

ASOCIACIÓN MICORRÍCICA ErM-FERTILIZACIÓN EN EL DESARROLLO VEGETATIVO, REPRODUCTIVO Y RADICULAR DEL CULTIVO DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.).

Ing. Carlos Amador Bañuelos Camacho¹, Dr. Luis Javier Arellano Rodríguez¹, Dr.
Victor Manuel Medina Urrutia¹, Dra. Cecilia Neri Luna¹, Dr. Gil Virgen Calleros¹, Dr.
Eduardo Rodríguez Guzmán¹

¹Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias, Universidad de Guadalajara.
carlos.bcamacho@alumnos.udg.mx

INTRODUCCIÓN

El arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) es la cuarta frutilla de interés económico en el mundo, su consumo responde al interés de los compuestos con capacidad antioxidante que contienen sus frutos y que son benéficos para la salud humana (Salgado *et al.*, 2018). Los arándanos nativos evolucionaron en pantanos templados bajos en nutrientes (Stackpoole *et al.*, 2008), es nativo de América del Norte (Pizzolato *et al.*, 2014) forma parte del grupo de las frutas denominadas comercialmente, como berries de la familia de las Ericáceas, que posee numerosas especies, de las cuales, las más cultivadas son el tipo alto, Southern Highbush (Especie que primero se adaptó agronómicamente, con alrededor de 50 variedades) (Cabezas & Peña, 2012).

La producción de arándanos se ha expandido rápidamente, por ejemplo, la producción mundial de arándanos highbush aumentó de 58,400 ha en 2007 – 110,800 ha en 2014 (Fan *et al.*, 2017). En México la producción de arándanos aumenta cada año, en el 2018 se exportaron un total de 451,000 toneladas de productos agrícolas, de las cuales el 8% son de arándano con un total de 40,251 toneladas, México ocupa en 4º lugar a nivel mundial en producción de arándano y el 8º sitio en exportación del mismo, siendo Jalisco el estado productor No.1 (SIAP, 2019). A pesar de ser una especie adaptada para climas templados y fríos, la producción es posible porque algunas variedades como Biloxy tienen bajo requerimiento de horas frío y se adaptan a la mayoría de los microclimas tropicales y subtropicales presentes en México (Salgado *et al.*, 2018). Las plantas ericáceas se encuentran en varios tipos de vegetación. Son dominantes en la vegetación de brezales, u ocurren como arbustos de sotobosque en bosques

mixtos con varias otras plantas (Usuki *et al.*, 2003). En plantaciones comerciales, se ha determinado que los arándanos alcanzan su máximo potencial de producción cuando ciertos factores son controlados como, la densidad de siembra, variedad, gestión del riego, fertilización, control de malezas y pH (Muñoz *et al.*, 2016).

Plantas pertenecientes a la familia Ericaceae dependen de hongos micorrícicos (Gibson & Mitchell, 2004) ya que, las células corticales de plantas ericáceas nunca forman estructuras como, pelos radicales, ya bien descritos en otras familias de plantas (Jansa *et al.*, 2000) ya que carecen de pelos radicales, sus raíces se conocen como capilares, estas son colonizadas por hongos que forman micorrizas ericoides (ErM) (Devin, 2016) las cuales son llamadas micorrizas específicas (Yang *et al.*, 2018).

Una micorriza es una asociación de un hongo con un sistema radicular, en los que ambos socios se benefician mutuamente. Hay dos grandes grupos de micorrizas llamadas ectotróficas y endotróficas, estas últimas se dividen más adelante en micorrizas arbusculares, ericoides y orquídeas (Mitchell & Gibson., 2006). Los hongos micorrícicos proporcionan a su planta huésped nutrientes esenciales a cambio de azúcares y / o lípidos (Ruytinx *et al.*, 2019), mediante interacciones que pueden ser sinérgicas, competitivas o antagonistas y pueden tener importancia aplicada en áreas como la agricultura sostenible (Finlay, 2004). Estas interacciones permiten a las plantas soportar condiciones de estrés que incluyen, sequía, calor, nutrientes y estrés hídrico (Cowden *et al.*, 2009) además, los hongos micorrícicos desempeñan una función primordial en el ciclo nutrimental, ya que tienen acceso a iones minerales a partir de fuentes inorgánicas u orgánicas de fósforo y nitrógeno, entre otros, que generalmente no están disponibles para las plantas en forma directa (Neri & Villareal, 2012).

