

# Efecto de la fumigación de suelo en la replantación de arándanos

Gabino Reginato M.  
Victor Beyá M.  
Universidad de Chile

## Introducción

Las causas del problema de replantación son, a menudo, pobremente entendidas, pues en la mayoría de los casos los agentes no están del todo claros (Hoestra, 1994), señalándose que las causas del pobre desarrollo y retraso en la entrada en producción se deben a factores bióticos (hongos, bacterias, etc.) y abióticos (características del suelo). Utkhede y Smith (1994) diferencian entre “enfermedad de replantación”, donde sólo se contemplan factores como hongos (*Phytophthora* spp., *Phytium* spp., *Fusarium* spp.), bacterias (*Agrobacterium tumefaciens*), actinomicetes, nematodos, y las interacciones entre ellos; y los “problemas de replantación”, que incluyen tanto a factores bióticos como abióticos, asociados a problemas químicos o físicos del suelo.

En arándanos existen escasos reportes del “problema de replantación” (BRD = *Blueberry replant disease*), pero sí se caracteriza por un pobre crecimiento de las plantas, una mayor mortalidad y un declive prematuro de las plantaciones, por lo que se le considera una importante amenaza en el sureste de los EE.UU; en este país, el “problema de replantación” se ha asociado al nematodo del anillo (*Mesocriconema ornatum*) y *Dolichodorus* spp. (Jagdale etl al., 2013); no obstante, estos nematodos no se encuentran reportados en Chile. También, en Estados Unidos y Australia se han involucrado a hongos del género *Phytophthora*.

Por lo anterior, y dado que el “problema de replantación” de una especie dada no es fácilmente asociado a un factor en particular, es que se recomiendan tratamientos de amplio espectro, pues son éstos los que eliminan varias posibles causas.

Dada la consistente respuesta positiva que tiene la fumigación sobre los problemas de replantación, ésta también se ha usado para el estudio de los problemas de replantación en frutales. Al respecto, McKenry (1999), en California, determinó que el crecimiento al fumigar el suelo puede llegar a 7 veces el crecimiento logrado en el suelo sin fumigar. Si bien esto ocurre en condiciones gravísimas de problemas de replantación, se considera que existen problemas de replantación cuando el estímulo de crecimiento con la fumigación es de 2 veces, y que hay efectos graves cuando éste es sobre 3 veces el crecimiento respecto al suelo sin fumigar.

## Objetivo

Determinar la respuesta vegetativa de arándanos jóvenes, de dos años, plantados en suelo fumigado o no con Triform®, en una condición de replantación.

## Materiales y método

Se evaluaron dos ensayos de aplicación de Triform® (Trical S.A.) (Cuadro 1), en un huerto de arándanos, ubicado en Linares, Región del Maule (Apéndice, figuras 1 y 2). Triform® posee 2 fumigantes: 1,3 dicloropropeno y cloropicrina. 1,3 dicloropropeno tiene un efecto nematicida, insecticida y permite eliminar raíces remanentes en el suelo, mientras que cloropicrina tiene un mayor control de hongos y/ bacterias.

El primer ensayo fue en un cuartel que estuvo plantado con cerezos; luego dos años bajo barbecho y siembra de avena, y plantado en octubre de 2018 con arándanos ‘Blue Ribbon’. El segundo fue un cuartel que estuvo plantado entre 1990 y 2012 con arándanos ‘Bonita’ y ‘Tifblue’, luego replantado con arándanos ‘Jewell’ y ‘Emerald’, hasta el 2017 y, en octubre de 2018, fue replantado con ‘Blue Ribbon’. Los tratamientos de fumigación de suelo se contrastaron con un testigo sin aplicación.

**Cuadro 1.** Características de los cuarteles de arándanos evaluados.

| Ensayo | Tratamiento | Concentración    | Ingrediente activo (%) |              |
|--------|-------------|------------------|------------------------|--------------|
|        |             | g/m <sup>2</sup> | 1,3 dicloropropeno     | cloropicrina |
| 1      | Testigo     |                  |                        |              |
|        | Triform 35  | 40               | 65                     | 35           |
|        | Triform 60  | 40               | 40                     | 60           |
| 2      | Testigo     |                  |                        |              |
|        | Triform 35  | 35               | 65                     | 35           |
|        | Triform 35  | 40               | 65                     | 35           |
|        | Triform 60  | 35               | 40                     | 60           |
|        | Triform 60  | 40               | 40                     | 60           |

Los tratamientos fueron aplicados en una franja por tratamiento y, sobre ellas, se establecieron 2 a 4 hileras de plantación. Para evaluar los tratamientos, se seleccionaron, al azar, 10 plantas por franja, las que se consideraron como repeticiones.

