

EVALUACIÓN DE SUSTRATOS ECOCOMPATIBLES EN EL CULTIVO DE ARÁNDANO (*Vaccinium corymbosum* L.) EN ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN, OAXACA
EVALUATION OF ECOCOMPATIBLE SUBSTRATES IN THE CULTIVATION OF BLUEBERRY (*Vaccinium corymbosum* L.) IN ASUNCIÓN NOCHIXTLÁN, OAXACA

Autores: Nicolás Baldomero Zárate¹

J.A. Pérez López²

Valentín Morales Domínguez¹

Institución: ¹Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca, Oaxaca, México

²Instituto Tecnológico Superior de Teposcolula, México

Correo electrónico: bzaraten@ipn.mx

RESUMEN

Se evaluó el cultivo de arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) variedad Biloxi con cinco tratamientos: corteza de pino + turba + arcilla expandida + vermiculita (CPTAEV 30/40/15/15 V/V), corteza de pino (CP 100%), corteza de pino + turba (CPT 70/30 V/V), corteza de pino + turba + arcilla expandida + vermiculita (CPTAEV 60/30/5/5 V/V) y corteza de pino + turba (CPT 60/40 V/V). La investigación se realizó bajo un diseño completamente al azar, con cinco repeticiones por tratamiento; los análisis de varianza y la comparación de medias fueron mediante la prueba de Tukey (≤ 0.05), utilizando el paquete estadístico SAS^{MR} (Statistical Analysis System) versión 9.0. Las variables evaluadas fueron: altura de la planta, número de ramas, longitud de ramas, grosor de los tallos y número de frutos. Los resultados mostraron que los tratamientos en las variables de grosor de caña, número de cañas y longitud de cañas, no presentan diferencias significativas lo cual quiere decir que los tratamientos son iguales para estas variables.

Las variables altura y número de frutos en el tratamiento 1, registraron los mejores resultados.

Palabras clave: Frutillas, Cultivo, Producción, Agricultura Protegida, Residuos.

ABSTRACT

The cultivation of blueberry (*Vaccinium corymbosum* L.) variety Biloxi was evaluated with five treatments: pine bark + peat + expanded clay + vermiculite (CPTAEV 30/40/15/15 V / V), pine bark (CP 100%) , pine bark + peat (CPT 70/30 V / V), pine bark + peat + expanded clay + vermiculite (CPTAEV 60/30/5/5 V / V) and pine bark + peat (CPT 60/40 V / V). The research was conducted under a completely randomized design, with five repetitions per treatment; the analysis of variance and the comparison of means were by means of the Tukey test (≤ 0.05), using the statistical package SAS^{MR} (Statistical Analysis System) version 9.0. The evaluated variables were: height of the plant, number of branches, length of branches, thickness of the stems and number of fruits. The results showed that the treatments in the variables of cane thickness, number of canes and cane length do not present significant differences, which means that the treatments are the same for these variables. The variables height and number of fruits in treatment 1, recorded the best results.

Keywords: Strawberries, Cultivation, Production, Protected Agriculture, Waste.

INTRODUCCIÓN

El arándano (*Vaccinium corymbosum* L.) es una planta la cual en los últimos años se ha convertido en una gran opción por sus propiedades nutricionales y medicinales, lo cual junto con los buenos precios han hecho que en muchos países se despierte el interés en establecer cultivos de esta planta. Para poder desarrollar este cultivo y obtener buenos rendimientos es necesario contar con características primordiales para su establecimiento, algunas de las características que se deben cumplir son el clima y las condiciones edafológicas En el caso del clima en México existen una gran variedad de climas lo cual hace al arándano una planta de fácil adaptación

En cuanto a las condiciones edafológicas, estas características deben cumplirse en un grado muy elevado porque esta planta en particular es sensible a las condiciones del suelo. De esta manera que se han buscado técnicas para poder establecer estos cultivos, teniendo como resultado la implementación de enmiendas de suelo o sustratos. Para esto se han establecido sustratos los cuales son resultados de mezclas de algunos materiales, estos hacen más fácil el cumplimiento de características que demandan las plantas.

