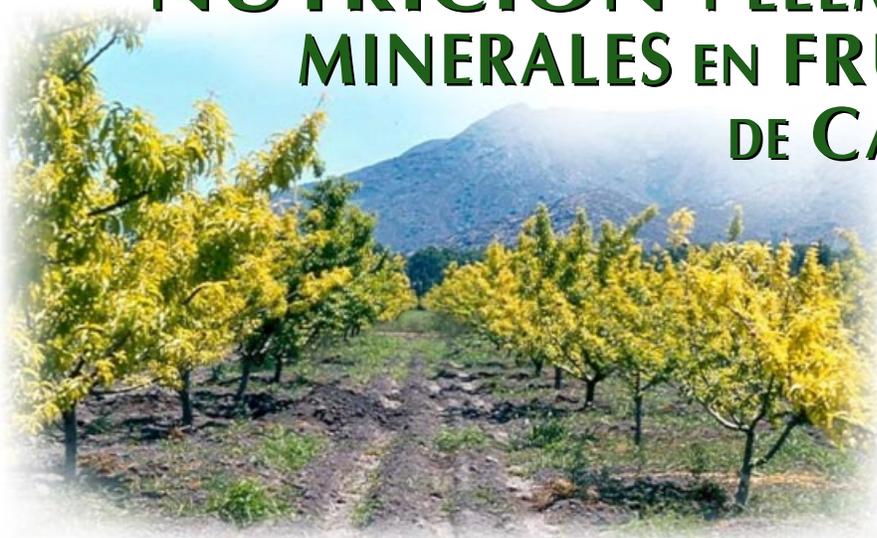


NUTRICIÓN Y ELEMENTOS MINERALES EN FRUTALES DE CAROZO



José Donoso C.
Ing. Agrónomo, Mg. Sc.
Rafael Ruiz S.
Ing. Agrónomo, Dr.
Juan Hírzal C.
Ing. Agrónomo, M. Sc.

ANTECEDENTES

Entre los manejos que se realizan habitualmente en un huerto frutal, los relacionados a la nutrición mineral, se han tornado cada día más relevantes, debido principalmente al aumento de los niveles productivos que se le exigen a las plantas y a los estándares de calidad, que debe presentar la fruta, para cumplir con las normas de los mercados de destino.

COMPOSICIÓN MINERAL

Alrededor del 15% del peso total de las plantas corresponde a materia seca. De esta fracción, la mayor parte esta determinada por los elementos que las plantas obtienen del aire y del agua: carbono, hidrogeno y oxigeno. Todos los otros elementos que

las plantas necesitan, es decir, los macro y micro nutrientes, representan, alrededor, del 1,5% del peso fresco total de una planta.

A pesar de ocupar una pequeña fracción del peso fresco total de la planta, los elementos minerales son claves para un desarrollo normal y su justo balance, tanto en el suelo como al interior de la célula vegetal, es imprescindible en la fruticultura moderna.

La concentración de elementos minerales que se encuentran regularmente en los tejidos vegetales, varía dependiendo de la especie y condiciones ambientales y de manejo. Sin embargo, es posible asignar un valor promedio a cada elemento basado en el análisis de numerosos muestras vegetales (Epstein y Bloom, 2004) (**Cuadro 1**).

En un análisis más profundo, la concentración de elementos minerales que se encuentran en las plantas varía ampliamente. En el **Cuadro 2**, se observa el rango de concentración usualmente encontrado. Junto a los elementos considerados como esenciales, comúnmente se encuentran otros elementos no considerados esenciales para las

Cuadro 1. Concentración relativa de elementos minerales encontrada en tejidos vegetales.

Elemento	Símbolo químico	Peso atómico	Concentración en materia seca		Número relativo de átomos con respecto al Níquel
			$\mu\text{mol g}^{-1}$	ppm o %	
Microelementos					
Níquel	Ni	58.69	0.001	0.05 ppm	1
Molibdeno	Mo	95.95	0.001	0.1 ppm	1
Cobalto	Co	58.94	0.002	0.1 ppm	2
Cobre	Cu	63.54	0.10	6 ppm	100
Zinc	Zn	65.38	0.30	20 ppm	300
Sodio	Na	22.91	0.40	10 ppm	400
Manganeso	Mn	54.94	1.0	50 ppm	1000
Boro	B	10.82	2.0	20 ppm	2000
Hierro	Fe	55.85	2.0	100 ppm	2000
Cloro	Cl	35.46	3.0	100 ppm	3000
Macroelementos					
Silicio	Si	28.09	30	0.1%	30000
Azufre	S	32.07	30	0.1%	30000
Fósforo	P	30.98	60	0.2%	60000
Magnesio	Mg	24.32	80	0.2%	80000
Calcio	Ca	40.08	125	0.5%	125.000
Potasio	K	39.10	250	1.0%	250.000
Nitrógeno	N	14.01	1.000	1.5%	1.000.000
Oxígeno	O	16.00	30.000	45%	30.000.000
Carbono	C	12.01	40.000	45%	40.000.000
Hidrógeno	H	1.01	60.000	6%	60.000.000

