



Proyecto FIA PYT 2009-0080

BOLETÍN TÉCNICO Nº 3



FIA
Ministerio de
Agricultura

Gobierno de Chile

NIVELES CRÍTICOS PARA ANÁLISIS DE SUELO EN ARÁNDANOS CULTIVADOS EN SUELOS VOLCÁNICOS DEL SUR DE CHILE. PARTE II: ALUMINIO

Dante Pinochet¹, Ing. Agr., M.Sc., Ph.D.; **Alex Maraboli**¹, Ing. Agr., M.Sc.(c);
Pamela Artacho², Ing. Agr., M. Sc., Dra.(c); y **Miguel Toro**¹, Ing. Agr.

¹ Facultad de Ciencias Agrarias, Universidad Austral de Chile. 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.

FUNDAMENTO TEÓRICO

La acidificación de los suelos es un proceso natural que ocurre en sitios donde la pluviometría excede a la evapotranspiración, produciendo un lavado de bases. La mineralización de la materia orgánica y la nitrificación del N amoniacal son fuentes adicionales de acidez. La aplicación de S elemental y el uso intensivo de fertilizantes amoniacales y urea, son prácticas que aceleran la acidificación natural de los suelos, y que son utilizadas en el cultivo del arándano para disminuir el pH del suelo. En Chile, los suelos ácidos aparecen en la región de O'Higgins y aumentan en frecuencia y extensión hacia el Sur del país (pluviometría creciente), alcanzando su máxima expresión en el extremo austral.

La principal limitación a la producción vegetal en suelos ácidos es la toxicidad por Al. Este elemento es tóxico para todas las especies vegetales en mayor o menor grado, particularmente en su forma Al^{3+} . El síntoma primario de la toxicidad es la inhibición del crecimiento radical junto con una disminución de la absorción de agua y nutrientes, lo que se traduce en pérdidas de rendimiento. Esto se produce porque en la medida que el pH del suelo disminuye (más ácido) se solubiliza aluminio desde los minerales a la solución del suelo. Por ende, el análisis de pH del suelo, además de medir la acidez activa del mismo, refleja el contenido de Al intercambiable del suelo.

La corrección de la acidez del suelo se realiza a través del **encalado**, es decir, aplicando materiales de reacción alcalina, usualmente óxidos, hidróxidos y carbonatos de Ca y/o Mg, con el objetivo de aumentar el pH del suelo, de modo de precipitar al aluminio en un compuesto insoluble, eliminado su efecto tóxico para las plantas. Sin embargo, la dosis debe ser diseñada cuidadosamente en cada caso particular, según el tipo de suelo y la tolerancia a la toxicidad por

Al del cultivo, ya que la aplicación de dosis de encalado excesivas (sobreenalado) también puede provocar limitaciones a la producción vegetal, debido a la generación de deficiencias, particularmente de Mg, Zn, B y Fe.

En este boletín técnico se presentan parte de los resultados obtenidos por el proyecto FIA PYT-2009-0080, ejecutado por el Instituto de Ingeniería Agraria y Suelos de la UACH junto a 12 destacados productores de arándanos del sur de Chile, específicamente resultados relativos a la determinación del nivel crítico para Al para análisis de suelo.

METODOLOGÍA

El estudio de niveles críticos comprendió 75 ensayos en cinco huertos de arándano de las regiones de Los Lagos y de Los Ríos, evaluados durante dos temporadas (2009-10 y 2010-11). Se establecieron ensayos para N, P, K, Ca, Mg, S, Cu y Al en cuarteles con plantas > 4 años de los cv. 'Briggitta' y 'Elliot' en suelos volcánicos con diferentes niveles de disponibilidad de cada nutriente. Los niveles iniciales de cada nutriente se establecieron mediante análisis de suelo a 20 cm de profundidad. Para N, en cada ensayo se aplicaron 5 tratamientos (0, 55, 110, 165, y 220 kg N/ha) para crear distintos niveles de disponibilidad de N en el suelo. Para los ensayos de P, K, Ca, Mg, S, Cu y Al, se aplicaron 2 tratamientos: **sin aplicación del nutriente** (nivel original del suelo) y **con aplicación del nutriente bajo estudio** en una dosis definida para elevar la disponibilidad del suelo a un nivel de suficiencia. Para Al, se aplicó $CaCO_3$ para alcanzar un nivel no limitante. Cada ensayo fue establecido en un diseño completamente al azar con 3 repeticiones, las que fueron 10 plantas en una misma hilera. Para cuantificar el rendimiento total por planta, se hicieron entre 5 a 7 cosechas parciales por ensayo en la medida que los frutos maduraban.

RESULTADOS

El análisis de los datos de rendimiento relativo en función de los niveles de disponibilidad de Al en el suelo permitió establecer con claridad el nivel crítico para Al para arándanos cultivados en suelos volcánicos del sur de Chile, es decir, el nivel en el suelo que permite alcanzar 95% del rendimiento máximo (Fig. 1). El nivel crítico establecido fue **0,2 cmol_c kg⁻¹ Al intercambiable**, lo que significa que la expresión del potencial productivo en arándano solo será posible en suelos volcánicos, si estos presentan niveles de Al disponible menores a ese valor.