Es por esto, que el presente trabajo tiene como objetivo fundamental evaluar el efecto del sustrato en el crecimiento y producción de arándano, por lo que se diseñaron cinco sustratos a base de corteza de pino, los cuales se describen a continuación: corteza de pino (100%), corteza de pino y turba (60/40v/v), corteza de pino + turba (70/30v/v), Corteza de pino + turba + arcilla expandida + vermiculita (30/40/15/15 V/V) y Corteza de pino + turba + arcilla expandida + vermiculita (60/30/5/5 V/V).

Los arándanos son nativos de Norteamérica donde crecen a lo largo de los bosques y regiones montañosas de los E.E.U.U y Canadá. Aunque el hábitat de esta especie es principalmente las regiones frías del hemisferio norte. Actualmente muchas de estas especies también son cultivadas en el hemisferio sur como Australia, Nueva Zelanda y en algunos países de América del Sur principalmente Chile, Argentina (Medina & Sánchez, 2014). Fue domesticado a inicios del siglo XX cuando se extrajeron plantas de su medio silvestre y se trasplantaron a campos de los estados de nueva Inglaterra y Florida (Song, 2011).

Actualmente, el cultivo se ha introducido a los Estados de Columbia Británica (Canadá), Washington (USA) y otras partes del mundo como Gran Bretaña, Rusia, Sudáfrica, Japón, Corea, Nueva Zelanda, Australia, Chile, Argentina, México y Uruguay (Lim, 2012). Como se ha indicado, el nombre científico es *Vaccinium* sp., perteneciente a la familia Ericaceae. Se trata de arbustos erectos o rastreros, con una altura que varía de 0.3 a 7.0m según la especie, de hojas alternas, caducas o perennes y de una gran longevidad, pudiendo superar los 50 años en la mayoría de los casos (García & García, S.F.).

Hablando específicamente de la especie *V. corymbosum* L esta es originario de la costa este de América del Norte. Fue una de las primeras especies que a principios de 1900,

comenzó a domesticarse. Posee la mayor calidad de fruto. En condiciones de cultivo puede alcanzar una altura de 2.5 m. Para su mejoramiento genético se ha cruzado con otras especies con el fin de poder adaptar su cultivo a distintas zonas, sobre todo climáticas, habiéndose obtenido actualmente cultivares con requerimientos en horas frío que varían en un rango de 100 a 1, 200 h/f (García & García, SF).

Requerimientos para su desarrollo.

Clima. Los arándanos crecen en una gran variedad de climas, sus requerimientos de frío van desde las 400 a 1, 100 horas de frío, las cuales corresponden al número acumulado de horas con temperaturas menores a 7.2 °C (Bowen, 1986). A pesar de estas temperaturas altas superiores a 28-30°C, pueden afectar negativamente al fruto pudiendo ocasionar arrugamientos y quemaduras (García & García, SF). Meyer & Prinslo (2003), afirman que los mejores frutos se dan en temperaturas nocturnas de 10°C y diurnas de 26°C. Así mismo mencionan que un óptimo de temperatura es entre 20°C y 25°C.

Suelo. El arándano prefiere suelos ácidos con pH entre 4 y 5 para su desarrollo, livianos con abundante porosidad y materia orgánica. Suelos que presentan alto contenido de calcio o fósforo no son buenos para el cultivo del arándano, así como tampoco son convenientes suelos calcáreos donde se presentan deficiencias en fósforo (Valenzuela, 1988). Deben ser de textura ligera, buen drenaje y abundante materia orgánica, superior al 3%, que permite mantener la retención de humedad necesaria para el óptimo desarrollo del sistema radical (García & García, SF).

Conductividad Eléctrica. El cultivo del arándano para un buen desarrollo requiere una conductividad eléctrica (CE) menor a 1dS m⁻¹, a partir de una conductividad eléctrica más elevada existen problemas de desarrollo de la planta lo cual afecta directamente a la productividad y rendimiento.

