

**CARACTERIZACIÓN DEL RIEGO SUSTENTABLE DE UN CULTIVO DE ARÁNDANO
(*VACCINIUM CORYMBOSUM L*) EN LA REGIÓN DE VALLES CENTRALES DEL ESTADO
DE OAXACA**

**CHARACTERIZATION OF SUSTAINABLE IRRIGATION OF A CRANBERRY CULTIVATION
(*VACCINIUM CORYMBOSUM L*) IN THE REGION OF CENTRAL VALLEYS OF THE STATE
OF OAXACA**

Autores: Nicolás Baldomero Zárate¹

César Iván Cruz Santiago²

Manuel Gerardo Alonso Gutiérrez¹

Institución: ¹Instituto Politécnico Nacional. Centro Interdisciplinario de Investigación para el Desarrollo Integral Regional Unidad Oaxaca (CIIDIR-IPN-UNIDAD-OAXACA)

²Alumno de la Universidad Tecnológica de los Valles Centrales de Oaxaca

Correo electrónico: bzaraten@ipn.mx

RESUMEN

El arándano es un fruto con propiedades que generan grandes beneficios en la salud de los consumidores. El agua de riego con agregado de solución nutritiva (NO_3^- , NH_4^+ , PO_4^{3-} , promotores de eutrofización) es uno de los factores que van a determinar el crecimiento y producción del cultivo, debido al tipo de sistema radical, una planta madura requiere aproximadamente 102 cm de agua anualmente. El sector agrícola genera al año 10.65 km³ (337 m³/s) de aguas residuales, lo que re presenta 62% del total nacional. No hay datos sobre la carga contaminante derivada de actividades agrícolas, pero sin duda es significativa, por el intenso uso de plaguicidas y fertilizantes químicos. El objetivo de este trabajo es caracterizar el agua residual de riego, para realizar su reciclaje y evaluar su sustentabilidad por el modelo PER. La metodología utilizada es el diseño de un sistema de riego con reciclaje y caracterización del agua para reciclaje. Los resultados son una recuperación del 17.5 %, 38.6%, 34.9% y 43.25% de agua en 4 sustratos a base de corteza de pino, turba, arcilla y vermiculita, en diferentes proporciones, que pueden generar un ahorro hasta de 400 Kg/Ha año de fertilizantes. Como conclusión tenemos que será necesario instalar un sistema de riego

sustentable, para ahorros de agua y costos de solución nutritiva, así como reducción de impactos ambientales al agua. Este trabajo se generó en el proyecto de investigación con registro SIP-IPN-20160520 en la comunidad de Carmen, del municipio de Santa Inés del Monte, Zaachila Oaxaca.

Palabras clave: Riego Sustentable, Arándano, Modelo Per, Eutrofización.

ABSTRACT

Cranberry is a fruit with properties that generate great benefits in the health of consumers. Irrigation water with added nutrient solution (NO₃⁻, NH₄⁺, PO₄⁻³, promoters of eutrophication) is one of the factors that will determine the growth and production of the crop, due to the type of root system, a mature plant requires approximately 102 cm of water annually. The agricultural sector generates 10.65 km³ (337 m³ / s) of wastewater per year, representing 62% of the national total. There is no data on the pollutant load derived from agricultural activities, but it is certainly significant because of the intensive use of pesticides and chemical fertilizers. The objective of this work is to characterize the irrigation residual water, to perform its recycling and to evaluate its sustainability by the PER model. The methodology used is the design of an irrigation system with recycling, and characterization of the water for recycling. The results are a recovery of 17.5%, 38.6%, 34.9% and 43.25% of water in 4 substrates based on bark of pine, peat, clay and vermiculite, in different proportions, which can generate savings up to 400 kg / ha year of fertilizers. In conclusion, we will need to install a sustainable irrigation system, for water savings and nutrient solution costs, as well as reduction of environmental impacts to water. This work was generated in the research project with registration SIP-IPN-20160520 in the community of Carmen, municipality of Santa Inés del Monte, Zaachila Oaxaca.

Keywords: Sustainable Irrigation, Blueberry, Per Model, Eutrophication.

