

DETERMINACIÓN DE LA DOSIS DE NUTRIENTES PARA FRUTALES DE CAROZO

Francisco Valenzuela.

Ing. Agrónomo Mg. Sc., INIA Rayentué.

Ingrid Salgado.

Ing. Agrónomo, INIA La Platina.

Juan Hirzel C.

Ing. Agrónomo Mg. Sc. Dr., INIA-Quilamapu

Los análisis foliares deben ser realizados anualmente, esto debido a que existen variaciones en las necesidades de los huertos frutales derivadas de los cambios de rendimiento, manejos, condiciones de vigor y otras. Lo anterior, para conocer el estado nutricional de las plantaciones y realizar los ajustes que sean pertinentes. Existen protocolos de muestreo que se deben respetar estrictamente, como lo son fechas de muestreo y posición de las hojas de cada especie. Previo al muestreo deben ser descartados los problemas sanitarios y de riego que compliquen la absorción de nutrientes. Para esto se pueden utilizar calicatas que permitan revisar raíces y asegurar que el muestreo a realizar será representativo del huerto.



Foto 1.
Deficiencia de
zinc en ciruelo.

Adicionalmente, los registros de las aplicaciones de los fertilizantes, pueden ser una herramienta de control para llevar un orden y de apoyo en las decisiones para así optimizar recursos.

El cálculo de las dosis de fertilizantes para el caso de macronutrientes esenciales como nitrógeno, fósforo y potasio, es propuesto mediante la siguiente metodología:

1. Interpretación del análisis foliar.
2. Cálculo de dosis de fertilizantes.
3. Corrección de dosis según aplicación del año anterior.

1. INTERPRETACIÓN DEL ANÁLISIS FOLIAR

En el **Cuadro 1**, se puede ver que de acuerdo a los estándares nutricionales de la especie nitrógeno, cobre y zinc, poseen un déficit en la fertilización mientras que en fósforo existe un exceso de fertilización. Esto,

Cuadro 1. Análisis foliar realizado a un huerto de Nectarino Artic Snow, en la comuna de Rengo.

Nutriente	Expresión	Resultados	Nivel Duraznero y Nectarino Adecuado
Nitrógeno Total	%	2,56	2,6-3,3
Fósforo	%	0,35	0,1-0,3
Potasio	%	1,64	1,0-3,0
Calcio	%	3,71	1,0-2,5
Magnesio	%	0,52	0,25-0,5
Cobre	mg/kg	11	4-12
Zinc	mg/kg	14	20-50
Manganeso	mg/kg	33	21-200
Hierro	mg/kg	276	121-200
Boro	mg/kg	39	21-180

descartando que hayan manejos que alteren la nutrición de la planta, un ejemplo de ello es que el exceso de poda induce un desbalance del N, así como altos contenidos de humedad en el suelo evitan la adecuada absorción de Cu y Zn. De acuerdo a los resultados los otros elementos se consideran que se encuentran en rangos óptimos.

Para evitar cualquier factor externo que pueda afectar la absorción de los nutrientes es que junto con el análisis foliar realizado se hizo una calicata que descartó la presencia de problemas de drenaje, enfermedades y compactación de suelo, luego, considerando los registros de fertilización, se elimina la posibilidad de un exceso en la fertilización nitrogenada. Finalmente, los análisis de suelo y agua demuestran que no hay aporte de N externo, excepto por el abonado. Al tener la certeza que no existe problemática alguna que impida la absorción de nutrientes, se puede realizar el cálculo de la dosis de fertilizante.

2. CÁLCULO DE DOSIS DE FERTILIZANTES

Para obtener las dosis de fertilizantes a aplicar se debe conocer la cantidad de nutrientes que la producción extrajo la temporada anterior. Para esto existen ecuaciones que vinculan el rendimiento y la materia seca producida. Se debe considerar que existen otros factores, que dificultan la cuantificación de las necesidades de cada nutriente. Para facilitar los cálculos se presentan los **Cuadros 2, 3 y 4**, los cuales muestran las necesidades de fertilización por cada tonelada de producción, según especie y nutriente.

