

Colonización por micorrizas en la producción de plántulas en vivero de arándano (*Vaccinium* spp.) cv Biloxi*

Colonization by mycorrhizae in the production of cranberry seedlings in nursery (*Vaccinium* spp.) cv Biloxi

Juan Manuel Bautista¹, Lorena Posadas², José Urbina¹, John Larsen³ y Sergio Segura^{4§}

¹ITVM. Morelia, Michoacán, México. CP. 58100. ²IH-UACH. Chapingo, Estado de México, México. CP. 56230. ³CIECO-UNAM. Morelia, Michoacán. CP. 58190. ⁴CRUCO-UACH. Morelia, Michoacán, México. CP. 58170. §Autor para correspondencia: ssegura@correo.chapingo.mx.

Resumen

En México la producción de arándanos se encuentra actualmente en expansión con el uso del cv. Biloxi, aunque la producción de nuevas plantas en vivero presenta una mala calidad del material propagado. Es conocido que como Ericaceae, el género *Vaccinium* ha desarrollado una co-evolución con especies de micorrizas, pero la utilidad de estas en la propagación en vivero aún no está disponible como para recomendar una inoculación. En este estudio se puso a prueba la colonización por Endospor[®], un complejo de micorrizas comercial y la colonización por micorrizas nativas de *Gaultheria* sp. y *V. confertum* en plántulas del cv. Biloxi. Solo la colonización por *Gaultheria* sp. muestra el efecto positivo en altura de la planta, número de hojas, frecuencia e intensidad de colonización de raíces. El producto comercial Endospor[®] y las micorrizas provenientes de *V. confertum* no tuvieron efecto en las variables de crecimiento y colonización. Las implicaciones para la propagación y el cultivo orgánico de arándanos en México son discutidos.

Palabras clave: arándano, propagación, México, micorrizas.

Abstract

In Mexico the cranberries production is currently expanding with the use of cv. Biloxi mainly although the production of new plants in nursery presents a poor quality of the propagated material. It is known that as Ericaceae, the *Vaccinium* genus has developed a co-evolution with mycorrhiza species, but the usefulness of these in propagation in nursery is not yet available to recommend an inoculation. This paper tested the colonization by Endospor[®], a commercial mycorrhizal complex and the colonization by native mycorrhizae of *Gaultheria* sp. and *V. confertum* in seedlings of cv. Biloxi. The colonization only by *Gaultheria* sp. shows a positive effect on plant height, leaves number, frequency and intensity of root colonization. The commercial Endospor[®] product and mycorrhizae from *V. confertum* were not effective in the growth and colonization variables. The implications for the propagation and organic cultivation of cranberries in Mexico are discussed.

Keywords: cranberry, Mexico, mycorrhizae, propagation.

Los arándanos (*Vaccinium* spp.) es un grupo de plantas frutales que pertenece a la familia Ericaceae y constituyen un grupo de especies ampliamente distribuidas en el Hemisferio Norte, específicamente Norteamérica, Europa Central y Eurasia, encontrándose también en América del Sur, algunas especies en África y Madagascar. La mayor parte de las variedades de arándano que se cultivan en el mundo son del tipo alto del norte provenientes de *Vaccinium corymbosum* principalmente y son de alto requerimiento de horas frío (Carrillo *et al.*, 2015). Recientemente en México han introducido cultivares del tipo alto del sur con requerimientos bajos de frío. Los Arándanos del tipo altos del sur, son híbridos interespecíficos basados en *V. corymbosum* L. con *V. agustifolium*, *V. asheii* y *V. darrowii* L., siendo esta última especie la que les proporciona a los híbridos la poca necesidad de frío y le permite su cultivo en latitudes bajas e inviernos con pocas o nulas horas frío (Horticom, 2005).

La producción de arándano en México está en acelerada demanda principalmente en los estados como Jalisco (43%), Colima (28%), Baja California (13%), Michoacán (8%), Sinaloa (6%), Puebla (2%), el Estado de México con 34.5 t y sonora con 15.3 t representa el (0%) de la producción (SIAP, 2014). La fuerte demanda internacional, las condiciones agroecológicas y el cambio de los precios relativos en el mercado, explica este impacto fuerte productivo en el occidente mexicano (Figueroa y Gallo, 2005).