Ciclos del cultivo del arándano y etapas fenológicas. El crecimiento y el desarrollo son constantes de modo que la etapa de establecimiento del cultivo se da entre el primero y el segundo año después de la siembra; las primeras cosechas se realizan entre el tercer y el cuarto año y la estabilización de la cosecha se da a los 7 años (Carrera, 2012). Darnell

et al. (1992) y Meyer & Prinsloo (2003) describen el ciclo anual de desarrollo de la planta como se muestra en la figura 1.

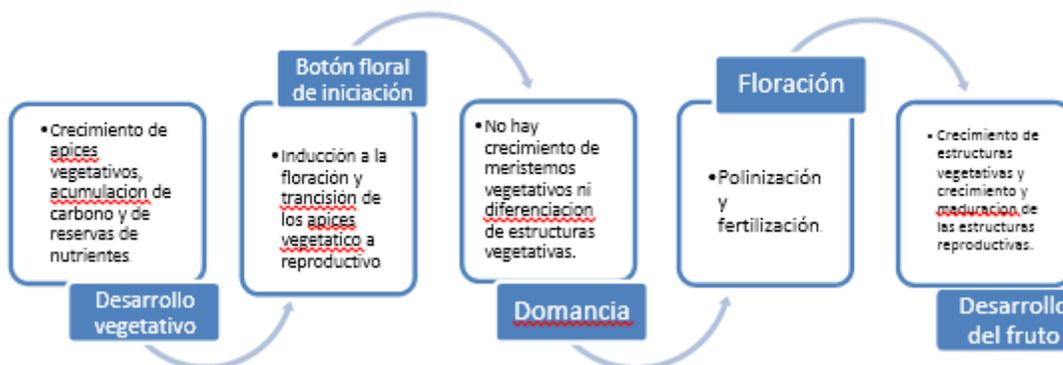


Figura 1. Ciclo anual de desarrollo de la planta.

Fuente: elaboración propia con datos de Mesa (2015).

Según Rivadeneira & Carlazara (2011), el crecimiento en la planta del arándano está dividido en dos partes: vegetativo y reproductivo, en el cual se especifican cuatro etapas de crecimiento vegetativo, donde el primero es la yema vegetativa, el segundo es el brote caracterizado por entrenudos cortos, tercero el alargamiento de los entrenudos y la expansión de hojas y cuarto una rama nueva conformada por las hojas totalmente extendidas y entrenudos largos.

Por parte de las etapas de crecimiento reproductivo se encuentran: primero se tiene una yema hinchada que a las flores, segundo; la yema se abrirá dando inicio a la floración, tercero; son botones dará origen florales con la corola cerrada, cuarto; flor en plena floración con la corola abierta, quinta; caída de la corola y cuaje del fruto y sexto; fruto verde (Meyer & Prinsloo, 2003).

Plagas y enfermedades. Uno de los principales problemas que se encuentra en el cultivo de arándano son las aves, estos comen los frutos cuando se encuentran al aire libre. Existen también algunos insectos que causan problemas en cuanto a la calidad y la cantidad de producción de este fruto, tal es el caso del gusano del arándano (*Rhagoletis mendax*) la cual es la plaga más importante del arándano. Los adultos son pequeñas

moscas que ponen sus huevos sobre las bayas, de donde nacen las larvas que a continuación se introducen en el fruto para alimentarse de éste. Cuando el fruto infectado cae al suelo, la larva se transforma en pupa para pasar el invierno. La mosca adulta sale del suelo al año siguiente para comenzar el ciclo (García & García SF). Según Gómez (2010), algunas de las enfermedades que afectan al cultivo de arándano son: *Phytophthora cinnamon*, *Botrytis cinerea*, *Botryosphaeria dothidea* y la roya *Pucciniastrum vaccinii*.

MATERIALES Y MÉTODOS

Agua. Se realizaron estudios químicos de las propiedades del agua en los laboratorios de Fertilab (Fertilidad de Suelos S. de R. L.) en Celaya Guanajuato para contar con los datos de calidad del agua de riego, en relación al pH, CE, Ca, Mg, Na, K, sulfatos, bicarbonatos, cloruros, carbonatos, nitratos, B, Fe, Mn, Cu y Zn, con la finalidad de determinar la cantidad de nutrientes y sales. Esto para poder obtener una referencia para calcular la cantidad de nutrientes que requería la planta respecto a sus necesidades nutricionales.

