

FECHAS ÓPTIMAS DE MUESTREO PARA ANÁLISIS FOLIAR EN ARÁNDANOS CULTIVADOS EN EL SUR DE CHILE

Dante Pinochet¹, Ing. Agr., M. Sc., Ph. D.

Alex Maraboli¹, Ing. Agr.

Pamela Artacho², Ing. Agr., M. Sc. Dra.(c)

Miguel Toro¹, Ing. Agr.

¹ Universidad Austral de Chile, Facultad de Ciencias Agrarias, Casilla 567, Valdivia, Chile. e-mail: dpinoche@uach.cl

² Programa de Doctorado en Ciencias de la Agricultura, Facultad de Agronomía e Ingeniería Forestal, Pontificia Universidad Católica de Chile.

INTRODUCCIÓN

Chile es el mayor productor de arándanos del Hemisferio Sur con 10.763 ha, 82% de las cuales se encuentran entre las regiones del Maule y Los Lagos (Censo Agropecuario, 2007), es decir en la zona sur del país. Cerca del 70% de la producción, que supera las 100.000 t, es destinada a la exportación en fresco (ODEPA, 2013). El cultivo es guiado por tecnologías de producción y diagnóstico nutricional desarrolladas en Estados Unidos, las que han sido aplicadas con escasa validación para las condiciones nacionales de producción. Esta validación es requerida especialmente para las particulares condiciones edafoclimáticas de la zona sur de Chile, las que incluyen la presencia dominante de suelos volcánicos.

Dentro de las tecnologías importadas, destacan los estándares nutricionales para análisis foliar. El análisis foliar es una herramienta de diagnóstico y control del estado nutricional del cultivo. Su fundamento descansa en la relación general existente entre la concentración de un nutriente en los tejidos de las plantas y su crecimiento y/o producción. Su interpretación se basa en el concepto de **concentración crítica**, que corresponde a un rango de concentración de nutriente que asegura una producción cercana al potencial que permite cada condición edafoclimática. Si la concentración de un nutriente es menor a la crítica, el frutal sufre una deficiencia y se afecta la producción y/o calidad de la fruta. Por sobre la concentración crítica, no se produce mayor respuesta en rendimiento o en crecimiento; y, con una concentración excesiva, se produce un efecto adverso en la producción, ya sea por competencia interna con otros nutrientes o por toxicidad. El correcto uso del análisis foliar requiere de la comparación de los resultados con estándares originados en zonas edafoclimáticas similares, para muestras colectadas en épocas similares a las que se determinó ese estándar (Silva y Rodríguez, 1995; Havlin *et al.*, 2005). De lo contrario, se pueden generar problemas nutricionales que significan pérdidas económicas por rendimientos limitados, baja calidad de la fruta y/o disminución de la vida productiva de las plantas. A pesar de lo anterior, en el sur de Chile se ha utilizado esta herramienta en arándanos sin mayor validación de los estándares y de las fechas de muestreo foliar, agregando incertidumbre en el control de la fertilización anual y del status nutricional del cultivo. En este contexto, el Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos de la UACH se encuentra ejecutando el proyecto FIA PYT-2009-0080 “Servicio de diagnóstico y control de la fertilización de arándanos cultivados en suelos volcánicos del Sur de Chile” (www.frutfert.com) en conjunto con 12 destacados productores de arándanos. En este artículo se presentan parte de los resultados obtenidos en este proyecto, específicamente en relación a la validación de las fechas óptimas de muestreo para análisis foliar.