En México, cuando un productor decide establecer un huerto de arándano se enfrenta a una disyuntiva: el establecimiento de las 5 000 plantas por hectárea aproximadamente, con planta producida en el país y con riesgo de infección de hongos fitopatogenos a un costo de 25.00 pesos planta⁻¹ lo que nos da 125 000.00 pesos ha⁻¹, o con planta importada a un costo de 75.00 pesos planta⁻¹ con calidad sanitaria lo que nos da 375 000.00 pesos ha⁻¹ aproximadamente. Esto debido a que los sustratos usados por los viveristas en el país son actualmente la causa de la producción de planta en vivero sin calidad fitosanitaria (Rebollar *et al.*, 2013).

Es conocido que las plantas de la familia Ericaceae, se caracterizan por establecer simbiosis con micorrizas, sobre todo las llamadas micorrizas ericoides, que le confieren a las plantas de esta familia la habilidad de colonizar suelos nutricionalmente pobres y ambientes donde el anegamiento es frecuente en invierno (Carrillo *et al.*, 2015). Para que la colonización tenga lugar es necesario que las raíces de las plantas tomen contacto con las hifas de los hongos

Cranberries (*Vaccinium* spp.) is a group of fruit plants belonging to the Ericaceae family and constitute a group of widely distributed species in the Northern Hemisphere, specifically North America, Central Europe and Eurasia, also found in South America, some species in Africa and Madagascar. Most of the varieties of cranberry cultivated in the world are of the northern high type of *Vaccinium corymbosum* and have a high requirement of cold hours (Carrillo *et al.*, 2015). Recently southern high type cultivars have been introduced in Mexico with lower cold requirements. South-type cranberries are interspecific hybrids based on *V. corymbosum* L. with *V. agustifolium*, *V. asheii* and *V. darrowii* L., the latter species provides to the hybrids with little need for cold and allows their cultivation in low latitudes with winters with few or no cold hours at all (Horticom, 2005).

Cranberry production in Mexico is accelerating its demand mainly in Jalisco (43%), Colima (28%), Baja California (13%), Michoacan (8%), Sinaloa (6%), Puebla (2%), the state of Mexico with 34.5 t and Sonora with 15.3 t represents (0%) of production (SIAP, 2014). Strong international demand, agroecological conditions and the relative price change in the market, explains this strong productive impact in western Mexico (Figueroa and Gallo, 2005).

In Mexico, when a producer decides to establish a cranberry orchard a dilemma is faced: the establishment of approximately 5 000 plants per hectare, with a plant produced in the country and with a risk of phytopathogenic fungi infection at a cost of 25.00 pesos plant⁻¹ which gives us 125 000.00 pesos ha⁻¹, or with imported plants at a cost of 75.00 pesos plant⁻¹ with sanitary quality which gives us 375 000.00 pesos ha⁻¹ approximately. This is because the substrates used by country nurseries are currently the cause of nursery plant production without phytosanitary quality (Rebollar *et al.*, 2013).

It is known that the plants of the Ericaceae family are characterized by symbiosis with mycorrhizae, especially the so-called ericoid mycorrhizae, which give the plants of this family the ability to colonize nutritionally poor soils and environments where waterlogging is frequent in winter (Carrillo *et al.*, 2015). In order for the colonization to take place, it is necessary for the plants roots to contact the mycorrhizal fungi hyphae but also for the medium or substrate to be suitable for this contact, as suggested by Scagel *et al.* (2005); Bizambi and Dames (2015).

micorríticos pero también que el medio o sustrato provenga las condiciones para que este contacto sea adecuado, tal como lo sugiere Scagel *et al.* (2005); Bizambi y Dames (2015).

En Oregon, Scagel *et al.* (2005) aisló *Oidiodendron griseum* de *V. corymbosum*, *Pezyzella ericacea* de una Ericacea y *Hymenoscyphus ericacea* de *V. agustifolium* observando que la inoculación no es inmediata y depende del suelo y prácticas de trasplante su éxito en el mediano plazo. Bizambi y Dames (2015) en Sudáfrica aislaron también dos especies de ericáceas *Lachnuem* sp y *Cadaphora* sp de especies de Ericaceas e inocularon plántulas de arándanos con relativo éxito. En Chile, los arándanos cultivados del tipo altos del norte han sido tratados con inóculo de micorrizas importadas de USA y su efectividad es limitada, por ello Carrillo *et al.* (2015) utilizaron fuentes de inóculo nativo de *Gaultheria pumila*, *Azalea* sp. y *V. corymbosum* obteniendo una mejor actividad con *G. pumila*. La interacción micorriza-sustrato resta por explorar por estos autores. En este contexto nuestro estudio tuvo lugar con el propósito de explorar la utilidad de las micorrizas de plantas nativas de la región occidental de México para la utilidad en la producción de plantas en vivero.