INTRODUCCIÓN

El arándano azul (*Vaccinium corymbosum* L.) es una Ericaceae nativa del este de los Estados Unidos (Hancock et al., 2008). En México se tiene una gran diversidad de microclimas, ocasionados por las diferentes condiciones de relieve y precipitación, muchos de ellos son ideales para la producción de frutales, tal es el caso de las frutillas (berries) o moras, cuya producción ha cobrado gran importancia en los últimos años. El arándano es una de las

especies más representativas de éste grupo; en la actualidad existen 1, 153 has., sembradas con esta especie. Los principales estados productores son Jalisco, Colima y Michoacán con una superficie de 853 has., que equivale al 74 % de la superficie total con un rendimiento promedio de 8 ton ha⁻¹ (SIAP, 2012).

Objetivo General:

Establecer criterios para la confirmación del riego sustentable y la nutrición del arándano en los Valles Centrales de Oaxaca.

Objetivo específicos:

- Determinar las características químicas del agua a utilizar.
- Diseño de la solución nutritiva para el cultivo del arándano.
- Determinar las cantidades de agua requeridas para el arándano.
- Efecto de los cuatro sustratos en el desarrollo y crecimiento del cultivo.

En el país existen enormes diferencias regionales en la disponibilidad de agua, en tanto que un gran aumento de la población y de las actividades agrícolas ha determinado su disminución. Debido a la geografía y al clima destacan dos grandes zonas de disponibilidad natural de agua, la primera de ellas que comprende el sur y sureste y la segunda el norte, centro y noroeste del país. La disponibilidad natural en la primera de ellas es siete veces mayor que en el resto del territorio nacional. En el mundo más del 70% de esta agua es utilizada en la agricultura, la cual sirve para regar aproximadamente 240 millones de hectáreas de plantas cultivadas, por lo que la agricultura necesita de nuevas técnicas que ayuden a aprovechar de manera eficiente el agua destinada para estos fines. En México 77% del agua se utiliza en la agricultura; 14%, en el abastecimiento público; 5% en las termoeléctricas y 4% en la industria. El agua juega un papel fundamental en la producción vegetal, en el caso concreto de los Valles Centrales de Oaxaca el suministro de agua ha sido muy escaso por lo cual se inicia esta investigación tendiente a recircular el agua y reducir costos por el ahorro de nutrientes y un efecto muy importante de no contaminar el manto acuífero. El objetivo de esta investigación es generar información de un sistema de riego sustentable acompañada de un programa de nutrición para

poder proporcionarle a la planta las mejores condiciones y ser una alternativa de cultivo en la región de los Valles centrales de Oaxaca.

Planteamiento del problema

En México se tiene una gran diversidad de microclimas, ocasionados por las diferentes condiciones de relieve y precipitación, muchos de ellos son ideales para la producción de frutales, como el caso de la producción de Berries en algunos estados de México, destacando los estados productores de Jalisco, Colima y Michoacán.

DESARROLLO

El cultivo de arándano es de reciente introducción en Oaxaca, por lo cual se han iniciado las investigaciones tendientes a generar información relacionada a los aspectos medulares como son: densidades de plantación, podas, riegos, nutrición, plagas y enfermedades, cosecha, poscosecha, entre otros. El instituto Politécnico Nacional pionero en estas investigaciones ha establecido módulos de investigación en tres regiones del Estado: Mixteca, Sierra Norte y Valles Centrales dentro del proyecto de investigación con registro SIP-IPN-20160520.

Por tal motivo en esta investigación se dan los primeros intentos de implementar un sistema de recirculación de la solución nutritiva en cuatro diferentes sustratos y evaluar el efecto del sustrato en el crecimiento y desarrollo del cultivo. Las investigaciones sobre nutrición vegetal complementan las nuevas tecnologías para hacerlas más eficientes, estas han demostrado que haciendo buen uso de las soluciones nutritivas se pueden incrementar tanto la cantidad de la biomasa vegetativa como la calidad del fruto. Uno de los elementos más estudiados en cuanto a la nutrición de las plantas es el nitrógeno, esto debido a que es el cuarto elemento más abundante que se encuentra en el tejido vegetal después del carbono oxígeno e hidrógeno. Las plantas pueden aprovechar este nitrógeno en forma de NO_3^- o NH_4^+ , por lo que en hidroponía es posible utilizar nitratos y amonio en la solución nutritiva (González et al., 2009).