## Evaluaciones

Se evaluó el desarrollo vegetativo, una vez finalizados los principales ciclos de crecimiento de la especie. El primero finalizado a la cosecha (crecimiento de primavera; 17 de diciembre 2019) y el segundo previo al receso invernal (crecimiento de verano; 15 de abril de 2020).

### Verdor de las hojas

Se evaluó el índice SPAD en la primera hoja completamente expandida, con un sensor SPAD MINOLTA-502 (Osaka, Japón).

### Fracción de radiación interceptada (fPARI)

La radiación interceptada por la planta (PARI) estima el tamaño de la planta (Reginato et al., 2009). Para evaluar, se utilizó un ceptómetro (modelo ACCUPAR LP-80, Decagon Device, Washington, EE.UU.), con el cual se midió a 5 cm del suelo, durante el mediodía solar, abarcando toda la superficie bajo la copa de la planta, resultando en 5 mediciones por planta.

La fracción de radiación interceptada se calculó como la diferencia entre el total de radiación incidente y la que es atrapada por la planta.

## Estado de las plantas

Al final del segundo flujo de crecimiento se caracterizaron las plantas del "Ensayo 2", según la apreciación visual de la copa, crecimientos vegetativos, cañas y follaje, categorizándolas en uno de tres tipos de plantas: Débiles, Medias y Grandes, de acuerdo con la escala de la Figura 1.



Figura 1. Categorización del tipo de planta: (A) Débiles; (B) Medias; (C) Grandes.

## Diseño experimental y análisis estadístico

El ensayo se analizó como un diseño completamente aleatorizado (DCA). La unidad experimental correspondió a una planta y se utilizaron 10 plantas por tratamiento (10 repeticiones).

En todos los casos, al detectar diferencias significativas, se utilizó la prueba de comparación múltiple de LSD de Fisher ( $\alpha=0,05$ ). Se utilizó el programa de análisis estadístico InfoStat versión 2017 (Di Rienzo et al., 2017).

## Resultados y discusión

### Ensayo 1

No se observaron diferencias significativas en la coloración de las hojas, en ninguno de los momentos evaluados (Cuadro 2), con valores SPAD dentro del rango para arándanos (valores entre 50 a 60) (Michel, 2015); aunque el tratamiento sin fumigantes presentó, numéricamente, valores más bajos, lo que indica hojas levemente más amarillentas.

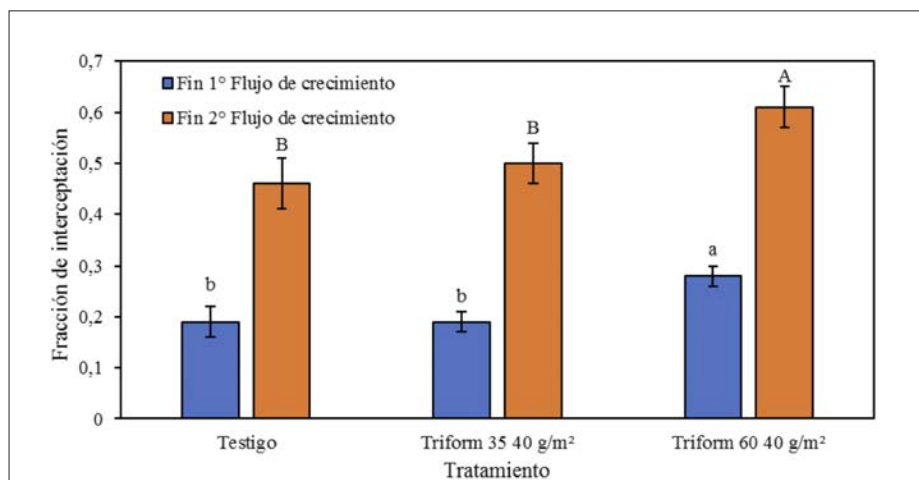
**Cuadro 2.** Índice SPAD en plantas de arándanos, de dos años, bajo diferentes tratamientos de fumigantes de suelo, replantados después de cerezos.

| Tratamiento                    | Índice SPAD                              |   |
|--------------------------------|--|---|
|                                | Fin 1 <sup>er</sup> Flujo de crecimiento | Fin 2 <sup>o</sup> Flujo de crecimiento |
| Testigo                        | 53,7 ± 1,3                               | 57,8 ± 2,1                              |
| Triform 35 40 g/m <sup>2</sup> | 56,1 ± 1,3                               | 60,1 ± 2,1                              |
| Triform 60 40 g/m <sup>2</sup> | 55,3 ± 1,3                               | 59,5 ± 2,1                              |
| Significancia (p-valor)        | 0,4500                                   | 0,5120                                  |

Promedios ± error estándar.

