

INFORMACIONES Agronomicas



INVESTIGACION
INPOFOS
EDUCACION

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

FERTILIZACION BALANCEADA DEL MANGO: LA EXPERIENCIA DE CHINA

Zhou Xiuchong, Liu Guojian, Yao Jianwu, Ai Shaoying y Yao Lixian*

Introducción

El mango es una importante fruta tropical que se localiza en el quinto lugar en producción y consumo en el mundo. Los rendimientos normales varían entre 7.5 y 15.0 t/ha. Sin embargo, los rendimientos en la provincia de Guandong, al sur de China, son bajos e inestables debido a efectos combinados de intenso clima, baja fertilidad del suelo y al poco conocimiento de los agricultores de los beneficios de la fertilización balanceada. Los rendimientos promedio de mango en Guandong son solamente de 3.75 t/ha. La calidad del fruto es baja y poco competitiva en el mercado internacional, lo que produce una pobre rentabilidad para el productor. La rentabilidad de este cultivo depende de la investigación en fertilización balanceada que se conduce en la región.

Materiales y métodos

Los experimentos que se discuten en este artículo fueron conducidos en cuatro huertos de mango en dos sitios diferentes en la provincia de Guandong (Shenzhen y Sanshui). Los suelos son franco limosos ácidos con bajo contenido de nitrógeno (N) y niveles deficientes de fósforo (P), potasio (K), magnesio (Mg), azufre (S) y zinc (Zn). Los ocho tratamientos probados (Tabla 1) se diseñaron utilizando las fuentes disponibles en China (Tabla 2). Debido a que la única fuente de Zn fue el sulfato de zinc ($ZnSO_4$) y a que el S es una variable en el experimento, no se aplicó Zn a los tratamientos.

La dosis total de fertilizantes se fraccionó en tres aplicaciones dependiendo del periodo de crecimiento del huerto (Tabla 3). Los fertilizantes se aplicaron en dos pequeños surcos a dos lados opuestos del árbol. Los surcos fueron cubiertos después de cada aplicación. Los frutos fueron cosechados del 2 al 21 de Julio.

Contenido de nutrientes en la hoja del mango

El contenido de nutrientes en la hoja madura más joven se muestra en la Tabla 4. Con adecuada nutrición con N, P, K, Mg y S la categorización de los contenidos de nutrientes en las hojas fue la siguiente: $N > \text{calcio (Ca)} > K > P > Mg$ y S. La relación $N : P : K : Ca : Mg : S$ fue casi idéntica entre sitios con las siguientes cifras: 1 : 0.10 : 0.60 : 0.86 : 0.09 : 0.09 en Shenzhen y 1 : 0.09 : 0.62 : 0.96 : 0.09 : 0.10 en Sanshui.

Tomado de: Xiuchong, et al., 2001. Balanced fertilization on mango in southern China. *Better Crops International* 15 (2): 16-19.

JUNIO 2002

No. 47

Contenido

	Pág.
Fertilización balanceada del mango: La experiencia de China	1
Remoción de nutrientes de cuatro cultivos de aguacate	5
Fósforo: Un nutriente esencial en la dieta humana	8
Nuevas tecnologías para reemplazarla tumba y quema en la Amazonía	10
Lugar del P orgánico en su programa de fertilización	12
Reporte de investigación reciente	14
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.

Tabla 1. Nutrientes aplicados en los diferentes tratamientos en los experimentos con mango.

Tratamientos	N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Mg	S
	----- g/árbol/año -----				
1- N ₂ PSK ₁ Mg ₁	400	125	320	40	80
2- N ₂ PSK ₁	400	125	320	0	80
3- N ₂ PSMg ₁	400	125	0	40	80
4- N ₂ PK ₁ Mg ₁	400	125	320	40	0
5- N ₂ SK ₁ Mg ₁	400	0	320	40	80
6- N ₁ PSK ₁ Mg ₁	300	125	320	40	80
7- N ₂ PSK ₂ Mg ₁	400	125	440	40	80
8- N ₂ PSK ₂ Mg ₂	400	125	440	80	80

Tabla 2. Fuentes y cantidad de material utilizados en los experimentos con mango.