Vidal, et al. (1999) y Vidal, (2007 a) han reportado que el arándano tendría un bajo requerimiento nutricional debido a su baja absorción de nutrientes, por lo que se proponen factores de demanda de 4,7 kg N; 0,8 kg P y 4,9 kg de K por cada tonelada de fruta producida en la especie de arándano «ojo de conejo». Es así que esta especie absorbe aproximadamente la mitad de nutrientes en comparación con otras especies de frutales menores. En lo que

respecta a macronutrientes secundarios se estima que los factores de demanda de nutrientes para el mismo cultivar son de 1,4 y 0,8 kg nutriente t⁻¹ fruta fresca para Ca y Mg, respectivamente (Vidal, 2007 a).

El riego es una práctica imprescindible para el arándano, dado que no tolera la sequía y por otra parte su sistema radicular es muy superficial. El diseño y manejo de los sistemas de riego es un problema de alta complejidad que requiere una amplia aproximación de análisis y solución (Holzapfel et al., 2004). Entre los factores que tienen un rol más relevante se puede considerar la demanda de agua, su disponibilidad, la disponibilidad de tecnología, el sistema de manejo y la facilidad de obtener información apropiada. El uso de agua en la agricultura puede ser mejorado significativamente con el aporte de diseño y manejo óptimo de los sistemas de riego. Por ello el diseño y selección de sistemas de riego y el manejo del agua para riego que maximice los beneficios económicas y sociales significa un mayor bienestar, lo que implica un proceso de optimización (Holzapfel et al., 2004).

El uso de materiales para mulch tales como aserrín, cortezas, chips o paja, esparcidos bajo los arbustos con un espesor de 15-20 cm., conserva mejor la humedad del suelo y mantiene dicha zona con un alto nivel de aireación. (Lyrene & Crocker, 1991), estiman un requerimiento de agua total (incluye precipitación y riego) para arándanos de alrededor de 1000 mm por año. Holzapfel et al., 2004 encontraron requerimientos de alrededor de 750 mm anuales en la zona de Chillán-Chile. La sobre irrigación aumenta los problemas sanitarios en su sistema radicular. Un stress hídrico durante el crecimiento de la fruta en las dos últimas semanas de maduración, dará como resultado bayas pequeñas y posiblemente una caída de frutos. Diversos investigadores han considerado que los métodos de riego por microaspersión y goteo son los métodos de mayor adaptabilidad para aplicar el agua a las plantaciones de arándano (Holzapfel, 1994). En suelos arenosos livianos se prefiere los microjet, en cambio en suelos pesados lo mejor es goteo o surcos. Según Buzeta (1997) hay períodos del cultivo donde el agua debe ser muy bien manejada, éstos corresponden a dos semanas después de la caída de pétalos, las dos semanas previas a la cosecha y las dos a tres semanas posteriores a ésta. Al igual que la mayoría de las especies frutales, el cuaje y crecimiento de la baya son también períodos donde el agua es fundamental. En el ensayo realizado por Riveros (1996) se determinó que para una plantación de tercer año el requisito de agua por temporada corresponde a 4040 m³/ha para un sistema de goteo.

El término «sustrato» se aplica en horticultura a todo material sólido, natural, de síntesis o residual, mineral u orgánico, distinto del suelo in situ, que colocado en un contenedor, puro o en forma de mezcla, permite el anclaje del sistema radicular desempeñando un papel de soporte para la planta (Terés, 2001; Abad et al., 2004; Abad et al., 2005a). El sustrato de cultivo está constituido por un material poroso, en el que se desarrolla el sistema radicular de la planta y del que ésta toma el agua y los nutrientes que necesita para su desarrollo así como el oxígeno necesario para el funcionamiento correcto del sistema radicular. Para Michelot (1999) y Urrestarazu, (2004), el soporte del cultivo (ya sea suelo o sustrato) cumple cuatro funciones:

- Asegurar el anclaje mecánico de la planta.
- Constituir la reserva hídrica de la que las raíces toman agua para cubrir las necesidades de la planta.
- Proporcionar el oxígeno necesario para el correcto desarrollo del sistema radicular.
- Finalmente debe asegurar la nutrición mineral de la planta.