Con relación a la fracción de PAR interceptado, en ambos momentos de evaluación, el tratamiento Triform 60 con 40 g/m<sup>2</sup> presentó mayor crecimiento (Figura 2). En este sentido, el estímulo al crecimiento con el tratamiento Triform 60 fue de 1,5 y 1,33 veces respecto del Testigo, para el primer y segundo flujo de crecimiento vegetativo, respectivamente. Esto indicaría que, si bien existían “problemas de replantación”, éstos no eran graves. El hecho de que el tratamiento Triform 60 tuviera un mejor desempeño que Triform 35, se asociaría a que Triform 60 tiene una mayor composición de cloropicrina; por lo que es probable que, la plantación previa de cerezos haya dejado una mayor carga de patógenos asociados a hongos y bacterias, lo que habría generado una mayor efectividad de este tratamiento respecto a Triform 35, el cual está más enfocado a control de nematodos, insectos y compuestos alelopáticos.

A su vez, las plantas que crecieron bajo Triform 60, no sólo tuvieron un mayor crecimiento, sino que también, la plantación fue más homogénea, pues el coeficiente de variación fue la mitad de los otros tratamientos (17% vs 34%), al finalizar el periodo de crecimiento (Apéndice, Cuadro 1).



**Figura 2.** Fracción de PAR interceptado, por arándanos bajo diferentes fumigantes de suelo, replantados después de cerezos. Medias con una letra común no son significativamente diferentes, LSD ( $p \leq 0,05$ ). Letras minúscula a fin 1<sup>er</sup> Flujo de crecimiento; letras en mayúscula a fin 2<sup>o</sup> Flujo de crecimiento.

## Ensayo 2

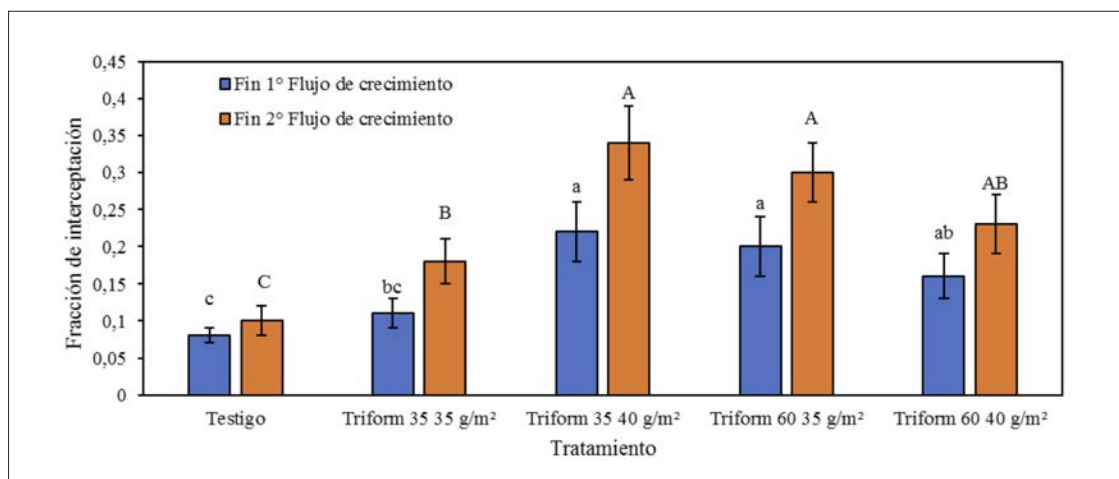
Al igual que al replantar después de cerezos, no se observaron diferencias en la coloración de las hojas, en ninguno de los momentos evaluados (Cuadro 3), con valores SPAD dentro del rango para arándanos (valores entre 50 a 60) (Michel, 2015); no obstante, los tratamientos con menor crecimiento vegetativo (Figura 3) presentaron, numéricamente, valores más bajos de valor SPAD, indicando alguna posible dificultad nutricional asociado al “problema de replante”.