De acuerdo con Neri & Villareal (2012), este beneficio se da a través de una combinación de efectos, entre los que destacan: (1) cambios morfológicos y fenológicos que involucran menor abscisión de hojas y necrosis, mayor área foliar, alteración en el comportamiento de la floración y diferencias en la arquitectura de la raíz; (2) cambios en los mecanismos bioquímicos que modifican el metabolismo de carbohidratos y síntesis de proteínas, así como la actividad enzimática; y (3) cambios

fisiológicos, que van desde variaciones en la concentración de hormonas, relaciones osmóticas e hídricas y comportamiento estomático, hasta aumentos en las tasas de transpiración e intercambio de gases; y alteración de las señales no- hidráulicas (Menor concentración de ácido abscísico).

Las micorrizas ericoides se producen solo dentro de la familia de plantas Ericaceae, pero están ampliamente extendidas, contribuyen al ciclo del carbono y los nutrientes en muchos hábitats principalmente, donde las duras condiciones limitan la descomposición y absorción de nutrientes de la planta (Devin, 2016), están influenciados por varios factores como, el estado de los nutrientes del suelo, las condiciones climáticas, la variedad del huésped y el compañero fúngico (Bizabani & Dames., 2016).

La función principal de los hongos ErM es facilitar la utilización de complejos orgánicos como fuente de nutrientes minerales, a cambio, los hongos adquieren carbono fotosintético del hospedante, esencial para completar su ciclo de vida (Ruitinx *et al.*, 2019) actualmente su estudio se limita a unas pocas especies (Devin, 2016) y hay una gran necesidad de evaluar los efectos de la inoculación ErM en arándanos (Bizabani & Dames., 2016) por lo que resulta de interés su estudio de manera aplicada a la producción.

PREGUNTA CIENTÍFICA

- ¿El comportamiento fisiológico y reproductivo de la variedad de arándano depende de la interacción ErM-fertilización?

HIPÓTESIS

- La interacción ErM-fertilización afecta de manera similar el comportamiento en crecimiento vegetativo, reproductivo y radicular a las dos variedades de arándano.

OBJETIVO GENERAL

- Evaluar el efecto del suministro de (100 y 50%) del fertilizante en el cultivo de arándano *Vaccinium corymbosum* L. inoculadas con ErM, respecto a su desarrollo vegetativo, reproductivo y radicular.

OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Conocer la influencia de la interacción ErM-fertilización en el desarrollo vegetativo y estructura radicular del arándano *V. corymbosum* L.
- Determinar el efecto de la interacción ErM-fertilización en el desarrollo reproductivo y calidad de fruta en el cultivo de arándano.
- Conocer la respuesta fisiológica del cultivo de arándano inoculado con ErM y dos dosis de fertilización.

ANTECEDENTES

Se descubrió que casi todas las plantas Ericáceas recolectadas en diferentes hábitats naturales tienen algún tipo de asociación de hifas dentro de las células corticales de sus raíces, se observó colonización micorrízica bien desarrollada en toda la gama de hábitats y altitudes (de 400 a 1200 m sobre el nivel del mar). También se evaluaron 20 cepas de ErM mostrando resultados positivos constantes sobre el crecimiento de las plantas Ericáceas, aumentando significativamente la biomasa radicular, el número de hojas, peso seco del tallo y área foliar (Jansa et al., 2000).

