

## **NUTRICION Y FERTILIZACION DE LA TECA**

Alfredo Alvarado\*

#### Introducción

La teca (*Tectona grandis* Linn. F.) pertenece a la familia Verbenaceae. Este árbol es originario de Birmania, Tailandia y algunas partes de la India (Briscoe, 1995). La madera de teca tiene al menos 25 tipos de uso, que van desde la construcción completa de una casa con este material, hasta postes y piezas de ebanistería.

El cultivo de teca comenzó en la India en el decenio de 1840 y alcanzó niveles significativos a partir de 1865. El primer país fuera de Asia donde se introdujo la teca fue Nigeria, en 1902 y en América Tropical, la primera plantación de teca se estableció en Trinidad y Tobago en 1913. Posteriormente se extendió a Honduras, Panamá y Costa Rica entre 1926 y 1929. Luego, el cultivo de la teca se ha extendido a casi todos los países latinoamericanos (Tewari, 1999; Pandey y Brown, 2000).

#### Calidad de sitio de siembra

El primer paso para asegurar el buen desarrollo de una plantación de teca es escoger el sitio adecuado. La teca prefiere suelos moderadamente profundos (> 90 cm), bien drenados, de textura media, planos o con pendiente suave, localizados en regiones de temperatura media (Drechsel y Zech, 1994; Jha, 1999). Deben evitarse las siguientes condiciones: 1) suelos mal drenados, en particular Vertisoles de depresión con problemas de anegamiento por períodos prolongados, 2) suelos poco profundos, dentro de ellos muchos Entisoles con afloramiento rocoso o roca a poca profundidad, 3) cimas de pendientes muy secas o muy ventosas, 4) áreas en las que la distribución de lluvias se concentra en períodos muy cortos o que tienen épocas secas prolongadas, en este último caso, la especie tiende a botar las hojas dos veces al año con el consecuente gasto energético y 5) regiones donde los niveles de acidez del suelo y del subsuelo sean muy elevados, en particular pendientes en las cuales aflora el horizonte B ácido. En general, una buena plantación ocupa solamente entre 30 y 50% del total de la superficie de un predio.

#### Preparación para la siembra

Para obtener buen crecimiento, la teca requiere de una buena preparación del suelo antes de la siembra definitiva. La siembra puede hacerse por pseudo-estacas, o en forma más común por plántulas producidas de semilla en viveros especiales. Las plántulas se llevan al campo en bolsas o en vasos plásticos. Cuando se usan pseudo-estacas, se debe arar el suelo para eliminar malezas y se aplica fertilizante.

## Abril 2006 • Nº 61 CONTENIDO Pág. Nutrición y Fertilización de la Teca Manejo de Nutrientes en Cebolla ......9 Efecto de la Fertilización con Nitrógeno y Potasio en el Rendimiento y la Calidad de los Cítricos ......11 Reporte de Investigación - Epoca de lluvia y pérdida de amonio de la urea en una plantación de pino Mineralización de nitrógeno después de la fertilización con urea de bosques de pino de Oregón - Diagnóstico nutricional del eucalipto por DRIS, M-DRIS Y CND Respuesta del café a la fertilización potásica Nutrición mineral, crecimiento y contenido de aceite esencial de menta en solución nutritiva bajo diferentes concentraciones de 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 citen la fuente y el autor.

POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE

POTASH & PHOSPHATE INSTITUTE OF CANADA

<sup>\*</sup> Centro de Investigaciones Agronómicas. Universidad de Costa Rica. San José, Costa Rica. Correo electrónico: alfredoa@cariari.ucr.ac.cr

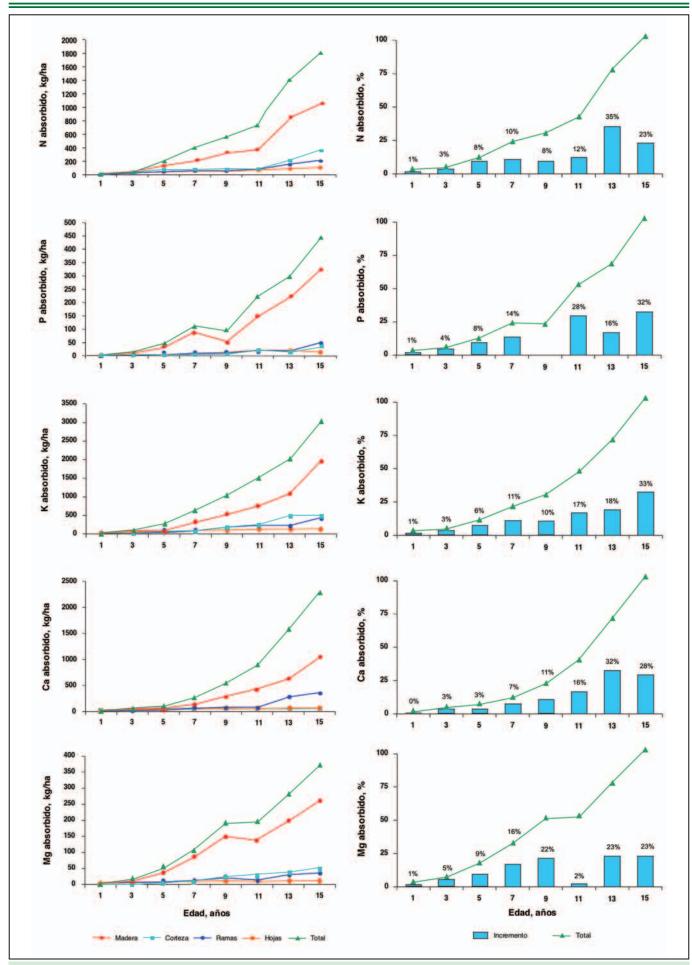


Figura 1. Curvas de absorción de nutrientes en plantaciones de teca de diferente edad en Nigeria (adaptada de datos de Nwoboshi, 1984).

En ocasiones se establecen plantaciones de teca en suelos compactados por pisoteo de ganado. En estas condiciones es necesario subsolar y rastrear el suelo en la faja donde se van a sembrar los árboles, evitando trabajar todo el suelo para reducir las pérdidas por erosión. Cuando los suelos compactados por pisoteo son además ácidos (Ultisoles e Inceptisoles), se debe aplicar cal al voleo en la banda de siembra antes del paso del subsolador y la rastra para incorporar la cal hasta una profundidad adecuada. Antes de iniciar esta fase se deben tomar muestras de suelo para análisis químicos, para determinar las condiciones de fertilidad y definir el tipo de manejo de la nutrición de acuerdo a las limitaciones en contenidos de P, K, Ca, Mg y S y para determinar las necesidades de cal para controlar acidez.

No se aconseja sembrar teca en suelos arcillosos (Vertisoles) por la susceptibilidad a permanecer encharcados por una buena parte del año, pero si se decide utilizarlos, es necesario planificar un buen sistema de drenaje y la confección de lomos. La teca se

siembra en la cima de los lomos, sin embargo, el costo de este tipo de siembra es relativamente mayor al de otro tipo de suelos.

#### Requerimientos nutricionales

La teca puede remover apreciables cantidades de nutrientes, sin embargo, puede crecer en suelos relativamente infértiles con buena estructura, drenaje, enmiendas y fertilizantes. En la **Figura 1** se presenta la dinámica de absorción de nutrientes de 1 a 15 años de edad en la biomasa aérea de plantaciones de teca en Nigeria (Nwoboshi, 1984). Se encontró que los requerimientos de nutrientes aumentan con la edad y los requerimientos tienen el siguiente orden K > Ca > N > P > Mg. Se observa que el mayor requerimiento de nutrientes ocurre a edades mayores a los 9 años, por lo que se espera respuesta a la fertilización en plantaciones adultas.

En la **Tabla 1** se presentan las cantidades de nutrientes absorbidos en diferentes tejidos en plantaciones de teca

Tabla 1. Acumulación de nutrientes en los diferentes componentes de la biomasa y del mantillo de plantaciones de teca (*T. grandis*) en regiones tropicales (adaptado de Salas, 1987 y Negi *et al.*, 1995).

