los pocos cuidados que precisan.

Además de las particularidades de los trabajos selvícolas, se deben tener en cuenta el resto de actuaciones y aprovechamientos que se dan en el monte para compatibilizarlos con la producción micológica, como en el caso de la caza.

Utilización de planta micorrizada

No son muchas las especies de hongos ectomicorrícicos que han podido ser "domesticados" para su producción. El caso de la trufa es bien conocido; al ser el hongo de mayor valor en el mercado, ha sido el más estudiado y hace más de 40 años que se conocen las técnicas de micorrización y de control de calidad de la planta de trufa. Este conocimiento se ha extendido a otras especies con mayor o menor éxito.

Las plantaciones micorrizadas consisten en plantar árboles o arbustos que lleven en sus raíces la del hongo simbiótico del que se desean obtener setas. Además, estas plantaciones se orientan a conseguir las condiciones ecológicas más adecuadas para la fructificación del hongo. No se ha conseguido realizar en vivero una micorrización efectiva con todos los hongos de interés, y únicamente existen en el mercado plantas micorrizadas certificadas y fiables con los hongos comestibles reflejados en la **Tabla 1**. Todos estos hongos son pioneros, capaces de micorrizar plantas jóvenes y fructificar

ÁRBOLES	HONGO MICORRÍCICO	pH DEL SUELO
Pinus radiata	*Lactarius deliciosus*, *L. quieticolor*, *Suillus luteus*, *S. granulatus*, *Tuber borchii*	5,5 - 8
Pinus pinaster	*Lactarius deliciosus*, *L. quieticolor*, *Suillus luteus*, *S. granulatus*	5,5 - 8
Pinus pinea	*Lactarius deliciosus*, *L. quieticolor*, *Suillus luteus*, *S. granulatus*, *Tuber borchii*	5,5 - 8
Quercus ilex	*Tuber melanosporum*, *T. aestivum*	7,5 - 8,5

ARBUSTOS	HONGO MICORRÍCICO	pH DEL SUELO
Cistus ladanifer	*Boletus edulis*	4,5 - 6,5
Halimium spp.	*Terfezia* spp	5,5 - 8,5

Tabla 1. Planta micorrizada existente en el mercado aplicable a los montes del País Vasco

Boletus edulis *creciendo bajo* Cistus ladanifer

a los pocos años de la plantación. El caso de *Boletus edulis* es excepcional, pues se trata de un hongo que mientras en árboles (robles, castaños o hayas) no fructifica hasta los 18-20 años, en las jaras (*Cistus ladanifer*) es capaz de fructificar con edades de la planta de menos de cinco años.

Como ya se ha mencionado, cada hongo tiene unos requerimientos de pH del suelo, por lo que es fundamental realizar los análisis necesarios para que de la plantación se obtengan los resultados deseados. De igual forma, el marco de plantación es decisivo a la hora de conseguir un ambiente soleado que favorezca la fructificación del hongo. En el caso de pinos micorrizados con *Lactarius deliciosus* se recomienda un marco de plantación de 4x4 m como mínimo.

Es necesario evitar el fraude, por lo que siempre se deben exigir certificados de calidad que indiquen el porcentaje de *micorrización* de las plantas. Paralelamente resulta posible realizar análisis de las plantas en laboratorios especializados antes de realizar la plantación si no se tiene la total fiabilidad del proveedor. La planta micorrizada es cara y se deben tomar todas la medidas necesarias para que tanto la planta como la plantación, las labores y los cuidados sean los adecuados para obtener los mejores resultados.

Micorrización de árboles adultos

Algunos hongos de interés no micorrizan plantas jóvenes, o si lo hacen es muy probable que esta asociación se pierda hasta la edad de fructificación (más de 18 años). Por ser un hongo emblemático y con una ecología adecuada para el proceso de micorrización en árboles adultos vamos a hablar de *Boletus edulis* en este apartado.

Las especies del grupo *edulis* (*Boletus reticulatus*, *B. aereus*, *B. pinophilus* y *B. edulis*) son hongos que fructifican en edades avanzadas de las masas forestales, por lo que si se quiere conseguir una plantación productora lo más adecuado es favorecer la micorrización cuando los árboles son capaces de producir hongos. Por esta razón, se plantea la posibilidad de la micorrización en árboles adultos.

Las especies arbóreas susceptibles de ser micorrizadas con *Boletus edulis* cuando las plantas tienen entre 18 y 25 años y con una mayor productividad en hongos son: *Quercus robur*, *Quercus rubra*, *Castanea sativa* y *Fagus sylvatica*, siempre que el suelo tenga un pH próximo a 5,5.