La presente investigación se realizó en la comunidad del Carmen, del municipio de Santa Inés del Monte, Zaachila Oaxaca ubicada en las siguientes coordenadas: Longitud E-96,822778, latitud N 16,917778 con altura de 1640 m.s.n.m.

Sustratos utilizados

El diseño de sustratos a base del compost de corteza de pino y que dan origen a los cuatro tratamientos evaluados se presentan en la tabla 1.

Tratamientos	Mezcla de sustrato	Clave
1	Corteza de pino + turba + arcilla expandida + vermiculita 30:40:15:15 v/v	CPTAEV2
2	Corteza de pino + turba + arcilla expandida + vermiculita 70:20:5:5 v/v	CPTAEV1
3	Corteza de pino + turba 70:30 v/v	CPT
4	Corteza de pino	CP

Tabla 1. Composición de los sustratos de macetas.

El sistema de riego consistió en un controlador de riego digital marca Rain Bird modelo ESP-RZX, conectado a una red principal de PVC de 2.0 pulgadas de diámetro, de donde se instaló una red secundaria de manguera ciega de 16 mm de grueso, calibre 8000, sobre esta línea se instalaron goteros auto compensables. La distancia del gotero se adaptó a la distancia de plantación (80 cm, 90 cm, 100 cm.) el gasto del gotero es 0 a 8 L/h.

Para un adecuado sistema de riego, se conformaron 4 hileras de 3 macetas cada una, con un total de 12 macetas en el ensayo. Sobre cada maceta se colocó la manguera autocompensante y se cuidó que cada gotero quedara en el centro de cada contenedor. Cada hilera conto con un drenaje para la recolección del agua de riego y así establecer la recirculación de la solución nutritiva. La preparación de la solución nutritiva se realizó disolviendo los fertilizantes por separado y vertiéndolos en un tinaco de 2,500 litros, una vez preparada la solución nutritiva se ajustó el pH en un valor de 5.0.

Se aplicaron dos riegos diarios una por la mañana (9.00 am) y el otro por la tarde (5.00 pm). El tiempo de riego fue 4 minutos de agua sin solución y después 2 minutos con agua de solución, posteriormente se le aplicaba la misma técnica en la tarde. Se utilizaron goteros con capacidad de 8 litros/hora. La fuente de agua utilizada para el riego es un pozo noria ubicado en el paraje denominado «El mangal». Los análisis químicos del agua se realizaron en un laboratorio especializado. El resultado del análisis químico del agua se presenta en la Tabla 2.

ANÁLISIS DE AGUA		
Características generales de Salinidad		
Determinación	Abreviatura	Resultados
Cond. Eléctrica	CE	0.87
pH	pH	7.00
Rel. Ads Sodio	RAS	1.43
Rel. Ads Sodio	RASaj	198
Cationes		
Determinación	Abreviatura	Resultados
Calcio	Ca	86.4 ppm
Magensio	Mg	23.9 ppm
Sodio	Na	58.4 ppm
Potasio	K	3.90 ppm
Sulfatos	SO4	46.6 ppm
Aniones		
Determinación	Abreviatura	Resultados
Bicarbonatos	HCO3	408 ppm
Cloruros	Cl	21.0 ppm
Carbonatos	CO3	0.00 ppm
Nitratos	N-NO3	3.36 ppm
Determinaciones Especiales		
Determinación	Abreviatura	Resultados
Boro	B	0.01
Fierro	Fe	NA
Manganeso	Mn	NA
Cobre	Cu	NA
Zinc	Zn	NA

Tabla 2. Las propiedades químicas del análisis de agua

Calculo de la solución nutritiva.

Con los resultados del análisis de agua, se realizó el cálculo de la solución nutritiva. En la tabla 5 se presentan las cantidades de fertilizantes a utilizar en 2,500 litros de agua, con una CE de 2 d/S m y pH de 5.0.

FERTILIZANTES	
Nombre comercial	CANTIDAD
	(g)
Nitrato de calcio	1651.25
Nitrato de potasio (NKS)	0.0
Fosfato monopotásico (MKP)	404.75
Sulfato de magnesio	722.5
Sulfato de potasio	1613.75
TRADECORP AZ	42.5
POLIQUEL BORO	7.5
POLIQUEL FIERRO	96.25
Sulfato de amonio	1801.25
DAP	0.0
MAP	0.0
TOTALES	6338.75
Acidos	ml
	0.0
Ácido nítrico	
Ácido sulfúrico	500
Ácido fosfórico	0.0

Tabla 3. Cálculo de la composición química de la solución nutritiva.