Localización

Este estudio se realizó en el *campus* Morelia de la Universidad Autónoma Chapingo (UACH), localizado en 19° 68' 69" -101° 23' 80". El clima es templado subhúmedo, con lluvias en verano y humedad media, C(w1). Temperatura promedio anual de 17.5 °C y precipitación de 773.5 mm anuales. Los vientos dominantes proceden del suroeste y noreste, variables en julio y agosto con intensidades de 2 a 14.5 km h⁻¹ (SMN, 2015).

Material vegetal

Se utilizaron plántulas de 4 meses de edad, de la variedad Biloxi micropropagadas *in vitro* en la Facultad de Agrobiología de la Universidad Michoacana de San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) se confirmó su calidad sanitaria para ser utilizadas en los ensayos.

Fuentes de inóculo

Para investigar la colonización por micorrizas del arándano cv. Biloxi se utilizaron macetas con sustrato inoculado con micorrizas nativas de una especie de arándano silvestre

In Oregon, Scagel *et al.* (2005) isolated *Oidiodendron griseum* from *V. corymbosum*, *Pezyzella ericacea* from an Ericacea and *Hymenoscyphus ericaceae* from *V. agustifolium* noting that inoculation is not immediate and its medium term success depends on the soil and transplant practices. Bizambi and Dames (2015) in South Africa also isolated two species of ericaceae *Lachnuem* sp and *Cadaphora* sp of Ericaceas species and inoculated cranberry seedlings with relative success. In Chile, cultivated northern high type cranberries have been treated with imported mycorrhizal inoculum from the USA and their effectiveness was limited, so Carrillo *et al.* (2015) used native inoculum sources of *Gaultheria pumila*, *Azalea* sp. and *V. corymbosum* obtaining a better activity with *G. pumila*. The mycorrhizal-substrate interaction remains to be explored by these authors. In this context, our study was carried out with the purpose of exploring the usefulness of the mycorrhizae of native plants of the western region of Mexico for the usefulness in the production of plants in nursery.

Location

This study was carried out at the Morelia *campus* of the Universidad Autónoma Chapingo (UACH), located at 19° 68' 69" -101° 23' 80". The climate is temperate subhumid with rains in summer and average humidity, C(w1). Average annual temperature of 17.5 °C and precipitation of 773.5 mm per year. The dominant winds come from the southwest and northeast, varying in July and August with intensities of 2 to 14.5 km h⁻¹ (SMN, 2015).

Vegetal material

Four-month-old seedlings of the Biloxi variety were used that were micropropagated *in vitro* at the School of Agrobiology of the Michoacan University of San Nicolás de Hidalgo (UMSNH) their sanitary quality was confirmed in order to be used in the trials.

Inoculum sources

To investigate the colonization by mycorrhizae of cranberry cv. Biloxi pots with native mycorrhizae inoculated substrate of a wild *Vaccinium confertum* cranberry species were used, a species of the *Gaultheria* sp. Genus and the Endospor[®] commercial product. The details of inoculum sources are listed below.

Vaccinium confertum, una especie del género *Gaultheria* sp. y el producto comercial Endospor®. Enseguida se anotan los detalles de las fuentes de inóculo.

1. El inoculante endomicorrítico comercial Endospor® contiene hongos formadores de endomicorrizas, como *Gigasporas margarita*, *Glomus mosseae*, *G. clarum*, *G. desertícola*, *G. etunicatum*, *G. brasilianum*, *G. intraradices*, *Trichoderma* y *Gliocladium*. Se recomienda en hortalizas, frutales, flores, árboles, pastos y arbustos. Los inoculantes se prepararon y aplicaron el mismo día. La aplicación se realizó de acuerdo a la dosis indicada en la etiqueta por la compañía y disolviéndola en 250 ml de agua (Bactiva, 2015).