Edad plantación	Componente	Peso seco	N	P	K	Ca	Mg
		t/ha			kg/ha		
6 años, Venezuela	Hojas	3.4	68	9	52	49	11
	Ramas	4.2	19	7	42	37	6
	Tronco	39.4	125	46	161	200	39
	Mantillo	20.8	159	18	36	240	33
	Total	68.3	371	81	291	526	79
10 años, India	Hojas	5.2	60	3	35	61	14
	Ramitas	5.0	17	1	25	51	9
	Ramas	8.3	28	3	23	37	11
	Corteza	7.9	28	2	34	196	17
	Tronco	48.2	93	4	36	81	56
	Raíces	15.4	47	4	84	143	40
	Total	90.0	272	18	236	569	147
20 años, India	Hojas	5.5	64	1	49	14	14
	Ramitas	5.5	17	1	22	39	7
	Ramas	12.7	20	4	37	62	13
	Corteza	8.9	36	3	63	320	8
	Tronco	58.1	92	10	61	102	71
	Raíces	17.9	72	6	145	177	58
	Total	108.6	300	26	377	713	171
30 años, India	Hojas	7.8	111	2	61	82	21
	Ramitas	8.5	33	2	34	34	10
	Ramas	35.1	43	2	72	108	33
	Corteza	13.9	28	4	52	338	8
	Tronco	98.8	176	18	46	185	157
	Raíces	28.5	64	12	191	244	59
	Total	192.6	422	41	456	992	288

Tabla 2. Cantidad de nutrientes adicionados al suelo con los residuos en plantaciones de teca de 30 años de edad (Sanmughavel y Francis, 1988).

Componente	N	P	K kg/ha	Ca	Mg	
			kg/ha			
Hojas	134.10	1.38	107.1	209.46	117.00	
Ramas	1.78	0.10	4.55	3.85	0.98	
Corteza	0.01	tr	0.01	0.03	0.01	
Organos reproductivos	1.05	0.16	3.21	2.34	0.34	
Total	138.94	1.64	114.86	215.68	118.32	

Tabla 3. Interpretación de niveles foliares de nutrimentos en plantaciones de teca (adaptado de Drechsel y Zech, 1991; Boardman et al., 1997).

Elemento	Deficiente	Marginal	Adecuado	Alto
N (%)	<1.20	1.20-1.51	1.52-2.78	
P (%)	< 0.10	0.10-0.13	0.14-0.25	0.40
K (%)	< 0.50	0.50-0.79	0.80-2.32	2.33
S (%)	< 0.08	0.08-0.10	0.11-0.23	
Ca (%)	< 0.55	0.55-0.71	0.72-2.20	
Mg (%)	< 0.10	0.10-0.19	0.20-0.37	
Cu (mg/kg)			10-25	
Zn (mg/kg)		11-19	20-50	
Mn (mg/kg)	<30	30-49	50-112	
Fe (mg/kg)			58-390	379-1.074
Al (mg/kg)			85-320	340-480
B (mg/kg)			15-45	

Tabla 4. Efecto de diferentes dosis y frecuencia de aplicación de fertilizante en la altura, el peso seco y las concentraciones de N, P y K en plántulas provenientes de tocones de teca (Rangaswamy et al., 1990; 1991).

Trat.	Fertilizante aplicado (g) DAP KCl		Frecuencia aplicación (días)	Altura (cm)	Variabl Materia seca			to ción en la plántula peso seco)	
					(g)	N	P	K	
Testigo	0	0	0	9.8	7.5	1.10	0.78	1.35	
1	1.0	0.25	15	17.3	40.0	1.50	0.76	1.96	
2	0.5	0.125	15	17.2	39.0	1.40	0.75	1.58	
3	1.0	0.25	30	18.9	42.5	1.60	0.84	2.18	
4	0.5	0.125	30	15.9	20.0	1.40	0.72	1.28	

de 6, 10, 20 y 30 años de edad en diferentes países (Salas 1987; Negi *et al.*, 1995). Las diferencias debidas a la edad se deben a una mayor acumulación de biomasa con el tiempo.

#### Reciclaje de nutrientes

Una vez que la plantación cierra la copa, el reciclaje de nutrientes juega un papel importante en la nutrición de la planta de teca. Más del 90% de los residuos que caen de los árboles se mineralizan en un periodo de menos de 6 meses (Egunjobi, 1974). En países asiáticos se ha

reportado que una plantación de teca de 30 años de edad deposita 10175 kg/ha de residuos, los cuales adicionan 139, 1.6, 115, 216 y 118 kg/ha de N, P, K, Ca y Mg, respectivamente (Shanmughavel y Francis 1988). En este caso, el 91% de los residuos son hojas, el 7% ramas y el 2% restante son órganos reproductivos y corteza (**Tabla 2**).

#### Contenido foliar de nutrientes

El muestreo foliar debe realizarse colectando la segunda hoja desde la terminal de la rama, del tercio inferior de la copa de los árboles de mayor diámetro. Es

P

K

S

mejor muestrear en la época lluviosa (Jayamadhavan y Sudhakara, 2000). Los valores críticos para interpretación de las concentraciones foliares de nutrientes se presentan en la **Tabla 3.** 

#### Síntomas de deficiencia de nutrientes

Los síntomas visuales de deficiencia de nutrientes en teca se describen a continuación (Nwoboshi, 1975):

#### A. Síntomas desarrollados en las hojas viejas

- Hojas de tamaño pequeño con clorosis uniforme de tono verde pálido, con o sin manchas necróticas
- Hojas con clorosis uniforme de color verde pálido, con o sin corchosis en los márgenes
- Clorosis marginal uniforme con o sin necrosis intervenal y ápices quemados en las hojas viejas; hojas jóvenes de forma normal pero de color verde más oscuro o curvadas hacia atrás
- Hojas de tamaño y forma normal con clorosis intervenal, con o sin bandas verdosas en los márgenes (Foto 1).

  Mg

#### B. Síntomas presentes en las hojas jóvenes

- Hojas de tamaño y forma normal con un moteamiento intervenal amarillo blancuzco
- Hojas jóvenes de forma distorsionada, tamaño más pequeño que el normal, curveadas hacia atrás y ápices quemados, con o sin necrosis intervenal y corchosis de color verde pálido. Las hojas viejas tiene apariencia normal y pueden presentar clorosis marginal

#### Fertilización de la teca

#### Fertilización en vivero

Un factor importante en los programas de silvicultura intensiva es la necesidad de producir plántulas de calidad en viveros bien manejados. Los sustratos utilizados varían según la disponibilidad de material, se puede usar una mezcla de suelo fértil con arena y materia orgánica (Chaves y Fonseca; 1991, Tewari, 1999) y más recientemente jiffies o sustratos a base de musgo (Foto 2). Diferentes estudios, han demostrado que la fertilización con N, P y K en viveros de teca brinda buenos resultados ya que se obtienen plantas de

buen color y vigor, se acelera el crecimiento y se reduce la incidencia de enfermedades en el vivero (Nwoboshi, 1975; Sundralingam, 1982; Tewari, 1999). En la **Tabla 4** se presentan los efectos de la aplicación de N, P y K en las variables de crecimiento y en el contenido de nutrientes en el tejido de plántulas de teca provenientes de tocones.

#### Fertilización al transplante

Investigación conducida en Nandayure y Hojancha, Costa Rica, comparó el efecto de adicionar al transplante de las plántulas de teca a sitio definitivo empleando dosis de 25, 50 y 100 kg/ha de nitrógeno usando urea o las fórmulas 15-15-15, 12-24-12, y 18-15-6-2. Se encontró que los tratamientos no afectaron la sobrevivencia de las plantas y que los tratamientos con mayor contenido de N solo o en las combinaciones N-P-K produjeron el mayor incremento en altura y diámetro de los árboles. Este efecto tendió a desaparecer después de 54 meses de aplicado el fertilizante (Fonseca, 2000). Por esta razón, se recomienda aplicar fertilizante al menos una vez por año hasta el cierre del dosel. Cuando se presentan



Foto 1. Deficiencia de Mg en teca joven.



