

Los Abonos en Selvicultura

Por: Antonio CAMACHO Atalaya

Perito de Montes, de AITIM

(II)

Lo que el suelo forestal pierde en elementos minerales debido a la extracción de troncos, ramas, cortezas y frutos, viene dado en diferentes cuadros («Unasyva», núm. 82, pág. 52). La cuestión estriba en saber si la meteorización de la cubierta muerta del suelo es tan rápida como para compensar estas pérdidas. El control de este problema está en los pertinentes análisis de suelos.

A últimos del siglo pasado y comienzos del presente, muchos forestales creían que en lugares empobrecidos de por sí o por prácticas agrícolas sin principios agrónomicos bastaba con plantar árboles para estabilizar el suelo, sin necesidad de cubierta muerta, labores de desfonde, fertilización y obras complementarias. En tales condiciones, el desarrollo de dichos árboles no puede conducir ni a estabilizar el suelo, ni cambiar el medio y mucho menos a producir masas arbóreas comercializables.

Si la roca viva lo permite, una labor del subsuelo siguiendo las curvas de nivel y la adición de los pertinentes fertilizantes (según indiquen los análisis de suelos) en los surcos abiertos, tendrá un notable efecto productivo sobre el suelo tratado. Los

árboles se sembrarán en hoyos abiertos unos diez centímetros pendiente abajo.

Otro procedimiento más seguro, pero más lento, es implantar un cultivo general de una herbácea o arbustiva, previo desfonde, fertilización, enmienda y recubrimiento con tierra negra o barrujo (la cubierta de los montes).

Se conocen casos básicamente difíciles como en el sudeste de Alemania, donde la práctica asidua de extraer barrujo empobreció el suelo hasta límites increíbles. Para su restauración se extrajeron los escasos árboles decrepitos existentes, se hizo una labor de desfonde, se encaló y se sembraron leguminosas (altramuz, retama, etc.); por fin, se sembraron pinos.

Los abonos no son una panacea, ya que pueden existir otras razones restrictivas del crecimiento de los árboles: capas arcillosas, drenaje defectuoso, etc. Por ejemplo, neutralizar los productos químicos de una escombrera puede resultar más difícil que una deficiencia en elementos nutritivos.

En 1966 se tabularon algunos casos sobre pérdidas de nutrientes con datos a partir de 1890. Pero lo que realmente no se conoce son las tasas de reconsti-

tución de nutrientes, por lo que los balances son hasta ahora incompletos y llenos de hipótesis. Hubiera sido preciso realizar un estudio de suelos periódico y representativo.

La inmensa mayoría de aplicaciones de fertilizantes en selvicultura se han hecho sin reglas ni procedimientos prácticos comparables, lo que motiva la creación de unas normas fundamentales que sirvan de base para la comparación y determinación de los resultados obtenidos.

La diagnosis de las deficiencias de sustancias minerales se logra mediante el análisis físico y químico del suelo, los bioensayos de éste, el estudio de los síntomas visuales y el análisis foliar. Sólo una diagnosis correcta y completa puede constituir la base de un tratamiento adecuado.

Los problemas y técnicas selvícolas de los bosques artificiales difieren notablemente al de los bosques naturales. Con la constante extensión de los programas de repoblación a lugares con condiciones ambientales cada vez más diferentes, esos problemas han pasado a ser enormemente diversos. Los progresos más fructíferos podrán lograrse únicamente concentrán-

dose en alguno de los problemas específicos más importantes de los bosques artificiales: genética, fertilización, etc.

La aplicación a nuevas plantaciones de los índices de estación derivados de masas preexistentes puede resultar modificada por diferencias de carácter genético y por cambio en las condiciones de crecimiento: fertilidad del suelo, competencia de la maleza, enfermedades, ataques de insectos, etc.

Hay bastantes informes de técnicos responsables que se pronuncian en contra de la fertilización como parte de la operación de plantar (cuando es por semilla o trasplante de una savia). Estas objeciones se basan en el hecho conocido de que la necesidad básica de estas plantitas (unas al nacer y las otras al ser trasplantadas) es de humedad y no de sales. En estas condiciones, un abonado superficial favorece principalmente a la maleza. De todos modos, las experiencias negativas provienen todas de ciertas plantaciones de coníferas.

Lo que sí está clara es la respuesta más que satisfactoria que da la «Robinia pseudoacacia» al abonado en el momento de la plantación. Parece razonable suponer que existan otras varias especies en el mundo con una capacidad de reacción parecida y una tolerancia semejante a las sales. Si aparte esta facultad producen madera aprovechable, habremos descubierto especies muy interesantes.