Diseño de solución nutritiva. En base a los análisis químicos del agua se calculó la solución nutritiva para el cultivo de arándano utilizando una hoja predeterminada de Excel 2016 en el cual se implementaron los datos del análisis, basándose en una CE de 1 d/s m.

En base a los análisis del agua se realizó el cálculo de la solución nutritiva para el cultivo, realizando esto por medio de la Aportación del software del Dr. Prometeo Sánchez García, Profesor investigador del Colegio de posgraduados, Campus Montecillo. La solución nutritiva se aplicó cada tercer día.

La solución (Tabla 1), fue diseñada con un pH de 4.0 - 5.5 requerido al cultivo del arándano, el cual se suministró mediante una solución madre con un el sistema Venturi, utilizando como depósito un tambo con capacidad de 100 L el cual se inyectó al riego por goteo, utilizando manguera con distancias de 30 a 40 cm entre goteros.

FERTILIZANTES (Nombre Comercial)	FORMULA (g)
Nitrato De Calcio	86.0
Fosfato Monopotásico (MKP)	20.2
Sulfato de Magnesio	49.1
Sulfato de Potasio	81.3
TRADECORP AZ	1.7
TRADEBOR	0.3
ULTRAFERRO	3.9
Sulfato De Amonio	90.1
ÁCIDOS	ml
Ácido Sulfúrico	1.5

Tabla 1. Solución nutritiva ocupada para el arándano.

Aplicación de diseño experimental. Se realizó bajo un diseño completamente al azar, con cuatro tratamientos y cinco repeticiones, además de un testigo (tabla 2), teniendo como estudio un total de 25 unidades de muestra, estas unidades se encuentran en contenedor, pudiendo ser diferente su distribución. De igual manera se marcaron los contenedores para poder diferenciar entre tratamientos y repeticiones de los mismos.

TRATAMIENTO	SUSTRATO	CLAVE
T1	Corteza de pino+turba+arcilla expandida+vermiculita	CPTAEV 30/40/15/15 V/V
T2	Corteza de pino (t)	CP 100%
T3	Corteza de pino+turba	CPT 70/30 V/V
T4	corteza de pino+turba+arcilla expandida+vermiculita	CPTAEV 60/30/5/5 V/V
T5	Corteza de pino+turba	CPT 60/40 V/V

Tabla 2. Clasificación de los tratamientos.

Manejo agronómico del cultivo. Se manejaron algunas sustancias las cuales son beneficiosas para el cultivo, en este caso se aplicaron enraizadores, al igual que para el tratamiento se hizo el uso de fungicidas para prevenir la aparición de los principales hongos que afectan al arándano (tabla 3).

Tratamiento	Root Feed	Rootex	Proroot	Harvest More	Metalaxit
Día de Aplicación	Lunes	Miércoles	Viernes	Cada 15 días	Cada semana
Dosis de aplicación	60 g por 100L de agua.	60 g por 20 L de agua.	25 g por 20 L de agua.	20 g por 20 L de agua	25 ml por 100 L de agua
Material de aplicación	Sistema de riego	Mochila aspersora	Mochila aspersora	Mochila aspersora	Sistema de riego.
Forma de aplicación	Goteo	Foliar	Tallo	Foliar	Goteo

Tabla 3. Manejo agronómico del cultivo.

Material vegetal. El material vegetativo utilizado para poder llevar a cabo la investigación fue (*Vaccinium corymbosum* L.) de la cv. Biloxi es un arándano tetraploide denominado arbusto alto del sur, este se puede describir como una planta de crecimiento erecto, vigorosa y productiva. Los frutos llegan a ser precoces en su etapa de maduración, de tamaño medio, buen color, firmeza y buen sabor. Por la precocidad que presenta la planta requiere un cuidado especial contra heladas en la época de primavera.

Sistema de riego. Para el sistema de riego se utilizó una red principal de manguera de 2" de diámetro en la cual se conectaron las líneas de cintillas de 16 mm de ancho, calibre 8, 000 con goteros cada 20 cm y flujo de 1.0 L/H. Se instalaron también mini válvulas de flujo al inicio y fin de la línea de cintillas. La instalación de este tipo de riego nos permitió hacer un manejo adecuado del recurso agua, así como también de los nutrientes. El riego fue localizado para proporcionarle adecuada humedad a las plantas.