Foto 2. Vivero de clonación de teca utilizando jiffies en la plantación Maderas de Costa Rica en Peñas Blancas, Guanacaste.

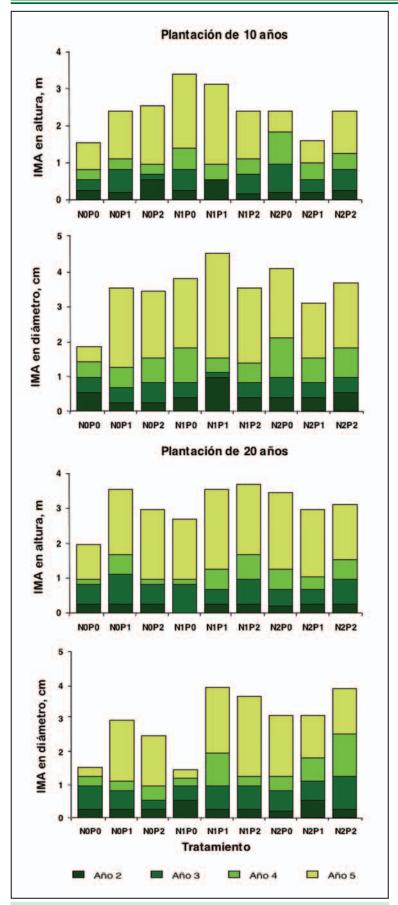


Figura 2. Incremento medio anual en altura y diámetro de plantaciones de teca de 10 y 20 años de edad como respuesta a la aplicación anual de N (0, 150 y 300 kg/ha) y P (0, 75 y 150 kg/ha), durante 5 años, en la India (adaptado de Prassad, Sah y Bhandari 1986).

deficiencias de elementos menores en una región, la adición de pequeñas cantidades de fertilizante portadores de estos elementos puede solventar el problema.

#### Fertilización de mantenimiento

Se ha demostrado que la fertilización aumenta el diámetro y la altura de los árboles de teca y la respuesta se atribuye al mejoramiento de las condiciones nutricionales de la planta que se refleja en incrementos en la concentración foliar de nutrientes y al rápido cierre de la copa de los árboles lo que suprime el crecimiento de malezas, en particular gramíneas, con lo que se reduce la competencia por nutrientes (Patel, 1991; Prasad y Bhandari, 1986).

Investigación conducida en India (Prasad, Sah y Bhandari, 1986) demostró que la adición conjunta de N, P y K en plantaciones de 10 y 20 años de edad incrementó la altura, diámetro y volumen del árbol. Se probaron aplicaciones de dosis anuales de N (0, 150 y 300 kg/ha) y P (0, 75 y 150 kg/ha) con una base de 50 kg de K/ha, durante 5 años. Las dosis anuales de N se fraccionaron en dos aplicaciones por año, mientras que el P y K se adicionó en una sola aplicación. Las mejores respuestas encontraron con los siguientes tratamientos: 150-75-50, 150-150-50 y 300-150-50 kg/ha de N, P y K, respectivamente. El efecto de los diferentes tratamientos se presenta en la Figura 2 donde se observa que el incremento de las variables estudiadas fue mayor en el último año de estudio. Por esta razón, se recomienda realizar este tipo de trabajos por periodos prolongados de tiempo.

Otro estudio conducido en Panamá (Montero, 1995) evaluó la respuesta a la aplicación de dosis de 84.9, 169.8 y 254.7 g/árbol de la fórmula NPK 12-24-12 y un testigo sin fertilización. La mejor respuesta se obtuvo con la dosis de 254.7 g/árbol al medir las variables altura, diámetro, sobrevivencia, incremento medio en altura e incremento corriente anual (**Tabla 5**).

#### Corrección de acidez.

Una de las más importante propiedades físicoquímicas del suelo para la teca es la reacción del suelo (pH). La teca presenta un crecimiento pobre cuando el pH (CaCl<sub>2</sub>) es menor a 4.3 y se considera que un pH mayor a 4.7 es adecuado para el crecimiento normal del árbol (Zech y Drechsel, 1991). Este factor tiene relación directa

Tabla 5. Respuesta de plantaciones jóvenes de teca a la aplicación de fertilizante en El Limón, Herrera, Panamá (Montero, 1995).

Tratamiento* g/árbol	Altura media m	Diámetro medio mm	Area basal m²/ha	Volumen m³/ha
0	3.2	30	0.78	1.33
85	4.0	40	1.33	2.89
170	4.0	38	1.22	2.67
255	5.3	55	2.67	7.78

<sup>\*</sup> El fertilizante aplicado correspondió a la fórmula 12-24-12

con la saturación de bases, la saturación de Ca y la saturación de acidez o de Al (Bebarta, 1999). En la Figura 3 se describe el comportamiento del crecimiento de la teca en suelos de Costa Rica con pH inferior a 6 (Alvarado y Fallas, 2004). Los datos de esta figura demuestran que al pasar de 1% al 5.8% de saturación de Al en el suelo, el incremento medio anual de la altura de los árboles se reduce de 3.9 a 1.5 m/año. Se considera que el nivel crítico tentativo de saturación de acidez para la teca es 6%. La adición de cal debe reducir los valores altos de saturación de acidez a valores menores a 6% para evitar el efecto negativo de esta condición en la altura de los árboles. De igual manera, valor crítico de saturación de Ca en el suelo es 67.6 % (Figura 4). Este hecho se relaciona con la información obtenida previamente por Vallejos (1996) y Montero (1999) quienes determinaron que a mayor cantidad de Ca intercambiable en el suelo mayor es el crecimiento de la plantación. Cuando el suelo tiene contenidos bajos de Ca intercambiable es aconsejable dejar en el campo la

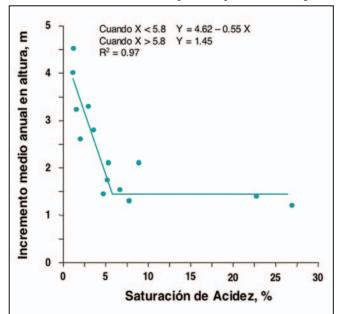


Figura 3. Relación entre el incremento medio anual en la altura y la saturación de acidez en el suelo para 14 plantaciones de teca en Costa Rica con un pH del suelo en agua < 6.0 (Alvarado y Fallas, 2004).

corteza de la madera (rica en este elemento) para así reducir la posibilidad de inducir deficiencias de Ca después del primer corte de la plantación.

En ciertas ocasiones, el crecimiento de la teca se ve afectado por factores edáficos adversos en el subsuelo. Cuando la acidez aumenta con la profundidad del perfil, la plantación puede crecer normalmente durante cierto número de años, pero luego el crecimiento se estanca cuando las raíces encuentran el subsuelo ácido debido a que el crecimiento radical se constriñe. En estas condiciones, cualquier periodo seco causa un amarillamiento de las hojas de abajo hacia arriba.

Por otro lado, cuando el material parental es de origen calcáreo, los árboles de teca de 10 años de edad pueden presentar problemas graves causados por deficiencia de Fe y Mn inducida por el incremento del pH con la profundidad del perfil del suelo (Mongia y Bandyopadhyay, 1993).

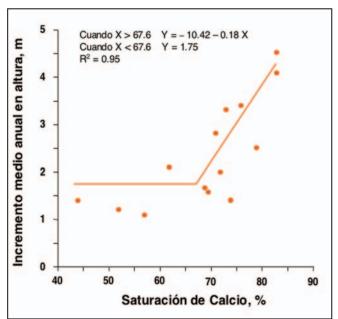
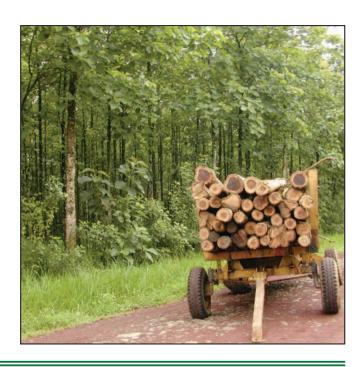


Figura 4. Relación entre el incremento medio anual en la altura y la saturación con calcio en el suelo para 14 plantaciones de teca en Costa Rica con un pH del suelo en agua < 6.0 (Alvarado y Fallas, 2004).