Tratamientos	Urea	DAP	MOP	SOP ¹	SPM	MgSO ₄	MgCl ₂	S ^o
	----- g/árbol/año -----							
1- N ₂ PSK ₁ Mg ₁	763	272	400	0	364	0	0	0
2- N ₂ PSK ₁	763	272	200	444	0	0	0	0
3- N ₂ PSMg ₁	763	272	0	0	0	400	0	29
4- N ₂ PK ₁ Mg ₁	763	272	533	0	0	0	333	0
5- N ₂ SK ₁ Mg ₁	870	0	400	0	364	0	0	0
6- N ₁ PSK ₁ Mg ₁	546	272	400	0	364	0	0	0
7- N ₂ PSK ₂ Mg ₁	763	272	600	0	364	0	0	0
8- N ₂ PSK ₂ Mg ₂	763	272	600	0	364	0	333	0

DAP = Fosfato diamónico; MOP = Muriato de potasio; SOP = Sulfato de potasio; SPM = Sulfato de potasio y magnesio; MgSO₄ = Sulfato de magnesio; MgCl₂ = Cloruro de magnesio; S^o = Azufre elemental

¹ SOP fabricado en China contiene 45% de K₂O y 18% de S.

Tabla 3. Epoca de aplicación de los fertilizantes en los huertos en estudio.

Etapa de crecimiento	Porcentaje fraccionado	Fecha
Promoción del crecimiento de ramas	40	12 de agosto al 11 de septiembre
Promoción de la floración	30	24 de febrero al 2 de marzo
Crecimiento y maduración de la fruta	30	20 de abril al 17 de mayo

No se encontraron diferencias significativas en el contenido foliar de N entre los mangos que recibieron 300 y 400 g de N/árbol. Cuando el contenido de P disponible en el suelo fue mayor que 5 ppm, no hubo diferencias significativas en el contenido foliar de P entre la aplicación de 125 g de P₂O₅/árbol y la no aplicación. La aplicación de 320 g de K₂O/árbol incrementó el contenido foliar de K en 0.16 y 0.18% sobre las plantas que no recibieron K. La aplicación de 40 g de Mg/árbol incrementó el contenido foliar de Mg en 0.04 a 0.09% comparado con las plantas sin aplicación. La aplicación de 80 g de S/árbol aumentó el contenido foliar de S en 0.03 a 0.04% sobre las plantas que no recibieron este nutriente.

Remoción de nutrientes con diferentes rendimientos de mango

El rendimiento de fruta y la remoción de nutrientes de los sitios en estudio se presenta en la Tabla 5. Como se esperaba, la absorción y remoción de nutrientes fue mayor cuando los rendimientos son más altos. El orden de remoción de nutrientes por la fruta fue el siguiente: K₂O > N > P₂O₅ > Ca > Mg > S. Además, se notó que si bien hubo mayor remoción de nutrientes con los rendimientos más altos la relación de remoción en los diferentes rendimientos fue bastante similar. Usando el promedio de rendimiento de los tratamientos que tuvieron todos los nutrientes la relación N : P₂O₅ : K₂O : Ca : Mg : S fue la siguiente: 1 : 0.18 : 1.46 : 0.15 : 0.12 : 0.10 en Shenzhen y 1 : 0.17 : 1.66 : 0.14 : 0.13 : 0.10 en Sanshui.

Tabla 4. Contenido de nutrientes en las hojas maduras más jóvenes en los dos sitios de experimentación.

Sitios	N	P	K	Ca	Mg	S
	----- % -----					
Shenzhen	1.62	0.16	0.98	1.39	0.14	0.14
Sanshui	1.70	0.16	1.05	1.64	0.15	0.17

Tabla 5. Rendimiento de fruta y remoción de nutrientes en los dos sitios de experimentación.

Sitios	Rendimiento kg/ha	----- Acumulación de nutrientes en la fruta (kg/ha) -----					
		N	P ₂ O ₅	K ₂ O	Ca	Mg	S
Shenzhen	13 300	17.7	3.2	25.8	2.6	2.2	1.7
Sanshui	18 700	22.4	3.9	37.1	3.2	3.0	2.3

Tabla 6. Rendimiento del mango en respuesta a los diferentes tratamientos de fertilización en dos sitios en Guandong, China (1997 - 1999).