Fuente: Epstein y Bloom, 2004.

plantas, como por ejemplo el aluminio, un elemento con frecuencia tóxico. El rango de algunos elementos, especialmente sodio, cloro y boro, se encuentran en un rango extremadamente amplio, lo que muestra la diversidad y amplitud de adaptaciones del reino vegetal en relación a los elementos minerales.

ELEMENTOS ESENCIALES

Diversos criterios se han utilizado para determinar la esencialidad de un elemento mineral para las plantas. Según, Epstein y Bloom (2004) un elemento es considerado como esencial si se cumple, ya sea, uno o ambos criterios: (1) el elemento es parte de una molécula que es un componente intrínscico de la estructura o metabolismo de una planta; (2) la

planta al ser desprovista completa o severamente del elemento exhibe anomalías en su crecimiento, desarrollo o reproducción, en comparación con plantas con acceso a dicho elemento.

Las plantas vasculares, clasificación que incluye a las especies frutales, requieren generalmente 17 elementos minerales: carbono, hidrógeno, oxígeno, nitrógeno, fósforo, azufre, potasio, calcio, magnesio, hierro, manganeso, cinc, cobre, boro, molibdeno, cloro y níquel. El níquel, fue declarado como elemento esencial en 1987 (Román, 2001), siendo el elemento que más recientemente se ha integrado a esta clasificación. La necesidades de este elemento es mínima por las plantas, y sólo, se ha reportado deficiencias en árboles de pecano (*Carya illinoensis* (Wang) Sarg.) (Wood y colaboradores, 2003).

Cuadro 2. Rango de concentración de elementos minerales en cultivos.

Elemento	Rango de concentración (Peso seco)	Observaciones
Nitrógeno (%)	0,5 - 6	Macronutrientes esenciales
Fósforo (%)	0,15 - 0.5	
Potasio (%)	0,8 - 8	
Azufre (%)	0,1 - 1.5	
Magnesio (%)	0,05 - 1	
Calcio (%)	0,1 - 6	
Hierro (ppm)	20 - 600	Micronutrientes esenciales
Manganeso (ppm)	10 - 600	
Zinc (ppm)	10 - 250	
Cobre (ppm)	2 - 50	
Níquel (ppm)	0,05 - 5	
Boro (ppm)	0,2 - 800	
Cloro (ppm)	10 - 80.000	
Molibdeno (ppm)	0,1 - 10	Esencial en sistemas fijadores de nitrógeno
Cobalto (ppm)	0,05 - 10	
Sodio (%)	0,001 - 8	Esencial para algunas plantas
Silicio (%)	0,1 - 10	Quasi esencial para la mayoría de las plantas
Aluminio (%)	0,1 - 500	No esencial, con frecuencia tóxico

Fuente: Epstein y Bloom, 2004.

DEFICIENCIA Y ANÁLISIS DE TEJIDO

Cuando la concentración de un nutriente esencial en un tejido vegetal determinado (la hoja en la mayoría de las especies frutales) baja sobre un nivel, denominado crítico, la planta se define como deficiente de aquél elemento (**Figura 1**).

Los rangos definidos en la figura 1, presentan el siguiente significado:

1. Síntomas visuales presentes: producción y calidad afectadas.
2. Síntomas pueden o no estar presentes: umbral que implica preocupación especial del nutriente específico.

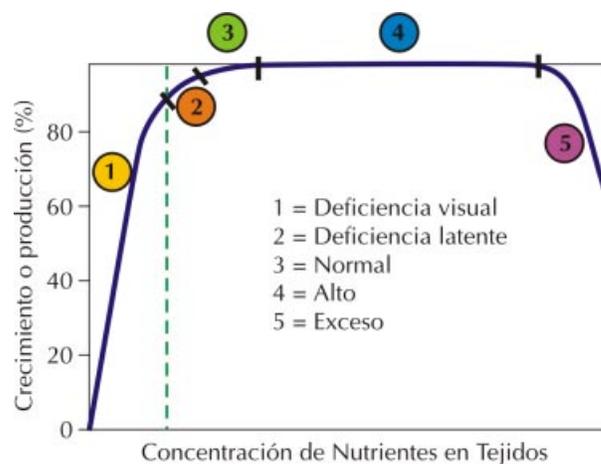


Figura 1. Niveles nutricionales de los elementos minerales en una planta.