#### Bibliografía

- Alvarado, A. y Fallas, J.L. 2004. Efecto de la saturación de acidez sobre el crecimiento de la teca (*Tectona grandis* L. f.) en Ultisoles de Costa Rica. Agronomía Costarricense 28(1): 81-87.
- Bebarta, K.C. 1999. Teak ecology, silviculture, management and profitability. International Book Distributors. Dehra Dum, India. Chapter 6. pp. 103-125.
- Boardmann, R., Cromer, R.N., Lambert, M.J. y Webb, M.J. 1997. Forest plantations. In. D.J. Reuter y J.B. Robinson (eds.). Plant analysis, an interpretation manual. CSIRO Publishing. Australia. pp. 505-561.
- Briscoe, C. 1995. Silvicultura y manejo de teca, Melina y pochote. Turrialba, CR. Diseminación del cultivo de árboles de uso múltiple. MADELEÑA/USAID/CAP/RENARM y FINNIDA/PROCAFOR. Proyecto 1. CATIE Serie Técnica, Informe Técnico No. 270. 44 p.
- Chaves, E. y Fonseca, W. 1991. Teca (*Tectona grandis*), especie de árbol de uso múltiple en América Central. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 47 p.
- Drechsel, P. y Zech, W. 1994. DRIS evaluation of teak (*Tectona grandis* L. f.) mineral nutrition and effects of nutrition and site quality on the teak growth in West Africa. Forest Ecology and Management 70: 121-133.
- Egunjobi, J.K. 1974. Litter fall and mineralization in a teak (*Tectona grandis*) stand. Oikos 25:222-226.
- Fonseca, W. 2000. La aplicación de fertilizantes químicos en (*Tectona grandis* Linn. f.) en Guanacaste, Costa Rica. In. Consejo Nacional de Rectores, Oficina de Planificación de la Educción Superior. Taller de Nutrición Forestal. San José, Costa Rica. pp. 39-44.
- Jayamadhavan, A., Sudhakara, K. y Washid, P.A. 2000. Methods of leaf sampling in teak (*Tectona grandis*) for nutrient analysis. Journal of Tropical Forest Science 12(2):227-237.
- Jha, K.K. 1999. Teak (*Tectona grandis*) farming. International Book Distributing Co. India. 125 p.
- Mollinedo, M.; Ugalde, L.; Alvarado, A.; J.M.; Rudy, L. C. 2005. Relación suelo-árbol y factores de sitio, en plantaciones jóvenes de teca (*Tectona grandis*). En la zona oeste de la cuenca del Canal de Panamá. Agronomía Costarricense 29(1): 67-75.
- Mongia, A.D. y Bandyopadhyay, A.K. 1993. Effects of soil iron and manganese on teak mortality grown in South Andaman. Journal of the Indian Society of Soil Science. 41(1): 199-201.
- Montero, M. 1995. Dinámica de crecimiento de teca (*Tectona grandis*) bajo fertilización en El Limón de Chupampa, Herrera, Panamá. In. Memorias del Seminario Técnico sobre Fertilización Forestal realizado en Santiago, Veraguas, Panamá. CATIE/ INRENARE. pp. 17-29.
- Montero, M. 1999. Factores de sitio que influyen en el crecimiento de *Tectona grandis* L. f. y *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand, en Costa Rica. Tesis Mag. Ciencias. Universidad Austral de Chile, Valdivia/ CATIE, Turrialba, Costa Rica. 111 p.
- Negi, M.S.; Tandon, V.N.; Rawat, H.S. 1995. Biomass and nutrient distribution in young teak (*Tectona grandis* Linn. F.) plantations in Tarai Region of Uttar Pradesh. Indian Forester 121(6): 455-464.

- Nwoboshi, L.C. 1984. Growth and nutrient requirements in a teak plantation age series in Nigeria. II. Nutrient accumulation and minimum annual requirements. Forest Science 30(1): 35-40.
- Pandey, D. y Brown, C. 2000. La teca: una visión global. Unasylva 51(2): s.p.
- Patel, V.J. 1991. Teak cultivation at Jivrajbhai Patel agroforestry center. In Teak: Proceedings of the international teak symposium, thiruvananthapuram, Kerala, India. Eds. Basha, S.C; Mohanan, C.; Sankar, S. Kerala, India./ Kerala Forest Department & Kerala Forest Research Institute./ 15-19 p.
- Prasad, R., Sah, A.K. y Bhandari, A.S. 1986. Fertilizer trial in ten and twenty years old teak plantations in Nadhya Pradesh. Journal of Tropical Forestry 2(1):47-52.
- Rangaswamy, C.R., Jain, S.H. y Sarma, C.R. 1991. Effect of inorganic fertilisers on seedlings of casuarina, sandal and teak. Myforest 27(1):35-38.
- Salas, de las G. 1987. Suelos y ecosistemas forestales con énfasis en América Tropical. Servicio Editorial IICA. San José, Costa Rica. 447 p.
- Shanmughavel, P. y Francis, K. 1998. Litter production and nutrient return in teak plantations. Van Vigyan 36(2-4):128-133.
- Sundralingam, P. 1982. Some preliminary studies on the fertilizer requirements of teak. The Malaysian Forester 45(3): 361-366.
- Tewari, D. 1999. A monograph on teak (*Tectona grandis* Linn. .F.). Dehra Dun, India. International Book Distributors. 479 p.
- Vallejos, B.O. 1996. Productividad y relaciones del índice de sitio con variables fisiográficas, edafoclimáticas y foliares para *Tectona grandis* L f., *Bombacopsis quinata* (Jacq.) Dugand y *Gmelina arborea* Roxb. en Costa Rica. Tesis Mag. Ciencias. CATIE, Turrialba, Costa Rica. 147 p.
- Zech, W. y Drechsel, P. 1991. Relationships between growth, mineral nutrition and site factors of teak (*Tectona grandis*) plantations in the rainforest zone of Liberia. Forest Ecology and Management 41: 221-235.◆



### MANEJO DE NUTRIENTES EN CEBOLLA

D. A. Horneck\*

La cebolla representa la tercera industria más grande de hortalizas frescas en los Estados Unidos. El consumo per cápita de cebolla es de alrededor de 8.17 kg/año. En este cultivo de alto valor los rendimientos altos y la calidad son importantes consideraciones económicas. Una exitosa producción de cebolla depende del cuidadoso manejo de nutrientes, del buen manejo de otras técnicas de producción como el control de plagas y de los factores climáticos. Las estrategias de manejo que se recomiendan aquí se basan en datos recolectados en varias épocas y variedades en Oregon, Idaho y Washington.

El bulbo de la cebolla es diferente al de otros cultivos de raíz como la remolacha o tubérculo como la papa. Cada capa de las cebollas se llama "escama" en términos botánicos y es la base de una hoja individual. Por esta razón, el número de hojas es importante para determinar el tamaño del bulbo. Como se obtiene un buen precio por cebollas grandes, se clasifican y venden por tamaños, en un rango que va desde Super Colosal (>10 cm de diámetro) a Mediana (5.5 a 7.5 cm de diámetro). El mercado para cebollas pequeñas es limitado y de menor valor. Factores de calidad importantes en la cebolla incluyen la forma del bulbo, color y grosor de la escama, firmeza del bulbo, número de puntos de crecimiento y grosor del cuello.

La cebolla tiene un sistema de raíces poco ramificado, con la mayoría de las raíces en los primeros 30 centímetros del suelo (**Foto 1**). Este patrón superficial

de raíces tiene importantes implicaciones por la limitada disponibilidad de nutrientes relativamente inmóviles como el fósforo (P), potasio (K) y algunos micronutrientes. Los nutrientes móviles como nitrato y sulfato pueden fácilmente perderse desde la zona radicular por una excesiva irrigación.