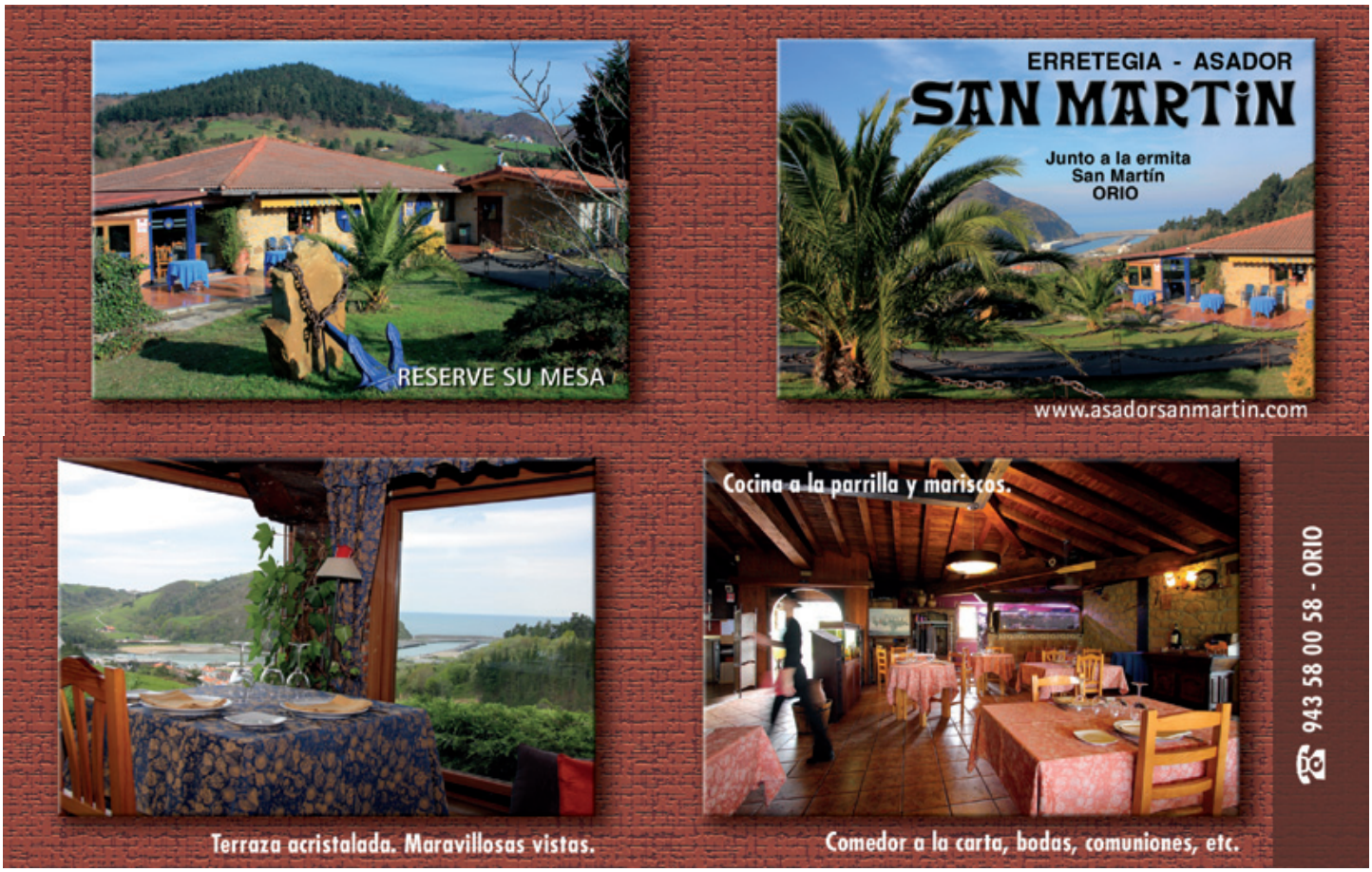
En este caso, el proceso de micorrización consiste en inducir la producción de raíces nuevas en el árbol mediante el repicado en superficie, es decir, practicar unas zanjas de 20 a 30 cm de profundidad y a 2 o 3 m del tronco del árbol. En tal lugar es donde se inoculará el árbol con micelio de *Boletus edulis*. Las raíces nuevas, al crecer, se pondrán en contacto con el micelio del hongo y se producirá la micorrización. Es adecuado apoyar la inoculación miceliar con riegos esporales de *Boletus edulis* extramaduros en los alrededores del árbol.

Si se plantea la micorrización en un robledal adulto será necesario realizar paralelamente el aclarado de la masa para favorecer la ecología de *Boletus*

edulis. La fructificación de este se ve aumentada con la entrada de luz al suelo cuando se dejan entre 250 y 300 plantas/ha. Posteriormente será necesario introducir ganado en la parcela para evitar la proliferación del matorral que se verá favorecido con la entrada de luz. Como se ha mencionado, producción de hongos y ganado hacen una buena alianza siempre que se mantenga una carga no excesiva. El ganado caballar es rústico y aprovecha zarzas y tojos así como las matas de gramíneas (como *Brachypodium* sp.) que proliferan bajo el bosque.

CONCLUSIONES

Los hongos se manifiestan hoy en día como un complemento, y en algunos casos, como una alternativa al aprovechamiento de la madera. Los precios de las setas son elevados y consiguen rentabilizar plantaciones y bosques. Este es el caso de los robledales del país cuyo rendimiento en madera es bajo, pero su potencialidad en la producción de hongos tan valorados como *Boletus*, *gibelurdiñas* o *ziza horis* es elevada. Hoy se conocen la ecología de estos hongos y se pueden adecuar las masas forestales para su máxima producción fúngica. Además, las repoblaciones micorrizadas presentan una alternativa viable si se realizan controlando la calidad y la gestión de las plantas. F

Micorriza de Lactarius deliciosus

ECM