Monitoreo de riego y drenaje.

En la tabla 4, presentamos los resultados obtenidos del sistema de riego reciclable. Primeramente, resaltar que todos los tratamientos recibieron la misma cantidad de agua y que dependiendo de la naturaleza de los materiales utilizados en el diseño de las mezclas, el sistema de drenaje arroja diferentes datos, que son los que a continuación discutimos. Se observa claramente que el T1 es el que drena menos (menor cantidad de agua drenada), es decir es el tratamiento en donde la planta aprovecha mejor el agua del sistema de riego. Por otra parte, el T4 es el que registra la mayor cantidad de agua drenada, es decir el que más agua desaprovecha. Es en este tratamiento donde se presenta el mayor desperdicio de la solución nutritiva y por consecuencia mayor cantidad de agua y nutrientes desaprovechados.

RECIRCULACIÓN DEL AGUA EN LOS TRATAMIENTOS.

(T1) FECHA	RIEGO DE ENTRADA (T1)	DRENAJE	APROVECHAMIENTO	APROVECHA POR PLANTA ^A
18/07/2016	9600 ml	1600 ml	8000 ml	2666 ml
19/07/2016	9600 ml	1500 ml	8100 ml	2700 ml
20/07/2016	9600 ml	1900 ml	7700 ml	2566 ml
21/07/2016	9600 ml	1670 ml	7930 ml	2643 ml
22/07/2016	9600 ml	1740 ml	7860 ml	2620 ml
23/07/2016	9600 ml	1300 ml	8300 ml	2766 ml
24/07/2016	9600 ml	2010 ml	7590 ml	2530 ml
MEDIAS	9600 ml	1674.28 ml	7925.71 ml	2641.57 ml
(T2) FECHA	RIEGO DE ENTRADA (T2)	DRENAJE	APROVECHAMIENTO	APROVECHA POR PLANTA
18/07/2016	9600 ml	1000 ml	8600 ml	2866 ml
19/07/2016	9600 ml	1560 ml	8040 ml	2680 ml
20/07/2016	9600 ml	5800 ml	3800 ml	1266 ml
21/07/2016	9600 ml	6080 ml	3520 ml	1173 ml
22/07/2016	9600 ml	4530 ml	5070 ml	1690 ml
23/07/2016	9600 ml	3840 ml	5760 ml	1920 ml
24/07/2016	9600 ml	3150 ml	6450 ml	2150 ml
MEDIAS	9600 ml	3708.57 ml	5891.42 ml	1963.57 ml

(T3) FECHA	RIEGO DE ENTRADA (T3)	DRENAJE	APROVECHAMIENTO	APROVECHAMIENTO POR PLANTA
18/07/2016	9600 ml	1050 ml	8550 ml	2850 ml
19/07/2016	9600 ml	2000 ml	7600 ml	2533 ml
20/07/2016	9600 ml	4750 ml	4850 ml	1616 ml
21/07/2016	9600 ml	4100 ml	5500 ml	1833 ml
22/07/2016	9600 ml	4600 ml	5000 ml	1666 ml
23/07/2016	9600 ml	4050 ml	5550 ml	1850 ml
24/07/2016	9600 ml	2910 ml	6690 ml	2230 ml
MEDIAS	9600 ml	3351.42	6248.57 ml	1875.42 ml
(T4) FECHA	RIEGO DE ENTRADA (T4)	DRENAJE	APROVECHAMIENTO	APROVECHAMIENTO POR PLANTA
18/07/2016	9600 ml	1360 ml	8240	2746
19/07/2016	9600 ml	1835 ml	7765	2588
20/07/2016	9600 ml	4150 ml	5450	1816
21/07/2016	9600 ml	6250 ml	3350	1116
22/07/2016	9600 ml	5680 ml	3920	1306
23/07/2016	9600 ml	5790 ml	3810	1270
24/07/2016	9600 ml	4000 ml	5600	1866
MEDIAS	9600 ml	4152.14 ml	5447.85 ml	1815.42 ml

Tabla 4. Recirculación del agua.