Fuente: Adaptado por los autores.

3. Normal: es la situación ideal en la que se debe encontrar el nutriente.
4. Alto: Rango en el cual no se producen incrementos en producción, calidad y vigor, pero que en algunos casos puede causar desequilibrios nutricionales.
5. Exceso: Implica síntomas visibles del exceso y daño productivo o en la calidad.

Cuando un elemento esencial es deficiente en un tejido, los cambios en el metabolismo y el crecimiento son llevados a través de:

- i) El proceso metabólico en el cual participa normalmente el elemento es retardado.
- ii) A causa de que cada reacción metabólica es parte de una intrincada red, las vías de interconexión del metabolismo y procesos inmediatamente involucrados son afectados y
- iii) Bajo condiciones de prolongada o severas deficiencias, comienza una desorganización y pérdida de patrones metabólicos.

ANTAGONISMOS Y SINERGISMOS

Los nutrientes tienen interacciones entre ellos. Si el incremento de uno bajo la absorción del otro se habla de antagonismo. Por el contrario, si el incremento de uno aumenta la absorción del otro, se utiliza el término de sinergismo (**Cuadro 3**).

Cuadro 3. Antagonismos y sinergismos entre iones nutrientes.

Ión	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	H ₂ PO ₄ ⁻	K ⁺	SO ₄ ⁻²	Ca ⁺²	Mg ⁺²	Mn ⁺²	Zn ⁺²	Cu ⁺²	B	Fe ⁺²	MoO ₄ ⁺²	Cl ⁻
NO ₃ ⁻			-		-		+							-
NH ₄ ⁺				-		-	-							
H ₂ PO ₄ ⁻	-					-	-						-	-
K ⁺		-				-	-							
SO ₄ ⁻²	-					-							-	-
Ca ⁺²		-	-	-	-		-	-	-	-	-			
Mg ⁺²	+	-	+	-		-								
Mn ⁺²						-	-		-	-		-		
Zn ⁺²						-		-		-		-		
Cu ⁺²						-		-	-			-		
B						-								
Fe ⁺²								-	-	-				
MoO ₄ ⁺²			-		-									
Cl ⁻	-		-		-									

Los estándares nutricionales para frutales de carazo se presentan en el **Cuadro 4**. Las tablas completas se presentan en el Anexo 1.

4

Cuadro 4. Niveles de referencia para el análisis foliar en frutales de carazo (muestras tomadas entre 15 enero y 15 febrero).

Especie	(%)					(ppm)					
	N	P	K	Ca	Mg	Fe	Mn	Zn	Cu	B	Mo
Duraznero y nectarino	2,5-4,0	0,15-0,35	1,5-2,3	1,5-2,5	0,4-0,8	100-200	50-150	20-50	5-20	40-80	-
Cerezo	2,2-3,0	0,1-0,3	1,2-1,8	1,2-2,5	0,4-0,8	60-200	50-150	15-40	5-20	40-80	2,2-3,0
Ciruelo	2,0-3,0	0,1-0,3	1,5-3,0	1,2-3,0	0,3-0,6	50-200	40-200	15-60	5-20	40-80	0,4-0,8
Damasco	1,8-3,0	0,1-0,3	2,0-3,0	1,2-3,0	0,3-0,6	100-200	50-150	20-50	5-20	40-80	-
Almendro	2,2-2,5	0,1-0,3	1,0-1,3	2,0-3,0	0,4-0,6	90-120	30-70	20-40	5-10	40-60	-

Fuente: Adaptado de Agustí (2004); Bartolomé y Coletto (1989) y Muncharaz (2004).

LITERATURA CITADA

- Agustí, M. 2004. Fruticultura. 106 p. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, España.
- Bartolomé, T., y J. Coletto. 1989. El Ciruelo. 281 p. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, España.
- Epstein, E., and Bloom, A. 2004. Mineral Nutrition of Plant: Principles y Perspectives. Sinauer Associates, Inc. Sunderland, Massachusetts. Segunda edición, 400 p.
- Muncharaz, M. 2004. El almendro: Manual técnico. 414 p. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, España.
- Word, B., Reilly, C. and P. Nyczepir. 2003. Nickel corrects mouse-ear. The pecan grower 14: 3-5.