Lo que sí es importante es la práctica del abonado de tal modo que revierta en nutrientes para la nueva plantación y no

para la maleza y vegetación adyacente.

La aplicación de fertilizantes hacia el final de la rotación puede tener mayores ventajas económicas que la aplicación en el momento de la plantación, siempre que sea posible probar su eficacia biológica, ya que el intervalo entre la inversión y la obtención de los beneficios es mucho más corto. Además puede quedar abonado el terreno para la siguiente plantación.

Sin embargo, con frecuencia se aplican en el momento de la plantación (bien en profundidad, bien utilizando abonos de acción lenta), porque en las repoblaciones de especies de crecimiento rápido es importante que todos los árboles comiencen el crecimiento en condiciones favorables y del modo más uniforme posible. Está demostrado que evita muchas operaciones de deshierbe y las plantaciones son más resistentes a ciertos ataques de insectos, bacterias y virus.

Hasta hace pocos años, los industriales forestales pensaban que fertilizar los montes era misión de los gobiernos por su supuesto amplio coste y demora en obtener resultados a la inversión.

Hoy se conoce que una fertilización da respuesta inmediata a su aplicación, durando su efecto entre cinco y diez años. Aplicando abonos unos cinco años antes de la corta, se consigue con el incremento del volumen amortizar la inversión y reducir los gastos de explotación merced al aumento de diámetro de la troza.

En Suecia y Finlandia es prác-

tica corriente fertilizar unos cinco o diez años antes de las cortas por aclareo o a hecho. Sólo la aportación de nitrógeno basta para lograr incrementos de 1,4 a 2,1 m³/Ha (115 Kg de urea por hectárea en dos aplicaciones separadas cinco años).

En 1964, en Estados Unidos, una aplicación de 230 Kg/Ha de fosfatos en 250 hectáreas por medios aéreos costó 18,25 dólares/Ha.

Las aplicaciones de fertilizantes pueden hacerse a mano con rociadores que actúan entre hileras, con pulverizadores e inyectores acoplados en tractores o con aviones. En 1967, en Estados Unidos, la aplicación aérea venía saliendo entre 25 y 100 dólares/Ha.

La experiencia de los países escandinavos demuestra que pueden obtenerse fácilmente aumentos de 30 a 50 por 100 en el incremento anual periódico.

Por el contrario, también existen riesgos. El «Pinus taeda», en Carolina del Norte, después de una aplicación de abono nitrogenado, se comprobó un aumento de volumen adicional, pero la madera formada después del abonado fue de peso específico inferior, con membranas celulares más delgadas y traqueidas más cortas. Sin embargo, ni en Suecia ni en Finlandia se han encontrado efectos adversos por el repentino incremento del crecimiento, como asimismo que la pasta al sulfato haya sido afectada negativamente.

Otro tipo de riesgos es que las plantitas son más apetecibles para los conejos, ciervos, etcétera, las piñas y otros fru-

tos son más atractivas para las ardillas.

El agua de infiltración y la que corre por la superficie pueden resultar afectadas. Por esta causa, hay países que prohíben la utilización de fertilizantes y plaguicidas a menos de 50 Km. de los márgenes de los pantanos. Estos y otros problemas hay que considerarlos en cada caso concreto.

Un factor muy importante en la fertilización forestal es la acción de la micorriza, cuyo estudio se hace necesario, pues el abonado mineral influye en ellas no siempre favorablemente. En efecto, en condiciones de fertilización equilibrada, la micorriza mantiene su función, pero dosis en exceso de nitrógeno las inhibe. Evitando esta causa, el crecimiento de los árboles abonados es más rápido.

Realmente, la función de fertilizar debe centrarse en conseguir un suelo correctamente provisto de nutrientes, y a partir de aquí es cuando se puede pensar en fomentar el crecimiento de la especie arbórea que se trate con un abonado más específico.

Las micorrizas son unidades funcionales formadas por raíces y hongos. Se clasifican en ectótrofas cuando el hongo sólo cubre las raíces, y endótrofas, si penetra entre las células epidérmicas de la raíz misma. El hongo funciona de la misma manera que los pelos radicales y parece tener una capacidad mucho más rápida y mayor para absorber las sales minerales.