Tratamientos	Rendimiento, kg/ha				Promedio ¹ kg/ha
	1998 Shenzhen	1999 Shenzhen	1997 Sanshui	1998 Sanshui	
1- N ₂ PSK ₁ Mg ₁	12 800	18 800	9 100	18 200	14 700
2- N ₂ PSK ₁	11 100	16 200	8 400	13 000	12 200
3- N ₂ PSMg ₁	9 500	16 500	8 000	13 300	11 800
4- N ₂ PK ₁ Mg ₁	12 000	16 700	8 300	16 500	13 400
5- N ₂ SK ₁ Mg ₁	10 800	15 800	9 100	14 700	12 600
6- N ₁ PSK ₁ Mg ₁	10 300	17 300	8 200	16 700	13 100
7- N ₂ PSK ₂ Mg ₁	13 200	18 000	9 300	18 800	14 800
8- N ₂ PSK ₂ Mg ₂	14 000	18 300	9 500	19 000	15 200

¹ L.S.D. (0.10) = 1 190 kg/ha, L.S.D. (0.05) = 1 449 kg/ha

Tabla 7. Rentabilidad de los diferentes tratamientos de fertilización en mango en Guandong, China (1997-1999).

Tratamientos	Rendimiento	Costo	Otros	Ingreso	Ganancia	Relación benef./costo
	kg/ha	Fertilizante ¹	gastos	total ²	neta	
----- Yuan/ha -----						
1- N ₂ PSK ₁ Mg ₁	14 700	2 440	10 500	44 200	31 300	3.4
2- N ₂ PSK ₁	12 200	2 520	10 500	36 500	23 500	2.8
3- N ₂ PSMg ₁	11 800	2 160	10 500	35 500	22 800	2.8
4- N ₂ PK ₁ Mg ₁	13 400	2 560	10 500	40 200	27 100	3.1
5- N ₂ SK ₁ Mg ₁	12 600	2 070	10 500	37 700	25 200	3.0
6- N ₁ PSK ₁ Mg ₁	13 100	2 140	10 500	39 300	26 700	3.1
7- N ₂ PSK ₂ Mg ₁	14 800	2 680	10 500	44 500	31 300	3.4
8- N ₂ PSK ₂ Mg ₂	15 200	3 050	10 500	45 600	32 100	3.4

¹ Precio de los fertilizantes: Urea = 1 660 Yuan/t; DAP = 2 200 Yuan/t; MOP = 1 400 Yuan/t; SOP = 1 900 Yuan/t; MgSO₄ = 1 600 Yuan/t; MgCl₂ = 1 300 Yuan/t; SMP = 1 300 Yuan/t; S = 2 500 Yuan/t.

² Precio del mango = 3 Yuan/kg.

Efecto de los diferentes nutrientes en el rendimiento y la calidad del mango y en la rentabilidad

Los rendimientos de fruta en ambos sitios fueron más

bajos en el primer año debido al exceso de lluvia durante la floración. Por otro lado, durante el segundo año se obtuvieron rendimientos superiores a 18 000 kg/ha (Tabla 6). Durante cuatro años, el tratamiento 8 produjo el rendimiento promedio más alto con 15 200

kg/ha. Sin embargo, el análisis de rentabilidad indicó que el tratamiento 8 no fue significativamente diferente de los tratamientos 1 o 7, los mismos que tuvieron rendimientos de 14 700 y 14 800 kg de fruta/ha respectivamente. Aun cuando no se presentan los datos, la calidad del mango fue excelente en los 3 tratamientos (1, 7, 8).

La Tabla 7 demuestra que después de substraer los costos del fertilizante, mano de obra, pesticidas y renta, el productor obtiene un retorno económico de 32 100 Yuan/ha para el tratamiento 8 (relación costo/beneficio de 3.4), mientras que los tratamientos 1 y 7 obtuvieron un retorno de 31 300 Yuan/ha.

Como no se encontraron diferencias significativas entre los tres mejores tratamientos, se determinó que el tratamiento 1 es la mejor recomendación debido a que el costo del fertilizante en este tratamiento fue el más bajo.