#### Nitrógeno

La concentración de nitrógeno (N), en base a peso seco, en bulbos de cebolla a la cosecha es similar entre las variedades rojas, amarrillas y blancas. El promedio total de absorción de N por el cultivo es de 157 kg de N/ha y el 70 al 90% del N se concentra en el bulbo a la cosecha. La tasa de absorción de N durante las primeras etapas de crecimiento es de 1.1 a 3.4 kg de N/ha/día. Comúnmente se realizan aplicaciones fraccionadas de fertilizantes nitrogenados durante el ciclo de crecimiento.

#### Fósforo y Potasio

Las cebollas dependen mucho de las micorrizas para obtener el P del suelo. Estos hongos que viven en íntima asociación con las raíces producen una red de hifas que se extiende por el suelo, aumentando apreciablemente el área de absorción del sistema radicular. La recomendación de fertilización con P después de la fumigación es hasta 25% veces más alta que en suelos no fumigados.



Foto 1. La cebolla tiene un sistema radicular pequeño que limita su habilidad de adquirir nutrientes.



Foto 2. La cebolla responde mejor a la aplicación de P en banda (izquierda) que a la aplicación al voleo (derecha).

<sup>\*</sup> Tomado de: Horneck, D.A. 2004. Nutrient Management for Onions in the Pacific Northwest. Better Crops with Plant Food 88 (1): 14-16.

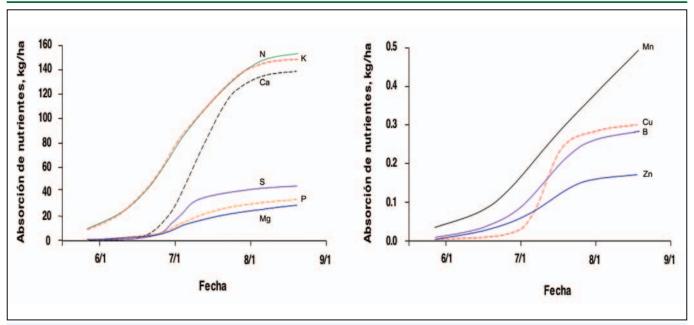


Figura 1. Absorción acumulada de nutrientes (bulbos y parte aérea) de cebolla amarilla cultivada cerca de Connell, Estado de Washington, EUA. El rendimiento de bulbos frescos fue de 94 t/ha en una operación con riego por surcos.

Debido a que el P es esencial para el rápido desarrollo radicular, la deficiencia de este nutriente reduce el tamaño del bulbo y retrasa la maduración (**Foto 2**). La absorción total de P para un rendimiento de bulbos de 94 t/ha está entre 22 y 28 kg de P/ha (50 a 62 kg de P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/ha) al momento de la cosecha (**Figura 1**). Las recomendaciones específicas se basan en el contenido de P según el análisis de suelos, la cantidad de carbonato de calcio presente y la historia de fumigación del suelo.

Siempre se recomienda la incorporación de fertilizantes fosfóricos a la cama de siembra. La aplicación de P en banda ha sido más efectiva que aplicaciones al voleo en Oregón. Sin embargo, en Idaho, no se encontró ninguna diferencia entre las aplicaciones en banda y las aplicaciones al voleo. Se debe evitar la colocación de fosfato de amonio junto a la semilla debido al peligro potencial de toxicidad de amonio.

La cebolla remueve a la cosecha cantidades de K casi iguales a las de N. La remoción de K está en el rango de 145 a 210 kg de K<sub>2</sub>O/ha. Aun cuando la deficiencia de K no es común en algunas áreas, se necesita la fertilización regular con K en muchos suelos arenosos con una baja capacidad de intercambio catiónico. Las dosis de aplicación de K se deben basar en los resultados del análisis de suelo. Comúnmente, se necesita aplicar K cuando el contenido del nutriente según el análisis de suelos (bicarbonato de sodio) se encuentra por debajo de 100 ppm.

Cuando no se dispone del análisis de suelos, se puede determinar la dosis de aplicación de K basándose en la tasa de remoción del cultivo para evitar el agotamiento del K en el suelo. El K es un importante factor en la relación planta-agua, en la formación de la pared celular y en las reacciones de energía en la planta. Cuando es necesario, el K se puede aplicar antes de la siembra o luego que las plantas de cebolla pasen la etapa de 4. Esto evita los problemas asociados con excesivas sales solubles, ya que las cebollas son muy sensibles al estrés de agua durante la etapa de plántula y durante el crecimiento del bulbo.

Cantidades sustanciales de otros nutrientes esenciales, especialmente calcio (Ca), azufre (S) y magnesio (Mg), también se acumulan rápidamente durante el ciclo de crecimiento. Estos nutrientes deben estar disponibles en cantidades apropiadas para abastecer este cultivo de rápido crecimiento. Debido a la naturaleza superficial de las raíces, estos nutrientes deben estar presentes en cantidades relativamente altas en la capa superficial del suelo. El análisis de suelos es la mejor manera de monitorear el contenido de nutrientes en la zona radicular.

#### **Conclusiones**

La cebolla se cultiva ampliamente en Norte América. Investigación del Noroeste de los Estados Unidos indica que la cebolla responde bien a las aplicaciones de nutrientes. El manejo apropiado de nutrientes da como resultado rendimientos altos y rentables bulbos de cebolla. •

# EFECTO DE LA FERTILIZACION CON NITROGENO Y POTASIO EN EL RENDIMIENTO Y LA CALIDAD DE LOS CITRICOS

Dirceu Mattos, Jr., José Antonio Quaggio y Heitor Cantarella\*

Brasil produce 15 millones de toneladas de naranjas dulces por año, lo que constituye el 30% de la producción mundial. La fortaleza de la producción de cítricos en Brasil se basa en el gran mercado de exportación de jugos. Alrededor del 80% de la producción de cítricos del Estado de Sao Paulo, el de mayor producción en el país, se entrega a 10 plantas procesadoras. Además de cítricos para jugos, se producen anualmente 2 a 3 millones de toneladas de fruta fresca de naranjas, mandarinas y limas para satisfacer el mercado nacional y el de exportación. La importancia de estos nichos de mercado obliga a manejar adecuadamente el rendimiento, calidad y la poscosecha.

El manejo de nutrientes juega un importante rol para una óptima producción de frutas de calidad, ya sea para concentrados congelados de jugo de naranja o para fruta fresca. Por definición, el establecimiento de adecuadas prácticas de manejo del cultivo reduce también el costo de la producción y minimiza cualquier efecto potencial adverso del cultivo de cítricos en el medio ambiente.

El rendimiento de los árboles de cítricos está regulado principalmente por el suplemento de nitrógeno (N), porque la disponibilidad de N afecta la fotosíntesis y la producción de carbohidratos, el peso específico de las hojas y la ubicación de carbono en las diferentes partes de los árboles. La óptima disponibilidad de N resulta en follaje de color verde e incrementa los rendimientos, sin embargo, el exceso de N puede llevar al consumo de lujo por parte del árbol y puede tener impactos negativos en el tamaño y en la composición de la fruta y finalmente los productos cosechados tienen menor valor comercial. Es crítico ajustar la fertilización nitrogenada, para mantener un apropiado balance de N, basándose en los análisis foliares. El potasio (K) juega un importante papel en mantener la turgencia y extensibilidad de las células. Muchos estudios han demostrado los efectos marcados del suplemento de K en el tamaño de la fruta y el grosor de la cáscara (Foto 1).

#### Investigación de Brasil

Los resultados de reciente experimentación de campo realizados con naranja Pera y Valencia demuestran que



Foto 1. Las características externas de la fruta, como el tamaño y grosor de la cáscara, son muy importantes para los cítricos destinados al mercado fresco.

la masa individual de la fruta se reduce con el incremento de las dosis de N (**Tabla 1**). Esta característica también se relaciona inversamente con el rendimiento total de fruta, debido a que a mayores dosis de N se incrementaron el número de frutos por árbol, pero estos frutos son de menor tamaño por unidad de volumen del dosel del árbol.