Las micorrizas endótrofas se hallan muy extendidas en todo el reino vegetal y comprenden

una gran variedad de estructuras anatómicas y posiblemente difieren también en sus funciones fisiológicas.

Las ectótrofas tienen una distribución más limitada y mayor uniformidad morfológica. Son características de las familias de las pináceas, fagáceas y betuláceas, es decir, de las más importantes especies arbóreas de los climas templados y fríos.

Está demostrado que las raíces de los árboles de los montes naturales de las zonas frías y templadas son micorrizales casi invariablemente. Los hongos micorrizantes están prácticamente en todas partes. Si se introdujeran nuevas especies tendrían pocas posibilidades entre las establecidas.

Cuando se repuebla con especies arbóreas exóticas, se han producido fracasos por no contar con los hongos micorrizantes apropiados, atribuyendo, en ocasiones, los fallos a causas ajenas. Con el fin de coordinar los trabajos que sobre micorrizas se hacen en el mundo, se creó un grupo de trabajo en el XII Congreso de la Unión Internacional de Organismos de Investigación Forestal (IUFRO) en Oxford en 1956.

Han sido muchas las repoblaciones que desde 1885 en que se descubrieron las micorrizas se han hecho sin inoculación preconcebida. Lo que no se sabe, porque las micorrizas al paso del tiempo aparecieron, es si ya venían inoculizadas las plantitas o fueron esporas locales las que se adaptaron al árbol.

En efecto, los hongos micorri-

zógenos pueden haber llegado en las raíces de las plantas (si fueron en macetas) o por semillas recogidas del suelo infectadas por esporas fúngicas o tierra micorrizal. Otras posibles fuentes de contagio son los envases de las semillas, los aperos, los zapatos, etc. Téngase en cuenta que hablamos de decenas de años atrás y en ocasiones de siglos.

Por lo general, los hongos micorrizógenos no tienen una especialización determinada en relación con sus plantas hospedantes. Muchos forman simbiosis con coníferas y frondosas: la Amanita muscaria lo forma con especies de Pinus, Píceas y Betulus. La de más variada micorrización, Cenococcum gramiforme, lo forma con 25 géneros de árboles, incluidos Nothofagus y Eucaliptus.

El género micorrizógeno ectótrofo más conocido de los bosques de zona templada es Boletus. La mayoría de sus especies, en Europa y América del Norte, son simbióticas con especies forestales y los Boletus de otros continentes son micorrizógenos con árboles locales y son simbiontes potenciales de árboles introducidos. Lo mismo cabe afirmar de otros géneros micorrizógenos: Russula, Lactarius, Cortinarius y Trycholoma.

En Italia, especies de Amanita, Boletus y Tricholoma han formado esporóforos en plantaciones de eucaliptos, seguramente formando simbiosis. Si los hongos locales pueden hacer micorrizas con los eucaliptos importados, cabe suponer que los simbiontes australianos de los

eucaliptos puedan asociarse con pinos introducidos.

Aunque los hongos locales puedan acomodarse sobre especies arbóreas exóticas, por lo general son las propias especies micorrizantes originales las que forman simbiosis sobre los árboles emigrantes.

Así («Unasylla», n.º 92), los hongos más comunes y conocidos de Europa se encuentran en Sudáfrica, Nueva Zelanda y Australia, como, por ejemplo, *Boletus bovinus*, *Boletus edulis*, *Boletus granulatus* y *Boletus luteus* en las raíces de pinos; *Boletus elegans* en la del alerce. El hongo común volante, *Amanita muscaria* y algunas otras especies de *Amanita*, *Lactarius deliciosus*, *Hebeloma crustuliniforme*, los gasteromicetes *Rhizopogon roseolus*, *Rhizopogon luteolus* y *Scleroderma* spp. son otros simbiosiontes típicos de los pinos.

Los hongos indígenas de América del Norte también se en-

cuentran en las plantaciones allende los mares de abeto Douglas: *Boletus lakei* en Nueva Zelanda y *Boletus amabilis* en

Madera Cortada, de Haya, de primera calidad, procedente de Alemania

**MERCANCIA SECA Y
CORTE RECIENTE**

Se suministran grandes cantidades, en todas las medidas, a precios favorables, contra pago acreditado

Paul-Gerhard Hohage

INDUSTRIA MADERERA

5992 Nachrodt-Wiblingwerde,
Oevenscheid 2/W

República Federal Alemana

Europa Central. Por último, con certeza, la *Amanita phalloides* a seguido a los robles y el *Pisolithus tinctorius* a los eucaliptos.