También se reportó que en raíces de *E. cinerea* y *Vaccinium macrocarpon* se inocularon con la ErM *H. ericae*, en presencia de AM y se pudo distinguir cada tipo de colonización superficial. Las hifas de superficie tipo AM eran más gruesas que las hifas de *H. ericae* y corrían paralelas al eje de la raíz, mientras que las hifas externas de *H. ericae* se encontraban en ángulo con el eje de la raíz, las hifas de *H. ericae* eran septadas, mientras que las hifas de *G. mosseae* eran principalmente aceptadas, ambos tipos de hifas superficiales nunca ocurrieron juntos y generalmente estaban separados por varios milímetros.

Se observó que las hifas similares a AM estaban en contacto con la superficie de la raíz de *E. cinerea* y *V. macrocarpon* en distancias de hasta 0.5 mm cubriendo 12-18% (*E. cinerea*) y 7-10% (*V. macrocarpon*) de longitud radicular. No se observó penetración por estas hifas similares a AM en los tejidos de la raíz de estos huéspedes ericáceos. (Byrne & Mitchell, 2004).

Arraigada et al. (2012) reportó que el peso seco de la raíz de *V. corymbosum* fue mejorado por *G. intraradices* inoculado solo o junto con *C. rigida*, *T. versicolor* o *P. chrysogenum*. También menciona que, en todas las cepas de AM estudiadas, el hongo parece comenzar el crecimiento simbiótico, pero en ningún caso se distinguieron claramente las estructuras simbióticas típicas (Arbusculares y vesículas).

Estudios posteriores reportan que no existieron diferencias entre el testigo y plantas de arándano inoculadas con ErM, no hubo influencia en el brote, altura y peso en seco de plantas de arándano evaluadas, pero, aumentó la biomasa de la raíz ($p = 0.03$) en la variedad Misty, en var. Brightwell no tuvo influencia en biomasa radicular.

En contraste, en otro estudio previo, la inoculación de cinco variedades de arándanos con un aislado de ErM mejoró el crecimiento de brotes en 2 variedades (Brightwell y Elliott) y no tuvo efecto en el crecimiento de las otras variedades (Bluecrop, Chandler y Spartan). La colonización de ErM puede estar influenciada por el estado nutrimental del sustrato de crecimiento. Estudios realizados en el campo en condiciones controladas han demostrado que bajos niveles de N en el medio de crecimiento aumentan la colonización ErM, por lo que también podemos deducir que la inoculación depende de la variedad (Bizabani et al., 2016).

MATERIALES Y MÉTODOS

•**Sitio experimental.** El experimento se llevará a cabo dentro del Centro Universitario de Ciencias Biológicas y Agropecuarias (CUCBA) de la Universidad de Guadalajara, Camino Ramón Padilla Sánchez 2100 Nextipac, 45200 Zapopan, Jal. con coordenadas 20°44'53.6" - 103°30'52.2" W, a una altitud de 1 659 msnm (García et al., 2018).

•**Preparación del invernadero.** Previo al trasplante de *V. corymbosum*, el invernadero se limpiará y desinfectará. La desinfección consistirá en aplicación de sales cuaternarias de amonio a las paredes del invernadero y cubre suelo.

•**Trasplante en invernadero.** Las plantas serán trasplantadas en macetas plásticas de polietileno (28 L) de color negro. Como sustrato se empleará tezontle (100%) el cual será cribado para obtener partículas menores a 2.0 cm (Tucuch-Hass et al. 2011).

•**Arreglo topológico.** Se empleará un arreglo topológico de 2.2 m entre surcos y 0.6 m entre macetas (7,575 macetas/ha).

•**Producto a evaluar.** Se evaluará un producto comercial con inoculo de hongos micorrízicos ErM: *Oidiodendron sp.* & *Rhizoscyphus ericae*.

•**Variedades.** Se trabajará con las siguientes variedades: Biloxi & Sharp blue.

•**Solución nutritiva.** La nutrición mineral para el desarrollo del cultivo será a través de la solución nutritiva propuesta por Steiner (1984), en donde se toma a consideración la fase vegetativa de la planta. La composición de la solución de Steiner ($\text{meq} \cdot \text{L}^{-1}$) será de 12 NO_3^- , $1 \text{ H}_2\text{PO}_4^-$, 7 SO_4^{2-} , 7 K^+ , 9 Ca^{2+} , 4 Mg^{2+} , al (100 y 50%). En la preparación de las soluciones nutritivas se considerará el análisis de agua.