METODOLOGÍA

El estudio comprendió 75 ensayos repartidos en cinco huertos comerciales de arándano de las regiones de los Lagos y de Los Ríos, los que fueron evaluados durante dos temporadas (2009-2012 y 2010-2011). Se establecieron 6, 14, 17, 7, 7, y 8 ensayos respectivamente para N, P, K, calcio (Ca), magnesio (Mg) y azufre (S), para lo que se seleccionaron cuarteles con plantas > 4 años de las variedades Briggitta y Elliot sobre suelos de origen volcánico con diferentes niveles de disponibilidad de cada nutriente evaluado. Los niveles iniciales de cada nutriente fueron establecidos mediante análisis de suelo a 20 cm de profundidad. Para el caso de N, en cada ensayo se aplicaron 5 tratamientos de fertilización (0, 55, 110, 165, y 220 kg N/ha), de manera de crear distintos niveles de disponibilidad de N en el suelo, los que fueron monitoreados a través de un muestreo y análisis de suelo periódico. Para los ensayos con P, K, Ca, Mg y S, se aplicaron 2 tratamientos: sin aplicación del nutriente (nivel original del suelo) y con aplicación del nutriente bajo estudio en una dosis

definida en cada caso para elevar la disponibilidad del suelo a un nivel de suficiencia. Cada ensayo fue establecido en un diseño completamente al azar con 3 repeticiones, las que correspondieron a 10 plantas homogéneas dentro de una misma hilera. Se realizó un muestreo foliar en las plantas de cada unidad cada 20 ± 1 días, a partir de mediados de Noviembre y hasta la primera semana de Abril, completándose al menos seis muestreos. La metodología de muestreo incluyó la colecta de diez hojas del tercio medio de brotes normales, desde cada planta de la unidad experimental. Las muestras fueron analizadas en el Laboratorio de Suelos de la Facultad de Ciencias Agrarias de la UACH, según la metodología de Sadzawka *et al.* (2007). La determinación de las fechas óptimas para análisis foliar se realizó evaluando la dinámica temporal de las concentraciones foliares promedio de cada nutriente en forma separada para niveles deficientes y suficientes, de acuerdo a niveles críticos en el suelo propuestos por Pinochet *et al.* (2011).

RESULTADOS

En términos generales, se observó que la realización del análisis foliar en las fechas recomendadas y usadas actualmente en huertos de la zona sur de Chile (mediados Enero – mediados Febrero), no permitió discriminar plantas de huertos con niveles deficientes y suficientes en el suelo, al menos en el caso de la mayor parte de los nutrientes estudiados. Esto significaría que la época de muestreo recomendada actualmente no sería la adecuada, por lo que a continuación se proponen nuevas fechas en las que el análisis muestra ser significativamente sensible, las que serían válidas para las variedades Elliot y Briggitta.

Nitrógeno: La concentración de N foliar mostró una disminución en el tiempo durante las dos temporadas evaluadas (Figura 1). Esta disminución es natural y se debe al incremento de la materia seca del cultivo, lo que provoca un efecto de “dilución”, y al aumento de tejidos estructurales con bajo contenido de N. La concentración de N foliar difirió estadísticamente entre plantas cultivadas en suelos con niveles altos y bajos de disponibilidad de N en los muestreos realizados entre mediados de Noviembre y mediados de Diciembre. No se detectaron diferencias significativas en la concentración de N foliar en todos los muestreos posteriores a esa fecha. En las fechas recomendadas y con los estándares nutricionales usados actualmente en huertos de la zona sur de Chile, la concentración foliar N estaría indicando plantas deficientes para un rango amplio de niveles de N disponible en el suelo (10-100 ppm), por lo que es clara la necesidad de validar estos rangos.

Fosforo: En términos generales, se observó una disminución de la concentración de P foliar en el tiempo en ambas temporadas, al igual que para el caso del N foliar. Se observaron diferencias significativas entre plantas de ensayos con niveles deficientes y suficientes de P en el suelo en las últimas dos fechas de muestreo realizadas entre principios de Marzo y mediados de Abril (Figura 1). Por lo tanto, si el muestreo se realizara en el período de poscosecha, el análisis foliar sería suficientemente sensible para discriminar plantas en condiciones nutricionales deficientes y no deficientes de P. Sin embargo, con los estándares y fechas de muestreo utilizadas en la actualidad, tanto plantas de suelos con niveles deficientes (< 9 ppm P-Olsen) y suficientes (> 25 ppm P-Olsen) serían catalogadas como deficientes en P (Figura 1).

