

CAPÍTULO 5. FERTILIZACIÓN

Juan Hirzel C.

Ing. Agrónomo, M. Sc., Dr.

INIA Quilamapu

El manejo nutricional es uno de los factores de mayor importancia en el cultivo de arándanos. Para el manejo convencional se puede emplear cualquier tipo de fertilizante en dosis y épocas oportunas. En cambio, para el manejo orgánico se deben emplear fuentes de fertilización autorizadas, las cuales deben ser aplicadas en los momentos oportunos de acuerdo con su velocidad de entrega de nutrientes, dado que muchas de estas fuentes, como los compost y los abonos verdes, necesitan de la actividad biológica del suelo, proceso que ocupa mucho tiempo para entregar algunos de sus nutrientes, como el nitrógeno (N), fósforo (P) y azufre (S). Otros nutrientes, como potasio (K), calcio (Ca) y magnesio (Mg), son entregados de manera más rápida.

La dosis que se aplicará de cada nutriente debe estar relacionada con el nivel de rendimiento del huerto y a las propiedades químicas del suelo (análisis de suelo), por lo cual el programa de fertilización que se empleará temporada a temporada debe ser específico en cada huerto (no se puede generalizar una receta para todas las condiciones), dado que la falta o exceso de algún nutriente afectará directamente la productividad del huerto y calidad de la fruta. Por ello, es necesario contar con análisis de suelo (en lo posible cada 2 a 3 años), que permitirá una primera evaluación del potencial productivo en el suelo y análisis foliares (todos los años), con los cuales el diagnóstico nutricional y la recomendación de fertilización para ese huerto serán específicos y se cumplirá el objetivo del productor: mayor rendimiento y calidad = mayor rentabilidad para el cultivo.

Para conocer la importancia de una fertilización balanceada, es necesario conocer las funciones de cada nutriente en el cultivo de arándano, las cuales se señalan a continuación:

5.1. Nitrógeno

- Mejora el crecimiento vegetativo y vigor de la planta.
- Aumenta el vigor de los brotes.
- Aumenta el vigor de las raíces.

- Aumenta la producción de las flores.
- Aumenta el crecimiento de los frutos.
- Aumenta las reservas para la siguiente temporada (yemas, corona y raíces).

5.1.1. Problemas por exceso de nitrógeno

- Exceso de vigor.
- Mucho sombreamiento (menor entrada de luz) = fruta blanda.
- Exudación de aminoácidos a través de la fruta en plena cosecha.
- Mayor ataque de enfermedades y plagas.
- Mala maduración de madera a entradas de invierno.
- Mayor incidencia de malezas.

En la Figura 5.1. se puede observar el estado de un huerto de arándanos fertilizado con adecuada cantidad de N, con equilibrio en la brotación y malezas gramíneas de tono vegetativo, indicador del N presente en el suelo.



Figura 5.1. Huerto de arándano con adecuada fertilización nitrogenada, además se observa abundancia de malezas gramíneas.

5.2. Fósforo

- Mejora el crecimiento de las raíces.
- Mejora la floración.
- Mejora la defensa contra ataques de enfermedades y plagas.
- Mejora la acumulación de reservas para la siguiente temporada.

5.2.1. Problemas por exceso de fósforo

- Se pueden inducir deficiencias de zinc (Zn) en aquellos suelos con baja concentración de este nutriente.
- Al usar mulch orgánico (paja, aserrín, corteza u otro) puede generar menor disponibilidad de N (mayor actividad de la biomasa del suelo que fija nutrientes).

5.3. Potasio

- Mejora el vigor de los brotes.
- Aumenta la eficiencia en el uso del agua y la resistencia a condiciones de estrés por falta de agua.
- Aumenta la resistencia a problemas por exceso de frío invernal.
- Mejora el calibre, aumenta la firmeza y mejora el sabor y el olor de los frutos.
- Aumenta la resistencia a enfermedades y plagas.
- Aumenta el rendimiento.

5.3.1. Problemas por exceso de potasio

- Se pueden inducir deficiencias de Mg y Ca.
- En huertos con inadecuado manejo hídrico (muchas variaciones en el potencial hídrico de la planta durante su ciclo de desarrollo) y suelos con alto contenido de K se puede generar partiduras de frutos en cosecha.