2. La fuente de micorrizas nativas fueron las rizósferas (suelo + raíces) del arándano silvestre de 3 años de edad (*V. confertum*) y de una especie de *Gaultheria* colectadas en un bosque aledaño a la ciudad de Morelia colonizados con endomicorrizas y siguiendo la metodología propuesta por Carrillo (2015). Aplicando 1 kg de suelo en 3.6 L de agua por lo que el mismo día de su inoculación se fue a extraer de esta población.

En el ensayo las macetas contenían tres litros de la mezcla de peat moss más perlita (v/v 1:1) inoculada con micorriza comercial y micorriza nativas. El peat moss tiene la capacidad de retención de humedad, buena aireación y alto contenido de materia orgánica, y la perlita retiene el agua para que esté disponible por más tiempo para la planta además de ser inerte. Esta mezcla garantiza una humedad adecuada buscando la efectividad de la inoculación con los microorganismos benéficos nativos (Scagel *et al.*, 2005; Bizabani y Dames, 2015). Establecidas en un diseño experimental de bloques completamente al azar con 12 repeticiones.

Presencia de micorrizas

Para distinguir a los hongos micorríticos se siguió un protocolo de tinción de raíz propuesto por Phillips y Hayman (1970) a partir de una muestra radicular. Los análisis se llevaron a cabo en el laboratorio de agroecología del centro de investigación en ecosistemas UNAM (CIECO), Campus Morelia, Michoacán.

Evaluación del crecimiento de las plantas de arándano

Para la evaluación del crecimiento del arándano azul (*Vaccinium* spp.) cv. Biloxi bajo las tres fuentes de inóculo más el testigo se midieron las plantas. Se realizaron mediciones a los 161 días de haber realizado el trasplante (13 de marzo de 2014).

1. Endospor® endomicorrítico inoculante contains endomicorrizas forming fungi, such as *Gigasporas margarita*, *Glomus mosseae*, *G. clarum*, *G. desertícola*, *G. etunicatum*, *G. brasilianum*, *G. intraradices*, *Trichoderma* and *Gliocladium*. It is recommended in vegetables, fruit trees, flowers, grasses and shrubs. The inoculants were prepared and applied the same day. The application was carried out according to the dosage indicated on the label and dissolving it in 250 ml of water (Bactiva, 2015).

2. The native mycorrhizae source were the rhizospheres (soil + roots) of the 3 year old wild cranberry (*V. confertum*) and a *Gaultheria* species collected in a forest adjacent to Morelia city of colonized with endomicorrizas and following the methodology proposed by Carrillo (2015). Applying 1 kg of soil in 3.6 L of water so that the same day of inoculation it was extracted from this population.

In the trial the pots contained three liters of peat moss plus perlite mixture (v/v 1:1) inoculated with both commercial and native mycorrhiza. The peat moss has the ability to retain moisture, good aeration and high content of organic matter, and the perlite retains water so it is longer available for the plant in addition of being inert. This mixture guarantees adequate moisture seeking the effectiveness of inoculation with native beneficial microorganisms (Scagel *et al.*, 2005; Bizabani and Dames, 2015). They were established in a completely randomized experimental design with 12 replicates.

Presence of mycorrhizae

In order to distinguish mycorrhizal fungi, a root staining protocol proposed by Phillips and Hayman (1970) was followed from a root sample. The analyzes were carried out in the agroecology laboratory of the ecosystems research center in UNAM (CIECO), Campus Morelia, Michoacán.

Evaluation of the cranberry plants growth

For the evaluation of cv. Biloxi blueberry growth (*Vaccinium* spp.) under the three sources of inoculum plus the control, plants were measured. Measurements were taken 161 days after the transplant (March 13, 2014).

Three measurements of seedling growth were made.

Plant height: measured from the neck of the main stem to the apex.

Se realizaron tres mediciones del crecimiento de plántulas:

Altura de la planta: se midió desde el cuello del tallo principal hasta el ápice del mismo.

Número de tallos: se contabilizó el número de tallos o rebrotes en la base de la plántula; brotes secundarios producidos en el periodo de crecimiento.

Número de hojas: se contaron el número de hojas del tallo principal, desde la base hasta el ápice de crecimiento.

Longitud y ancho de la hoja del tallo principal: se midió el largo y ancho de la hoja promedio del tallo principal con cinta métrica (Figura 1).