Toma de datos. Con el fin de poder medir los resultados que se han obtenido, se realizaron toma de datos, los cuales fueron de las variables de altura de la planta, grosor, número y longitud de ramas, teniendo como materiales de apoyo principales un vernier digital marca Truper, flexómetro marca HDX de 3 m de largo, libreta y bolígrafo. Cabe destacar que estos resultados se capturaron en el programa Excel 2016, para posteriormente correrlo en el programa SAS^{MR} (Sistema de Análisis Estadístico) versión 9.0.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Altura de la planta. Se observó que el tratamiento que presentó mejor respuesta es el T1, presentando un grosor inicial de 13.0 y un final de 15.0 lo cual da una diferencia de 2.0 cm, mayor a los demás tratamientos. Aunque se observan estos resultados, al realizar la comparación de medias se comprobó que no existieron diferencias significativas entre tratamientos, lo cual nos indica que todos los tratamientos son iguales en esta variable. En la figura 1, se observa que los valores del grosor de los tallos presentan una evolución similar sin encontrarse diferencias significativas entre ellas. Cabe resaltar que el no encontrar diferencias, se debe principalmente a que el crecimiento de este cultivo es lento y para encontrar resultados diferentes debería realizarse la toma de datos durante un periodo de tiempo más largo.

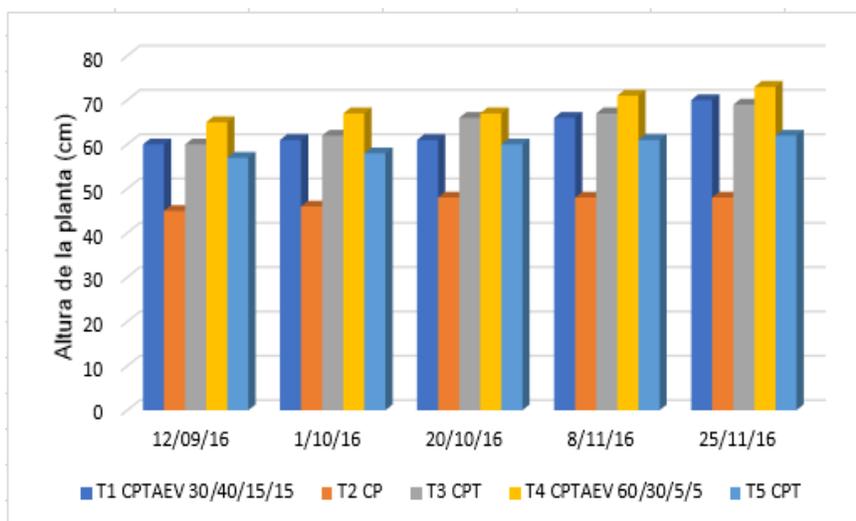


Figura 1. Efecto en variable altura.

Número de cañas. Se observó que el tratamiento que presentó mejor respuesta es el T3, presentando un valor inicial de 11.0 y un final de 12.0 lo cual da una diferencia de 1.0 cm en esta variable, mayor a los demás tratamientos, al comparar las medias, estas no presentaron diferencias estadísticas significativas por lo tanto todos los tratamientos son iguales al evaluar la variable de número de cañas (figura 2).