CONCLUSIONES

En la mayoría de variables evaluadas (de crecimiento, desarrollo y producción,) estadísticamente no se observa diferencia significativa, esto no significa que no haya resultados, al contrario, el crecimiento y desarrollo del cultivo actualmente es bastante halagador incluso, con una floración abundante que se refleja en abundantes frutos. Con las mediciones de pH, CE, NO₃⁻, K⁺ y Ca²⁺, se sientan las bases de monitorear la nutrición del cultivo con equipos portátiles, además de conseguir información tendiente al desarrollo de un paquete tecnológico del arándano en el Estado de Oaxaca. La investigación es pionera en relación al sistema de recirculación de la solución nutritiva, a nivel nacional no se cuenta con investigaciones en esta área del conocimiento. Se requiere de continuar con la investigación durante varios meses y años, por tratarse de un cultivo perenne, con un ciclo de vida de más de 25 años. Estas investigaciones inician, por lo que se está en camino de generar información muy valiosa para el Estado de Oaxaca y también a nivel nacional.

BIBLIOGRAFÍA CONSULTADA

- ABAD, M. Y NOGUERA, P.: *Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación*, En *Fertirrigación, Cultivos Hortícolas, Frutales y Ornamentales*, 3^a ed. Ediciones Mundi-Prensa, pp. 299-354, Madrid, 2005.
- ABAD, M.; MARTÍNEZ, M.D.; MARTÍNEZ, P.F Y MARTÍNEZ, J.: *Evaluación agronómica de los sustratos de cultivo*, *Actas de Horticultura*, 1993.
- ABAD, M.; NOGUERA, P Y CARRIÓN, C.: *Los sustratos de cultivo sin suelo*, *Tratado de cultivo sin suelo*, 3^a ed. Ediciones Mundi-Prensa, pp. 299-354, Madrid, España, 2004.
- ABAD, M.; NOGUERA, P Y CARRIÓN, C.: *Sustratos para el cultivo sin suelo y fertirrigación*, En *Fertirrigación, Cultivos Hortícolas, Frutales y Ornamentales*, 3^a ed. Ediciones Mundi-Prensa, pp.299-354, Madrid, España, 2005.
- ANSORENA, J.: *Sustratos, propiedades y su caracterización*, Madrid, Ediciones Mundi-Prensa, España, 1994.

- BAÑADOS, M.: *Expanding blueberry production into non-traditional Production areas: northern Chile and Argentina, Mexico and Spain*. Eds.: K.E. Hummer et al. Acta Hort. 810. ISHS, 2009.
- BAÑADOS, P.: *Perspectivas en el mercado de los arándanos*, En Produciendo arándanos, pp.42–298, Facultad de Ciencias Empresariales, Universidad de Talca, Tucuman, Argentina, 2007.
- BURÉS, S.: *Sustratos*, Ediciones Agrotécnicas S.L., Madrid, España, 1997.
- BUZETA, A.: *Chile: Berries para el 2000*, Fundación Chile, pp.133, 1997.
- BUZETA, A.: *Berries para el 2000, arándano*, Ed. Chile, Santiago, Chile: Departamento Agroindustrial, Fundación Chile, 1997.
- ECK, P.: *Blueberry management*, En Small Fruit Crop Management, pp. 277-333, New Jersey, 1990.
- ECK, P.; GOUGH, R. E.; HALL, I. V.; SPIERS, J.M.: *Blueberry management*, pp. 277-333, In: GAPrentice Hall, Upper Saddle River, 1990.
- FERREYRA: «Efecto de la Aplicación de Ácido Sobre Algunas Características Químicas de un Suelo Calcáreo», *Agricultura Técnica*, 58(2), pp.163-170, 1998.
- GARCÍA RUBIO, J. C. Y GARCÍA GONZÁLEZ DE LENA, G.: *El cultivo del arándano*. Disponible en www.serida.org. Visitado el 12 de abril de 2016.
- GARCÍA, R. J. Y GARCÍA, G.: *Orientaciones para el cultivo del arándano*. En *Ministerio de Medio Ambiente, Medio Rural y Marino*, pp. 32, Asturias, España: Servicio Regional de Investigación y Desarrollo Agroalimentario, 2011.
- GARCÍA, S. J.: *Nutrición de un huerto de arándano (Vaccinium corymbosum L) en Oaxaca*, En *Memoria de estadía profesional*, Para obtener el título de Técnico en Agricultura Sustentable y Protegida, pág. 33, 2015.
- GIL, G.: *Fruticultura*. En *El potencial productivo*, Ediciones Pontificia Universidad de Chile, pp. 342, Santiago, Chile, 2000.
- GODOY, I.: *Expectativa de producción frutícola para la zona sur*, IPA Carillanca, 1984.
- GONZÁLEZ, G. J. L.: *Relación amonio: nitrato en la producción de hierbas aromáticas en hidroponía*, *Agricultura Técnica de México*, pp. 5-11, 2009.
- GOUGH, R.: *Better management means more blueberries*. *Fruit Grower*. Kingston. U.S.A.: Univ. Rhode Island, 1982.