En la Figura 5.2. se aprecia un fruto de arándano con partidura en un suelo con alta concentración de este elemento (1,54 cmol de K/kg de suelo = 600 ppm de K), en el cual se aplicó una dosis de K_2O mayor a 100 kg/ha.



Figura 5.2. Fruto de arándano con partidura por exceso de potasio.

En la figura 5.3. se observan frutos de arándano partidos después de una lluvia, efecto generado por el incremento en la entrada de agua a frutos con alta presión osmótica, generada por el uso de altas dosis de K (mayores a 120 kg de K_2O /ha como receta general en suelos con alta concentración de K), además de altas dosis de otros nutrientes.



Figura 5.3. Frutos de arándano con partidura después de una lluvia, consecuencia favorecida por exceso de fertilización potásica.

5.4. Calcio

- Mejora la calidad de los brotes, la cuaja y el calibre de los frutos.
- Aumenta la firmeza de frutos.
- Aumenta la resistencia a enfermedades y plagas.
- Mejora la calidad de postcosecha (menor respiración de frutos).

5.4.1. Problemas por exceso de calcio

- Se pueden inducir deficiencias de Mg y K.
- Excesos de Ca en el suelo pueden generar deficiencias de P, boro (B), Zn y manganeso (Mn).

5.5. Magnesio

- Aumenta la intensidad en el color verde de las hojas.
- Induce vigor de los brotes (futura madera productiva).
- Contribuye a aumentar el rendimiento (mayor actividad fotosintética de las hojas).
- Mejora la acumulación de reservas para la siguiente temporada.

5.5.1. Problemas por exceso de magnesio

- Se pueden inducir deficiencias de Ca y K.
- Indirectamente puede inducir mayor incidencia de enfermedades y plagas.
- Estimula una mayor absorción y utilización del N.

5.6. Azufre

- Mejora el desarrollo de brotes y coloración de las hojas.
- Contribuye a reducir el pH del suelo (acidificación).
- En aplicación junto al K mejoran la firmeza de la fruta.

5.6.1. Problemas por exceso de azufre

- En suelos con alta conductividad eléctrica, genera un aumento en dicho parámetro, pudiendo afectar el desarrollo de las plantas.
- Aplicado como sulfato en suelos con baja concentración de Ca, puede causar una deficiencia de Ca.

5.7. Boro

- Mejora la cuaja de las flores.
- Aumenta el calibre de los frutos.
- Mejora la acumulación de reservas para la siguiente temporada.
- Contribuye a una mejor brotación para la siguiente temporada.

5.7.1. Problemas por exceso de boro

- La toxicidad por B genera los mismos síntomas que la salinidad en las plantas, dañando hojas y, consecuentemente, la producción.

5.8. Zinc

- Mejora la producción de centros de crecimiento.
- Mejora el enraizamiento de plantas nuevas.
- Aumenta la cuaja de flores.
- Mejora el vigor de las plantas.

5.8.1. Problemas por exceso de zinc

- Puede inducir deficiencias de P en suelos pobres en este nutriente.
- Puede inducir deficiencias de cobre (Cu) y hierro (Fe).

5.9. Determinación de dosis de nutrientes

5.9.1. Sin análisis de suelo y foliar

La dosis de nutrientes que se aplicará para huertos en plena producción se puede determinar de forma simple, relacionando el rendimiento que se quiere obtener con la necesidad nutricional por cada unidad de rendimiento, según la siguiente fórmula:

$$\text{Dosis de nutriente (kg/ha)} = \text{Rendimiento esperado (t fruta/ha)} \times \text{Factor de dosis (kg nutriente/t fruta)}$$

$$\text{Dosis de N (kg/ha)} = \text{Rendimiento esperado (t/ha)} \times \text{Factor 4 a 5 (kg/t)}$$

$$\text{Dosis de P (kg/ha)} = \text{Rendimiento esperado (t/ha)} \times \text{Factor 1,5 a 2,5 (kg/t)}$$

$$\text{Dosis de K (kg/ha)} = \text{Rendimiento esperado (t/ha)} \times \text{Factor 5 a 7 (kg/t)}$$

$$\text{Dosis de Ca (kg/ha)} = \text{Rendimiento esperado (t/ha)} \times \text{Factor 1,2 a 1,5 (kg/t)}$$

$$\text{Dosis de Mg (kg/ha)} = \text{Rendimiento esperado (t/ha)} \times \text{Factor 0,6 a 0,8 (kg/t)}$$

$$\text{Dosis de S (kg/ha)} = \text{Rendimiento esperado (t/ha)} \times \text{Factor 0,6 a 0,8 (kg/t)}$$

$$\text{Dosis de B (kg/ha)} = \text{Rendimiento esperado (t/ha)} \times \text{Factor 0,02 a 0,03 (kg/t)}$$

$$\text{Dosis de Zn (kg/ha)} = \text{Rendimiento esperado (t/ha)} \times \text{Factor 0,02 a 0,04 (kg/t)}$$