Potasio: La concentración de K foliar mostró una amplia variación en el período de evaluación, sin una tendencia clara en el tiempo. Se registraron diferencias significativas en la concentración foliar entre plantas de ensayos con niveles suficientes y deficientes de K en el suelo en varias fechas de muestreo de las temporadas evaluadas, entre ellas en el período de poscosecha (Figura 1). Por lo que se recomienda hacer el muestreo foliar entre principios de Marzo y mediados de Abril, al igual que en el caso del P, para que el muestreo sea útil para el análisis de varios elementos a la vez. Con las fechas de muestreo y el estándar para K foliar utilizados actualmente, plantas cultivadas en un rango amplio de K disponible en el suelo (< 57 a > 300 ppm K intercambiable) tendrían valores normales de K foliar (Figura 1).

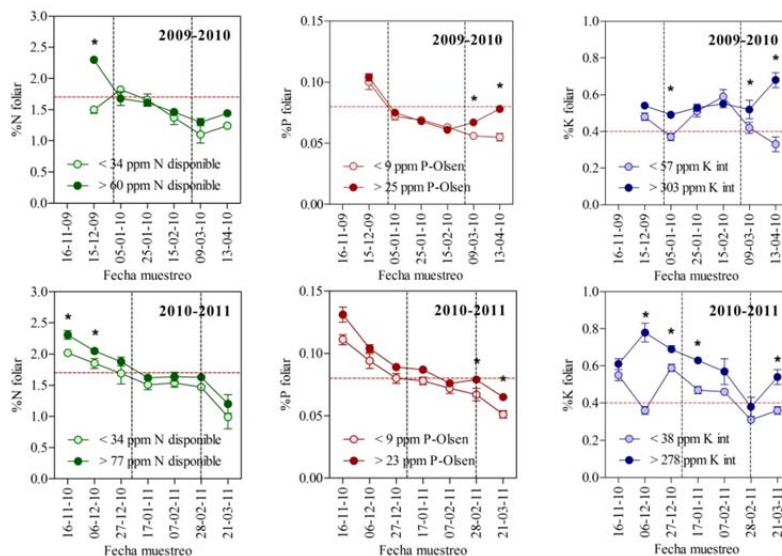


Figura 1. Variación de la concentración foliar (%) de macronutrientes primarios (N, P y K) en muestras foliares de arándanos cultivados en el sur de Chile durante dos temporadas (2009-10 y 2010-11). Valores promedio para variedades Elliott y Briggita. La línea punteada roja indica el límite inferior del rango normal de concentración foliar de cada nutriente, según Hanson y Hancock, (1996). Las líneas punteadas paralelas indican el período de tiempo actualmente utilizado para el muestreo foliar en el sur de Chile. El asterisco indica diferencias significativas entre sitios dentro de una misma fecha de muestreo (Test Tukey; $p \leq 0,05$).

Calcio: La concentración de Ca foliar aumentó durante la temporada (Figura 2), lo que era esperable al ser un nutriente inmóvil dentro de la planta. El análisis foliar mostró diferencias significativas en el último muestreo de la temporada 2009-10 y en una fecha más temprana en la temporada 2010-11, en las que plantas provenientes de sitios deficientes en Ca ($< 0,7$ cmol/kg) tuvieron una mayor concentración de Ca foliar que plantas de sitios con niveles suficientes de Ca (> 4 cmol/kg) (Figura 2). Probablemente, plantas cultivadas en suelos deficientes en Ca tuvieron una restricción en su producción de biomasa, por lo que el Ca absorbido fue concentrado en los tejidos vegetales. Esta situación manifiesta la necesidad de revisar los estándares para Ca foliar utilizados actualmente. Adicionalmente, se observó que la variedad tuvo un efecto significativo en la concentración foliar de Ca en varias fechas de muestreo, particularmente en la temporada 2010-11 (Figura 3). En esas fechas, las hojas de plantas de la variedad Briggita tuvieron valores superiores a los encontrados en la variedad Elliott, lo que indicaría la necesidad de establecer estándares en forma diferenciada para ambas variedades.