Efecto de los nutrientes individuales en el mango

Nitrógeno. La aplicación de 300 g de N/árbol resultó en un rendimiento y rentabilidad significativamente menor que cuando se usó 400 g de N/árbol. Con el último tratamiento se produjo 5.7 más frutas por árbol, con un incremento de 9 g por fruta lo que acumuló un rendimiento total de 1 630 kg/ha (12.4%). La ganancia neta con el tratamiento de 400 g de N/árbol fue de 4 600 Yuan/ha, que es una buena rentabilidad para el productor. La recomendación adecuada de N sería entonces 400 g de N/árbol/año, si los demás nutrientes se aplican en las cantidades requeridas por el cultivo.

Fósforo. Cuando se compara la aplicación de 125 kg de P_2O_5 /ha con el tratamiento sin aplicación de P, se observó que los árboles fertilizados con P produjeron 8.1 más frutos por árbol, con un incremento de 8 g por fruta para obtener un significativo incremento en rendimiento de 2 170 kg/ha (17.3 %). La ganancia neta se incrementó en 6150 Yuan/ha. Cada kg de P_2O_5 produjo 20.3 kg de fruta. La dosis apropiada de P para mango es 125 kg de P_2O_5 /árbol/año.

Potasio. Al comparar la aplicación de 320 g de K_2O /árbol con el tratamiento que no recibió K, se determinó que los árboles fertilizados con K tuvieron 10.9 más frutos por árbol, que pesaron 9 g más por fruto, lo que produjo un incremento significativo de rendimiento de 2 920 kg/ha (24.7%). Cada kg de K_2O produjo 10.7 kg de fruta. La ganancia neta se incrementó en 8 490 Yuan/ha. La dosis recomendada para mango debe ser 320 g de K_2O /árbol/año.

Magnesio. Cuando se compara la aplicación de 40 g de Mg/árbol con el tratamiento sin este nutriente, se observó que los árboles a los que se aplicó Mg

produjeron 11.1 más frutas por planta, que pesaron 6 g más por fruto, lo que produjo un incremento en rendimiento de 2 570 kg/ha (21.1%). Cada kg de Mg produjo 64.3 kg de fruta. La ganancia neta se incrementó en 7 790 Yuan/ha. La recomendación para aplicación de Mg en mango es 40 g de Mg/árbol/año.

Azufre. Al comparar la aplicación de 80 g de S/árbol con el tratamiento sin S, se encontró que el tratamiento con S produjo 5.5 más frutos por árbol, que pesaron 2 g más por fruto, lo que produjo un incremento de 1 340 kg/ha (10%). Cada kg de S produjo 19.7 kg de fruta. La ganancia neta se incrementó en 4 160 Yuan/ha. La recomendación para la aplicación de S en mango es entonces 80 g de S/árbol/año.

Conclusiones

Basándose en los resultados de este estudio, se recomienda mantener una fertilización balanceada en el manejo de la nutrición del mango. Esta fertilización balanceada debe incluir N, P, K, Mg y S. Este balance se logró aplicando urea, DAP, MOP y SPM. El 75% del K fue proveído por el MOP, mientras que el 25% del K y todo el Mg y S fue suplementado por SPM.

En las condiciones de este estudio, donde el contenido de N y P fueron bajos a medios y el K, Mg y S fueron deficientes, rendimientos promedios de cuatro años de hasta 15 200 kg de fruta/ha fueron producidos usando la siguiente recomendación: 400 g N, 125 g P_2O_5 , 320 g K_2O , 40 g Mg y 80 g S/planta/año.

La remoción de nutrientes en la fruta en forma de N, P_2O_5 , K_2O , Ca, Mg, S de una producción de 15 000 kg/ha fue de 22.4, 3.9, 37.1, 3.2, 3.0 y 2.3 kg/ha, respectivamente. La aplicación de las dosis de nutrientes arriba mencionadas mejoraron también la calidad del mango medida como color, fragancia y sabor. Además, los pesos del fruto fueron mayores y tuvieron un incremento de 14% de sólidos, 9% de carbohidratos solubles, 21 g de vitamina C/100 g y menos 0.3 de ácidos orgánicos. La relación carbohidratos a ácido fue de 30.t



Foto 1: Campo de investigación de mango en el sur de China que demuestra la importancia de la fertilización balanceada en la producción de rendimientos sostenidos y rentables de fruta de calidad.