Los efectos de la fertilización con K en el rendimiento de la naranja están fuertemente relacionados a la disponibilidad de K intercambiable en el suelo. En un sitio experimental con una baja disponibilidad de K intercambiable en la capa de 0 a 20 cm (0.12 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>) se observó una respuesta lineal a la aplicación de K, obteniéndose un incremento del 18% en el rendimiento de la fruta cuando la dosis de K se incrementó desde 25 a 223 kg/ha (**Tabla 1**). En otro sitio, cuyo K intercambiable en el suelo se considera alto (0.29 cmol<sub>c</sub> dm<sup>-3</sup>), el promedio del rendimiento de la fruta no varió significativamente con el suplemento de K en las últimas cuatro temporadas (datos no presentados).

La mayoría de información en la literatura concuerda con el hecho de que el incremento de las dosis de aplicación de K hace que la fruta se haga más grande y áspera. Esto podría explicar la reducción en jugo y en el total de sólidos solubles (TSS) de la fruta (**Tabla 1**),

<sup>\*</sup> Tomado de: Mattos, D., Quaggio, J.A., Cantarella, H. 2005. Nitrogen and potassium fertilization impacts fruit yield and quality of citrus. Better Crops with Plant Food 89 (2): 17-19.

Tabla 1. Datos selectos de experimentos de fertilización conducidos en árboles de naranja dulce.

Dosis de nutrientes kg/ha	Rendimiento del fruto t/ha	Masa de la fruta g	TSS <sup>1</sup> ° Brix	Contenido de jugo %	Cajas/ton jugo <sup>2</sup> #	TSS/área kg/ha
Nitrógeno						
30	43.0	230	10.8	51.4	285	2 411
240	47.8	219	11.0	52.0	275	2 724
Potasio						
25	33.0	159	11.5	56.2	254	2 344
223	38.8	176	11.0	55.7	264	2 466

<sup>&</sup>lt;sup>1</sup> TSS = Total sólidos solubles

Tabla 2. Recomendaciones de fertilización para cítricos en Brasil basadas en el rendimiento esperado, en los análisis de suelos y foliares y en destino de la fruta.

Meta de	N	foliar, g	/kg	P en el	suelo (r	esina), m	ng/dm <sup>-3</sup>	K inte	rcambia	ble, cmo	$ol_c/dm^{-3}$
rendimiento	<23	23-27	>27	<6	6-12	13-30	>30	< 0.08	0.08-	0.16-	>0.30
									0.15	0.30	
t/ha					N/P <sub>2</sub>	$_{2}O_{5}/K_{2}O$	kg/ha				
Jugos concentrados											
congelados											
<16	90	70	60	50	40	20	0	60	40	30	0
17-20	100	80	70	70	50	30	0	70	50	40	0
21-30	140	120	90	90	70	40	0	90	70	50	0
31-40	190	160	130	130	100	50	0	120	100	70	0
41-50	240	200	160	160	120	60	0	160	120	90	0
>50	260	220	180	180	140	70	0	180	140	100	0
Fruta fresca											
<15	80	60	40	60	50	30	0	100	80	60	0
16-20	100	80	60	80	70	40	0	140	120	100	60
21-30	120	100	80	120	90	50	0	160	140	120	80
31-40	160	140	100	140	110	60	0	200	180	160	100
>40	180	160	120	160	120	80	0	220	220	180	120

Fuente: Quaggio et al., en prensa.

constituyentes considerados importantes en el mercado de concentrados congelados de jugo de naranja, pero de efecto negativo en el mercado de fruta fresca.

El rendimiento puede afectarse negativamente por el exceso de K. Los datos de un experimento conducido en una huerta comercial de mandarinas dulces demostraron que el rendimiento de fruta (promedio de seis cosechas) se redujo en un 53% al incrementar las aplicaciones de K de 25 a 225 kg/ha. Los árboles que recibieron las mayores dosis de K tenían una excesiva defoliación y un menor contenido de calcio (Ca) y magnesio (Mg) en el flujo de crecimiento de primavera de las hojas recolectadas de los terminales de las ramas productoras (**Figura 1**). Contenidos excesivos de K en el suelo generalmente se encuentran en huertas donde

se aplican fórmulas de fertilización sin tener en cuenta el análisis de suelos.

En conclusión, los programas nutricionales dependen del mercado de destino de la fruta. En general, las características externas de la fruta como tamaño y grosor de la cáscara son las más importantes para la fruta destinada a los mercados de fruta fresca. Estas características normalmente se obtienen con dosis más bajas de N y más altas de K que aquellas usadas para el procesamiento de concentrados congelados de jugo de naranja (**Tabla 2 y Foto 2**). Por supuesto, el análisis de suelos y el análisis foliar juegan un importante papel para definir los parámetros de calidad de la fruta para los árboles de cítricos. Estos estudios han demostrado la necesidad de revisar las recomendaciones de

<sup>&</sup>lt;sup>2</sup> Número de cajas (40.8 kg de fruta) requerido para producir 1 tonelada de jugo concentrado (66 º Brix). Fuente: Quaggio et al., sometido para publicación.



Foto 2. Menores dosis de aplicación de N y mayores de K son usualmente óptimas para mercado de fruta fresca. Menores dosis de aplicación de K y mayores de N son usualmente óptimas para un mercado de jugos de naranja congelados.

fertilización actuales para los árboles de cítricos basados en análisis de suelos y foliares, como se propone en el nuevo juego de recomendaciones presentados en la **Tabla 2**.

#### Referencias

Mattos, Jr., D., J.A. Quaggio, H. Cantarella, and S.A.
Carvalho. Response model of 'Murcott' tangor to N,
P, and K fertilization. Revista Brasileira de Fruticultura. 26:164-167 (in Portuguese).

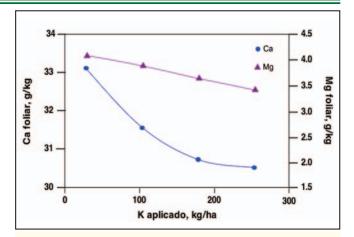


Figura 1. Concentraciones de Ca y Mg en el follaje de una huerta de mandarina plantada en un suelo oxisol franco arenoso, 6 años después de una aplicación anual de K (Mattos, Jr. et al., 2004).

Quaggio, J.A., D. Mattos, Jr., and H. Cantarella. 2005. Fruit yield and quality of sweet oranges affected by nitrogen, phophorus, and potassium fertilization in tropical soils. (Submitted for publication).

Quaggio, J.A., D. Mattos, Jr., and H. Cantarella. 2005. Manejo de fertilidade do solo. In D. Mattos, Jr., et al. (Ed.) Citros. Campinas: Instituto Agronomico. (In Portuguese; in press; book chapter).

### REPORTE DE INVESTIGACION RECIENTE

## EPOCA DE LLUVIA Y PERDIDA DE AMONIO DE LA UREA EN UNA PLANTACION DE PINO

Kissel D. E., M. L. Cabrera, N. Vaio, J. R. Craig, J. A. Rema, L. A. Morris. Rainfall Timing and Ammonia Loss from Urea in a Loblolly Pine Plantation. Soil Sci. Soc. Am. J. 68:1744-1750 (2004).