•**Diseño experimental.** Se empleará un diseño factorial en franjas A*B*C donde:

Clave	Tratamiento
T1	Biloxi - ErM - 100%
T2	Sharpblue - ErM - 100%
T3	Biloxi - ErM - 50%
T4	Sharpblue - ErM - 50%
T5	Biloxi - 100%
T6	Sharpblue - 100%
T7	Biloxi - 50%
T8	Sharpblue - 50%

A: Con ErM y sin ErM.

B: Biloxi y Sharp blue.

C: 100 y 50% fertilización.

Cuadro 1. Tratamientos.

Crecimiento vegetativo y fisiológicas

•**No. De ramas/planta.** Se cuantificarán de manera manual las ramas por planta en los tratamientos, se plantea realizar al menos 1 conteo por mes (Conteo manual).

•**Grosor de ramas.** Se tomará el valor del grosor de los tallos principales y secundarios en los tratamientos, se plantea realizar al menos 1 medición cada 15 días (Vernier digital).

•**Área foliar.** Se cuantificará el valor 1 vez por mes, de área foliar tomando una muestra compuesta de 6 hojas por planta, completamente al azar y registrando los datos mediante (LI-COR LI 3100C).

•**Índice de clorofila.** Se tomará una medición semanal de índice de clorofila, con el mismo horario y siempre en el mismo día cada semana (Por ejemplo: Todos los lunes a las 9:00 hrs) mediante un (SPAD 502).

•**Conductancia estomática.** Se tomará una medición semanal de conductancia estomática, con el mismo horario y siempre en el mismo día cada semana (Por

ejemplo: Todos los martes a las 9:00 hrs) mediante un (Porometro de hojas AP4 Delta-T).

Calidad de fruto y rendimiento

- Número de flores/planta.** Se cuantificarán de manera manual las flores por planta en los tratamientos, se plantea realizar al menos 1 conteo cada semana (Conteo manual).
- Número de frutos/planta.** Se cuantificarán de manera manual los frutos por planta en los tratamientos, se plantea realizar al menos 1 conteo por semana (Conteo manual).
- Diametro de fruto.** Se tomará el diametro de la zona ecuatorial del fruto, de una muestra de 6 frutos por planta en cada cosecha (Vernier digital).
- Peso de fruto.** Se tomará el peso de una muestra de 6 frutos por planta en cada cosecha (Báscula gramera digital de 3 decimales).
- Firmeza de fruto.** Se cuantificará firmeza de fruto de una muestra de 6 frutos por planta en cada cosecha mediante en uso de un (Penetrometro).
- Grados Brix.** Se tomarán grados Brix de una muestra de 6 frutos por planta en cada cosecha (Refractometro).

Desarrollo radicular y colonización ErM

- Peso fresco de raíz.** (Báscula gramera digital de 3 decimales).
- Peso seco de raíz:** (Báscula gramera digital de 3 decimales).
- Arquitectura de raíz.** Se realizará montaje de cada repetición (6) de los tratamientos para observar la arquitectura de raíz (WinRHIZO LA2400).
- Colonizacion de ErM %:** Cada sistema de raíz capilar se limpiará durante 5 minutos con KOH al 10% (p / v) en un baño de agua (Grant Instruments, Barrington, Cambridge, Reino Unido) a 90 ° C, se acidificará con ácido clorhídrico 0,1 M durante 1 h, teñirá en azul de tripano al 0,05% (p / v) durante 15 min a 90 ° C, y teñirá durante la noche con ácido láctico: glicerol: agua desionizada (14: 1: 1 v / v / v). Raíces enteras se montarán en la solución desestabilizadora, se observarán y se fotografiarán.

Para el porcentaje de colonización, se utilizará el método de intersecciones magnificadas (McGonigle et al., 1990) adaptado por (Villareal *et al.*, 2004).