Cuadro 2. Necesidades de kilogramos de nitrógeno por tonelada de fruta producida, según distintos valores de análisis foliares.

Nitrógeno % BMS	Valor en análisis foliar																											
	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7	2,8	2,9	3,0	3,1	3,2	3,3	3,4	3,5	3,6	3,7	3,8	3,9	4,0		
Cerezo	0,216	0,192	0,168	0,144	0,120	0,096	0,072																					
Durazno	1,085	1,015	0,945	0,875	0,805	0,735	0,665	0,595	0,525	0,455	0,385																	
Nectarino	1,015	0,945	0,875	0,805	0,735	0,665	0,595	0,525	0,455	0,385	0,315																	
Damasco	2,125	1,955	1,785	1,615	1,445	1,275	1,105	0,935	0,765	0,595																		

Adaptado de Gil-Albert et al. (1979); Smith et al. (1988); Baghdadi y Sadowski (1998); McClone y Kawaro (1998); Agustí (2004); Rincón et al. (2004); Kowalenco (2005); Stassen y North (2005); Boaretto et al. (2006); Roversi y Monteforte (2006); Schreiner et al. (2006); Hirzel (2008).

% BMS: porcentaje de Biomasa. Los números negativos corresponden al exceso de la fertilización por lo que corresponde al valor que se debe disminuir la dosificación anterior.

Cuadro 3. Necesidades de kilogramos de fósforo por tonelada de fruta producida, según distintos valores de análisis foliares.

Fósforo	Valor en análisis foliar																									
	% BMS	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1-0,3	0,31	0,32	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,38	0,39	0,40	0,41	0,42	0,43	0,44	0,45
Cerezo	0,046	0,043	0,041	0,038	0,036	0,034	0,031	0,029	0,026			-0,026	-0,029	-0,031	-0,034	-0,036	-0,038	-0,041	-0,043	-0,046	-0,048	-0,050	-0,053	-0,055	-0,058	-0,060
Durazno	0,133	0,126	0,119	0,112	0,105	0,098	0,091	0,084	0,077			-0,077	-0,084	-0,091	-0,098	-0,105	-0,112	-0,119	-0,126	-0,133	-0,14	-0,147	-0,154	-0,161	-0,168	-0,175
Nectarino	0,133	0,126	0,119	0,112	0,105	0,098	0,091	0,084	0,077			-0,077	-0,084	-0,091	-0,098	-0,105	-0,112	-0,119	-0,126	-0,133	-0,14	-0,147	-0,154	-0,161	-0,168	-0,175
Damasco	0,323	0,306	0,289	0,272	0,255	0,238	0,221	0,204	0,187			-0,187	-0,204	-0,221	-0,238	-0,255	-0,272	-0,289	-0,306	-0,323	-0,34	-0,357	-0,374	-0,391	-0,408	-0,425

Adaptado de Gil-Albert et al. (1979); Smith et al. (1988); Baghdadi y Sadowski (1998); McGlone y Kawaro (1998); Agustí (2004); Rincón et al. (2004); Kowalenco (2005); Stassen y North (2005); Boaretto et al. (2006); Roversi y Monteforte (2006); Schreiner et al. (2006), Hirzel (2008).

% BMS: porcentaje de Biomasa. Los números negativos corresponden al exceso de la fertilización por lo que corresponde al valor que se debe disminuir la dosificación anterior.

Cuadro 4. Necesidades de kilogramos de potasio por tonelada de fruta producida, según distintos valores de análisis foliares.

