

# Fertilización Balanceada del Mango: La Experiencia de China<sup>1</sup>

*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.

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

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

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

Tratamientos	Urea	DAP	MOP	SOP <sup>1</sup>	SPM	MgSO <sub>4</sub>	MgCl <sub>2</sub>	S°
----- g/árbol/año -----								
1- N <sub>2</sub> PSK <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	763	272	400	0	364	0	0	0
2- N <sub>2</sub> PSK <sub>1</sub>	763	272	200	444	0	0	0	0
3- N <sub>2</sub> PSMg <sub>1</sub>	763	272	0	0	0	400	0	29
4- N <sub>2</sub> PK <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	763	272	533	0	0	0	333	0
5- N <sub>2</sub> SK <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	870	0	400	0	364	0	0	0
6- N <sub>1</sub> PSK <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	546	272	400	0	364	0	0	0
7- N <sub>2</sub> PSK <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	763	272	600	0	364	0	0	0
8- N <sub>2</sub> PSK <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub>	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; MgSO<sub>4</sub> = Sulfato de magnesio; MgCl<sub>2</sub> = Cloruro de magnesio  
<sup>1</sup> SOP fabricado en China contiene 45% de K<sub>2</sub>O 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

### 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>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.

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 P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>/árbol y la no aplicación. La aplicación de 320 g de K<sub>2</sub>O/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.

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	0.15

### 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 es esperado, 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:  $K_2O > N > P_2O_5 > Ca > Mg > S$ . Se notó además, 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  $N : P_2O_5 : K_2O : Ca : Mg : S$  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 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	$P_2O_5$	$K_2O$	Ca	Mg	S
Shenzhen	13300	17.7	3.2	25.8	2.6	2.2	1.7
Sanshui	18700	22.4	3.9	37.1	3.2	3.0	2.3

### 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 18000 kg/ha (Tabla 6). Durante cuatro años, el tratamiento 8 produjo el rendimiento promedio más alto con 15200 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 14700 y 14800 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 sustraer los costos del fertilizante, mano de obra, pesticidas y renta, el productor obtiene un retorno económico de 32100 Yuan/ha para el

tratamiento 8 (relación costo/beneficio de 3.4), mientras que los tratamientos 1 y 7 obtuvieron un retorno de 31300 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.

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 kg/ha
	1998 Shenzhen	1999 Shenzhen	1997 Sanshui	1998 Sanshui	
1- N <sub>2</sub> PSK <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	12800	18800	9100	18200	14700
2- N <sub>2</sub> PSK <sub>1</sub>	11100	16200	8400	13000	12200
3- N <sub>2</sub> PSMg <sub>1</sub>	9500	16500	8000	13300	11800
4- N <sub>2</sub> PK <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	12000	16700	8300	16500	13400
5- N <sub>2</sub> SK <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	10800	15800	9100	14700	12600
6- N <sub>1</sub> PSK <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	10300	17300	8200	16700	13100
7- N <sub>2</sub> PSK <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	13200	18000	9300	18800	14800
8- N <sub>2</sub> PSK <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub>	14000	18300	9500	19000	15200

<sup>1</sup> L.S.D. (0.10) = 1190 kg/ha, L.S.D. (0.05) = 1449 kg/ha

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

Tratamientos	Rendimiento kg/ha	Costo Fertilizante <sup>1</sup> ----- Yuan/ha	Otros gastos ----- Yuan/ha	Ingreso total <sup>2</sup> -----	Ganancia neta	Relación beneficio/costo
2- N <sub>2</sub> PSK <sub>1</sub>	12200	2520	10500	36500	23500	2.8
3- N <sub>2</sub> PSMg <sub>1</sub>	11800	2160	10500	35500	22800	2.8
4- N <sub>2</sub> PK <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	13400	2560	10500	40200	27100	3.1
5- N <sub>2</sub> SK <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	12600	2070	10500	37700	25200	3.0
6- N <sub>1</sub> PSK <sub>1</sub> Mg <sub>1</sub>	13100	2140	10500	39300	26700	3.1
7- N <sub>2</sub> PSK <sub>2</sub> Mg <sub>1</sub>	14800	2680	10500	44500	31300	3.4
8- N <sub>2</sub> PSK <sub>2</sub> Mg <sub>2</sub>	15200	3050	10500	45600	32100	3.4

<sup>1</sup> Precio de los fertilizantes: Urea = 1660 Yuan/t; DAP = 2200 Yuan/t; MOP = 1400 Yuan/t; SOP = 1900 Yuan/t; MgSO<sub>4</sub> = 1600 Yuan/t; MgCl<sub>2</sub> = 1300 Yuan/t; SMP = 1300 Yuan/t; S = 2500 Yuan/t.

<sup>2</sup> Precio del mango = 3 Yuan/kg.

## Efecto de los nutrientes individuales en el mango

**Nitrógeno.** La aplicación de 300 g de N/árbol resultó en un rendimiento y rentabilidad significativamente menores 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 1630 kg/ha (12.4%). La ganancia neta con el tratamiento de 400 g de N/árbol fue de 4600 Yuan/ha, que es una 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 2170 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 2920 kg/ha (24.7%). Cada kg de  $K_2O$  produjo 10.7 kg de fruta. La ganancia neta se incrementó en 8490 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 2570 kg/ha (21.1). Cada kg de Mg produjo 64.3 kg de fruta. La ganancia neta se incrementó en 7790 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 1340 kg/ha (10.0). Cada kg de S produjo 19.7 kg de fruta. La ganancia neta se incrementó en 4160 Yuan/ha. La recomendación para 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 15200 kg de fruta/ha fueron producidos usando la siguiente recomendación: 400 g N, 125 g P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, 320 g K<sub>2</sub>O, 40 g Mg y 80 g S/planta/año.

La remoción de nutrientes en la fruta en forma de N, P<sub>2</sub>O<sub>5</sub>, K<sub>2</sub>O, Ca, Mg, S de una producción de 15000 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, con 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.