Ejemplo: un productor espera un rendimiento de 12 t/ha y no cuenta con análisis de suelo o análisis foliar. Los suelos del lugar son pobres en P y K, además tienen muchas malezas gramíneas, lo que indica que es rico en N.

Determinemos las necesidades de nutrientes utilizando las fórmulas indicadas anteriormente:

$$\text{Dosis de N} = 12 \times 4 = 48 \text{ kg/ha (se usó 4 y no 5 porque el suelo es rico en N).}$$

$$\text{Dosis de P} = 12 \times 2,5 = 30 \text{ kg/ha (se usó 2,5 y no 1,5 porque es un suelo pobre en P).}$$

$$\text{Dosis de K} = 12 \times 7 = 84 \text{ kg/ha (se usó 7 y no 5 porque es un suelo pobre en K).}$$

$$\text{Dosis de Ca} = 12 \times 1,4 = 17 \text{ kg/ha (se usó 1,4 como promedio porque se desconoce)}$$

el contenido de Ca en el suelo).

Dosis de Mg = $12 \times 0,7 = 8$ kg/ha (se usó 0,7 como promedio porque se desconoce el contenido de Mg en el suelo).

Dosis de S = $12 \times 0,7 = 8$ kg/ha (se usó 0,7 como promedio porque se desconoce el contenido de S en el suelo).

Dosis de B = $12 \times 0,02 = 0,24$ kg/ha (se usó 0,02 como promedio porque se desconoce el contenido de B en el suelo).

Dosis de Zn = $12 \times 0,03 = 0,36$ kg/ha (se usó 0,03 como promedio porque se desconoce el contenido de Zn en el suelo).

Conocidas las necesidades anuales de nutrientes del cultivo de arándanos para el rendimiento presentado en este ejemplo, se determinan los fertilizantes que se emplearán para el manejo convencional, como también la parcialización de ellos en función de las necesidades estacionales de cada nutriente, asociadas a las funciones que cada elemento tiene en la planta (como se señaló en la primera parte de este capítulo).

5.9.2. Con análisis de suelo y análisis foliar

Respecto del diagnóstico nutricional de cada huerto, se puede emplear análisis de suelo y tejidos. Las ventajas de usar estas herramientas técnicas para diagnosticar el estado nutricional del suelo y las plantas son las siguientes:

- Fertilización más eficiente y acorde con la realidad de cada huerto (ningún huerto es igual a otro).
- Ahorro en algunos nutrientes (fertilizantes) y mayor inversión en otros nutrientes que no se encuentran en un nivel suficiente.
- Aumenta el rendimiento, la vitalidad del huerto y la calidad de la fruta cosechada (mejor posición para comercializar la fruta).

5.10. Análisis de suelo

Se debe realizar antes de la aplicación de las fuentes de fertilización de mayor importancia para el cultivo, como el caso del compost para huertos con manejo orgánico (período de otoño a invierno). Para ello se debe tomar una muestra de suelo compuesta (promedio de 20 sub-muestras) desde las zonas de los

camellones, a una profundidad desde 0 a 30 cm. El sector de suelo por muestrear debe limpiarse en superficie para evitar alteraciones del resultado por restos de residuos vegetales u otros. Luego se colectan muestras desde 20 puntos dentro del huerto, se depositan paulatinamente en un balde, se mezclan y se obtiene una muestra representativa de más o menos 1 kg de suelo, el cual será llevado al laboratorio. Una vez analizado este suelo, cada nutriente evaluado se presentará en 3 categorías, que permitirán ajustar la dosis del nutriente o fuente nutricional que se aplicará, según se indica en la Figura 5.4.