Si en un principio no hay hongos originales, los locales más versátiles se adaptan a las especies introducidas, hasta que los primeros llegan intencionalmente o por casualidad.

Aunque la mayoría de los más conocidos pueden infectar a un gran número de especies arbóreas, existen los que tienen una cierta especialización como *Boletus elegans* (*Suillus grevillei*) sobre alerces y *Amanita phalloides* sobre robles.

Hay varias especies de pinos que difieren muy poco en cuanto a sus relaciones micorrizales. En cambio sí existen diferencias en relación a su propensión a la infección micorrizal. En los trópicos se observa que las plantitas de *Pinus elliottii* y *Pinus caribaea* amarillean a las pocas semanas de nacer, para después recuperar el color verde, mientras que en el *Pinus radiata* no ocurre, porque la infección micorrizal se produce antes.

La calidad del suelo también afecta a su distribución. Los

hongos ectótrofos suelen preferir suelos ácidos, y, por tanto, la inoculación en suelos alcalinos no se logra sin una acidificación.

El *Boletus granulatus* que en cultivos puros tiene tendencia por un pH de 5 y no crece cuando es superior a 7, tanto en Israel con el *Pinus halepensis* como en la pampa argentina sobre suelos también alcalinos, es una especie dominante. Seguramente este hongo tiene varias subespecies y variedades. Por ello el interés de coordinar todas las experiencias que se van logrando.

La inoculación más practicada es la aplicación de tierra de monte o de vivero. Se puede hacer, en las siembras de vivero, extendiendo una capa delgada de tierra micorrizal, algo así como de 1 ó 2 cm. de espesor y mezclar. Si se cultiva en macetas, la tierra que se va a utilizar se mezcla en un 10 ó 20 por 100 con tierra micorrítica. También se puede utilizar la hojarasca de los montes.

En Rusia suelen infectar las semillas de pino y las bellotas en una suspensión acuosa de humus forestal para ahorrar los traslados de la tierra. Sin duda, el mejor método es la aportación en el hoyo de la plantación de tierra micorrizal y abono orgánico.

En Australia ha tenido cierto éxito la siembra a voleo de la semilla y la tierra micorrítica, pero también requiere mucha tierra: 2,5 Tm/Ha. Otro método es revolver tierra con semillas antes de sembrarlas.

El tiempo de vida de un hongo cuando es transportado en buenas condiciones de humedad no

suele ser superior a dos semanas. Sin embargo, mantenido húmedo en bolsas de polietileno, se cree que puede durar quince meses en forma de esporas. El almacenamiento en seco de tierra vegetal puede influir selectivamente en su población, por ser unos hongos más resistentes que otros a la sequía.

La principal ventaja de la tierra vegetal como inoculador es su gran facilidad y seguridad en la infección perseguida.

El inconveniente mayor es su gran peso y volumen, así como el riesgo que la tierra pueda contener parásitos y enfermedades, hongos de pudrición, etc. En la práctica estos riesgos se pueden soslayar tomando tierras de zonas naturales sanas. Hoy en casi todos los países existen cuarentenas para la tierra vegetal no esterilizada y el material vegetal fresco.

Otro método de micorrizar consiste en plantar una planta micorrizal o árbol madre en eras a la distancia de un metro. Al año siguiente se transplantan pies de seis a ocho semanas de vida en esas eras a la distancia de 10 cm. entre sí. Pasados dos años, la tierra queda suficientemente infectada para nuevas plantaciones.

Se conocen trabajos en los que este método de infección ha sido el único viable, fracasando el normal de aporte de tierra. Otra ventaja es que el control de la difusión de enfermedades es más seguro. Como inconveniente, su lentitud de inoculación.

En otro sentido, la inoculación con un caldo de cultivo puro de un hongo determinado

podía ser la solución ideal para una infección micorrítica perfecta. Pero en la práctica se desconocen muchos factores, tales como la especie fúngica más beneficiosa, la forma de inocular, el momento, el lugar, etc.

Trabajos en esta dirección se hacen en Austria y en Argentina. En Austria, en plantaciones de vivero de *Pinus cembra* con el hongo *Boletus plorans*. En la Argentina, al establecer nuevos viveros en regiones desarboladas. Como no hay antecedentes, la inoculación se realiza con cuatro o cinco hongos diferentes de los supuestos más idóneos. También en Rusia se han hecho experiencias.