Las aplicaciones superficiales de urea en los bosques de pino pueden conducir a pérdidas de amonio (NH<sub>3</sub>). Generalmente se considera que la lluvia que cae poco después de las aplicaciones de la urea introduce el fertilizante y los productos de su hidrólisis en el suelo y de esta forma se detiene la pérdida de NH<sub>3</sub>, pero falta datos cuantitativos, especialmente para el ambiente de bosque. El objetivo de este estudio fue el cuantificar el efecto de las lluvias en las pérdidas de NH<sub>3</sub> cuando cae en diferente época después de una aplicación de urea. Se realizaron cuatro estudios de lotes en la mitad de la rotación de una plantación de pino loblolly (*Pinus taeda* L.). Donde las cámaras de volatilización de NH<sub>3</sub>

fueron fertilizadas con 200 kg ha<sup>-1</sup> de N y se midieron las pérdidas de NH<sub>3</sub> a los 29 o 59 días. En un estudio complementario de laboratorio, se midió la pérdida de NH<sub>3</sub> y el movimiento del fertilizante nitrogenado en el suelo después de una lluvia simulada. La pérdida de NH<sub>3</sub> de la urea se incrementó o no fue afectada por la lluvia simulada que se aplicó después que los gránulos de urea habían sido disueltos por el roció. El incremento de la pérdida de NH<sub>3</sub> por la lluvia simulada se atribuyó al ineficiente movimiento de la urea a través del perfil y al incremento del contenido de agua en el suelo que se conoce que incrementa la dosis de hidrólisis de urea. Al contrario, la lluvia simulada aplicada inmediatamente después de la aplicación de urea redujo las perdidas de NH3 a <1% de la urea aplicada. Estos resultados demostraron que a menos que caiga lluvia antes que la urea sea disuelta por el rocío de la mañana, ésta podría no ser efectiva para mover la urea en el perfil del suelo, reduciendo así las perdidas de NH<sub>3</sub>. Se necesita más investigación para elucidar el mecanismo de retención de urea por el horizonte O en el bosque de pinos. •

## MINERALIZACION DE NITROGENO DESPUES DE LA FERTILIZACION CON UREA DE BOSQUES DE PINO DE OREGON

Fox, T. 2004. Nitrogen Mineralization Following Fertilization of Douglas-fir Forests with Urea in Western Washington. Soil Sci. Soc. Am. J. 68:1720-1728.

Se determinó la mineralización de nitrógeno (N) después de repetidas aplicaciones de urea en el horizonte A del suelo de dos plantaciones de pino de Oregón [Pseudotsuga menziesii (Mirb.) Franco] en el Estado de Washington, EUA. Se realizaron repetidas aplicaciones de urea en dosis que variaban de 0 a 600 kg de N ha-1 en forma anual y en intervalos de 5 años, en un periodo de 6 años. La fertilización con N incremento el potencial de mineralización de N en estos suelos. Sin embargo, la mineralización de N siguió una relación cuadrática con la cantidad total de N aplicado con el fertilizante en el periodo de 6 años, incrementándose hasta una dosis total de 450 kg de N ha-1 y luego se redujo a dosis mayores. La reducción de las tasas de mineralización de N en dosis altas de fertilización con N pueden deberse a cambios en la calidad de la materia orgánica del suelo, lo que reduce la efectividad de las enzimas extracelulares y disminuye la tasa de descomposición y mineralización. El pH del suelo se redujo luego de la aplicación de urea y la mayor reducción se produjo a las dosis más altas de N. La reducción del pH estuvo acompañada con disminuciones en los niveles de Ca y Mg extraíbles. Estos resultados sugieren que se producen altas tasas de nitrificación y que la lixiviación de nitrato esta arrastrando y sacando el Ca y Mg del complejo de intercambio de estos suelos. Parecería que las repetidas aplicaciones de urea en dosis bajas a intermedias puede incrementar la disponibilidad de N a largo plazo y por lo tanto mejorar la calidad del suelo. Sin embargo, las aplicaciones anuales de altas dosis de urea pueden reducir la calidad del suelo, ya en estas circunstancias no se incrementa la mineralización de N y existe una pérdida de cationes desde el suelo.

## DIAGNOSTICO NUTRICIONAL DEL EUCALIPTO POR DRIS, M-DRIS Y CND

Costa da Silva, G., J. Lima Neves and V. Alvarez. 2004. Nutritional diagnosis for eucalypt by DRIS, M-DRIS, and CND. Sci. agric. 61: (5) 1140-1142.

La evaluación de estado nutricional en bosques de eucalipto (*Eucalyptus grandis* W. Hill ex Maid.) a través de análisis de los tejidos vegetales, que refleje las corrientes de agua y nutrientes en el sistema,

representa una herramienta complementaria al análisis de suelo y puede ser una ayuda para incrementar y mantener la productividad del bosque en altos niveles. Este estudio comparó el uso del Sistema Integrado de Diagnóstico y Recomendación (DRIS), DRISmodificado (M-DRIS), y Diagnóstico Composicional de Nutrientes (CND), que son métodos de diagnóstico en las plantaciones de eucalipto en el estado Minas Gerais en el centro-occidental de Brasil. Se usaron datos de producción y de contenido foliar de N, P, K, Ca y Mg en 993 lotes de Eucalyptus grandis con edades entre 72 a 153 meses, plantados en seis sitios con un distanciamiento de 3 x 2 m. Se diagnosticó el estado nutricional con los métodos DRIS, M-DRIS y CND, y estos datos fueron validados por la prueba de chicuadrado (x2) aplicada a los nutrientes diagnosticados como primera limitante por deficiencia. Se compararon estos tres métodos entre si basándose en la frecuencia de concordancia de diagnóstico, derivada del potencial de respuesta de la fertilización (FRP) por el criterio que considera a cada nutriente por separado; de todos (5) a ninguno (0); y solo los principales nutrientes limitantes ya sea por exceso o deficiencia. El nivel de concordancia del diagnóstico entre los métodos fue dependiente de procedimiento y varió de acuerdo a la concentración de nutrientes en el árbol.

## RESPUESTA DEL CAFE A LA FERTILIZACION POTASICA

Silva, E., and F. Nogera. 2001. Coffee tree response to potassium fertilization in low and high yields. Pesq. Agropec. Bras. 36 (11): 1331-1337.

Se condujeron dos experimentos en los campos experimentales de Epamig (MG), con el objetivo de evaluar la respuesta del café a la fertilización potásica (fuentes y dosis) en lotes de baja y alta producción en dos Oxisoles típicos. Los experimentos se instalaron en lotes de café Catuaí, línea MG-99, de seis años de edad, con espaciamiento entre plantas de 3.5 a 0.7 m y una planta por hoyo. El diseño experimental fue de bloques al azar, con cuatro repeticiones, en un esquema de parcela subdivididas. En las parcelas se ubicaron las fuentes de K [cloruro de potasio (KCl), sulfato de potasio (K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub>) y nitrato de potasio (KNO<sub>3</sub>)] y en las subparcelas las dosis de K (0, 100, 200 y 400 kg ha<sup>-1</sup>). Se determinó el rendimiento de grano procesado, K disponible (Mehlich) y K foliar en cuatro cultivos (1995 a 1998): dos cultivos de rendimientos bajos (1995 y 1997) y dos cultivos de rendimientos altos (1996 y 1998) en ambos suelos. Los mejores rendimientos se obtuvieron con KCl, K<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> y KNO<sub>3</sub> a 213.9, 226.5 y 223.0 kg ha<sup>-1</sup> de K, respectivamente. La respuesta a las dosis de K fue diferente entre las cosechas de alta y de baja producción. Debido a la alternancia de la producción del cafeto, los niveles críticos de K en el suelo y en la hoja deben obtenerse en los años de alta producción. •

## NUTRICION MINERAL, CRECIMIENTO Y CONTENIDO DE ACEITE ESENCIAL DE MENTA EN SOLUCION NUTRITIVA BAJO DIFERENTES CONCENTRACIONES DE FOSFORO

Rodríguez C. R., V. Faquin, and D. Trevisan. 2004. Mineral nutrition, growth and essential oil content of mint in nutrient solution under different phosphorus concentrations. Hortic. Bras. 22 (3); 573-578.