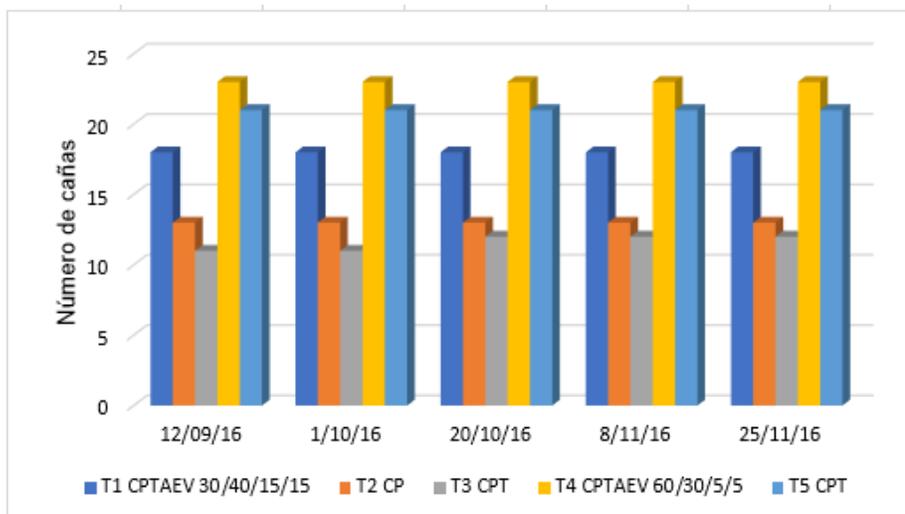


Figura 2. Efecto en variable número de cañas.

Longitud de cañas. La variable de longitud de cañas se observó que el tratamiento que presentó mejor respuesta es el T5, presentando un valor inicial de 30.0 y un final de 35.0 lo cual da una diferencia de 5.0 cm en esta variable, mayor a los demás tratamientos, al comparar las medias, estas no presentaron diferencias estadísticas significativas por lo tanto todos los tratamientos son iguales al evaluar la variable de longitud de cañas.

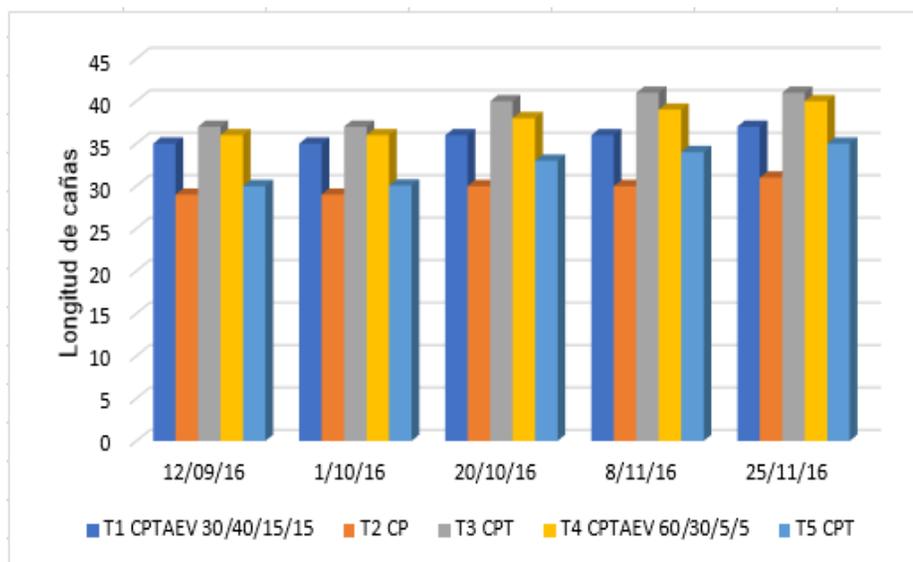


Figura 3. Efecto en la variable longitud de cañas.

Número de frutos. Se observó que el T1 presenta diferencias significativas con los T2, T3 y T5, alcanzando un número final de frutos de 354, en comparación con los 133, 113 y 72 de los tratamientos ya mencionados. En relación con el T4 este presentó diferencias significativas con los T2, T3 y T5, pero es similar al T1.