**Cuadro 3.** Índice SPAD en plantas de arándanos, de dos años, bajo diferentes tratamientos de fumigantes de suelo, replantados después de arándanos.

| Tratamiento                    | Índice SPAD                              |   |
|--------------------------------|--|---|
|                                | Fin 1 <sup>er</sup> Flujo de crecimiento | Fin 2 <sup>o</sup> Flujo de crecimiento |
| Testigo                        | 51,1 ± 1,2                               | 52,0 ± 2,3                              |
| Triform 35 35 g/m <sup>2</sup> | 51,9 ± 1,2                               | 54,5 ± 2,3                              |
| Triform 35 40 g/m <sup>2</sup> | 53,8 ± 1,2                               | 55,6 ± 2,3                              |
| Triform 60 35 g/m <sup>2</sup> | 53,8 ± 1,2                               | 56,6 ± 2,3                              |
| Triform 60 40 g/m <sup>2</sup> | 50,1 ± 1,2                               | 54,2 ± 2,3                              |
| Significancia (p-valor)        | 0,1310                                   | 0,1150                                  |

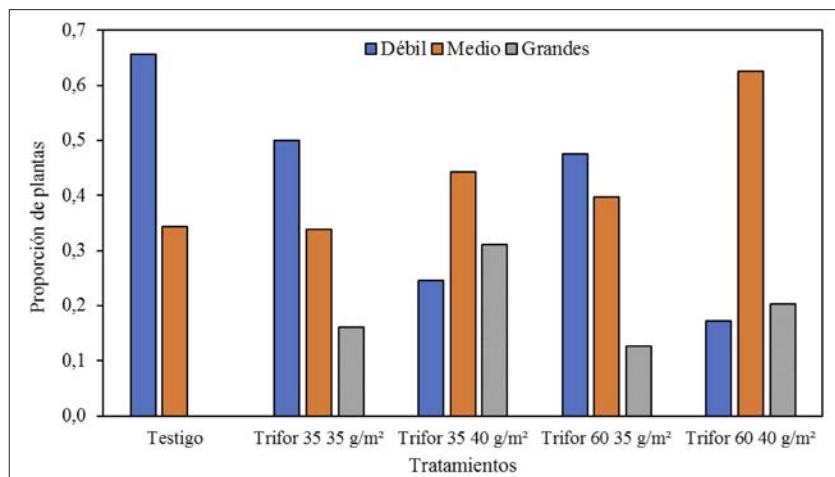
Promedios ± error estándar.

Las diferencias en crecimiento entre tratamientos al final del 1<sup>er</sup> flujo de crecimiento se mantuvieron al finalizar la temporada (Figura 3). Los tratamientos con mejor respuesta vegetativa fueron Triform 35 40 g/m<sup>2</sup> y Triform 60 35 g/m<sup>2</sup>, seguido de Triform 60 40 g/m<sup>2</sup> y Triform 35 35 g/m<sup>2</sup>. En este sentido, el crecimiento logrado con la fumigación fue 3,4; 3,0; 2,3 y 1,8 veces el testigo, respectivamente. De acuerdo a esto, en este ensayo existió un “problema de replantación” grave en el cuartel. Cabe recordar que el cuartel estuvo plantado con arándanos los últimos 30 años. En relación a la homogeneidad del crecimiento vegetativo, el tratamiento Triform 35 40 g/m<sup>2</sup> fue más uniforme con un CV de 40%, mientras el testigo fue 68% (Apéndice, Cuadro 1).



**Figura 3.** Fracción de PAR interceptado por arándanos bajo diferentes fumigantes de suelo, en condiciones de replantación después de arándanos. Medias con una letra común no son significativamente diferentes, LSD ( $p \leq 0,05$ ). Letras minúscula a fin 1<sup>er</sup> Flujo de crecimiento; letras en mayúscula a fin 2<sup>o</sup> Flujo de crecimiento.

Al clasificar el desarrollo de las plantas con la pauta visual, se observó que el testigo sin fumigación no presentó ninguna planta de gran desarrollo, teniendo la mayor proporción de las plantas en categoría “Débiles”, con más del 65% en esta categoría (Figura 4). Por su parte, el tratamiento Triform 35 40 g/m<sup>2</sup> presentó la mayor proporción de plantas “Grandes”, con más del 30% en esta clasificación. Por otro lado, el tratamiento Triform 35 35g/m<sup>2</sup> presentó la mayor proporción de sus plantas en rango “Débiles” (50%), pero es necesario hacer notar que este tratamiento se ubicó a 10 m, aproximadamente, de una cortina de árboles, lo que seguramente afectó el crecimiento de los arándanos (Apéndice, Figura 2).



**Figura 4.** Categorías de plantas de arándanos bajo diferentes tratamiento de fumigantes de suelo, bajo condiciones de replantación después de arándanos.