Potasio	Valor en análisis foliar																										
	% BMS	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,7	0,8	0,9	1,0	1,1	1,2	1,3	1,4	1,5	1,6	1,7	1,8	1,9	2,0	2,1	2,2	2,3	2,4	2,5	2,6	2,7
Cerezo	0,288	0,264	0,240	0,216	0,192	0,168	0,144	0,120											-0,120	-0,144	-0,168	-0,192	-0,216	-0,240	-0,264	-0,288	-0,312
Durazno	0,91	0,84	0,77	0,7	0,63	0,56	0,49	0,42	0,35	0,28									-0,28	-0,35	-0,42	-0,49	-0,56	-0,63	-0,7	-0,77	-0,84
Nectarino	0,91	0,84	0,77	0,7	0,63	0,56	0,49	0,42	0,35	0,28									-0,28	-0,35	-0,42	-0,49	-0,56	-0,63	-0,7	-0,77	-0,84
Damasco	2,21	2,04	1,87	1,7	1,53	1,36	1,19	1,02	0,85	0,68									-0,68	-0,85	-1,02	-1,19	-1,36	-1,53	-1,7	-1,87	-2,04

Adaptado de Gil-Albert et al. (1979); Smith et al. (1988); Baghdadi y Sadowski (1998); McGlone y Kawaro (1998); Agustí (2004); Rincón et al. (2004); Kowalenco (2005); Stassen y North (2005); Boaretto et al. (2006); Roversi y Monteforte (2006); Schreiner et al. (2006), Hirzel (2008).

% BMS: porcentaje de Biomasa. Los números negativos corresponden al exceso de la fertilización por lo que corresponde al valor que se debe disminuir la dosificación anterior.

Continuando con el ejemplo, el análisis foliar de un huerto de nectarino, variedad Artic Snow, con rendimiento de 40.000 kg/ha requiere las siguientes dosis de nutrientes, según deficiencias y excesos:

Para nitrógeno, se sabe que existe un déficit, pues el valor obtenido en el análisis es de 2,56% BMS. Revisando el cuadro 2 se tiene que la dosis de aplicación es de 0,315 kg de N por cada 1000 kg de fruta cosechada la temporada anterior. Lo anterior se expresa en la siguiente fórmula:

Ecuación 1.1

$$\text{Déficit de Nitrógeno} \left[\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right] = 40.000 \left[\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right] \times \frac{0,315 \text{ kg N}}{1.000 \text{ kg de producción}} = 12,6 \left[\frac{\text{kg de N}}{\text{ha}} \right]$$

Con esto se obtiene que la deficiencia de nitrógeno corresponde a 12,6 kg de N/ha.

Para fósforo, el análisis presenta un resultado de 0,35% BMS, por lo que según el cuadro 3 este valor corresponde a un exceso, esto significa que se debe disminuir la dosis de fertilización en 0,11 kg de P, por cada 1000 kg de fruta producido la temporada anterior. Esto se puede obtener de la ecuación 1.2:

Ecuación 1.2

$$\text{Exceso de Fósforo} \left[\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right] = 40.000 \left[\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right] \times \frac{-0,11 \text{ kg P}}{1.000 \text{ kg de producción}} = -4,4 \left[\frac{\text{kg de P}}{\text{ha}} \right]$$

Para el caso del fósforo el exceso en la fertilización de este elemento es de 4,4 kg de P/ha., pero se debe considerar que la comercialización del nutriente no es como fósforo puro (P), sino que es como pentóxido de fósforo (P_2O_5), por lo cual el P calculado se debe corregir con un factor de 2,29 para ser expresado como P_2O_5 , con esto se tiene:

$$4,4 \left[\frac{\text{kg de P}}{\text{ha}} \right] \times 2,29 = 10,07 \left[\frac{\text{kg de } P_2O_5}{\text{ha}} \right]$$

Por lo tanto, la fertilización fosforada se debe disminuir en 10,07 kg de P₂O₅ por hectárea.

3. CORRECCIÓN DE DOSIS SEGÚN APLICACIÓN DEL AÑO ANTERIOR

Para exceso u déficit del elemento.