Para cada variable se realizaron análisis de varianza (Anova) y pruebas de comparación de medias (Tukey $\alpha < 0.05$) para analizar su efecto.

Logros obtenidos

Dado que las plántulas utilizadas fueron multiplicadas *in vitro* confirmamos su sanidad por medio de pruebas de tejido de la siguiente manera: se cortaron fracciones pequeñas de ramas, tallos y raíz se colocaron en cajas petri con medio de cultivo papa-dextrosa-agar (PDA) (8 g almidón de papa, 20 g dextrosa, 20 g agar) y siguiendo las claves morfológicas de Barnet y Hunter (1972) para identificar patógenos presentes. Todas las plántulas resultaron libres de bacterias y hongos.

Efecto de micorrizas nativas y el producto comercial Endospor[®] en el crecimiento de plántulas y colonización micorrítica

El efecto de la inoculación en las plántulas se midió tanto en el crecimiento que produjo en la planta como en la colonización en raíces. El análisis estadístico de ambos tipos de variables se analizó mediante un Anova. En el Cuadro 1 se presentan los resultados. De manera general podemos señalar que entre los cuatro tratamientos el inoculado con *Gaultheria* sp, produjo una altura de plántula, número de hojas y frecuencia e intensidad de colonización micorrítica mayor que el resto de tratamientos. El crecimiento promedio para plántulas de este tratamiento después de los 161 días fue de 22.818 cm de

Number of stems: the number of stems or shoots at the base of the seedling were counted; secondary sprouts produced during the growth period.

Number of leaves: the number of leaves of the main stem was counted, from the base to the apex.

Length and width of the main stem leaf: the length and width of the main leaf of the main stem were measured with measuring tape (Figure 1).

For each variable, analyzes of variance (ANOVA) and tests of means comparison (Tukey $\alpha < 0.05$) were performed in order to analyze its effect.



Figura 1. Mediciones del crecimiento de las plántulas de arándano azul cv. Biloxi una vez inoculadas con micorrizas.

Figure 1. Growth measurements of blueberry cv. Biloxi once inoculated with mycorrhizae.

Achievements

Since the seedlings used were multiplied *in vitro* their sanity was confirmed by tissue tests as follows: small fractions of branches, stems and roots were cut into petri dishes with potato-dextrose agar (PDA) (8 g potato starch, 20 g dextrose, 20 g agar) and following the morphological keys of Barnet and Hunter (1972) to identify pathogens. All seedlings were free of bacteria and fungi.

altura y 17.636 hojas por planta y de frecuencia e intensidad de colonización de 8.6% y 15%, respectivamente. En número de tallos, longitud y ancho de la hoja no encontramos diferencias significativas entre tratamientos (Cuadro 1).

En el Cuadro 1, se observa que para altura de la planta el tratamiento con inóculo *Vaccinium confertum* y el testigo sin inocular, presentaron una altura promedio de 16.545 y 16.5 cm respectivamente, que fueron similares a los obtenidos con la inoculación de *Gaultheria* sp., mientras que las plántulas inoculadas con el producto comercial Endospor registró el valor más bajo. Para número de hojas por planta, el tratamiento inoculado con *Gaultheria* sp. y el testigo, presentaron valores similares y muy distintos a los obtenidos con el inóculo de *V. confertum* y el producto Endospor. Para el resto de variables los tratamientos no muestran diferencias notables; las plántulas inoculadas o no muestran valores semejantes de número de tallos, largo y ancho de hoja.

Effect of native mycorrhizae and commercial Endospor^R product on plant growth and mycorrhizal colonization

The effect of inoculation on seedlings was measured both in the growth it produced in the plant and in the colonization in roots. Statistical analysis of both types of variables was analyzed using an Anova. Table 1 presents the results. In general, we can point out that among the four treatments, the one that was inoculated with *Gaultheria* sp, produced a seedling height, number of leaves and frequency and intensity of mycorrhizal colonization greater than the rest of treatments. The average seedling growth of this treatment after 161 days was 22.818 cm in height and 17.636 leaves per plant and of frequency and intensity of colonization of 8.6% and 15%, respectively. There were no significant differences between treatments in number of stems, leaf length and width (Table 1).

Cuadro 1. Resultados de mediciones de crecimiento de plántulas y colonización por micorrizas de acuerdo con las fuentes de inóculo probadas en arándano cv Biloxi.