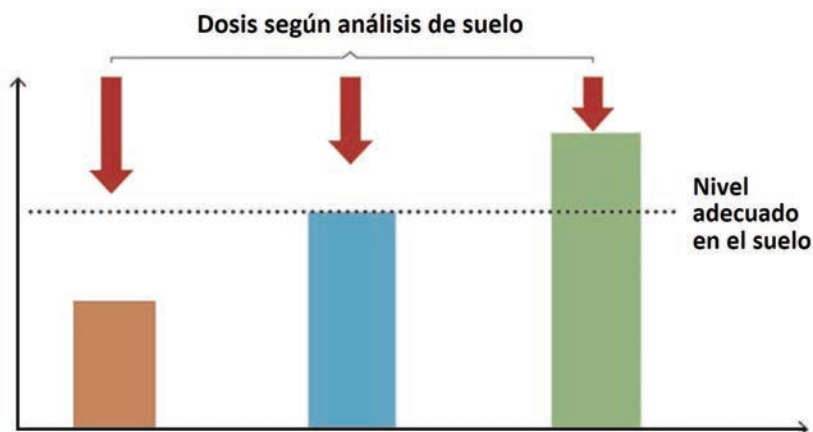


Figura 5.4. Después del análisis de suelo, el contenido de cada nutriente se cataloga como bajo, normal o alto para determinar la dosis que se aplicará.

Por ejemplo, si el análisis de suelo indica que un nutriente se encuentra en un alto nivel, concentración o contenido en el suelo, entonces la dosis del nutriente que se aplicará será baja en relación con la recomendación normal. Si el análisis de suelo indica que el nutriente se encuentra en un contenido medio, entonces se aplicará una dosis normal para ese nutriente. En cambio, si el análisis de suelo indica que el nutriente se encuentra en un bajo contenido, se deberá aplicar una dosis alta de dicho nutriente para poder conseguir un rendimiento adecuado. Los niveles nutricionales en el suelo para un cultivo de arándanos se presentan en el Cuadro 5.1.

Cuadro 5.1. Propiedades químicas del suelo apropiadas para el cultivo de arándano.

Elemento o variable analizada	Unidad de medida	Nivel adecuado según textura	
		Franco arenosa a franco limo Arenosa	Franco limosa a franco arcillosa
Materia orgánica	%	Mayor a 2	Mayor a 3
pH (agua 1:2,5)	--	5,0 - 6,0	4,8 - 5,8
Conductividad eléctrica	dS/m	Menor a 1,5	Menor a 1,5
Capacidad de intercambio catiónico (CIC)	cmol(+)/kg	8 - 15	15 - 30
Nitrógeno inorgánico	mg/kg	15 - 30	20 - 40
Nitrógeno mineralizable	mg/kg	20 - 40	30 - 50
Fósforo Olsen	mg/kg	Mayor a 15	Mayor a 20
Potasio intercambiable	cmol(+)/kg	0,3 - 0,5	0,4 - 0,6
Calcio intercambiable	cmol(+)/kg	4 - 8	6 - 10
Magnesio intercambiable	cmol(+)/kg	0,8 - 2	1 - 3
Sodio intercambiable	cmol(+)/kg	Menor a 0,3	Menor a 0,6
Suma de bases	cmol(+)/kg	5 - 10	6 - 12
Relación de calcio sobre la CIC	%	45 - 55	45 - 55
Relación de magnesio sobre la CIC	%	8 - 12	8 - 12
Relación de potasio sobre la CIC	%	2 - 3	2,5 - 3,5
Azufre	mg/kg	Mayor a 8	Mayor a 10
Hierro	mg/kg	4 - 10	5 - 15
Manganeso	mg/kg	2 - 5	4 - 10
Zinc	mg/kg	0,8 - 1,5	1 - 2
Cobre	mg/kg	0,4 - 1	0,4 - 1
Boro	mg/kg	0,6 - 1,5	0,8 - 1,6

5.11. Análisis foliar

Es una herramienta de diagnóstico nutricional muy apropiada para ser usada en huertos de desarrollo normal que presenten problemas de rendimiento, calidad de fruta, coloraciones, tamaños y formas anormales en las hojas.

Para realizar el análisis foliar se debe tomar una muestra compuesta de hojas recientemente maduras, ubicadas en el tercio medio de los brotes del año, entre enero e inicios de febrero. Lo ideal es tomar hojas desde al menos 50 plantas ubicadas en distintas zonas del huerto.