Las esporas de hongos micorrizógenos son de difícil o incluso imposible germinación en condiciones de laboratorio. Sin embargo, en la naturaleza los hongos se diseminan fácilmente mediante las esporas. En la práctica se han hecho ensayos empleando esporas o cuerpos fructíferos, como en Filipinas y Australia, con diverso éxito, así como en Sudán, Kenia, Ghana y Rusia.

La ventaja principal de este sistema es que el peso y el volumen del inoculador es pequeño y el riesgo de introducir enfermedades prácticamente nulo.

No obstante, poco se sabe sobre el poder de germinación de diferentes especies y sobre los factores que influyen en la germinación.

La formación de micorrizas está influenciada por diversos factores. Se han dado casos de repoblaciones en islas remotas que han fracasado por no haber-

se efectuado una inoculación previa. Repoblaciones en las cercanías de masas parecidas han tenido éxito sin infección, pero comprobándose que en donde se hacía un tratamiento preventivo la micorrización era más rápida y el crecimiento inicial de las plantitas mayor.

Una buena acidificación con aporte de materia orgánica y abono fosfatado han dado vigor a hongos introducidos e incluso han motivado que sin inoculación hayan aparecido micorrizas de hongos que estaban aletargados.

En las zonas de pronunciada estación seca es en donde se han comprobado las mayores dificultades por deficiencia micorrizal. La causa puede ser que al inicio de la plantación, si coincide con una época seca y las plantas no son micorrizales, los micelios pueden morir en la tierra. Si, por el contrario, el mismo caso se da en un clima húmedo, los micelios, de estar en el suelo, pueden sobrevivir y las plantitas también, por lo que cuentan con más posibilidades de resultar inoculadas por los hongos edáficos indígenas o por esporas llegadas por el aire.

También en las áreas frías es beneficiosa la micorrización, ya que el nitrógeno se descompone con dificultad, mientras que los hongos tienen una mayor capacidad para utilizar compuestos nitrogenados orgánicos en el breve período de actividad vegetativa.

La relación hongo-árbol es muy variable. Hay especies arbóreas que son más existentes que otras en cuanto a su sim-

biosis y en cuanto a su facilidad de infección.

La experiencia ha demostrado que la inoculación es innecesaria en árboles con micorriza endótrofa. Donde han fracasado plantaciones de pinos, han arraigado las de cipreses. La razón más clara es la presencia universal de hongos endótrofos adecuados.

Los hongos ectótrofos suelen perdurar muchos años en suelos que habiendo tenido vegetación

**Industrial de la
Madera y Corcho**



trabaja para usted
poniendo la investigación
técnica al servicio de
su industria

arbórea, se halan destinado después a cultivos agrícolas, pese a que en ocasiones sufrieran enmiendas aportando cal.

La esterilización del suelo es práctica obligada en muchos viveros. En esas condiciones, los hongos que sobrevivan se encontrarán sin tanta competencia. Los fungicidas suelen retardar el comienzo de la infección mi-

corrizal. Por ello, se debe inspeccionar el sistema radicular de las plantitas en los viveros y cuando sea preciso proceder a una inoculación.

Está claro que el desarrollo de cada hongo viene determinado por factores climáticos y edáficos. Por ello, cuando se va a inocular es conveniente recogerlos de zonas lo más parecidas a aquellas en las que se tratan de desarrollar. Por ejemplo, el *Cenococcum graniforme* es muy resistente a la sequía. El *Pisolithus tinctorius* soporta muy bien las altas temperaturas. Igualmente, es también preciso seleccionar, cuando se trata de inocular zonas muy frías de montaña.

Los hongos ectótrofos suelen ser acidófilos, por lo que es conveniente una acidificación del suelo. Pero hay árboles que prefieren suelos alcalinos (*Pinus nigra*, *Pinus halepensis*, *Quercus spp.*, etc.), y seguramente tendrán una población natural de hongos basófilos que deberán utilizarse para inocular los suelos alcalinos que se vayan a repoblar.

La especie fúngica más eficaz para los pinos es el *Boletus granulatus*, que es muy adaptable a variadas condiciones ecológicas. (Sin embargo, no es aconsejable utilizar una única especie para la inoculación.) También son importantes el *Boletus luteus* y el *Boletus edulis*; el *Rhizopogon roseolus*, *Rhizopogon luteolus*, *Amanita muscaria* y *lactarius deliciosus*. Para suelos alcalinos, los *Boleti mediterraneos*.

(Continuará.)