Table 1. Results of seedling growth measurements and colonization by mycorrhizae according to the inoculum sources tested in cranberry cv Biloxi.

Trat.	Fuente de inóculo	Altura de planta (cm)	Número de hojas	Número de tallos	Largo de hoja (cm)	Ancho de hoja (cm)	Frecuencia de colonización (%)	Intensidad de colonización (%)
1	<i>Vaccinium confertum</i>	16.545 ab	8.818 b	1.3636 a	1.7273 a	1.2091 a	4.7 b	9.8 b
2	<i>Gaultheria</i> sp.	22.818 a ^z	17.636 a ^z	1.3636 a	2.2 a ^z	1.3182 a ^z	8.3 a	15 a
3	Endospor	15.491 b	11.545 b	1.4545 a ^z	1.8545 a	1.2182 a	0	0
Testigo	Sin inóculo	16.5 ab	17.455 a	1.3636 a	1.7545 a	1.0818 a	0	0
DSH _(0,5)		6.3235	4.8948	1.2568	0.786	0.6495		

^z= tratamientos con la misma letra estadísticamente son iguales.

En la Figura 2 se muestra la raíz con micorrizas de la especie *Gaultheria* sp. y en la Figura 3 se observa los datos graficados del Cuadro 1. Los resultados nos hacen notar que para la etapa en vivero, la plántula de arándano azul cv Biloxi inoculada con los tratamientos probados pueda alcanzar una baja colonización y un relativo bajo crecimiento. Lo anterior, coincide con Callejas-Ruiz *et al.* (2009), que no encontró efecto al inocular con micorrizas del género *Glomus* en calabaza. Tampoco Scagel *et al.* (2008) muestra un efecto importante de la inoculación micorrítica de plántulas de arándanos en las primeras etapas de la planta. Este autor

Table 1 shows that for plant height the treatment with *Vaccinium confertum* inoculum and the uninoculated control had an average height of 16.545 and 16.5 cm respectively, which were similar to those obtained with the inoculation with *Gaultheria* sp. while the seedlings inoculated with the commercial product Endospor registered the lowest value. For number of leaves per plant, the treatment inoculated with *Gaultheria* sp. and the control, presented similar values and very different to those obtained with the *V. confertum* inoculum and the product Endospor. For the rest of the variables the treatments did

sugiere que la colonización puede depender de factores ambientales, de manejo o del sustrato y no solamente por la presencia o ausencia de las micorrizas correctas.

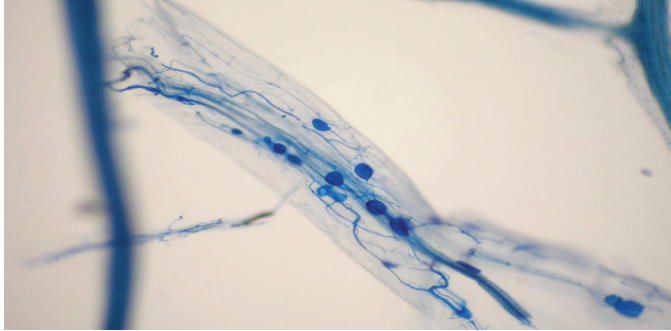


Figura 2. Presencia de micorrizas en la raíz de plántulas de arándano azul cv Biloxi.

Figure 2. Presence of mycorrhizae in the root of blueberry cv Biloxi.

Un resultado opuesto reporta Ávila *et al.* (2009), quien encontró efecto positivo de las micorrizas del producto comercial Micorrizafer® (Agrosfer Company, Medellín, Colombia), el cual contiene esporas de micorrizas de los géneros *Glomus*, *Entrophospora*, *Scutellospora* y *Acaulospora* en tallos micropropagados. En la especie de arándano andino *V. meridionale*, la colonización produce que las plantas desarrollen raíces cortas a menos que se les agregue promotores de desarrollo como Acido Indolbutírico o ácido indol-acético en el medio de cultivo. El uso de los promotores es también contradictorio pues Rodríguez (2006), también encontró efectos positivos de micorrizas al multiplicar estacas de tallo e inocularlos con el producto comercial Mycosym Tri-Ton (*Hymenoscyfus ericae*) de la compañía chilena Biotritón S. A. Este autor señala que la interacción con el efecto de hormonas de crecimiento puede ser negativo, y no recomienda su uso cuando se inocula al arándano con micorrizas.