Se evaluó el efecto de las concentraciones de P y el periodo de cosecha en el crecimiento, nutrición mineral y contenido de aceite esencial en menta (*Mentha piperita* L.). El diseño experimental fue de bloques al azar en un esquema de parcela dividida, en un factorial de 2x5 con cuatro replicaciones. Se evaluaron dos periodos de cosecha [65 y 95 días de crecimiento (DC)] y cinco concentraciones de P en la solución nutritiva (6, 12, 18, 24 y 30 mg L<sup>-1</sup>). También se evaluó el peso seco de las hojas (PSH), peso seco

del tallo (PST), peso seco de las raíces (PSR), la relación hoja:tallo (H:T) y la relación parte aérea:raíz (PA:R). Se determinó el contenido de aceite esencial en hojas frescas. Se calculó el nivel crítico y acumulación de nutrientes en las hojas y tallos por medio del análisis químico de hojas y tallos. El nivel de P incrementó la producción de materia seca 65 DC. a 95 DC, la concentración de P en la solución nutritiva no incremento significativamente el crecimiento de la planta y el contenido del aceite esencial. El máximo contenido de aceite esencial (2.192 dag kg<sup>-1</sup>) se obtuvo con 19.48 mg L-1 de P. Una mayor concentración de P en la solución nutritiva (24 y 30 mg L-1), incremento la materia fresca y seca de la porción aérea de la planta, pero redujo el contenido de aceite esencial. Debido al efecto de disolución, el incremento de la producción de materia fresca y seca no resulto en un incremento en el rendimiento de aceite por planta. El nivel crítico de nutrientes en las hojas que corresponde al contenido máximo de aceite esencial a los 95 DC, en g kg-1 es: N=37.2; P=3.9; K=21.2; Ca=9.3; Mg=3.8; S=3.0 y en mg kg-1: B=35; Cu=8; Fe=323; Mn=145 y Zn=22. El orden de nutrientes requeridos a los 95 DC relacionados con el contenido máximo de aceite esencial es: N>K>Ca>P>Mg>S>Fe>Mn>B>Zn>Cu.◆

#### **CURSOS Y SIMPOSIOS**

#### 1. IV Simposio Internacional sobre los Suelos Volcánicos Deteriorados

Organiza : Centro Nacional para

Producción Sostenible

**Lugar y Fecha** : Morelia - México

Julio 1-8, 2006

**Información** : www.isvo06.org

## 2. XVIII Congreso Mundial de la Ciencia del Suelo

Organiza : Unión Internacional de

la Ciencia del Suelo

**Lugar y Fecha** : Filadelfia - EEUU

Julio 9-15, 2006

**Información** : WCSS

18wcss@soils.org www.18wcss.org

#### 3. XX Congreso Argentino de la Ciencia del Suelo

Organiza : Asociación Argentina de la

Ciencia del Suelo

Lugar y Fecha : Salta, Jujuy - Argentina

Septiembre 18-22, 2006

**Información** : www.suelos.org.ar

## 4. XIII Congreso Colombiano de la Ciencia del Suelo

Organiza : SCCS

Lugar y Fecha : Bogotá - Colombia

Octubre 4-6, 2006

**Información** : SCCS

scsuelo@cable.net.co www.scsuelo.tripod.com

#### 5. XVII Reunión Internacional ACORBAT 2006

Organiza : ACORBAT

**Lugar y Fecha** : Joinville, SC - Brasil

Octubre 15-20, 2006

**Información**: www.acorbat2006

#### 6. X Congreso Ecuatoriano de la Ciencia del Suelo

Organiza : SECS

**Lugar y Fecha** : Guayaquil - Ecuador

Noviembre 22-24, 2006

**Información** : SECS

Ing. Francisco Mite fmitev@uio.satnet.net Dr. José Espinosa jespinosa@ppi-ppic.org

### **PUBLICACIONES DE INPOFOS**

Las siguientes publicaciones de INPOFOS se encuentran disponibles al siguiente costo en dólares



















Manual de Arroz: Desórdenes Nutricionales y Manejo de Nutrientes: Esta publicación sentiene información que permite desarrollar estrategias de recomendaciones de fertilización del arroz cultivado en regiones tropicales y subtropicales.

\$ 15.00

\$ 20.00

\$ 20.00

\$ 8.00

\$ 8.00

\$ 20.00

\$ 15.00

\$ 5.00

\$ 8.00

Guía Práctica para el Manejo de Nutrientes en Arroz: Contiene una discusión concisa y muy práctica de las estrategias de manejo nutricional y recomendaciones de fertilización del arroz cultivado en regiones tropicales y subtropicales. Excelente herramienta de apoyo en el contacto diario con los agricultores.

Guía de Campo, Serie en Palma Aceitera, Volumen 1: Vivero. Guía de campo preparada específicamente para uso práctico en el manejo diario de la palma aceitera. El volumen 1 cubre el manejo del vivero para producir plántas de calidad que deben estar disponibles para la siembra en el campo en el momento requerido.

Guía de Campo, Serie en Palma Aceitera, Volumen 2: Fase Inmadura. Guía de campo preparada específicamente para uso práctico en el manejo diario de la palma aceitera. El volumen 2 cubre el manejo de la fase inmadura de la plantación para lograr una población uniforme de palmas productivas en cada bloque del campo.

Guía de Campo, Serie en Palma Aceitera, Volumen 3: Fase Madura. Guía de campo preparada específicamente para uso práctico en el manejo diario de la palma aceitera. El volumen 3 cubre el manejo de la fase madura de la plantación para lograr rendimientos sostenidos de racimos de fruta fresca a través de toda la etapa productiva del cultivo.

Síntomas de Deficiencias de Nutrientes y Desórdenes en Palma Aceitera. Guía de Bolsillo para técnicos a cargo del manejo de plantaciones que deseen identificar los síntomas de deficiencia en el campo, conocer algo de sus causas y como éstas podrían prevenirse o remediarse.

Síntomas de Deficiencias Nutricionales y Otros Desórdenes Fisiológicos en Banano. Guía de Campo para técnicos y agricultores que permite identificar en el campo los síntomas de deficiencias nutricionales, conocer sus causas y determinar una estrategía de prevensión o recuperación.

Manual Internacional de Fertilidad de Suelos. Publicación didáctica sobre uso y manejo de \$15.00 suelos y fertilizantes con datos y ejemplos de diferentes partes del mundo

Manual de Nutrición y Fertilización del Café. Este manual presenta conceptos modernos del manejo de la nutrición y fertilización del cafeto como herramienta para lograr rendimientos altos sostenidos.

Manual de Nutrición y Fertilización de Pastos. Esta publicación ofrece a las personas envueltas en la producción ganadera una visión amplia del potencial productivo, de los requerimientos nutricionales y de los factores limitantes impuestos por el ambiente tropical a la producción de forrajes.

Fertilización del Algodón para Rendimientos Altos. Publicación que cubre en forma detallada los requerimientos nutricionales, análisis foliar y de suelos y fertilización del cultivo del algodón.

Nutrición de la Caña de Azúcar. Este manual de campo es una guía completa para la identificación y corrección de los desórdenes y desbalances nutricionales de la caña de azúcar. El tratamiento completo de la materia y las excelentes ilustraciones hacen de este manual una importante herramienta de trabajo en la producción de caña.

PEDIDOS DE PUBLICACIONES: Las publicaciones de INPOFOS pueden ser adquiridas en las siguientes direcciones:

**COLOMBIA:** Sociedad Colombiana de la Ciencia del Suelo (SCCS). Carrera 11 No. 66-34, Oficina 204. Telf.: 211-3383 Fax.: 211-3383. E-mail: scsuelo@cable.net.co. Bogotá, Colombia.

COSTA RICA: Asociación Costarricense de la Ciencia del Suelo (ACCS). Código Postal 2060. Telf.: 224-3712 Fax: 224-9367. E-mail: fbertsch@cariari.ucr.ac.cr. San José, Costa Rica.

**PERU:** Corporación MISTI S.A. Ing. Federico Ramírez, Tudela y Varela 179, San Isidro. Telf.: 222-6722 Fax.: 442-9881. E-mail: framirez@corpmisti.com.pe. Lima, Perú.

Molinos & Cía S. A. Fertilizantes. Ing. Edgardo Alaluna Av. de Los Ingenieros No. 154, Urb. Ind. Sta. Raquel 2da. Etapa - Ate. Telf.: 349-0920 Fax.: 348-0615. E-mail: edgardoag@molicom.com.pe. Lima, Perú.

EN OTROS PAISES: Solicitar las publicaciones a las oficinas de INPOFOS en Quito. Adjuntar cheque girado contra una plaza de los Estados Unidos a nombre del Instituto de la Potasa y el Fósforo (INPOFOS) por el valor de las publicaciones más costo de correo (US \$ 4.00 dólares por publicación).