Una vez calculados déficit y excesos nutricionales para cada elemento, se deben calcular las correcciones basándose en la fertilización que se realizó el año anterior, esto se logra con las ecuaciones 1.3 y 1.4.

Ecuación 1.3

$$\text{Dosis corregida para déficit} \left[\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right] = \text{Dosis anterior} \left[\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right] + \frac{\text{Déficit nutricional} \left[\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right]}{\text{Eficiencia en decimales (Cuadro 5)}}$$

Ecuación 1.4

$$\text{Dosis corregida para exceso} \left[\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right] = \text{Dosis anterior} \left[\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right] - \frac{\text{Exceso nutricional} \left[\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right]}{\text{Eficiencia en decimales (Cuadro 5)}}$$

Cuadro 5. Eficiencias de recuperación para nitrógeno, fósforo y potasio en porcentaje, según su modo de aplicación (tradicional u fertirriego).

Nutriente	Eficiencia de recuperación del nutriente según sistema de aplicación	
	Tradicional (sin fertirrigación)	Fertirrigación
N	25-50	60-70
P	10-20.	25-40
K	40-50	50-60

Adaptado de Román (1995); Yosef (1999); Burgueño (1999); Kowalenco et al. (2000); Kowalenco (2005); y Boaretto et al. (2006).

Siguiendo el ejemplo, y agregando los supuestos: aplicación tradicional de ambos elementos (nitrógeno y fósforo), y dosis anterior de aplicación de 100 y 110 kg, para N y P₂O₅, tenemos:

Ecuación 1.5

$$DCDN \left[\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right] = 100 \left[\frac{\text{kg de N}}{\text{ha}} \right] + \frac{12,6 \left[\frac{\text{kg de N}}{\text{ha}} \right]}{0,375 \text{ (Promedio del rango)}} = 133,6 \left[\frac{\text{kg de N}}{\text{ha}} \right]$$

Ecuación 1.6

$$DCEN \left[\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right] = 110 \left[\frac{\text{kg de P}_2\text{O}_5}{\text{ha}} \right] - \frac{10,7 \left[\frac{\text{kg de P}_2\text{O}_5}{\text{ha}} \right]}{0,15 \text{ (Promedio del rango)}} = 42,87 \left[\frac{\text{kg de P}_2\text{O}_5}{\text{ha}} \right]$$

Por lo tanto, este año la dosis de fertilización se debe aumentar a 133,6 kilogramos de nitrógeno por hectárea y disminuir a 42,86 kilogramos de P₂O₅ por hectárea.

Luego de los cálculos anteriores se debe tener claro que en función de la composición del fertilizante que se utilice (**Cuadro 6**) es la dosis de aplicación, considerando el porcentaje del elemento y la forma en que éste está disponible.

Cuadro 6. Porcentaje de nutrientes aportado, según el tipo de fertilizante.

Fertilizantes	Porcentaje		
	N	P ₂ O ₅	K ₂ O
Urea	46%		
Amoniaco Anhidro	82%		
Sulfato de Amonio	21%		
Nitrato de Calcio	15%		
Nitrato de Potasio	16%		44%
Nitrato de Sodio	16%		
Nitrato de Amonio	34%		
Superfósforo Normal		20%	
Superfósforo Triple		46%	
Fosfato Diamónico	18%	46%	
Fosfato Monoamónico	10%	50%	
Roca Fosfórica		25%	
Cloruro de Potasio			60%
Sulfato de Potasio			50%
Sulfato de Potasio y Magnesio			22%
Salitre Sodio-Potasio			14%

A modo de ejemplo se muestra lo que sucede con la urea (nitrógeno) y el superfosfato triple (fósforo).

