



INVESTIGACION
INPOFOS
 EDUCACION
 INSTITUTO DE LA POTASA Y EL FOSFORO
 POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE
 POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE OF CANADA

FERTILIZACION DE PLANTACIONES DE PINO

David Dickens, David Moorhead y Bryan McElvany*

La fertilización de bosques se ha incrementado apreciablemente desde la década de los años 60. Actualmente existen aproximadamente 13.6 millones de hectáreas de pino Loblolly, 4.2 millones de pino Slash y 1.2 millones de pino Longleaf en el sureste de los Estados Unidos (datos del año 2001). Aproximadamente 405 000 hectáreas de pino Loblolly y Slash se fertilizan en esta región. La fertilización puede incrementar el volumen de madera, la producción de agujas de pino (utilizadas para mulch y jardinería) y rentabilidad por hectárea de este tipo de pinos. Para maximizar los beneficios de la aplicación de fertilizantes, las recomendaciones de fertilización deben ser específicas para cada sitio y se deben basar en el tipo de suelo, historia del lote, control de la vegetación competitiva, edad de la plantación, población (árboles/ha) y el producto a obtenerse (pulpa, postes, agujas).

Existen cinco tipos de fertilizantes comúnmente utilizados en la nutrición de bosques en el sureste de los Estados Unidos. Los fertilizantes fosfóricos más usados son el superfosfato triple (SFT, 0-46-0), fosfato diamónico (DAP, 18-46-0), los fertilizantes nitrogenados más usados son nitrato de amonio (NA, 34-0-0) y urea (46-0-0) y el muriato de potasio (MOP, 0-0-60) es la fuente más común de potasio (K). Algunos estudios han demostrado que el crecimiento se duplicó y hasta se triplicó con la adición de fósforo (P) y K comparado con plantaciones de pino a las cuales solamente se aplicó nitrógeno (N).

La fertilización de las plantaciones de pino puede ser económicamente atractiva si el bosque/sitio tiene las siguientes condiciones: 1) deficiencia en uno o más nutrientes, 2) responde al nutriente(s) añadido y 3) es lo suficientemente grande para manejarse operacionalmente (>15 ha). Generalmente existen tres épocas apropiadas para la fertilización: 1) a la siembra o inmediatamente después de esta labor, 2) al cerrarse la parte aérea del bosque (5 a 10 años de edad) cuando la demanda de nutrientes puede ser mayor que la capacidad del suelo para suplirlos y 3) después del raleo. Basándose en investigación preliminar, se está también recomendando fertilizar en periodos de 3 a 5 años después del cierre de la parte aérea para mejorar la producción de agujas y mantener el vigor de la plantación.

Existen en la zona aproximadamente 210 000 ha de pino Loblolly que se han fertilizado con P a la siembra, o inmediatamente después con DAP o SFT. La fertilización en la siembra se utiliza casi siempre en suelos con

ENERO 2004

No. 52

Contenido

	Pág.
Fertilización de plantaciones de pino	1
Importancia del potasio en un programa de nutrición de cítricos	4
Fertilización balanceada del bambú	7
Respuesta de la fertilización de arranque en suelos con contenidos altos y muy altos de nutrientes	9
Nueva Publicación: Absorción de nutrimentos por los cultivos	12
Reporte de investigación reciente	13
Cursos y Simposios	15
Publicaciones de INPOFOS	16
Editor: Dr. José Espinosa	

Se permite copiar, citar o reimprimir los artículos de este boletín siempre y cuando no se altere el contenido y se cite la fuente y el autor.

* Tomado de: Dickens, E. D., D. Moorhead and B. McElvany. 2003. Pine plantation fertilization. *Better Crops* 87(1): 12 - 15.

Tabla 1. Rangos o valores críticos de nutrientes en suelos y foliares para los pinos Loblolly, Longleaf y Slash.