- GOUGH, R. E.: *The highbush blueberry and its management*, Binghamton, New York, pp. 272, The Haworth Pres, Inc., 1984.
- GWATHMEY, C. O.: «Potassium uptake and partitioning relative to dry matter accumulation in cotton cultivars differing in maturity», *Agronomy Journal*, 101:1479-1488, 2009.
- HANCOCK, J. F.; LYRENE, P.; FINN, C. E.; VORSA, N. Y.; Y LOBOS, G. A.: En *Blueberries and Cranberries*, pp. 115-149, 2008.
- HIRZEL, J. Y RODRÍGUEZ, N.: *Necesidades nutricionales y fertilización del cultivo de arándano en etapa productiva*, pp. 3, 2003.
- HOLZAPFEL, E.: *Riego en arándano. En Producción de Frambuesa y Arándano en Chile*, pp. 152-156, Univ. de Concepción, Fac. Agronomía, Chillán, Chile, 1994.
- HOLZAPFEL, E. H.: «Efecto del nivel de agua aplicando en la producción de arándano alto al segundo y tercer año de plantación», *Agro-Ciencia*, 10 (1), 43-49, 1994.
- HOLZAPFEL, E. H.: «Effect of irrigation on fruit production in blueberry», *Water Management*, 67(3), pp.173-184, 2004.
- INTAGRI: *Fertilización del arándano.*
<http://www.fertilizando.com/articulos/Fertilizacion%20del%20Arandano.asp>. Visitado el 7 de mayo de 2016.
- LEMAIRE, F.; DARTIGUES, A.; RIVIÈRE, L. M. Y CHARPENTIER, S.: *Cultivos en macetas y contenedores. En Principios agronómicos y aplicaciones*, pp. 210, Ediciones Mundi-Prensa, Madrid, España, 2005.
- LÓPEZ CUADRADO: *Estudio de sustratos de cultivo alternativos a la turba para la producción de planta ornamental en contenedor*, En Tesis doctoral, Departamento de Edafología, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, 2006.
- LYRENE, P. Y CROCKER, T.: *Commercial blueberry production in Florida*, Gainesville U.S.A: Institute of Food and Agricultural Science, University of Florida, 1991.
- MASAGUER, A.: *Avances en sustratos para cultivos hortícolas: Caracterización y manejo*, Oaxaca, México: V Curso Internacional de Agricultura Protegida, 2008.
- MERHAUT, D. Y DARNELL, R.: «Ammonium and Nitrate Accumulation in Containerized Southern Highbush Blueberry Plants», *HortScience*, 30(7):1378-1381, 1995.
- MERLET, B. H. Y D'ÉTINGNY, L. M.: *Requerimientos de clima y suelo, frutales menores y de hoja persistente*, En CIREN-CORFO, pp. 84-59, Santiago, Chile, 1989.