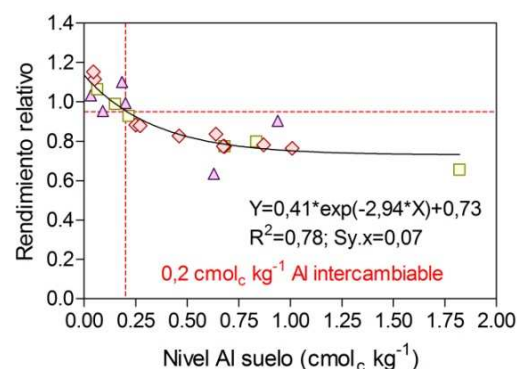
El nivel de Al disponible en el suelo está estrechamente relacionado al pH del mismo. En la medida que el pH de los suelos disminuye, la disponibilidad de Al aumenta en forma **exponencial**, y la magnitud de este aumento es mayor en suelos de origen volcánico (Fig. 2). Para la producción de arándano alto se ha recomendado un rango de pH de suelo entre 4,5 y 5,5, según guías de fertilización desarrolladas en USA. Sin embargo, en suelos volcánicos del sur de Chile, el **pH del suelo** (medido al agua) **no debiera ser menor a 5,4** (en el promedio de los casos) para que el Al disponible sea cercano al nivel crítico. En caso contrario, el nivel de Al disponible aumenta fuertemente. Por ej., con pH 5,0 el nivel de Al en el suelo es 0,5 cmol_c kg⁻¹, y con pH 4,5 el nivel de Al es 1,2 cmol_c kg⁻¹ (Fig. 2).

El encalado permite aumentar el pH del suelo y disminuir el nivel de Al disponible. La dosis a aplicar dependerá, en cada caso, de la diferencia entre el pH inicial del suelo y el pH a alcanzar, y la capacidad tampón del suelo (CT):

$$\text{Dosis encalado (t CaCO}_3\text{/ha)} = (\text{pH alcanzar} - \text{pH inicial}) / \text{CT} \quad \text{Ec.1}$$

La CT corresponde a la resistencia del suelo a cambiar su pH. En suelos trumaos la CT es superior a la de otros suelos del país, siendo su valor **0,12 unidades pH/ t CaCO₃**, lo que significa que la aplicación de 1 t CaCO₃ (puro) en los **primeros 20 cm de suelo** producirá un aumento de pH de 0,12 unidades de pH (por ej., desde pH 5,2 a 5,3). La incorporación de la enmienda calcárea a esta profundidad solo es posible previo al establecimiento del huerto. En el caso de huertos establecidos, es importante indicar que las aplicaciones en cobertera neutralizarán la acidez solo en los primeros centímetros de suelo, debido a la baja movilidad de Ca en el suelo.

La dosis de encalado calculada según la Ec.1 debiera corregirse según el valor agronómico de la fuente de enmienda calcárea a aplicar, el que refleja la composición, valor neutralizante, finura, contenido de humedad e inertes de la fuente. Después del encalado, el pH del suelo debiera monitorearse mediante análisis de suelo cada 2-3 años, de forma de definir el momento y cantidad de un nuevo encalado para mantener el pH y la disponibilidad de Al en el rango óptimo para los arándanos.



▲ Elliot > 7 años ■ Elliot 4-7 años ◆ Briggita 4-7 años

Figura 1. Relación entre el nivel de disponibilidad Al en el suelo y el rendimiento relativo de arándanos cultivados en suelos volcánicos del sur de Chile durante 2009-10 y 2010-11. Valores promedio de 3 repeticiones. Línea negra corresponde a línea de regresión.

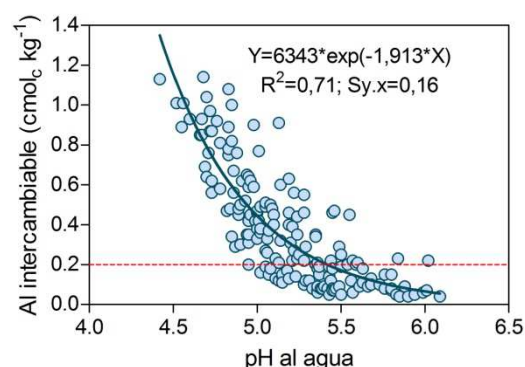


Figura 2. Relación entre el pH y la disponibilidad Al en suelos volcánicos del sur de Chile (regiones de Los Ríos y Los Lagos). N=176. Valores medidos a 20 cm de profundidad durante 2009-10 y 2010-11. Línea punteada roja indica nivel crítico de Al en el suelo.

Fuente: Proyecto FIA PYT-2009-0080

CONCLUSIONES

- El análisis de los datos de dos temporadas de evaluaciones permitió establecer con claridad el nivel crítico para Al para arándanos cultivados en suelos volcánicos del sur de Chile: **0,2 cmol_c kg⁻¹ Al intercambiable**. Esto implica que los rendimientos en arándano no serán limitados si los suelos poseen niveles de Al disponible menores a ese valor.
- El **pH del suelo** (medido al agua) **no debiera ser menor a 5,4** (en el promedio de los casos) para que el Al disponible sea cercano al nivel crítico recomendado.