Tipo de análisis	Variiedad de pino	N	P	K	Ca	Mg	S	B	Cu
Suelo 0-15 cm	Loblolly		<3-5 ¹						
	Longleaf		<4-6 ²						
	Slash		<6-8 ³						
Foliar ⁴	Loblolly	1.2	0.12	0.35	0.12	0.07	0.12	4-8	2-3
	Longleaf	0.9	0.08	0.30	0.10	0.06	0.10	4-8	1-3
	Slash	1.0	0.09	0.30	0.10	0.05	0.10	4-8	1-3

¹ Expresado en partes por millón (ppm) usando solución Mehlich como extractante.
² Usando solución Mehlich como extractante (ppm).
³ Usando soluciones Mehlich o Bray II como extractantes (ppm).
⁴ N, P, K, Ca, Mg y S expresados en %; B y Cu expresados en ppm.

drenaje deficiente (aquic). Este tipo de suelos con horizontes arcillosos en las planicies de la costa sureste de los Estados Unidos responden en forma dramática a la fertilización con P a la siembra. Estos sitios son a menudo deficientes en P disponible para la planta, particularmente a medida que el porcentaje de arcilla se incrementa (el aluminio y el hierro de las arcillas reaccionan con el P haciéndolo menos disponible para la planta) y el drenaje del suelo disminuye.

La fertilización con 130 kg de P₂O₅/ha, usando SFT, puede incrementar apreciablemente el crecimiento del pino. La respuesta dura de 10 a 15 o más años en estos sitios. Algunos sitios con suelos de mejor drenaje y que no han sido utilizados con cultivos recientemente pueden ser deficientes de P. El análisis de suelo y/o foliar ayuda a verificar la deficiencia de P (Tabla 1).

La fertilización en los sitios con drenaje deficiente de buena respuesta a P se puede hacer con aplicaciones sobre la superficie o con aplicaciones aéreas conjuntamente con la preparación del sitio o con la siembra. El costo de los fertilizantes fosfóricos generalmente está entre 100 a 120 dólares/ha. Este bajo costo frente al dramático crecimiento en volumen de los árboles hace que la fertilización fosfórica de suelos mal drenados de la costa del sureste de los Estados Unidos sea una atractiva opción de manejo, especialmente si no se construyen camellones (antes de la siembra) en estos suelos de drenaje deficientemente por decisión del productor o porque esta práctica no es económicamente factible. La fertilización fosfórica a la siembra o inmediata-

mente después de esta labor puede significar la diferencia entre tener una plantación rentable y tener una plantación en malas condiciones como se observa en las fotos de esta página donde se ve la diferencia en manejo de pino Loblolly de 16 años en un suelo mal drenado en el condado de Berkeley, Carolina del Sur.

En suelos con mal drenaje, a menudo no se reconoce que existe deficiencia de P al momento de la siembra. Como resultado se obtiene un pobre crecimiento de plántulas, las agujas no son abundantes y tienen color verde amarillento a verde claro. En estos sitios, el pino Loblolly todavía responde a la fertilización fosfórica en 5 a 10 años después de la siembra.

Se recomiendan aplicaciones de N y P y en algunos casos con K (basándose en el análisis de las agujas) cuando una plantación se ha cerrado completamente. Esta es una de las épocas más comunes para la fertilización en bosques. Aproximadamente 315 000 hectáreas de plantaciones bien establecidas de pino (10 a 15 años de edad) fueron fertilizadas en el año 2001. La demanda de nutrientes está llegando al máximo en esta etapa en la vida de la plantación y la carencia de P



Estas dos fotos comparan el crecimiento del pino Loblolly de 16 años en un suelo con mal drenaje. A la izquierda se aplicó herbicida pero no se utilizó P. A la derecha se utilizó herbicida y se aplicaron 205 kg de P₂O₅/ha.

y K puede convertirse en un factor que limita el crecimiento. La fertilización de las plantaciones de pino Loblolly, Longleaf y Slash con NP o NPK, una vez que se haya cerrado completamente la parte aérea o después del primer o segundo raleo, a menudo incrementará el crecimiento por 5 a 8 años. La respuesta promedio en crecimiento se presenta como un incremento en el volumen de madera. Se recomienda fertilizar de 5 a 8 años antes del primero o segundo raleo o antes del corte final para aprovechar el crecimiento extra y para prevenir que la plantación decline. El conocer los contenidos foliares de N, P, K, calcio (Ca), magnesio (Mg), azufre (S), boro (B) y cobre (Cu), la concentración de P en el suelo, el área foliar relativa y el tipo de suelo o de drenaje ayuda a determinar la probabilidad de respuesta a la fertilización con NP y otras combinaciones. Si se quiere maximizar el crecimiento del pino sitios con buena respuesta es necesario repetir la fertilización cada 4 a 5 años.