- MICHELOT, P.: *Relations substrat – irrigation*, En: MICHELOT, P and CHAMBOLLE, C. (Coord).
L' irrigation en pépinière hors sol, Astredor, París, Francia, pp.19-27, 1999.
- MOORE, J.: *Cultivars, breeding, and culture of blueberries in North America*, Acta Hort. (ISHS)
pp.11-16, 1994.
- MUÑOZ: *Análisis de antocianina en arándanos del Noa*, En Departamento de Ingeniería de
Procesos y Gestión Industrial, pp. 98-146, Facultad de Ciencias Exactas y Tecnología,
Universidad Nacional de Tucumán, Argentina, 2005.
- MUÑOZ, C.: *Arándano: Antecedentes Generales*, Instituto de Investigación Agropecuaria.
Seminarion: El cultivo del Arándano, pp. 5-13, 1988.
- PAREDES, J. I.: *Los frutos del bosque o pequeños frutos en la cornisa cantábrica: el arándano*.
En Consejería de Desarrollo rural, Ganadería, Pesca y Biodiversidad, pp. 151, 2010.
- . PAREDES, J. I. DE S.: *Los frutos del bosque o pequeños frutos en la cornisa cantábrica: el
arándano*. Consejería de Desarrollo rural, Ganadería, Pesca y Biodiversidad, Cantabria,
España, 2010.
- PESCIE, M. A. Y LÓPEZ., C. G.: «Inducción floral en arándano alto del sur (*Vaccinium
corymbosum*)», *O'Neal. RIA*, 36(2), pp.97-107, 2007.
- RATNAPARKHE, M. B.: *Blueberry.in: fruit and nuts, genome mapping and molecular breeding in
plants*. En *Genome Mapping and Molecular Breeding in Plants*, 2007.
- RAVIV, M. Y CHEN, Y. A.: *Peat and peat substitutes as growth media for container-grown plants*.
En *The Role of Organic Matter in Modern Agriculture*, pp. 257-287, Holanda: Martinus Nijhoff
Publishers, Dordrecht, 1986.
- SALINERO, C. Y SABARÍS, M.: *Arándanos Vaccinium sp. EFA 18/00*. Disponible en
www.Efadip.org/es/publicaciones/FTecnicas. Visitado el 15 de mayo de 2016.
- SÁNCHEZ, G. P.: *Manejo Integral De la Nutrición de Berries*. Disponible en
<http://es.slideshare.net/FletcherxD/manejo-integral-nutricionberries>. Visitado el 14 de mayo
de 2016.
- SIAP: *SIAP*. Disponible en <http://www.siap.sagarpa.org.mx>. Visitado el 16 de mayo de 2016.
- SONG, G.Q.: *Vaccinium*. En *Wild Crop Relatives: Genomic and Breeding Resources*, pp. 197-
221, Springer Berlin Heidelberg, 2011.

- TERÉS, V.: *Relaciones aire-agua en sustratos de cultivo como base para el control del riego. En Metodología de laboratorio y modelización, Tesis doctoral. Departamento de Producción, 2001.*
- VICENTE, P. D.: *Evaluación de Variedades de Arándano (Vaccinium corymbosum L), Bajo Condiciones de Agricultura Protegida en la Mixteca de Oaxaca, En Tesis para obtener el Título de Ingeniera Agrónoma, pp. 48, 2016.*
- VIDAL P. I.: *Fertirriego en Berries*, pp.15, Universidad de Concepción, Concepción, Chile, 2007.
- VIDAL, I.: *Fertirrigación de arándanos*. En IV Seminario brasileiro sobre pequeñas frutas, pp. 74, Brasil, Empresa Brasileira de pesquisa agropecuaria, 2007.
- VIDAL, I.; AMARO, J. Y VENEGAS, A.: «Evolución Estacional de Nutrientes y Estimación de la Extracción Anual en Arándano Ojo de Conejo (Vaccinium ashei R.)», *Agricultura Técnica*, 59(4), pp.309-318, 1999.
- YARBOROUGH, E. D.: *Blueberry pruning and pollination. En I. N. (eds.), Blueberries: for grower, gardeners, promoters*, pp. 75-83, 2006.
- YESCAS, A. A.: *Manejo agronómico del cultivo de arándano (Vaccinium corymbosum L) en la Sierra Norte de Oaxaca*, En Memoria de estadía profesional para obtener el título de Ingeniero en Agricultura Sustentable y Protegida, pp. 19, Oaxaca, 2016.
- ZÁRATE NÍCOLAS, B.: *Valorización de Subproductos Agrícolas y Forestales como Sustratos de Cultivo en el estado de Oaxaca (México)*, En Tesis Doctoral, Escuela Técnica Superior de Ingenieros Agrónomos, Universidad Politécnica de Madrid, 2013.