En términos de fuentes de inóculo nuestro trabajo coincide con el de Carrillo *et al.* (2015) quienes obtuvieron colonización de micorrizas a partir de propágulos de *Gaultheria pumila*, una especie chilena. Después de 6 meses las raíces del cv Brigitta de *V. corymbosum* (arándanos altos del norte) se colonizaron con estas micorrizas aunque poco abundantemente. Puede ser que para estos autores como en nuestro caso, el efecto del sustrato Peat Moss o turba deba ser investigada; autores como Scagel *et al.* (2005); Farías *et al.* (2014); Bezabani y Dames (2015) señalan que la relación

not show notable differences; the seedlings inoculated or not show similar values in number of stems, length and width of leaf.

Figure 2 shows the root with mycorrhizae of the *Gaultheria* sp. species and Figure 3 shows the data plotted in Table 1. The results show that for the nursery stage, the blueberry seedlings cv Biloxi inoculated with the tested treatments can reach a low colonization and a relatively low growth. This coincides with Callejas-Ruiz *et al.* (2009), which found no effect when inoculating with mycorrhizae of the *Glomus* genus in gourd. Nor does Scagel *et al.* (2008) show an important effect of mycorrhizal inoculation of blueberry seedlings in the early stages of the plant. This author suggests that colonization may depend on environmental, management or substrate factors and not just on the presence or absence of the correct mycorrhizae.

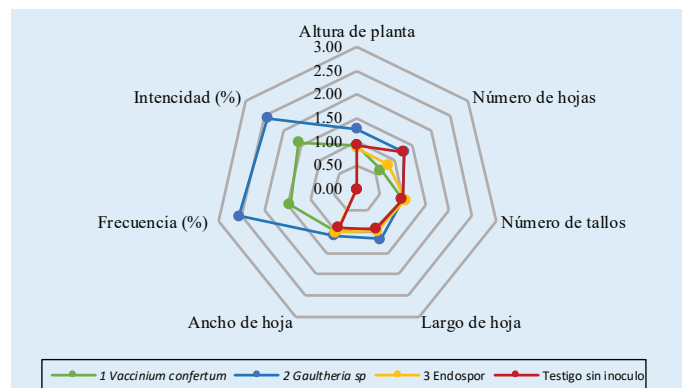


Figura 3. Variables de crecimiento de plántulas y colonización por micorrizas en arándano del cv Biloxi. como respuesta a las diferentes fuentes de inóculo. Los valores reales de las variables fueron centrados con fines de graficación.

Figure 3. Variables of seedling growth and colonization by mycorrhizae in cranberry cv Biloxi, in response to different inoculum sources. The actual values of the variables were centered for graphing purposes.

An opposite result was reported by Ávila *et al.* (2009), who found a positive effect of the mycorrhizae of the commercial product Micorrizafer® (Agrosfer Company, Medellín, Colombia), which contains mycorrhizal spores of *Glomus*, *Entrophospora*, *Scutellospora* and *Acaulospora* on micropropagated stems. In the Andean blueberry species *V. meridionale*, colonization causes the plants to develop short roots unless they are added growing promoters such as indole-butyrac acid or indole-acetic acid in the culture

entre la naturaleza del inoculo, la nutrición, el sustrato y el plazo de observación de las mediciones pueden ser factores que hagan variar los resultados aunque todos coinciden en la las micorrizas reducen la aplicación de nutrimentos y hacen viable su uso en sistemas de cultivo orgánico.

Conclusiones

El ensayo permitió distinguir el efecto positivo del inóculo de *Gaultheria* sp. Como fuente de micorrizas para los arándanos del cv Biloxi. Si bien puede considerarse una colonización baja (frecuencia de 8.3% e intensidad de 15%), la misma produjo un crecimiento de 22.8 cm de longitud en tallo y 17.6 de hojas por planta después de 161 días de trasplante. El producto Endospor®; así como, la rizósfera de *V. confertum* no produjeron un efecto diferente al testigo sin inocular.

Agradecimientos

A la DCRU y la DGIP de la UACH por aportar los fondos necesarios para el proyecto.