Los recuentos se registrarán como porcentaje de la longitud de la raíz colonizada (RLC) por el micobionte usando la fórmula:

% RLC = $100 \times \text{número de intersecciones con bobinas} / \text{número total de intersecciones contadas}$.

•**Análisis de datos:** Todas las variables se someterán a un análisis de varianza y comparación de medias de Tukey con una probabilidad del 0.05%. Todos los análisis se realizarán mediante el programa **JMP®** Statistical Discovery from **SAS®**

AVANCES DE INVESTIGACIÓN

1-Se han recolectado hasta ahora los materiales necesarios para iniciar el proyecto los cuales constan de: Planta, macetas, sustrato, tubería, bombas y manguera para riego.



Imagen 1. Recolección de materiales.

2- Se realizó una mezcla de sustrato con 70 y 30% de tezontle y peat moss respectivamente, esto con el fin de hacer caracterización fisico-química de la muestra y tezontle al 100%.



Imagen 2. Mezcla de sustratos.

3- Se trabajó en la realización de una aplicación digital y un prototipo electrónico para automatizar el sistema de riego dentro del invernadero, ya que el cultivo de arándano requiere de un sistema presurizado y un manejo muy preciso mediante pulsos de riego constantes durante el día.

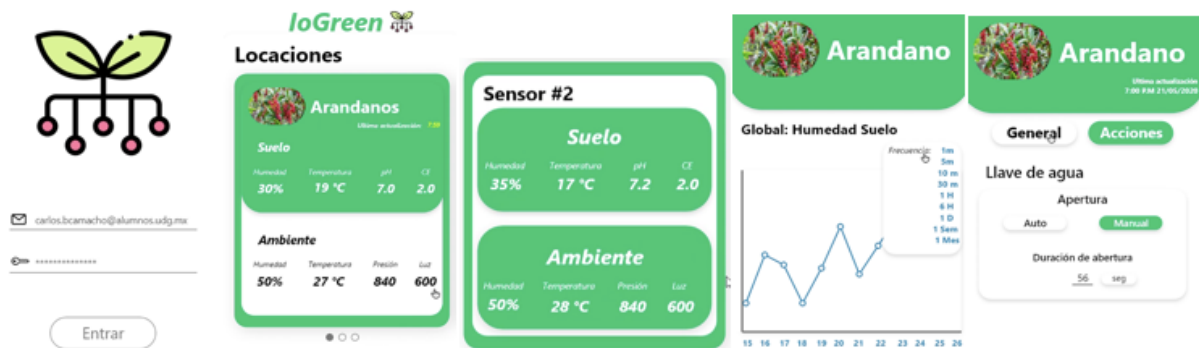


Imagen 3. Aplicación para toma de datos y manejo automático del sistema de riego.

ANEXOS

ACTIVIDAD	1º SEMESTRE	2º SEMESTRE	3º SEMESTRE	4º SEMESTRE
PRESENTACIÓN DE PROPUESTA DE INVESTIGACION.	X			
PREPARACIÓN DEL INVERNADERO.		X		
LIMPIEZA Y DESINFECCIÓN DEL INVERNADERO.		X		
INSTALACIÓN DE MALLAS LATERALES.		X		
INSTALACIÓN DEL SISTEMA DE RIEGO.		X		
RECEPCIÓN SUSTRATO.		X		
LLENADO DE MACETAS CON SUSTRATO.		X		
DESINFECCIÓN DEL SUSTRATO.		X		
PRUEBA DE SENSORES.		X		
INSTALACIÓN DE SENSORES.		X		
RECIBIMIENTO DE PLANTULA.		X		
TRASPLANTE E INOCULACIÓN DE E.M.		X		
ESTABLECIMIENTO DE PLANTA.		X		
MANEJO AGRONÓMICO.		X	X	
PREPARACIÓN DE SOLUCIONES NUTRITIVAS.		X	X	
MONITOREO PLAGAS Y ENFERMEDADES.			X	
MONITOREO DEFICIENCIAS NUTRICIONALES.			X	
APLICACIONES FITOSANITARIAS.			X	
MEDICIÓN DE VARIABLES.			X	
VARIABLES DE DESARROLLO VEGETATIVO.			X	
VARIABLES DE DESARROLLO REPRODUCTIVO.			X	
VARIABLES DE DESARROLLO RADICULAR.			X	
ANÁLISIS DE DATOS.			X	
REDACCIÓN DE TESIS.		X	X	X

Cuadro 2. Cronograma de actividades.