Para la urea se considera que su porcentaje de nitrógeno de 46%, esto quiere decir que por cada 100 kg de urea que aplique al suelo solo 46 kg corresponden a N, por lo que la cantidad de fertilizante que se debe aplicar es de:

$$\text{Urea} \left[\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right] = \frac{133,6 \left[\text{kg de } \frac{\text{N}}{\text{ha}} \right]}{0,46} = 290,43 \left[\frac{\text{kg de Urea}}{\text{ha}} \right]$$

En el caso del superfosfato triple que posee un 46% de P_2O_5 , por lo que la cantidad de fertilizante que se requiere es de:

$$\text{SFT} \left[\frac{\text{kg}}{\text{ha}} \right] = \frac{42,87 \left[\text{kg de } \frac{\text{P}_2\text{O}_5}{\text{ha}} \right]}{0,46} = 93,2 \left[\frac{\text{kg de SFT}}{\text{ha}} \right]$$

Por lo que la dosis de aplicación del superfosfato triple corresponde a 93,2 kg por hectárea.

Se debe considerar que los valores resultantes corresponden a las dosis de aplicación para la temporada, por lo que lo más eficiente, para evitar pérdidas por lixiviación, es distribuir la dosis de acuerdo a los requerimientos, según la fenología del frutal.

Finalmente recuerde:

- Realizar análisis foliares anualmente para conocer el estado nutricional de su huerto.
- Considerar las fechas de muestreo y la posición de las hojas para cada especie, pregunte por los protocolos de muestreos. (ver www.centrocarozo.cl, ó <http://www.laboratoriosuelosinia.cl/>)
- Observar su predio, descartando problemas sanitarios y de riego que compliquen la absorción de nutrientes. Realice calcatas para revisar raíces.
- Registrar las aplicaciones de los fertilizantes anualmente.
- Asesorarse para fertilizar, y así optimizar sus recursos.

BIBLIOGRAFÍA:

- Agustí, M. 2004.** Fruticultura. 106p. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, España.
- Baghdadi, M., and A. Sadowski. 1998.** Estimation of nutrient requirements of sour cherry. *Acta Horticulturae* 468:515-521.
- Boaretto, A., F. Ueta, P. Trivelin, and T. Muraoka. 2006.** Efficiency of nitrogen fertilization on Citrus orchards. *Acta Horticulturae* 721:331-336.
- Burgueño, H. 1999.** Advances in fertigation. *Adv. Agron.* 65:1-77.
- Gil-Albert, F., J. Iglesias, y V. Sotés. 1979.** Suelo y fertilización en fruticultura. 388 p. 2ª ed. Ediciones Mundi Prensa, Madrid, España. Versión española adaptada de Trocme, S., y R. Gras. *Sol et fertilisation en arboriculture fruitiere.* Editions G.M. Perrin, Paris, Francia.
- Hirzel, J. 2008.** Diagnóstico nutricional y principios de fertilización en frutales y vides. 296 p. Instituto de Investigaciones Agropecuarias. Centro Regional de Investigación Quilmapu. Chillán. Chile.
- Kowalenco, C., J. Keng, and J. Freeman. 2000.** Comparison of nitrogen application via a trickle irrigation system with surface banding of granular fertilizer on red raspberry. *Canadian Journal of Plant Science* 86:213-224.
- McGlone, V. and S. Kawano. 1998.** Firmness, dry matter and soluble solids assessment of postharvest kiwi fruit by NIR spectroscopy. *Postharvest Biology and Technology* 13(2): 131-141.
- Román, S. 1995.** Libro azul: Manual de uso de fertilizantes solubles. Soquimich Nitratos. Gerencia Comercial, Sub Gerencia Fertilizantes Solubles, Santiago, Chile.
- Roversi, A. and A. Monteforte. 2006.** Preliminary results on the mineral uptake of six sweet cherry varieties. *Acta Horticulturae* 721:123-127.
- Smith, G.S., C.J. Clark, and J.G. Buwalda. 1988.** Nutrients dynamics of a kiwifruits ecosystem. *Sceincia Horticulturae* 37:87-109.