## Conclusiones y recomendaciones

De acuerdo con los resultados, es posible concluir que:

- La fumigación del suelo luego de una plantación de cerezo y 2 temporadas de barbecho (Avena), no fue tan determinante como sí lo fue luego de una plantación después de arándanos.
- El mayor crecimiento vegetativo al plantar después de cerezo se logró con una mayor proporción de cloropicrina (Triform 60 40 g/m<sup>2</sup>).
- El “problema de replantación” con arándanos en el ensayo fue grave, lo que justificaba la fumigación de suelo.
- El mayor crecimiento vegetativo en la replantación de arándanos se logró con Triform 35 40 g/m<sup>2</sup> o con Triform 60 35 g/m<sup>2</sup>.
- No es posible atribuir el efecto favorable de la fumigación en la replantación de arándanos a alguno de los compuestos de Triform.

## Referencias

Di Rienzo, J.A.; F. Casanoves; M.G. Balzarini; L. González; M. Tablada y C.W. Robledo. InfoStat versión 2013. Grupo InfoStat. Córdoba, Argentina. Universidad Nacional de Córdoba.

Hoestra, H. 1994. Ecology and pathology of replant problems. *Acta Horticulturae* 363: 1-10.

Jagdale, G. B., Holladay, T., Brannen, P. M., Cline, W. O., Agudelo, P., Nyczepir, A. P., & Noe, J. P. 2013. Incidence and Pathogenicity of Plant-Parasitic Nematodes Associated with Blueberry (*Vaccinium* spp.) Replant Disease in Georgia and North Carolina. *Journal of nematology*, 45(2), 92–98.

McKenry, M. 1999. The replant problem. Catalina publishing. Fresno, USA. 124 p.

Michel, L. 2016. Evaluación de técnicas de manejo sostenible para corregir el déficit de hierro en arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) 'Emerald' e implicancias en variables vegetativas, reproductivas y fisiológicas asociadas. Tesis de Magíster. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile. 192p

Pinto, J.; R. Bastías, P. Casals, A. France. 2019. Consideraciones en el recambio varietal de arándanos: Aspectos sanitarios y de replante. Comité de Arándanos de Chile, Universidad e Concepción, INIA, CORFO. 4 p.

Reginato, G. 2009. La Replantación de frutales, ensayos controlados en Chile. Facultad de Ciencias Agronómicas, Universidad de Chile.

Utkhede, R. S. y E.M. Smith. 1994. Biotic and abiotic causes of replant problems of fruit trees. *Acta Horticulturae* 363: 129-134.



## Apéndice

**Cuadro 1.** Homogeneidad del crecimiento vegetativo, expresado como coeficiente de variación (CV), en arándanos de 2 años bajo diferentes tratamientos de fumigantes de suelo.

| Ensayo | Tratamiento                    | Coeficiente de variación (%) |                            |
|--------|--------------------------------|------------------------------|----------------------------|
|        |                                | fPARI 1 <sup>er</sup> Flujo  | fPARI 2 <sup>o</sup> Flujo |
| 1      | Testigo                        | 55,8                         | 34,5                       |
|        | Triform 35 40 g/m <sup>2</sup> | 33,0                         | 34,6                       |
|        | Triform 60 40 g/m <sup>2</sup> | 13,9                         | 17,6                       |
| 2      | Testigo                        | 54,4                         | 68,1                       |
|        | Triform 35 35 g/m <sup>2</sup> | 40,6                         | 46,7                       |
|        | Triform 35 40 g/m <sup>2</sup> | 45,6                         | 40,2                       |
|        | Triform 60 35 g/m <sup>2</sup> | 68,8                         | 43,8                       |
|        | Triform 60 40 g/m <sup>2</sup> | 55,8                         | 61,2                       |





**Figura 1.** Ensayo 1. Replantación después de cerezos. (A) Testigo, (B) Triform 60 40g/m<sup>2</sup> y (C) Triform 35 40 g/m<sup>2</sup>.





**Figura 2.** Ensayo 2. (A) Testigo, (B) Triform 35 35 g/m<sup>2</sup>, (C) Triform 35 40 g/m<sup>2</sup>. (D) Triform 60 35 g/m<sup>2</sup> (E) Triform 60 40 g/m<sup>2</sup>.



- Basado en el informe “Evaluación del fumigante de suelo Triform® en la replantación de arándanos”, realizado por Gabino Reginato M. y Victor Beyá M., Universidad de Chile, solicitado y financiado por Trical S.A.

Proyecto apoyado por



- Difundido por el Comité de Arándanos de Chile en el marco del proyecto 18 PDT 100253.