MATERIA	1º SEMESTRE	2º SEMESTRE	3º SEMESTRE	4º SEMESTRE
PRODUCCIÓN EN AMBIENTES PROTEGIDOS.	X			
GESTIÓN DEL CLIMA EN AMBIENTES PROTEGIDOS.	X			
NUTRICIÓN DE CULTIVOS.	X			
ECOFISIOLOGÍA DE CULTIVOS.	X			
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE HORTALIZAS.	X			
SISTEMAS DE PRODUCCIÓN DE FRUTILLAS.	X			
INOCUIDAD AGROALIMENTARIA.		X		
ADMINISTRACIÓN AGRÍCOLA.		X		
MANEJO INTEGRADO DE PLAGAS EN CULTIVOS PROTEGIDOS.		X		
SEMINARIO PARA OBTENCIÓN DE GRADO.		X		
PROPAGACIÓN DE PLANTAS.		X		
DISEÑOS EXPERIMENTALES.		X		
CULTIVOS SIN SUELO.			X	
MANEJO DE SISTEMAS PRESURIZADOS DE FERTIRRIEGO.			X	
MANEJO INTEGRADO DE ENFERMEDADES EN CULTIVOS PROTEGIDOS.			X	
CONTROL BIORACIONAL DE PLAGAS Y ENFERMEDADES.			X	
BIOLOGÍA MOLECULAR			X	
MERCADOS Y REGULACIÓN HORTOFRUTICOLA.			X	
SEMINARIO DE TRABAJO RECEPCIONAL (TESIS DE GRADO).				X
TRABAJO RECEPCIONAL (TESIS DE GRADO).				X
ESTANCIA EN EMPRESA.				X

Cuadro 3. Cronograma academico.

LITERARURA CITADA

- Arraigada C., Manquel D., Cornejo P., Soto J., Sampedro I., Ocampo J. 2012. Effects of the co-inoculation with saprobe and mycorrhizal fungi on *Vaccinium corymbosum* growth and some soil enzymatic activities. *Journal of Soil Science and Plant Nutrition* 12:283-294.
- Bizabani C. & Dames J. 2015. Effects of inoculating Lachnum and Cadophora isolates on the growth of *Vaccinium corymbosum*. *Microbiological Research* 181:68–74.
- Brody K.A., Waterman B., Ricketts H.T., Degrassi L.A., Gonzalez B.J., Harris M.J., Richardson L.L. 2019. Genotype-specific effects of ericoid mycorrhizae on floral traits and reproduction in *Vaccinium corymbosum*. *American Journal of Botany* 106(11):1412-1422.
- Byrne K. & Mitchell D.T. 2003. Resposes of mycorrhizal and non-mycorrhizal *Erica cinerea* and *Vaccinium macrocarpon* to *Glomus mosseae*. *Mycorrhiza* 14:31-36.
- Cabezas G.M. & Peña B.F. 2012. ESTIMACIÓN DEL ÁREA FOLIAR DEL ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum*) POR MEDIO DE UN MÉTODO NO DESTRUCTIVO. *Revista U.D.C.A Actualidad & Divulgación Científica* 15:373-379.
- Cowden C.C., Shefferson R.P., Mohan J.E. 2009. Mycorrhizal mediation of plant and