Literatura citada

- Ávila, R.; Oscar, J.; Orozco, S. G.; Ligarreto, M.; Stanislav, M. and Rodríguez, A. 2009. Influence of Mycorrhizal Fungi on the Rooting of Stem and Stolon Cuttings of the Colombian Blueberry (*Vaccinium meridionale* Swartz). *Int. J. Fruit Sci.* 9(4):372-384
- Bactiva, 2015. EndosporMR ficha técnica. Celaya, Mexico. 1 p.
- Bizabani, P. and Dames, I. 2015. Effects of inoculating Lachnum and Cadophora isolates on the growth of *Vaccinium corymbosum*. Department of Biochemistry and Microbiology, Rhodes University, P. O. Box 94, Grahamstown 6140, South Africa.
- Carrillo, L. R. 2015. Colonization of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) plantlets by ericoid mycorrhizae under nursery conditions. *Cien. Inv. Agr.* 42(3):365-374.
- Horticom. 2005. Facultad de Agronomía, Montevideo, Uruguay. <http://www.horticom.com/pd/imagenes/61/853/61853.html>.
- Farias, D. da H.; Pinto, M. A. B.; Carra, B.; Schuch, M. W. y De Souza, P. V. D. 2014. Desenvolvimento de mudas de mirtilheiro inoculadas com fungos micorrízicos arbusculares. *Rev. Bras. Frutic.* 36(3):655-663.
- Rebollar, A. A.; Boyzo, M. J.; Silva, R. H. V. and Ramírez, G. 2013 Fungi and oomycete pathogens causing stem blight and root rots on blueberry in central Mexico. *Phytopathology.* 113:S 119.
- Rodríguez, P. E. 2006. Efecto de la micorrización en plantas de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad O'Neal a nivel de vivero. Universidad Católica de Valparaíso, Chile. 429 p.

medium. The use of the promoters is also contradictory because Rodríguez (2006) also found positive effects of mycorrhizae by multiplying stem cuttings and inoculating them with the commercial product Mycosym Tri-Ton (*Hymenoscyfus ericae*) from the Chilean company Biotritón S. A. This author points out that interaction with the effect of growth hormones may be negative, and does not recommend their use when inoculating cranberry with mycorrhizae.

In terms of inoculum sources, this paper coincides with that of Carrillo *et al.* (2015) who obtained colonization of mycorrhizae from propagules of *Gaultheria pumila*, a Chilean species. After 6 months the roots of cv Brigitta of *V. corymbosum* (high blueberries of the north) were colonized with these mycorrhiza although not so widely. It may be due because for these authors as in our case, the effect of the Peat Moss substrate or peat should be investigated; authors such as Scagel *et al.* (2005); Farias *et al.* (2014); Bezabani and Dames (2015) point out that the relationship between the nature of the inoculum, the nutrition, the substrate and the observation period of the measurements may be factors that vary the results, although all agree that the mycorrhizae reduce the application of nutrients and make viable their use in organic farming systems.

Conclusions

The test allowed to distinguish the positive effect of the inoculum of *Gaultheria* sp. as a source of mycorrhizae for cv Biloxi cranberries. Although low colonization (frequency of 8.3% and intensity of 15%) can be considered, it produced a growth of 22.8 cm in length on stem and 17.6 leaves per plant after 161 days of transplantation. The Endospor® product; as well as the rhizosphere of *V. confertum* did not produce a different effect to the uninoculated control.

End of the English version



- Scagel, C. 2005. Inoculation with ericoid mycorrhizal fungi alters fertilizer use of highbush blueberry cultivars. *Hort Sci.* 40:786-794.
- Scagel, C.; Wagner, A. and Winiarski, P. 2005. Frequency and intensity of root colonization by ericoid mycorrhizal fungi in nursery production of blueberry plants, small fruits review. 4(4):95-112. SIAP (Sistema de Información Agropecuaria y Pesquera). 2014. Resumen nacional de la producción agrícola. <http://www.siap.gob.mx/cierre-de-la-produccion-agricola-por-estado/>.

SMN (Servicio Meteorológico Nacional). 2015. http://smn.cna.gob.mx/index.php?option=com_content.

Steubing, L.; Godoy, R. and Alberdi, M. 2002. Métodos de ecología vegetal. Ed. Universitaria. Santiago, Chile. 345 p.

Philips, J. and Hayman, D. 1970. Improved procedures for clearing roots and staining parasitic and vesicular-arbuscular mycorrhizal fungi for rapid assessment of infection; transaction of the British Mycol. Soc. 158-161 pp.