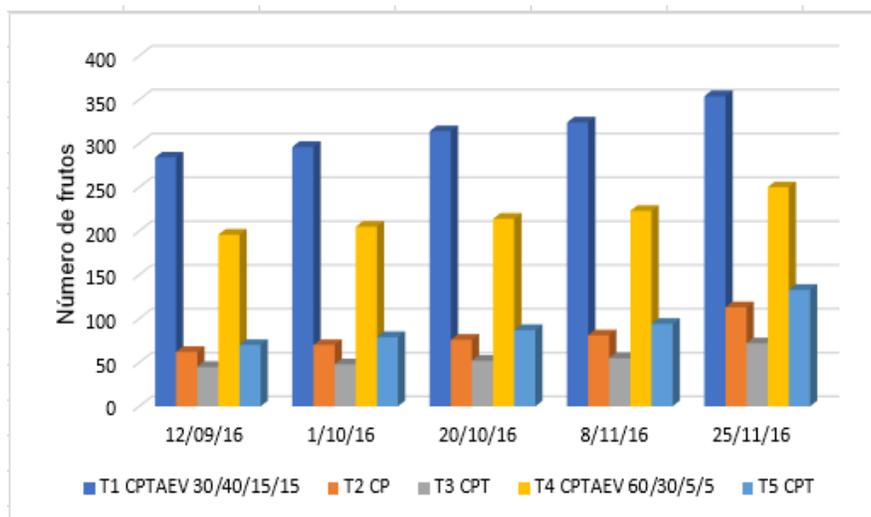


Figura 4. Efecto en variable número de frutos.

CONCLUSIONES

No se presentaron diferencias significativas entre los tratamientos en cuanto a las variables evaluadas de grosor, número y longitud de cañas, pero si existen diferencias significativas entre los tratamientos en las variables altura y número de frutos. El no presentar diferencias significativas en las primeras tres variables se debe principalmente al periodo de tan solo 4 meses de realización, tomando en consideración el ciclo de vida de ese tipo de plantas, el cual es de un aproximado de 25 años. Estas plantas deben evaluarse sistemáticamente en los próximos 3 años para poder estar en posibilidades de registrar el efecto de los sustratos en los diferentes tópicos en evaluación. El no presentar diferencias significativas en los tratamientos evaluados no precisamente quiere decir que los tratamientos no son los adecuados o que no funcionaron de la manera correcta, sino al contrario esto indica que los sustratos diseñados y seleccionados cumplen con las características para ser utilizados en el cultivo.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- BOWEN, D.: *Análisis agroclimático de Chile como productor potencial de arándanos o blueberries (Vaccinium corymbosum L.) y arándanas o cranberries (Vaccinium macrocarpon) y sus posibilidades en el mercado externo*, Tesis de doctorado, Universidad de Chile, Escuela de Agronomía, 1986.
- CARRERA, J.: *Manual práctico para la creación y desarrollo de plantaciones de arándanos en Asturias*, Asturias, España, 2012.
- DARNELL, R.; STUTTRE, G.; MARTIN, G.; LANG, G. Y EARLY, J.: *Developmental physiology of rabbiteye blueberry*, Horticultural Reviews, 1992.
- GARCÍA, G. Y GARCÍA, J.: *El cultivo de arándano en Asturias*, España.
- GÓMEZ, M.: *La poda en la productividad de arándano (Vaccinium spp.) en Michoacán*, Tesis de maestría, Universidad Autónoma de Chapingo, Chapingo, México, 2010.
- MEDINA, M. Y SÁNCHEZ, M.: *Producción y exportación de arándanos para Estados Unidos*, Tesis de maestría, Universidad Peruana de Ciencia Aplicadas, Lima, Perú, 2014.
- MEYER, H. Y PRINSLOO, N.: *Assessment of the potential of blueberry production in South Africa*, Small Fruits, 2003.
- LIM, T.: *Vaccinium corymbosum en Lim T*, Ed. edible medicinal and non- medicinal plants Fruits, pp.452-464, New Delhi, India, Springer editorial, 2012.
- RIVEDENEIRA, M. Y CARLAZARA, G.: *Comportamiento fenológico de variedades tradicionales y nuevas de arándanos*, Instituto Nacional de Tecnología agropecuaria, Argentina, 2011.
- SONG, G. Y HANCOCK, J.: *Vaccinium*. En Chittaranjan Kole, Ed., Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources Temperate Fruits, pp.197-221, Berlin, Alemania: Springer editorial, 2011.
- VALENZUELA, J.: *Requerimientos agroclimáticos de las especies de arándano*, Instituto de investigaciones agropecuarias, Seminario: El cultivo del arándano, Estación Experimental Carillanca, Temuco Chile, 1988.