Magnesio: La concentración de Mg foliar se mantuvo relativamente constante durante la mayor parte de las temporadas estudiadas, mostrando diferencias significativas en la concentración foliar de Mg en dos fechas de muestreo, entre ellas las fechas correspondientes a mediados de Marzo y mediados de Abril. Por lo tanto, sería factible realizar el muestreo en poscosecha, al igual que para el caso de P y K.

Azufre: La concentración foliar de S disminuyó durante el período de evaluación en ambas temporadas, al igual que para el N y P. Se observaron diferencias significativas entre sitios con niveles suficientes y deficientes de S en el suelo en los primeros muestreos de la temporada (Figura 2). Por lo tanto, se recomienda que el muestreo foliar se realice al principio de la temporada (mediados de Noviembre y mediados de Diciembre), al igual que para el caso del N, y a diferencia de los otros nutrientes estudiados. Nuevamente es posible observar que las fechas de muestreo y el estándar para S foliar no permiten diferenciar el estado nutricional de plantas cultivadas en suelos con un rango de S extractable tan amplio como 13 a 95 ppm.

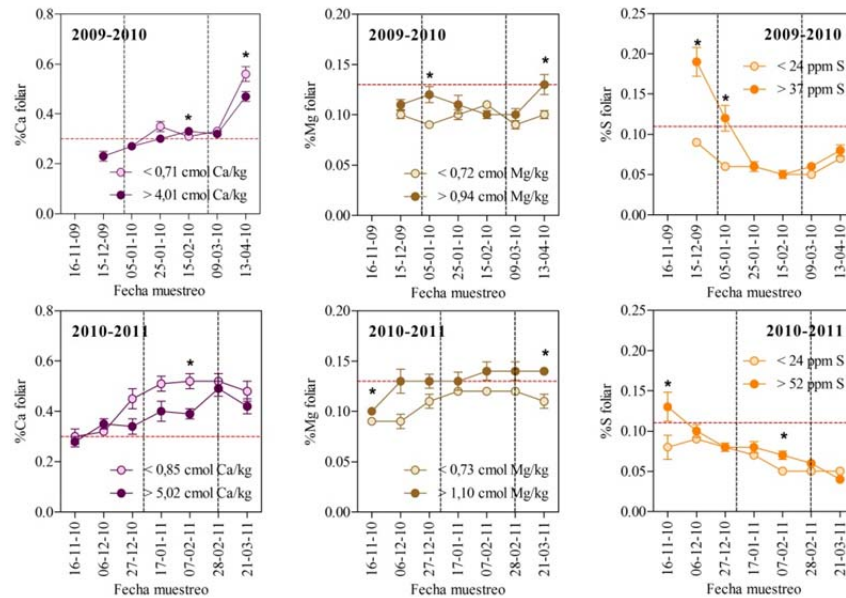


Figura 2. Variación de la concentración foliar (%) de macronutrientes secundarios (Ca, Mg y S) en muestras foliares de arándanos cultivados en el sur de Chile durante dos temporadas (2009-10 y 2010-11). Valores promedio para variedades Elliott y Briggita. La línea punteada roja indica el límite inferior del rango normal de concentración foliar de cada nutriente, según Hanson y Hancock, (1996). Las líneas punteadas paralelas indican el período de tiempo actualmente utilizado para el muestreo foliar en el sur de Chile. El asterico indica diferencias significativas entre sitios dentro de una misma fecha de muestreo (Test Tukey; $p \leq 0,05$).