Para aquellos huertos de desarrollo deficiente, se debe evaluar de manera integral la causa de los problemas y descartar aquellos que no sean nutricionales, antes de atribuir el problema al manejo inadecuado de los nutrientes. Por ejemplo, si

el problema de crecimiento se debe a la presencia de capas compactadas del suelo, entonces la respuesta normal de la planta será un crecimiento deficiente, y la causa es totalmente ajena a la falta, exceso o desbalance de nutrientes, y será muy probable que el análisis foliar muestre algunos problemas, cuya causa es otra (diagnóstico incorrecto del problema).

Si el huerto presenta un desarrollo normal o casi normal, el análisis foliar permitirá mejorar el programa de manejo nutricional en función de lo antes aplicado, con el objetivo de ir ajustando la dosis adecuada para ese huerto en sus condiciones particulares de suelo, clima, manejo y nivel de rendimiento.

Los niveles nutricionales en las hojas para un cultivo de arándanos se presentan en el Cuadro 5.2.

Cuadro 5.2. Niveles nutricionales adecuados en las hojas de arándano muestreadas del tercio medio de la ramilla del año, muestreo entre fines de enero e inicios de febrero.

Nutriente	Unidad de medida	Nivel deficiente	Nivel adecuado	Nivel excesivo
N	%	< 1,5	1,6 - 2,0	> 2,5
P	%	< 0,1	0,12 - 0,4	> 0,8
K	%	< 0,3	0,35 - 0,65	> 1,0
Ca	%	< 0,13	0,4 - 0,8	> 1,0
Mg	%	< 0,08	0,12 - 0,25	> 0,45
Fe	mg/kg	< 60	60 - 120	> 400
Mn	mg/kg	< 23	50 - 350	> 450
Zn	mg/kg	< 8	8 - 30	> 50
Cu	mg/kg	< 4	4 - 20	> 80
B	mg/kg	< 20	30 - 70	> 200

5.12. Fertilización de huertos orgánicos de arándano

Para el caso del manejo orgánico se debe considerar que las principales fuentes de N empleadas en el manejo orgánico (compost, abonos verdes) no dejan todo el N disponible en la misma temporada de aplicación. Los compost en general dejan entre 15% y 40% del N total disponible durante la misma temporada de aplicación, en tanto que los abonos verdes dejan entre 5% y 20%.

El compost y los abonos verdes tienen la ventaja de que pueden ser elaborados o producidos en el mismo predio, ya sea reciclando materiales vegetales o subproductos animales y/o sembrando praderas o cubiertas vegetales entre las hileras.

Otras fuentes nitrogenadas con mayor velocidad en la entrega del nutriente son las harinas de sangre, harina de lupino, el salitre y los guanos rojos, cuyo costo por kilogramo de producto aplicado es mayor que el de los compost y abonos verdes. A su vez, existen otras alternativas en el mercado de mayor velocidad en la entrega del N, cuya decisión de uso estará relacionada con el costo de cada producto.

El uso de mulch orgánico (paja, aserrín, corteza, capotillo u otro) genera una reducción del N disponible para el huerto (hambre de nitrógeno), que incluso puede restar parte importante del N aplicado con el programa de fertilización. Esto puede ser un problema importante del punto de vista nutricional, ya que la falta de N en un huerto orgánico de arándano puede limitar el rendimiento, por lo tanto, al usar mulch orgánico se debe considerar la aplicación adicional de N disponible (proporción del N total que se hace disponible en la misma temporada de aplicación) a razón de 4 a 5 kg por cada m³ de mulch usado.

Por ejemplo, si un productor aplica 10 m³ de aserrín como mulch, entonces debe realizar una aplicación de N adicional a las necesidades calculadas por el cultivo equivalente a 40 a 50 kg de N disponible. Si la fuente de N es un compost con 60% de materia seca y 1,5 % de N total, al considerar que solo un 40 % de ese N se hace disponible en la misma temporada de aplicación se necesitaría aplicar entre 11 y 14 t/ha de compost. Para este mismo ejemplo, si las necesidades de N disponible del cultivo correspondían a 60 kg/ha, entonces se debe adicionar 40 ó 50 kg/ha que necesitará el mulch de aserrín, con lo cual la necesidad total de N disponible de este huerto será de 100 a 110 kg/ha. Se debe considerar además que los mulch orgánicos tardan entre 2 y 5 años en descomponerse completamente, según sea su origen.