El crecimiento de las plantaciones de pino sembradas en suelos de textura arenosa y propensos a la sequía puede estancarse. En este caso, dosis más bajas de fertilizante NPK (110 kg N + 70 kg de P_2O_5 + 100 kg de K_2O /ha) cada 2 a 3 años pueden mejorar el crecimiento y hacer la plantación comercial.

A menudo se utilizan conjuntamente varias herramientas de diagnóstico para determinar la magnitud, duración y potencial beneficio económico de la fertilización de plantaciones de pino. Estas herramientas de diagnóstico incluyen experimentos de campo, estimaciones del índice del área foliar, análisis de suelo, análisis foliar, mapas de suelos e identificación de las clases de drenaje. Se usa en menor escala la presencia de plantadoras indicadoras, índices del sitio y modelos de fertilización.

Se puede delimitar los sitios a ser fertilizados por medio de una fotografía aérea de la propiedad. Sobre esto se puede montar el mapa digitalizado de suelos y clases de drenaje. Todo esto se puede lograr utilizando sistemas geográficos de información. Los bloques de pino con el suficiente tamaño para ser fertilizados debe delimitarse en un mapa y en el campo, separando áreas uniformes con similar tipo de suelo, drenaje, historia del uso del terreno (pastos, bosque viejo, etc.), edad y población. Los bloques para fertilización de media rotación deben elegirse con los siguientes criterios para aprovechar todos los beneficios de la fertilización: 1) la población debe ser uniforme y estar en un rango desde 990 a 2 200 árboles/ha en plantaciones jóvenes o un área basal de 18 a 27 m^2 (área basal de una sección circular tomada a 1.5 m por encima del nivel del suelo en todos los árboles) para plantaciones de 12 a 20 años de edad, 2) el componente de madera dura no debe ser menor al 10 o 15% del total del área basal, 3) la longitud de la corona viva debe ser por lo menos 4.5 a

6.0 m o preferentemente un tercio de la altura del árbol, 4) reconocer que los bloques con 30% o más de roya fusiforme tienen un significativo riesgo de quebramiento excesivo del tronco por peso añadido a la corona. Áreas con altos riesgos de chancro o pudrición de la raíz probablemente no se deben fertilizar, 5) cualquier quema recomendada para reducir la competencia y el riesgo de fuego espontáneo debe realizarse seis meses antes o de uno a tres años después de la fertilización, 6) bloques con mucha población deben ralearse antes de la fertilización. La operación de raleo deben dejar los mejores árboles. El raleo bajo debe remover árboles mal formados, pequeños e intermedios pero debe dejar los árboles co-dominantes y dominantes que presentan una mejor respuesta a la fertilización. Las plantaciones de pino de 25 a 35 años de edad deben responder a la fertilización (**ver foto**).

Las recomendaciones de fertilización comúnmente utilizadas en pino en el sureste de los Estados Unidos son las siguientes: Se recomienda fertilizar a la siembra o inmediatamente después de esta labor con 110 a 150 kg de P_2O_5 /ha los bloques de suelos de buena respuesta usando SFT. La época del año no es importante en la fertilización fosfórica de las plantaciones de pino y las aplicaciones se pueden hacer con equipos terrestres, helicóptero o avión. Una recomendación común para fertilización con NP en mitad de la rotación es 90 a 220 kg de N/ha y 65 a 130 kg de P_2O_5 /ha en suelos con adecuado drenaje. La urea es la fuente común de N y la mejor época para la aplicación está entre el periodo Noviembre hasta los principios de Marzo para minimizar la volatilización de N y la quema de los tejidos en crecimiento cuando se aplica en forma aérea. Cuando el contenido foliar de K no es suficiente se debe aplicar 60 a 100 kg de K_2O /ha utilizando muriato de potasio junto con el N y P (**Tabla 1**). La información guía preliminar indica que se debe aplicar 1 kg de B/ha y 3 kg de Cu/ha cuando los análisis foliares indican deficiencias. —



La respuesta en el crecimiento se muestra en este disco de madera de pino Loblolly que fue fertilizado con NPK a la edad de 26 años. El crecimiento radial se duplicó cuatro años después de la fertilización (la rajadura a la izquierda no está relacionada con la fertilización).