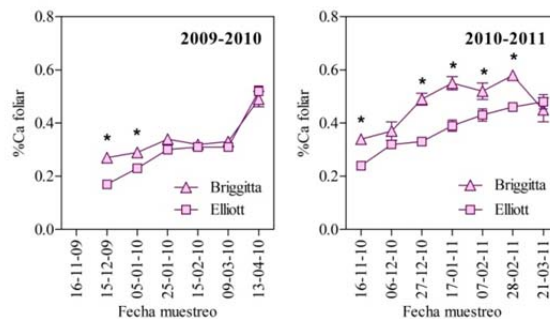


Figura 3. Variación de la concentración foliar (%) de Ca en muestras foliares de dos variedades de arándanos cultivados en el sur de Chile durante dos temporadas (2009-10 y 2010-11). Valores promedio para distintos niveles de Ca intercambiable en el suelo. El asterico indica diferencias significativas entre variedades dentro de una misma fecha de muestreo (Test Tukey; $p \leq 0,05$).

CONCLUSIONES

El monitoreo de la concentración foliar de N, P, K, Ca, Mg y S durante dos temporadas de crecimiento de arándanos variedades Briggita y Elliot en huertos del sur de Chile permitió establecer que la época de muestreo actualmente utilizada (Enero - Febrero) no es adecuada para nuestras condiciones de producción, ya que no tuvo la sensibilidad suficiente para discriminar huertos con niveles deficientes y suficientes en el suelo.

En nutrientes como N y S, se propone como momento óptimo de muestreo foliar la época previa a la cosecha (mediados Noviembre-mediados Diciembre). Por el contrario, para P, K, Ca y Mg el muestreo foliar debiera realizarse al final del período de cosecha, es decir, principios de Marzo-mediados de Abril. En todos estos elementos, estas fechas óptimas son válidas agrónomicamente para las dos variedades evaluadas.

Los resultados presentados ponen de manifiesto la necesidad de validar los estándares nutricionales usados actualmente en huertos de la zona sur de Chile, ya que tanto en las fechas de muestreo actualmente recomendadas como en las fechas propuestas, no permitieron diferenciar el estado nutricional de plantas cultivadas en suelos con un amplio rango de disponibilidad de distintos nutrientes esenciales.

Es importante señalar la necesidad de complementar el análisis foliar con otros medios de diagnóstico nutricional, tal como el análisis de suelo, de forma de afinar las recomendaciones de fertilización, ya que el análisis foliar es una herramienta de control de la fertilización anual, y no permite determinar la cantidad real de fertilizante a aplicar para la corrección de una deficiencia.

BIBLIOGRAFÍA

- Hanson E., y J.Hancock. 1996. Managing the Nutrition of Highbush Blueberries. Michigan State University Extension. p. 8.
- Havlin, J., J. Beaton, S. Tisdale, y W. Nelson. 2005. Soil Fertility and Fertilizers. An introduction to nutrient management. Pearson Prentice Hall. p. 515.
- Sadzawka, A., M. Carrasco, R. Demanet, H. Flores, R. Grez, M. Mora, A. y Neaman. 2007. Métodos de análisis de tejidos vegetales. Segunda Edición. Instituto de Investigaciones Agropecuarias, Serie Actas INIA N° 40, Santiago, Chile. 140 p.
- Silva, H., y J. Rodríguez. 1995. Fertilización de Plantaciones Frutales. Facultad de Agronomía, Pontificia Universidad Católica de Chile. 590 p.
- Pinochet, D. A. Maraboli, y P. Artacho. 2011. Determinación de Niveles Críticos de nutrientes y de Acidez, Establecidos en Suelos Volcánicos para Arándanos Cultivados en el Sur de Chile. Libro resumen del 62° Congreso Agronómico de Chile. p. 125.