- ecosystem. *New Technology research* 45:123-134.
- Devin R.L. 2016. Ericoid fungal diversity: Challenges and opportunities for mycorrhizal research. *Fungal Ecology* 24:114-123.
- Fan S., Jian D., Wei X., Chen J., Beeson R.C., Zhou Z., Wang X. 2017. Micropropagation of blueberry 'Bluejay' and 'Pink Lemonade' through in vitro shoot culture. *Scientia Horticulturae* 226:277–284.
- Finlay R.D. 2004. Mycorrhizal fungi and their multifunction roles. *Mycologist* 18:91-96-
- García C.K., Romo C.R., Pereira C.J., Gómez R.R. 2018. Tasa relativa de crecimiento en plántulas de dos poblaciones de *Magnolia pugana* (Magnoliaceae) en distintos niveles de luz y fertilidad del suelo. *Revista de Biología Tropical* 66:622-633.
- Gibson B.R & Mitchell D.T. 2004. Nutritional influences on the solubilization of metal phosphate by ericoid mycorrhizal fungi. *Mycologist Research* 108:947-954.
- Jansa J. & Vosátka M. 2000. In vitro and post vitro inoculation of micropropagated *Rhododendrons* with ericoid mycorrhizal fungi. *Applied Soil Ecology* 15:125–136.
- Mitchell D.T. & Gibson B.R. 2006. Ericoid mycorrhizal association: ability to adapt to a broad range of habitats. *Mycologist* 20:2-9.
- Muñoz V.P., Paillan H., Serri H., Donnay D., Sanhueza C., Merino E., Hirzel J. 2016. Effects of organic fertilizers on the vegetative, nutritional, and productive parameters of blueberries 'Corona', 'Legacy', and 'Liberty'. *Chilean Journal of Agricultural Research* 76:201-212.
- Neri L.C. & Villarreal R.L. 2012. Interacciones ecológicas: Simbiosis micorrícica, un análisis de su relevante función ecosistémica y en la provisión de servicios ambientales. Universidad de Guadalajara, Jalisco, México Pp. 37-62.
- Pizzolato T.D., Polashok J.J., Thomas K.L., Kitto S.C. 2014. Developmental anatomy

- of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L. 'Aurora') shoot regeneration. In Vitro Cell.Dev.Biol.—Plant 50:722–728.
- Ruytinx J., Kafle A., Usman M., Coninx L., Zimmermann S.D., García K. 2019. Micronutrient transport in mycorrhizal symbiosis; zinc steals the show. Fungal Biology Reviews <https://doi.org/10.1016/j.fbr.2019.09.001>.
- Salgado V.C., Sánchez G.P., Volke H.V., Colinas L.M. 2018. RESPUESTA AGRONÓMICA DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.) AL ESTRÉS OSMÓTICO. Agrociencia 52:231-239.
- SIAP. 2019. Panorama agroalimentario 2019. Servicio de Información Agroalimentaria y Pesquera. Ciudad de México, México Pp. 32-33.
- Stackpoole S.M., Workmaster B.A., Jackson R.D., Kosola K.R. 2008. Nitrogen conservation strategies of cranberry plants and ericoid mycorrhizal fungi in an agroecosystem. Soil Biology & Biochemistry 40:2736–2742.
- Tucuch C.J. Alcántar G.G., Ordaz V.M., Santizo J.A., Larqué S.A. 2011. Producción y calidad de chile habanero (*Capsicum chinense* Jacq.) con diferentes relaciones $\text{NH}_4^+/\text{NO}_3^-$ y tamaño de partículas de sustratos. Terra Latinoamericana 30: 9-15.
- Usuki F., Abe J.P., Kakishima. M. 2003. Diversity of ericoid mycorrhizal fungi isolated from hair roots of *Rhododendron obtusum* var. *kaempferi* in a Japanese red pine forest. Mycoscience 44:97–102.
- Villarreal R.L., Neri L.C., Anderson C.I., Alexander C.I. 2012. In vitro interactions between ectomycorrhizal fungi and ericaceous plants. Symbiosis 56:67–75.
- Yang H., Zhao X., Liu C., Bai L., Zhia M., Li L. 2018. Diversity and characteristics of colonization of root-associated fungi of *Vaccinium uliginosum*. Nature Scientific Reports 8:1-14.